



Банк России



## **Цены сырьевых товаров и финансовая нестабильность в странах с развивающейся экономикой**

Серия докладов об экономических исследованиях

№ 57 / Май 2020

Михаил Андреев, М. Удара Пейрис,  
Александр Широбоков, Димитриос Цомокос

**Михаил Андреев**

Департамент исследований и прогнозирования, Банк России. Email: [andreevmyu@cbr.ru](mailto:andreevmyu@cbr.ru)

**М. Удара Пейрис**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Российская Федерация.

Email: [upeiris@hse.ru](mailto:upeiris@hse.ru)

**Александр Ширококов**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Российская Федерация.

Email: [ashirobokov@hse.ru](mailto:ashirobokov@hse.ru)

**Димитриос П. Цомокос**

Бизнес-школа Саида Оксфордского университета, Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики». Email: [dimitrios.tsomocos@sbs.ox.ac.uk](mailto:dimitrios.tsomocos@sbs.ox.ac.uk)

Мы благодарим участников семинаров и конференций «2018 seminar at Charles University», «2018 ICMAIF Conference», «2019 Surrey DSGE workshop», «12th Annual Workshop of the Asian Research Network (BIS)», «2nd HSE ILMA workshop», Международной конференции Банка России 2019 г. «Эффективность макроprudенциальной политики: теория и практика», «50th Anniversary Money-Macro-Finance conference», «3<sup>rd</sup> Banco de Mexico Conference on Financial Stability», «2019 Fall Midwest Macro», а также Энтони Брассила, Валерия Черноокого, Михаила Дмитриева, Томаса Дречзела, Васко Габриеля, Кристиана Джиллиарда, Мадину Карамышеву, Кристофера Коха, Никоса Коконаса, Павла Левина, Оксану Малаховскую, Хуана Франциско Мартинеса, Максима Никитина, Сергея Пекарского, Ассафа Разина, Сергея Селезнёва, Кевина Шиди, Даниила Шестакова, Даниэля Сиену, Андрея Синякова, Константина Стырина, Кирана Волша, Хуана Вонга, Артура Жмановского, анонимного рецензента и особенно Екатерину Казакову. Участие У. Пейриса, А. Широкова и Д. Цомокоса в данном исследовании было профинансировано в рамках программы фундаментальных исследований ВШЭ и проекта повышения мировой конкурентоспособности ведущих российских университетов «5–100». Первая версия – июнь 2018 г.

Серия докладов об экономических исследованиях Банка России проходит процедуру анонимного рецензирования членами Консультационного совета Банка России и внешними рецензентами.

Фото на обложке: Shutterstock.com

**© Центральный банк Российской Федерации, 2020**

**Адрес:** 107016, Москва, ул. Неглинная, 12  
**Телефоны:** +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (fax)  
**Сайт:** [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

Все права защищены. Настоящий доклад выражает личную позицию авторов. Банк России не несёт ответственности за содержание доклада. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

## Резюме

Экономики, экспортирующие сырьевые товары, демонстрируют процикличность по отношению к ценам экспортируемого сырья. Известно, что финансовые трения усиливают шоки цен на сырьевые товары, однако, каким именно образом это происходит в экспортирующих экономиках – остаётся неясным. Используя российские данные за период 2001-2018 годов, мы оценили новокейнсианскую модель малой открытой экономики с банковским сектором и закредитованными производителями, которые выпускают безрисковый долг, а также могут объявлять дефолт по рисковому домашним займам. Залоговое ограничение и возможность дефолта генерируют внутреннюю стоимость ограничений (wedges), которая изменяется внутри системы вместе с деловым циклом, усиливает оценённый вклад шока цен на сырьевые товары, и уменьшает важность шока инвестиций и шока предпочтений времени. При наличии финансовых трений оптимальная политика характеризуется монетарной политикой с более низким коэффициентом отклика процентной ставки на изменение инфляции и ВВП, но с более активным регулированием кредитного цикла через набор инструментов макропруденциальной политики.

**Ключевые слова:** деловые циклы, малая открытая экономика, развивающиеся страны, сырьевые товары, цены на нефть, финансовая стабильность, макропруденциальная политика.

**JEL-классификация:** E3, F34, G15, G18.

## Содержание

1. Введение	6
2. Товарные деловые циклы и эмпирические закономерности	10
2.1 Данные	10
2.2 Характеристики деловых циклов	10
2.3 Рисковое кредитование	11
2.4 Сводка стилизованных фактов	13
3. Новокейнсианская модель малой открытой экономики с банковским сектором	14
3.1 Схема потоков	14
3.2 Домохозяйства	15
3.3 Фирмы	17
3.4 Банковский сектор	22
3.5 Государство	23
3.6 Условия равновесия	25
3.7 Внутренние стоимости ограничений и финансовые трения	27
4. Измерения	28
4.1 Наблюдаемые переменные	28
4.2 Шоки	29
4.3 Уравнения для наблюдаемых переменных	30
5. Параметризация и долгосрочное равновесие	31
6. Оценка	32
7. Количественные результаты	34
7.1 Первые и вторые моменты	34
7.2 Историческая декомпозиция вклада шоков	34
7.3 Декомпозиция вариаций	38
7.4 Функции импульсного отклика	38
7.5 Робастность	42

---

8. Простые оптимальные правила политики	43
9. Выводы	45
10. Ссылки	47
Дополнение	53
А.1 Корпоративное кредитование в России	53
А.2 Условия оптимальности	53
А.3 Агрегированные условия для кредитов	61
А.4 Внутренние стоимости ограничений	62
А.5 Первые и вторые моменты	63
А.6 Параметризация и долгосрочное равновесие	64
А.7 Робастность	66

## 1 Введение

Высокая волатильность показателей развивающихся экономик привела к возникновению множества конкурирующих между собой объяснений причин волатильности. В основе объяснений могут лежать шоки условий торговли (Mendoza (1995) и Kose (2002)), шоки цен на сырьевые товары (Fernández et al. (2017), Bergholt et al. (2017) и Fernández et al. (2018)), шоки продуктивности (Aguilar and Gopinath (2007) и García-Cicco et al. (2010)), шоки премии за риск и шоки финансовой премии (Neumeier and Perri (2005), Uribe and Yue (2006), Chang and Fernández (2013) и Fernández and Gulán (2015)). В последнее время в литературе делаются попытки оценить роль цен на сырьевые товары в свете существования финансовой премии. Например, в Drechsel and Tenreyro (2018) показано, что шоки цен на сырьевые товары ответственны за 38% вариации выпуска в случае, когда внешняя премия за риск изменяется вместе с ценами на нефть, в то время как в работе Kaas et al. (2020) рассматривается влияние фискальной политики на частный долг и вероятность дефолта. Для развивающихся экономик с положительной международной инвестиционной позицией по активам такой механизм трудно представить в качестве источника волатильности агрегированных показателей и финансовой нестабильности. С другой стороны, важность дефолтов на внутреннем рынке корпоративного кредитования подтверждена для экономики США (Gilchrist and Zakrajšek (2012)) и для закрытых экономик (Cui and Kaas (2020)). Загадка заключается в том, могут ли внутренние кредитные рынки служить механизмом усиления шоков цен на сырьевые товары для экономик с профицитом счета текущих операций.

В этой статье мы рассматриваем три вопроса: 1) в какой мере цены на сырьевые товары определяют динамику делового цикла экономик развивающихся стран? 2) насколько наличие финансовых трений влияет на оценку вклада шоков, определяющих динамику делового цикла? 3) каким образом должна проводиться монетарная и макропруденциальная политика в экономике, подверженной скачкам цен на сырьевые товары? На основе российских данных за 2001-2018 года мы показали, что степень, с которой шок цены на сырьевой товар ответственен за вариацию выпуска, значительно возрастает в случае, когда финансовые трения на внутреннем кредитном рынке включаются эндогенно в оцениваемую модель. В случае, когда финансовые трения описываются эндогенно, шок цен на сырьевой товар (шок совокупной факторной производительности) объясняет 33% (64%) вариации выпуска, тогда как в противном случае объясняемая доля падает до 6% (44%). Данное падение значительно компенсируется ростом влияния шока инвестиций, которое растёт с 0% до 31%. Кроме того, влияние шока инвестиций на кредиты и депозиты растёт с 19% и 7% до 36% и 60%, когда финансовые трения не моделируются эндогенно, в то время как влияние шока предпочтений времени при объяснении депозитов увеличивается с 8% до 30%. В случае наличия финансовых трений мы обнаружили убедительное подтверждение наличия эффекта типа "голландской болезни" в российской экономике в ответ на шок цены сырьевого товара. В соответствии с полученными нормативными результатами, макропруденциальная политика, которая реагирует на рост внутреннего кредитования, заменяет монетарную политику, которая жёстко таргетирует инфляцию и экономиче-

ский рост. Мы также утверждаем, что оптимальное сочетание правил макропруденциальной политики в значительной степени зависит от того, будет ли дефолт по необеспеченным займам моделироваться эндогенно.

Мы изучаем российскую экономику, преимущества которой двояки. Во-первых, за последние 20 лет российская экономика пережила несколько серьезных падений. Во-вторых, эти падения соответствуют значительным сокращениям основного экспортного товара: нефти и газа. В отличие от развивающихся стран Латинской Америки, Россия имеет профицит счёта текущих операций, низкий внешний долг и диверсифицированный набор торговых партнёров, не смотря на то, что значительную часть экспорта составляет сырьё. Это подразумевает две вещи. Во-первых, колебания внешней процентной ставки имеют ограниченное влияние на банковскую систему. Во-вторых, шоки в экономике будут усиливаться только через некоторый механизм, который усиливает воздействие внутренней процентной ставки. Для этого мы исследуем роль финансовых трений между внутренним банковским сектором и производственным сектором.

Чтобы понять взаимодействие между шоками цен на сырьевые товары и финансовыми трениями, мы оценили новокейнсианскую DSGE модель малой открытой экспортирующей сырьё экономики. Рассматриваемая модельная экономика дополнена описанием банковского сектора и закредитованных фирм, которые могут объявлять дефолт по обязательствам. В модели существует два вида трений, возникающих в процессе финансового посредничества, которые порождают денежные внешние эффекты (*pecuniary externalities*) и придают смысл макропруденциальной политике. Указанные виды трений - залоговое ограничение и стоимость дефолта. Наконец, взаимодействие между денежно-кредитной и макропруденциальной политиками требует включения в модель номинальных жесткостей в форме жесткости цен и заработных плат.

Наша статья вносит вклад в три направления литературы. Во-первых, в понимание роли шоков цен на сырьевые товары в объяснении колебаний делового цикла на развивающихся рынках. Во-вторых, в литературу по идентификации механизмов распространения и усиления структурных шоков. В-третьих, в литературу по финансовой устойчивости и макропруденциальному анализу в оцениваемых динамических моделях.

Наши результаты связаны с результатами [Drechsel and Tenreiro \(2018\)](#) и [Fernández et al. \(2018\)](#) в том, что шок цен на нефть в нашей экономике снижает внутренний спрос, повышает ожидания корпоративного дефолта и процентные ставки. В отличие от [Drechsel and Tenreiro \(2018\)](#), в нашей модели премия внешней процентной ставки является постоянной<sup>1</sup>, и поэтому эффект от отрицательного шока внешней цены на нефть работает через воздействие на внутренний доход. В этом смысле наши результаты ближе к [Fernández et al. \(2018\)](#), но в последнем случае воздействие цен на сырьё усиливается посредством внутренних процентных ставок без учёта роли финансовых трений. Мы расширяем обе статьи, используя новокейнсианский подход, который оставляет место денежно-кредитной политике, и используем в описании оптимизирующую банковскую систему, которая оставляет место макропруденциальным

<sup>1</sup>Мы оцениваем параметр издержек подстройки внешнего долга, чтобы достичь стационарности в соответствии с [Schmitt-Grohe et al. \(2003\)](#), и находим его чрезвычайно малым. Порядок величины оказывается меньше, чем необходимо для эффективной премии внешней процентной ставки.

инструментам. Хотя корпоративное необеспеченное кредитование до недавнего времени не рассматривалось как источник риска на развивающихся рынках, такие статьи, как [Fernández and Gulán \(2015\)](#), [Chang et al. \(2017\)](#) и [Caballero et al. \(2018\)](#), продемонстрировали важность объяснения контрцикличности процентных ставок и кредитного плеча. Однако в этих работах основное внимание уделяется дефолту по внешнему долгу. В отличие от этого, мы подчеркиваем роль дефолта отечественных фирм по отношению к отечественному банковскому сектору по долгу, номинированному в национальной валюте.

Авторы работы [Chari et al. \(2007\)](#) утверждают, что деловой цикл можно описать с помощью внутренних стоимостей ограничений (wedges, дословно "клинья") внутри канонической модели реального делового цикла (RBC model). Мы показываем, что внутренние стоимости ограничений, особенно неэффективные механизмы, возникающие в результате финансового посредничества, необходимы для определения важности структурных шоков. Если эти внутренние стоимости ограничений считать постоянными или, что тоже самое, если считать финансовые трения отсутствующими, степень воздействия внешних для экономики шоков (особенно шока цены на нефть) оказывается недооценённой при оценке модели. Более того, когда внутренние стоимости ограничений от финансовых трений остаются неизменными в течение бизнес-цикла, относительная важность шоков инвестиций значительно возрастает. В этом смысле наши результаты тесно связаны с работой [Justiniano et al. \(2010\)](#), в которой показано, что инвестиционные шоки помогают объяснить значительную долю волатильности ВВП США и подтверждают предположение [Justiniano et al. \(2011\)](#) о том, что инвестиционные шоки могут быть связаны с финансовыми трениями. В нашей статье предпочтительные результаты, показанные моделью с эндогенными финансовыми трениями, обусловлены внутренней стоимостью ограничений, возникающей из-за безвозвратной стоимости дефолта (dead-weight cost of default), поскольку она влияет на зависимость займов от стоимости плохих долгов. В результате положительного шока цены на нефть обменный курс укрепляется, снижая инфляцию и стимулируя спрос. Повышенный спрос приводит к резкому снижению ожидаемой стоимости дефолта и стоимости заимствований, а также к увеличению инвестиций компаний. Необеспеченное кредитование резко увеличивается, в то время как обеспеченные кредиты увеличиваются постепенно из-за постепенного роста стоимости обеспечения. Таким образом, внутренние стоимости ограничений, связанных с финансовыми трениями, влияют не только на уровень, но и на состав долга.

Нормативным результатом нашей статьи является поиск оптимального сочетания монетарных и макропруденциальных правил политики, которое максимизирует благосостояние домохозяйств. Мы вносим свой вклад в литературу о взаимодействии и потенциальной взаимодополняемости различных пруденциальных инструментов наряду с такими работами, как [Goodhart et al. \(2013\)](#), [Goodhart et al. \(2012\)](#), [Walther \(2016\)](#), [Kara and Ozsoy \(2019\)](#) и [Boissay and Collard \(2016\)](#), [Kashyap et al. \(2017\)](#), которые показали, что количество оптимальных инструментов политики не обязательно должно равняться количеству возникающих внешних эффектов (externalities), а скорее количеству искажений в маржах посредничества. В нашей постановке есть две внутренние стоимости ограничений или неэффективных механизма, возникаю-

щих из-за финансового посредничества: из-за залогового ограничения и из-за безвозвратной стоимости дефолта по необеспеченному долгу. Эти внутренние стоимости ограничений колеблются в зависимости от бизнес-цикла и «финансового цикла» или циклов, характеризующих финансовую систему (среди прочего см. [Claessens et al. \(2011\)](#) и [Drehmann et al. \(2012\)](#)).

Мы фокусируем наш нормативный анализ на использовании финансовых инструментов для таргетирования этих двух источников неэффективности. В частности, мы изучаем как на эти механизмы неэффективности влияет усиление правила Тейлора (денежно-кредитная политика «идти против ветра»)<sup>2</sup>, норматив резервирования депозитов (коэффициент покрытия ликвидности), контрциклический буфер капитала и отношение кредита к обеспечению (LTV ratio). Мы показываем, что введение неэффективных механизмов финансового посредничества требует, чтобы оптимальная денежно-кредитная политика меньше реагировала на флуктуации инфляции и ВВП, но больше реагировала на отношение кредита к ВВП. Контрциклический буфер капитала и коэффициент покрытия ликвидности также оказались важными и дополняющими друг друга. Требование к капиталу увеличивает размер капитала в банковской системе, в то время как коэффициент покрытия ликвидности препятствует расширению баланса, когда кредитование растёт. Важно отметить, что основной целью денежно-кредитной и пруденциальной политик является управление спросом, в то время как утверждение, которое мы делаем, касается в первую очередь шоков со стороны предложения, таких как TFP или цены на сырьевые товары. Однако даже в ответ на такие шоки со стороны предложения финансовая система влияет на совокупный спрос через процентные ставки и предложение ссудных средств. Следовательно, существует чёткая роль политики в управлении спросом через финансовую систему.

В разделе 2 мы на данных демонстрируем сильную контрциклическую плохих кредитов (NPL), которая мотивирует модель, которую мы представляем в разделе 3. В разделе 4 представлены уравнения для наблюдаемых переменных, в разделе 5 - параметризация, а в разделе 6 представлены результаты оценки модели, и сравниваются две спецификации модели: когда финансовые трения варьируются эндогенно в соответствии с бизнес-циклом и когда мы считаем финансовые трения фиксированными. В разделе 7 представлены количественные результаты оценки, включая историческую декомпозицию вклада шоков и декомпозицию вариации переменных. В разделе 8 мы изучаем простые правила макропруденциальной политики и находим оптимальный набор параметров, который максимизирует благосостояние.

---

<sup>2</sup>Оптимальное взаимодействие между макропруденциальной и денежно-кредитной политиками по-прежнему остается важной проблемой для политики. В ([Nachane et al. \(2006\)](#); [Ghosh \(2008\)](#); [Gavalas \(2015\)](#); [Gambacorta and Shin \(2016\)](#)) показано, что, чем более ограничительными являются правила (в частности, требования в отношении капитала), тем более глубоким может оказаться падение в результате действия политики. В работе [Gale \(2010\)](#) предполагается, что слишком строгие требования к капиталу могут побудить банки брать на себя более высокие риски, чтобы получить более высокую ожидаемую прибыль. В этом случае, когда орган денежно-кредитного регулирования повышает процентную ставку, это может не оказать охлаждающего воздействия на кредитный рынок, а банки будут формировать высокорисковые кредитные портфели в противовес увеличению стоимости фондирования. В результате дефолты рискованных фирм могут создать угрозу финансовой стабильности. Также стоит отметить, что не только макропруденциальное регулирование влияет на механизм денежно-кредитной трансмиссии. Согласно ([Borio and Zhu \(2012\)](#); [de Moraes et al. \(2016\)](#)), денежно-кредитная политика может влиять на оптимальный уровень макропруденциального регулирования.

## 2 Товарные деловые циклы и эмпирические закономерности

### 2.1 Данные

Для оценки параметров модели и исторической декомпозиции вклада шоков мы использовали восемь рядов данных: ВВП, потребление домашних хозяйств, ИПЦ, процентная ставка, кредиты коммерческих банков производителям, отношение плохих долгов к кредитам, депозиты и цена на нефть. Данные по ВВП, потреблению и инфляции были взяты из источников Росстата. В качестве цен на нефть мы взяли цену на нефть марки Urals в долларах за баррель. Остальные данные были взяты с сайта Банка России. В качестве кредитов были взяты кредиты российских коммерческих банков, выданные нефинансовым организациям. Отношение плохих долгов к кредитам было получено как результат деления просроченной задолженности к кредитам, выданных российскими банками отечественным предприятиям, в соответствии с "Обзором банковского сектора Российской Федерации". В качестве депозитов брался объём депозитов населения, номинированных в национальной валюте. В качестве ряда процентных ставок мы взяли однодневную межбанковскую ставку MIACR.<sup>3</sup>

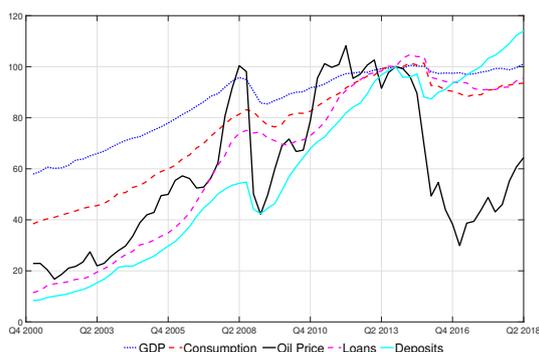
Использованные данные охватывают период в 69 кварталов: со второго квартала 2001 года по второй квартал 2018 года. Мы использовали 2001 год в качестве отправной точки, потому что к тому времени влияние кризиса 1998 года на экономику исчезло, а российская экономика начала испытывать положительное влияние роста мировых цен на нефть.

Ниже на рисунке 1 показано изменение использованных переменных на периоде выборки. Для этого рисунка мы исключили из данных сезонную составляющую. ВВП, потребление домашних хозяйств, кредиты, депозиты и мировая цена на нефть представлены в виде реальных данных с сезонной корректировкой. Мы отнормировали демонстрируемые переменные, приняв значение за четвертый квартал 2013 года за 100 для всех рядов. Процентная ставка, ИПЦ и отношение плохих долгов к кредитам представлены с учетом сезонных колебаний. Процентные ставки и ИПЦ представлены в годовом выражении с квартальной периодичностью. Основные кризисные события в России в 2008 и 2014 годах совпадают с падением цен на нефть, ростом инфляции и уровня плохих долгов. Политика фиксированного или управляемого номинального обменного курса, которая существовала в России до 2013 года, не отражается в каких-либо структурных изменениях переменных, поэтому мы считаем реальный обменный курс релевантной переменной для принятия решений по отношению к внешней экономике.

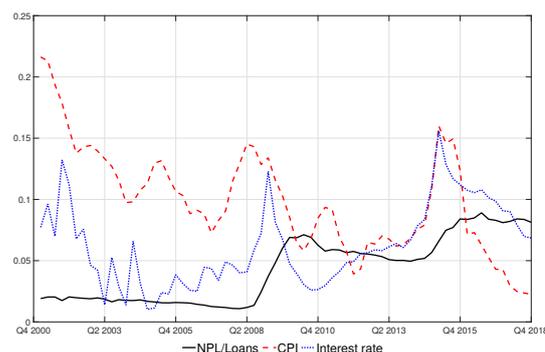
### 2.2 Характеристики деловых циклов

В таблице 1 представлены показатели ключевых переменных, характеризующих российский экономический цикл. В таблице обобщает данные о среднем значении, стандартном отклонении и корреляции для темпа роста ВВП, темпа роста потребления, темпа роста цен на

<sup>3</sup>Номинальный обменный курс в России был фиксированным в течение большей части рассматриваемого нами периода, поскольку страна перешла от таргетирования обменного курса только во второй половине 2014 года. Поскольку номинальный обменный курс в модели определяется эндогенно, мы не включили эту переменную в число наблюдаемых.



(а) ВВП, потребление, кредиты, цена на нефть, депозиты. Сезонно сглаженные реальные величины (Q4 2013 = 100%).



(б) Процентная ставка (в годовом выражении), ИПЦ (в годовом выражении), плохие долги к кредитам. Сезонно сглаженные ряды.

Рис. 1

нефть, темпа роста реальных кредитов, темпа роста реальных депозитов, отношения плохих долгов к кредитам, годового ИПЦ и годовой процентной ставки. Результаты показывают, что существует высокая корреляция между потреблением и ВВП, что характерно для стран с развитой экономикой.

Однако стандартное отклонение темпа роста потребления выше, чем стандартное отклонение темпа роста ВВП, что характерно для стран с развивающейся экономикой.

Важной особенностью российского делового цикла является высокая корреляция между темпом роста ВВП и темпом роста цен на нефть, а также между темпом роста потребления и темпом роста цен на нефть. Можно также заметить, что существует высокая корреляция между темпом роста ВВП и темпами роста реальных кредитов и депозитов, в то время как процентная ставка и темп роста ВВП имеют отрицательную корреляцию. Еще одна поразительная особенность статистики делового цикла российской экономики - сильная отрицательная корреляция между темпом роста ВВП и отношением плохих долгов к кредитам. Среди прочего мы видим, что существует отрицательная корреляция между ценой на нефть и отношением плохих долгов к кредитам, в то время как темп роста цены на нефть положительно коррелирует с темпом роста реальных депозитов.

В целом, мы наблюдаем, что динамика переменных, которые представляют финансовый цикл (кредиты, депозиты, отношение плохих долгов к кредитам), сильно коррелирует с динамикой ВВП, тогда как последняя положительно коррелирует с ценой на нефть.

### 2.3 Рисковое кредитование

Важность необеспеченного кредитования в России проявляется в необходимости кредитных линий как источника ликвидности и в необходимости кредитов для фирм на ранних этапах развития, когда фирмы имеют ограниченное залоговое обеспечение. Таблица 6 в приложении A.1 отображает точечные оценки для различных типов кредитов. Согласно этим частным данным <sup>4</sup> только 17-18 % корпоративных кредитов выдаются под залог недвижимости. 56-75 % кре-

<sup>4</sup> Нам удалось найти информацию только по 2 из 12 крупнейших российских банков.

	GDP, q/q growth. %	Consumption, q/q growth. %	Oil price, q/q growth. %	Real loans, q/q growth. %	Real deposits, q/q growth. %	NPL to loans, quarterly. %	CPI, quarterly. %	Interest rate, quarterly. %
<i>Mean</i>	0.81	1.29	0.99	3.07	3.78	4.32	2.38	2.23
<i>Std</i>	1.47	2.10	14.7	3.86	4.91	2.68	1.22	0.95
<i>Correlation</i>								
GDP, q/q growth. %	1	0.66	0.52	0.61	0.70	-0.33	-0.06	-0.53
Consumption, q/q growth. %	0.66	1	0.39	0.67	0.45	-0.48	-0.15	-0.45
Oil price, q/q growth. %	0.52	0.39	1	0.20	0.53	-0.05	-0.21	-0.44
Real loans, q/q growth. %	0.61	0.67	0.20	1	0.49	-0.69	0.08	-0.42
Real deposits, q/q growth. %	0.7	0.45	0.53	0.49	1	-0.25	-0.13	-0.51
NPL to loans, quarterly. %	-0.33	-0.48	-0.05	-0.69	-0.25	1	-0.55	0.14
CPI, quarterly. %	-0.06	-0.15	-0.21	0.08	-0.13	-0.55	1	0.37
Interest rate, quarterly. %	-0.53	-0.45	-0.44	-0.42	-0.51	0.14	0.37	1

Таблица 1: Характеристики деловых циклов Q2 2001- Q2 2018

дитов являются беззалоговыми или имеют финансовое обеспечение. Важность “рискованных” заемщиков при оценке финансовой стабильности была центральной в политических дебатах в США после кризиса 2007-08 гг. В работе [Aikman et al. \(2019\)](#) показано, что совокупное отношение кредита к залому для ипотечных кредитов оставалось стабильным в годы, предшествовавшие кризису в США, но при этом увеличивалась концентрация долга среди наиболее рискованных заемщиков. Нарастание долга, сконцентрированное на более рискованных, сильно закредитованных заемщиках, не было учтено адекватным образом (см. [Eichner and Palumbo \(2013\)](#)). К сожалению, агрегированная статистика по обеспеченному и необеспеченному кредитованию недоступна, но мы можем делать выводы на основе прокси-переменных.

На рисунке [2a](#) темп роста кредитов представлен по типам заемщиков. Мы утверждаем, что “крупные фирмы” имеют возможность закладывать физический капитал, в то время как другие типы коммерческих заемщиков не могут <sup>5</sup>. В кризисный период после декабря 2014 года наблюдается резкое снижение по всем категориям, кроме кредитов крупным компаниям.

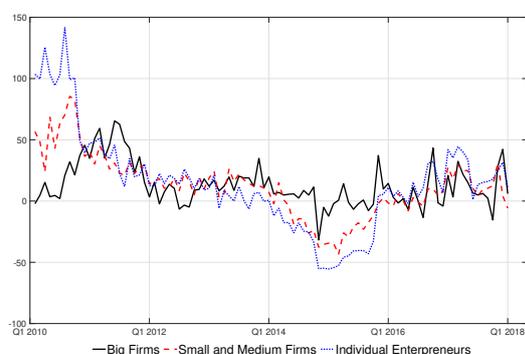
На рисунке [2b](#) мы представили статистику ссуд по срокам погашения. Мы считаем, что ссуды с более короткими сроками погашения с большей вероятностью будут необеспеченными. Как в кризисный период 2009 года, так и в конце кризисного периода 2014 года мы видим, что ссуды с более короткими сроками погашения проваливались первыми и в наибольшей степени.

На рисунке [2c](#) представлено отношение плохих долгов к кредитам по типам заемщиков.

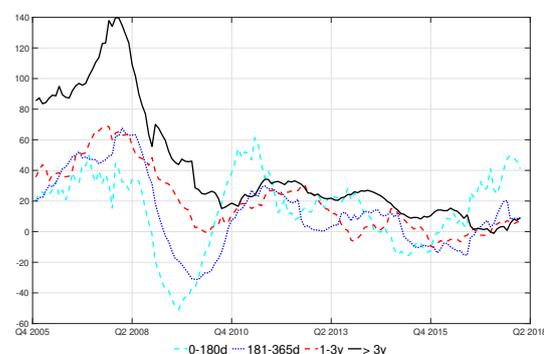
<sup>5</sup>Ипотека является единственным исключением, хотя залог, размещенный там, для малых фирм является недавно приобретенным, а не уже существующим.

Значительное сокращение кредитов малым и средним фирмам и индивидуальным предпринимателям совпадает с резким ростом доли плохих долгов. Это говорит нам о том, что эти два типа ссуд более чувствительны к деловому циклу и просрочкам выплат.

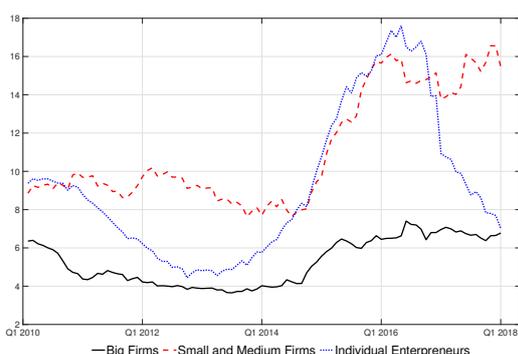
Мы используем эти стилизованные факты, чтобы мотивировать построение нашей модели, в которой мы подчеркиваем роль необеспеченного кредита фирмы.



(а) Кредиты российских банков по типам заёмщиков (темп роста г/г, ежемесячно)



(б) Кредиты нефинансовым организациям по срокам предоставления (темп роста г/г, ежемесячно)



(с) Отношение плохих долгов к кредитам, в процентах (темп роста г/г, ежемесячно)

Рис. 2

## 2.4 Сводка стилизованных фактов

Стилизованные факты, которые стимулируют построение нашей модели и анализ, можно обобщить следующим образом:

1. Положительная корреляция между выпуском и потреблением .66.
2. Положительная корреляция выпуска с ценой на нефть .52.
3. Превышение волатильности потребления над выпуском 2.1/1.47.
4. Положительная корреляция между темпом роста ВВП и кредитами .61.
5. Отрицательная корреляция между темпом роста ВВП и процентной ставкой -.53.
6. Отрицательная корреляция между темпом роста кредитов и NPL -.69.

Наши стилизованные факты 1 и 2 аналогичны задокументированным для Аргентины в [Drechsel and Tenreyro \(2018\)](#). Не смотря на то, что внимание [Drechsel and Tenreyro \(2018\)](#) сосредоточено на спреде внешних процентных ставок, а наше - на отношении плохих долгов к кредитам, результаты оказываются сопоставимы. Было обнаружено, что в [Drechsel and Tenreyro \(2018\)](#) цены на сырье и рост производства отрицательно коррелируют со спредом, а здесь - с просроченными кредитами. Так как мы берём статистику внутренних кредиты, мы обнаруживаем сильную корреляцию между темпами их роста и просроченными кредитами.

### 3 Новокейнсианская модель малой открытой экономики с банковским сектором

Далее мы формулируем нашу новокейнсианскую модель малой открытой экономикой, разработанную, в частности, по принципам [Galí and Monacelli \(2005\)](#) и [Gertler et al. \(2007\)](#). Являясь в остальном стандартной, наша модель имеет две отличительные особенности: четко описанную задачу оптимизации банковского сектора и способ моделирования корпоративного дефолта. Наиболее близкими к нам методологическими предшественниками моделирования дефолта и банков являются [Peiris and Tsomocos \(2015\)](#), [De Walque et al. \(2010\)](#), [Cui and Kaas \(2020\)](#), [Goodhart et al. \(2018\)](#) и ?. В работе [Cui and Kaas \(2020\)](#) должники сталкиваются с нематериальными издержками в случае дефолта, тогда как в последних двух статьях предельные издержки дефолта зависят от отношения долга к капиталу и уровня благосостояния соответственно, поэтому вероятность дефолта зависит от колебаний делового цикла. Здесь мы тоже придерживаемся этого похода, вводя макропеременную, которая регулирует предельные затраты на пересмотр долга (дефолт), называемую «условиями кредитования». Переменная отражает изменение мотивации и стимулов должников идти на необходимые жертвы, чтобы погасить свои обязательства, как подчеркнуто в [Roch et al. \(2016\)](#). Мы вводим в модель оптимизирующие банки, которые подвержены действию нормативных требований, следуя подходу [Tsomocos \(2003\)](#) и [Martinez and Tsomocos \(2018\)](#).

Включение банковского сектора в модель в явном виде позволяет нам формально моделировать решения по кредитам и нормативным требованиям, что позволяет нам лучше описать наблюдаемую статистику с помощью модели.

#### 3.1 Схема потоков

Фирмам требуется финансирование для инвестирования в производственный капитал для производства неторгуемых товаров. Фирмы используют капитал и труд для производства промежуточных неторгуемых товаров. Необеспеченные кредиты погашаются на следующий период после выдачи, но по ним фирма может объявлять дефолт. Обеспеченное кредитование связано с залоговым ограничением. Производители капитала используют импортные промежуточные товары и отечественные конечные товары в качестве сырья для производства нового производственного капитала. Запасы нефти принадлежат правительству, и оно получает все

нефтяные доходы. Банки используют вклады населения и собственный капитал в качестве источников средств для выдачи кредитов производителям оптового товара. Наличие рискованных и безрисковых ссуд требует соблюдения банками норматива достаточности капитала, установленного монетарными властями.

Домохозяйства, которые живут бесконечно долго, владеют производством капитала, производством неторгуемых товаров, банками и другими фирмами, за исключением производства нефти. Они делают сбережения в форме банковских депозитов, а также в форме внутренних и иностранных облигаций. Орган денежно-кредитной политики устанавливает номинальную процентную ставку по внутренним облигациям. Орган фискальной политики тратит свои доходы на неторгуемые и импортные товары.

Схема потоков в модели представлена на рисунке 3.

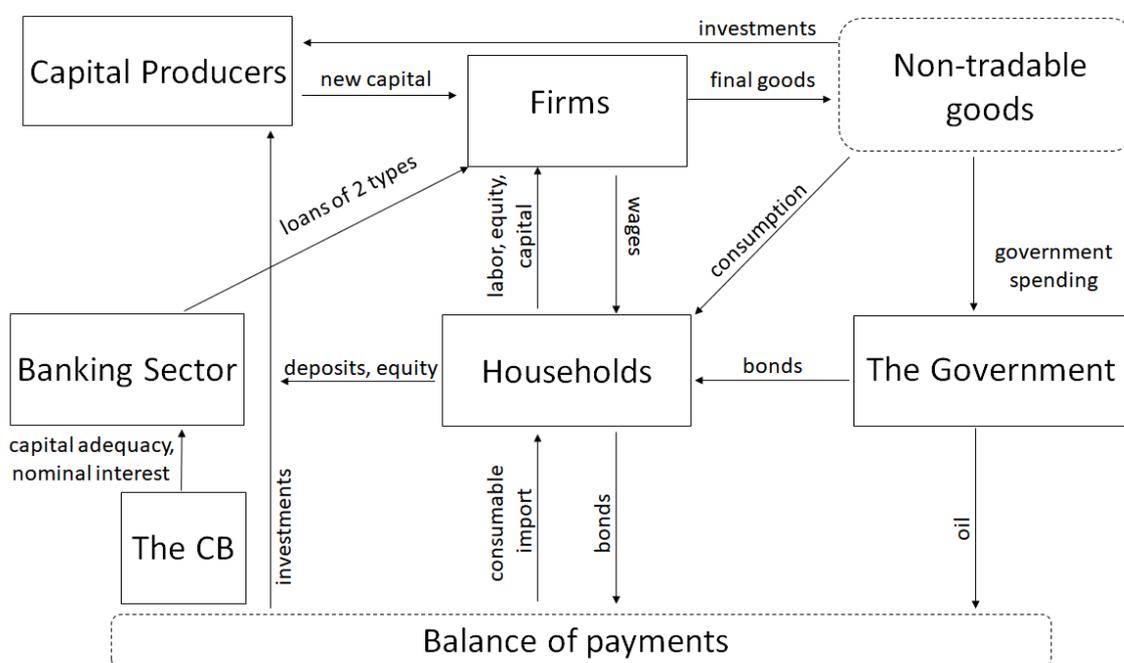


Рис. 3: Схема модели: агенты и потоки

Для расчётов мы используем разложение Тейлора первого порядка около детерминированного долгосрочного положения равновесия. Полный набор линейризованных уравнений модели находится в Приложении A.2. Мы используем байесовскую процедуру оценивания в пакете Dynare с 1,000,000 повторений для алгоритма Метрополиса-Гастингса с двумя цепочками MCMC.<sup>6</sup>

### 3.2 Домохозяйства

Существует континуум домохозяйств, которые живут бесконечно долго. Каждое домохозяйство покупает как домашний продукт ( $c_{N,t}$ ), так и импортный ( $c_{T,t}$ ) и получает полезность от потребления их комбинации, выраженной переменной ( $c_t$ ). Цена в национальной валюте импор-

<sup>6</sup>Оценка параметров модели оказалась успешной, поскольку первые три момента для двух MCMC цепочек сошлись.

тируемого продукта составляет  $p_t^{imp}$ . Домохозяйства получают неудовольствие от предоставления в аренду труда ( $l_t^h$ ) и получают заработную плату ( $w_t$ ), которая является переменной оптимизации. Домохозяйства владеют всеми фирмами (производителями оптового товара, производителями промежуточного дифференцированного товара, ритейлерами и производителями капитала) и банками в экономике за исключением производителей нефти, принадлежащих правительству, и получают прибыль данных фирм. Домохозяйства формируют собственный капитал банков и производителей оптового товара в размере  $e_t^{bank}$  и  $e_t^{w,total}$ . Собственный капитал оптовых производителей состоит из чистого капитала ( $e_t^w$ ) и амортизируемого производственного капитала, который домохозяйства получают от фирм, которые закрываются в текущем периоде ( $(1-\tau)p_t^K k_t^w$ ). Вторая компонента возникает из-за структуры с перекрывающимися поколениями, предполагаемой для фирм. Домохозяйства могут также формировать сбережения в форме депозитов ( $d_{t+1}^h$ ), иностранных облигаций ( $B_{t+1}^f$ ) и домашних государственных облигаций ( $B_{t+1}^{g,h}$ ).

Свёртка домашнего и импортного продуктов в потребляемый домохозяйствами продукт определяется соотношением:

$$c_t^h = A^c [(\phi^h)^{\frac{1}{\nu_c}} c_{N,t}^{\frac{\nu_c-1}{\nu_c}} + (1-\phi^h)^{\frac{1}{\nu_c}} c_{T,t}^{\frac{\nu_c-1}{\nu_c}}]^{\frac{\nu_c}{\nu_c-1}}, \quad (1)$$

где  $\nu_c$  является эластичностью замещения между домашним и импортным продуктами. Бюджетное ограничение домохозяйств записывается в виде:

$$\begin{aligned} d_{t+1}^h + p_t^{imp} c_{T,t} + c_{N,t} + e_t^{w,total} + e_t^{bank} + Q_t B_{t+1}^f + B_{t+1}^{g,h} \\ \leq (1+r_t^d) d_t^h + Q_t B_t^f (1+r_t^f) + B_t^{g,h} (1+r_t^b) + w_t l_t^h + (1-\theta^w) \bar{\Pi}_t^w + \theta^w \underline{\Pi}_t^w \\ + \Pi_t^{bank} + \Pi_t^{cap} + \Pi_t^{ret} + \Pi_t^{exp} - adj_t^h \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Q_t$  является обменным курсом,  $e_t^{w,total} = (e_t^w + (1-\tau)p_t^K k_t^w)$ ,  $adj_t^h$  - корректировочные расходы (adjustment costs) домохозяйств,  $adj_t^h = 0.5a^{h,b,e}(e_t^{bank} - e_{ss}^{bank})^2 + 0.5a^{h,w,e}(e_t^{w,total} - e_{ss}^{w,total})^2 + 0.5a^{h,d}(d_{t+1}^h - d_{ss}^h)^2 + 0.5a^{h,b,f}(Q_t B_{t+1}^f - Q_{ss} B_{ss}^f)^2 + 0.5a^{h,b,g}(B_{t+1}^{g,h} - B_{ss}^{g,h})^2$ .

Домохозяйства максимизируют дисконтированную полезность при условии бюджетного ограничения:

$$\max_{c_{T,t}, c_{N,t}, e_t^{w,total}, e_t^{bank}, d_{t+1}^h, w_t, B_{t+1}^f, B_{t+1}^{g,h}} \frac{(c_0^h)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta^h \frac{(l_0^h)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \sum_{t=1}^{\infty} (\beta_{t-1}^h)^t \left[ \frac{(c_t^h)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \theta^h \frac{(l_t^h)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} \right] \quad (3)$$

Домохозяйства предлагают свой труд на рынке, который считается монополистически конкурентным. Домохозяйства оптимальным образом выбирают заработную плату и могут пересматривать своё решение каждый последующий период с вероятностью  $1 - \theta^{pw}$ . Эта конструкция, реализующая жёсткость номинальных заработных плат, приводит к тому, что предложение рабочей силы удовлетворяет спрос аналогично тому, как объем производства фирмы реагирует на спрос в случае номинальной жёсткости цен. Спрос на индивидуальный труд стано-

вится функцией общего спроса на труд, агрегированной заработной платы и индивидуальной заработной платы. А именно, спрос на труд имеет вид:

$$l_t^h(j) = \left( \frac{W_t(j)}{W_t} \right)^{-\epsilon_w} l_t^h \quad (4)$$

Индивидуальная заработная плата может быть представлена в следующем виде:

$$w_t(j) = \frac{W_t(j)}{P_t} \quad (5)$$

Агрегированная реальная заработная плата определяется как

$$w_t = \frac{W_t}{P_t} \quad (6)$$

Учитывая, что работник может пересмотреть свою номинальную заработную плату в следующем периоде с вероятностью  $1 - \theta^{pw}$ , реальная заработная плата, которую человек получает в период  $t + s$ , если он застрял на уровне заработной платы, которую он выбрал в момент  $t$ , может быть представлена как

$$w_{t+s}(j) = \frac{W_t(j)}{P_{t+s}} = \frac{W_t(j)}{P_t} \frac{P_t}{P_{t+s}} = w_t(j) \Pi_{t,t+s}^{-1}, \quad (7)$$

где  $\Pi_{t,t+s} = \prod_{m=1}^s \Pi_{t+m} = \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{t+2}}{P_{t+1}} \dots = \frac{P_{t+s}}{P_t}$

Обозначая оптимальный выбор заработной платы  $w_t(j)$  в момент времени  $t$  через  $w_t^\#$ , мы получим следующее выражение:

$$w_t^{\#,1+\epsilon_w \gamma^h} = \frac{\epsilon_w}{\epsilon_w - 1} \frac{H_1}{H_2}, \quad (8)$$

где  $\epsilon_w$  - эластичность замещения труда.

$$H_{1,t} = \theta^h w_t^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} l_t^{h,1+\gamma^h} + \beta_t^h \theta^{pw} \Pi_{t+1}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} H_{1,t+1}, \quad (9)$$

где  $\theta^{pw}$  – вероятность домохозяйства оказаться не в состоянии пересмотреть свою заработную плату оптимальным образом в следующий период времени.

$$H_{2,t} = \lambda_t^h w_t^{\epsilon_w} l_t^h + \beta_t^h \theta^{pw} \Pi_{t+1}^{\epsilon_w-1} H_{2,t+1} \quad (10)$$

В итоге динамика заработной платы описывается соотношением (аналогичным динамике инфляции в случае жёсткости цен):

$$w_t^{1-\epsilon_w} = (1 - \theta^{pw}) w_t^{\#,1-\epsilon_w} + \theta^{pw} \Pi_t^{\epsilon_w-1} w_{t-1}^{1-\epsilon_w} \quad (11)$$

### 3.3 Фирмы

### 3.3.1 Производители оптового товара

Каждый производитель оптового товара живёт всего два периода, что задаёт в модели структуру с перекрывающимися поколениями. Все вновь появившиеся производители идентичны. В первый период жизни каждая фирма получает собственный капитал от домохозяйств и берёт обеспеченный ( $\mu_{t+1}^{w,s}$ ) и необеспеченный ( $\mu_{t+1}^{w,u}$ ) кредит, предоставляемый ей банками. Эти два источника средств служат для формирования активов в форме производственного капитала ( $k_{t+1}^w$ ), имеющего цену  $p_t^K$ .

В следующий период жизни каждая фирма узнаёт свой уровень производительности ( $A_t$ ), который может быть как высоким ( $\bar{A}_t$ ), так и низким ( $\underline{A}_t$ ). Учитывая уровень производительности, каждая фирма решает, сколько труда ( $l_t^w$ ) она хочет нанять. Мы предполагаем, что доля фирм ( $1 - \theta_w$ ) “удачливы” и демонстрируют высокий уровень производительности, в то время как доля фирм ( $\theta_w$ ) является “неудачливой” и имеет низкий уровень производительности. Таким образом, фирмы идентичны ex-ante, но различны ex-post. Когда фирмы берут обеспеченный кредит, они сталкиваются с залоговым ограничением, в соответствии с которым выплачиваемая по долгу сумма не может оказаться выше, чем ожидаемая стоимость амортизируемого капитала в следующем периоде. Эта ожидаемая стоимость амортизируемого капитала учитывается с залоговым дисконтом ( $coll$ ). Каждая “неудачливая” фирма может объявить дефолт по доле ( $\delta_t^w$ ) своего необеспеченного долга, которую мы будем называть “потерями в случае дефолта” (‘loss given default’) или “долей дефолтящегося долга”.

Общий объем производства определяется производственной функцией с постоянной отдачей от масштаба:

$$y_t^j = A_t^j (k_t^j)^\alpha (l_t^j)^{1-\alpha}. \quad (12)$$

Производитель решает следующую оптимизационную задачу:

$$\max_{k_{t+1}^w, \mu_{t+1}^{w,u}, \mu_{t+1}^{w,s}, l_{t+1}^w, \delta_{t+1}^w} \mathbb{E}_t \beta_t^h \lambda_{t+1}^h \left[ \Pi_{t+1}^w \right] \quad (13)$$

при условиях 14, 15 и 16. Переменная  $\lambda_{t+1}^h$  является предельной полезностью домохозяйств (собственников).

Бюджетное ограничение первого периода времени записывается в следующем виде:

$$p_t^K k_{t+1}^w + T^w + adj_t^w = \mu_{t+1}^w + e_t^{w,total}, \quad (14)$$

где  $\mu_{t+1}^w = \mu_{t+1}^{w,u} + \mu_{t+1}^{w,s}$ ,  $adj_t^w$  - корректировочные расходы фирмы,  $adj_t^w = 0.5a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})^2 + 0.5a^{w,s}(\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})^2 + 0.5a^{w,k}(k_{t+1}^w - k_{ss}^w)^2$ . Мы предполагаем, что фирмы могут выпускать только облигации, не зависящие от состояния среды (non state-contingent), или, что то же самое, получать безрисковые ссуды от банков. Фирмы, которые получают худшую реализацию идиосинкратического шока производительности, могут отказаться от некоторых из своих

долговых обязательств, но затем несут затраты на пересмотр условий по долгу, пропорциональные доле дефолтящегося долга.<sup>7</sup> Поскольку фирмы исчезают после второго периода их жизни, их способность ликвидировать активы и выплачивать дивиденды собственникам зависит от успешности погашения долговой нагрузки. В этом смысле решение о том, по какой части их долга не будет объявлен дефолт, является стратегическим.

Залоговое ограничение фирмы имеет вид

$$\mathbb{E}_t(1 + r_{t+1}^{w,s})\mu_{t+1}^{w,s} \leq coll(1 - \tau)k_{t+1}^w \mathbb{E}_t p_{t+1}^K \quad (15)$$

Прибыль определяется следующим уравнением:

$$\begin{aligned} \Pi_{t+1}^w = & p_{t+1}^w A_{t+1}^w (k_{t+1}^w)^\alpha (l_{t+1}^w)^{1-\alpha} - (1 - \delta_{t+1}^w)\mu_{t+1}^{w,u}(1 + r_{t+1}^{w,u}) - \mu_{t+1}^{w,s}(1 + r_{t+1}^{w,s}) \\ & - w_{t+1}l_{t+1}^w - \frac{\Omega_{t+1}^w}{1 + \psi} \left( \delta_{t+1}^w \mu_{t+1}^{w,u}(1 + r_{t+1}^{w,u}) \right)^{1+\psi} + p_{t+1}^K k_{t+1}^w (1 - \tau) \end{aligned} \quad (16)$$

Таким образом, в зависимости от реализации технологического уровня прибыль фирмы может быть высокой ( $\bar{\Pi}_t$ ) или низкой ( $\underline{\Pi}_t$ ).

$\Omega_t^w$  является макроэкономической переменной, представляющей агрегированные условия кредитования<sup>8</sup>. Выражение  $\frac{\Omega_{t+1}^w}{1 + \psi} \left( \delta_{t+1}^w \mu_{t+1}^{w,u}(1 + r_{t+1}^{w,u}) \right)^{1+\psi}$  представляет денежные затраты на пересмотр условий по долгу. Эти затраты эффективно создают кредитное ограничение и проистекают из работ [Shubik and Wilson \(1977\)](#) и [Dubey et al. \(2005\)](#), а применяются в работах [Tsomocos \(2003\)](#), [Goodhart et al. \(2005\)](#), [Goodhart et al. \(2006\)](#) и [Goodhart et al. \(2018\)](#).  $\Omega_t^w$  изменяется в соответствии со следующим уравнением:

$$\Omega_t^w = \Omega_{ss}^w \left( \frac{\mu_{ss}^{w,u}(1 + r_{ss}^{w,u})}{GDP_{ss}} \right)^\omega (\delta_{ss}^w)^\gamma \left( \frac{GDP_t}{\mu_t^{w,u}(1 + r_t^{w,u})} \right)^\omega \frac{1}{(\delta_t^w)^\gamma}. \quad (17)$$

$\Omega_t^w$  изменяется вместе с совокупным долгом, но отдельные фирмы не учитывают, как их решения о займах влияют на совокупные условия кредитования. Следуя [Goodhart et al. \(2018\)](#), мы вводим эту макропеременную, которая регулирует предельные затраты на пересмотр условий долга (дефолт), и будем называть её 'условиями кредитования'. Переменная отражает изменение мотивации и стимулов должников идти на необходимые жертвы для погашения своих обязательств, как подчёркнуто в [Roch et al. \(2016\)](#). Фирма-должник принимает переменную условий кредитования как заданную (т.е. не оптимизирует по переменным, определяющим её), поскольку кредиторы могут вводить институциональные механизмы, которые не подлежат обсуждению.

Денежные затраты на дефолт и переменная условий кредитования позволяют нам откалибровать модель в соответствии с наблюдаемыми долями дефолтящихся долгов (доля фирм, которые объявили дефолт, умноженная на долю дефолтящегося долга, или, что то же са-

<sup>7</sup> Допущение дефолта в состоянии высокой идиосинкратической производительности могло бы позволить нам нормализовать выплаты и затраты, что привело бы к аналогичным результатам.

<sup>8</sup> См. приложение [A.3](#) с обсуждением данной переменной.

мое, совокупные плохие долги к объёму банковского кредитования). Оценка параметров  $\omega$ ,  $\gamma$  и  $\psi$  позволяет нам уловить внутреннюю взаимосвязь между долей дефолтящихся долгов и остальной экономикой в течение делового цикла. Используемый нами способ моделирования дефолта аналогичен сокращенной версии порогового срабатывания для определения дефолта из работы [Bernanke et al. \(1999\)](#) и является более расширенной версией переменной кредитного спреда из работы [Cúrdia and Woodford \(2016\)](#).<sup>9</sup> Мы оцениваем нужные параметры и имеем возможность проверить корректность нашего подхода (подробнее см. приложение [A.3](#)). В нашей постановке кредиторы получают эндогенно выбранную часть причитающейся им задолженности. Это контрастирует с [Cui and Kaas \(2020\)](#), где доля возвращаемого долга определяется экзогенным процессом, хотя их версия переменной “условий кредитования” определяется эндогенно.

### 3.3.2 Производители промежуточного дифференцированного товара

Производители промежуточного дифференцированного товара действуют на рынке монополистической конкуренции и производят дифференцированный промежуточный продукт, используя для этого оптовый товар:

$$Y_t^{ret}(k) = Y_t^w(k) \quad (19)$$

Производители дифференцированного товара решают задачу:

$$\min_{Y_t^{ret}(k)} \frac{P_t^w}{P_t} Y_t^{ret}(k) + \lambda_t^{ret} (Y_t^{ret}(k) - Y_t^w(k)). \quad (20)$$

Условие первого порядка имеет следующий вид:

$$\lambda_t^{ret} = \frac{P_t^w}{P_t} = p_t^w. \quad (21)$$

Производитель промежуточного товара устанавливает цену  $p_t(k)$ , решая задачу

$$\max_{p_t(k)} \lambda_t^h \left[ \frac{p_t(k)}{P_t} c_t(k) - \lambda_t^{ret} c_t(k) \right] + \mathbb{E}_t \sum_{i=1}^{\infty} (\beta_t^h \theta_{ps})^i \lambda_{t+i}^h \left[ \frac{p_t(k)}{P_{t+i}} c_{t+i}(k) - \lambda_{t+i}^{ret} c_{t+i}(k) \right] \quad (22)$$

при условии  $Y_t^{ret}(k) = \left( \frac{p_t(k)}{P_t} \right)^{-\theta_c} Y_t^{ret}$ .

Решение этой задачи представится выражением

<sup>9</sup>Условие оптимальности для доли дефолтящихся долгов после подстановки переменной кредитных условий выглядит так:

$$\Omega_{ss}^w \left( \frac{\mu_{ss}^{w,u} (1 + r_{ss}^{w,u})}{GDP_{ss}} \right)^\omega (\delta_{ss}^w)^\gamma \left( \frac{GDP_t}{\mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u})} \right)^\omega \frac{1}{(\delta_t^w)^\gamma} \frac{\left( \delta_t^w \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u}) \right)^{1+\psi}}{\delta_t^w} = \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u}), \quad (18)$$

из чего видно, что доля дефолтящегося долга зависит от объема необеспеченного долга и ВВП (который включает в себя запас производственного капитала и уровень TFP). В [Bernanke et al. \(1999\)](#) доля дефолтящегося долга зависит от объема долга, производственной функции (через ожидаемую доходность аренды капитала) и ожидаемого потребления владельцев. Подробный вывод см. в [Dmitriev and Hoddenbagh \(2017\)](#). В работе [Cúrdia and Woodford \(2016\)](#) кредитный спред зависит только от объема долга.

$$\lambda_t^h \left[ (1 - \theta_c) \frac{p_t^*}{P_t} + \lambda_t^{ret} \theta_c \right] \left( \frac{p_t^*}{P_t} \right)^{-\theta_c} \left( \frac{1}{p_t^*} \right) Y_t^{ret} + \\ + \mathbb{E}_t \sum_{i=1}^{\infty} (\beta_{t+i-1}^h \theta_{ps})^i \lambda_{t+i}^h \left[ (1 - \theta_c) \frac{p_{t+i}^*}{P_{t+i}} + \lambda_{t+i}^{ret} \theta_c \right] \left( \frac{p_{t+i}^*}{P_{t+i}} \right)^{-\theta_c} \left( \frac{1}{p_{t+i}^*} \right) Y_{t+i}^{ret} = 0 \quad (23)$$

Можно показать, что

$$(1 + \pi_t)^{1-\theta_c} = (1 - \theta_{ps})(1 + \pi_t^*)^{1-\theta_c} + \theta_{ps} \quad (24)$$

где  $\pi_t$  является инфляцией, и

$$Y^{ret} = Y_t^w / v_t^p \quad (25)$$

Динамика переменной  $v_t^p$  определяется соотношением

$$v_t^p = (1 - \theta_{ps}) \left( \frac{1 + \pi_t}{1 + \pi_t^*} \right)^{\theta_c} + \theta_{ps} (1 + \pi_t)^{\theta_c} v_{t-1}^p \quad (26)$$

### 3.3.3 Производители конечного товара (ритейлеры)

Производители конечного товара изготавливают составной конечный продукт, используя для этого дифференцированные промежуточные товары. Конечный товар продаётся на внутреннем рынке домохозяйствам, государству и производителям капитала и определяется уравнением

$$Y_t^{ret} = \left( \int_0^1 Y_t^{ret}(k)^{(\theta_c-1)/\theta_c} dk \right)^{\frac{\theta_c}{(\theta_c-1)}} \quad (27)$$

Можно показать, что спрос на дифференцированный товар  $k$  задаётся функцией:

$$Y_t^{ret}(k) = \left( \frac{p_t(k)}{P_t} \right)^{-\theta_c} Y_t^{ret} \quad (28)$$

### 3.3.4 Производители капитала

Производители капитала покупают импортный товар  $i_{T,t+1}$  по цене  $p_t^{imp}$  и внутренний (конечный) товар  $i_{N,t+1}$  в целях производства агрегированного инвестиционного продукта  $i_{t+1}$  в соответствии с технологией, представленной CES-функцией:

$$i_{t+1} = A^i \left[ (\phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{N,t+1}^{\frac{\nu_i-1}{\nu_i}} + (1 - \phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{T,t+1}^{\frac{\nu_i-1}{\nu_i}} \right]^{\frac{\nu_i}{\nu_i-1}}, \quad (29)$$

Технология производства капитала включает затраты на корректировку инвестиций. Производственная функция принимает вид:

$$K_{t+1} = (1 - \tau) K_t + \varepsilon_t^{inv} i_{t+1} \left( 1 - \frac{\varkappa}{2} \left( \frac{i_{t+1}}{i_t} - 1 \right)^2 \right), \quad (30)$$

Производители капитала продают новый капитал производителям оптового товара. Прибыль определяется выражением

$$\Pi_t^{cap} = p_t^K \varepsilon_t^{inv} i_{t+1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} - 1\right)^2\right) - i_{N,t+1} - i_{T,t+1} p_t^{imp} \quad (31)$$

Производитель капитала в итоге решает следующую задачу:

$$\max_{i_{N,t+1}, i_{T,t+1}} E_0 \sum_{t=1}^{\infty} (\beta_{t-1}^h)^t \lambda_t^h \Pi_t^{cap} \quad (32)$$

В отличие от [Pancrazi et al. \(2016\)](#), мы не делаем различия между ценой вновь созданного капитала и ценой ранее установленного капитала. В нашей постановке производители капитала имеют затраты на корректировку инвестиций, которые не зависят от запаса капитала. Таким образом, предыдущий запас капитала не влияет на стоимость производства нового капитала. Более того, не существует отдельного рынка для амортизируемого капитала, поскольку фирмы, производящие капитал, выбирают уровень инвестиций, а не объем покупаемого капитала. Акселерирующее влияние финансовых трений на агрегированную динамику, которое мы обнаруживаем, происходит через взаимодействие ожидаемой доли дефолтящегося долга и уравнения Эйлера для капитала, а не за счёт изменений цены капитала, как в указанной статье.

### 3.4 Банковский сектор

Вновь возникающие в модельной экономике банки капитализируются домохозяйствами в объеме средств ( $e_t^{bank}$ ). Банки принимают депозиты от домохозяйств ( $d_{t+1}^{bank}$ ), предоставляют обеспеченные (безрисковые) ( $\mu_{t+1}^{bank,s}$ ) и необеспеченные (рисковые) ( $\mu_{t+1}^{bank,u}$ ) кредиты фирмам.

Бюджетное ограничение банка в первый период времени выражено соотношением

$$\mu_{t+1}^{bank} = d_{t+1}^{bank} + e_t^{bank} - adj_t^b, \quad (33)$$

где  $\mu_{t+1}^{bank} = \mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u}$ ,  $adj_t^b$  - корректировочные расходы банка,  $adj_t^b = 0.5a^{b,s}(\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s})^2 + 0.5a^{b,u}(\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u})^2 + 0.5a^{b,d}(d_{t+1}^{bank} - d_{ss}^{bank})^2$ .

Показатель достаточности капитала определяется как отношение банковского капитала к взвешенным по рискам активам за вычетом резервов ( $rwa_t^{bank}$ ):

$$k_t^{bank} = \frac{e_t^{bank}}{rwa_t^{bank}} = \frac{e_t^{bank}}{(r\bar{w}\mu_{t+1}^{bank,u} + r\bar{w}\mu_{t+1}^{bank,s})} \quad (34)$$

Банки определяют объем обеспеченных и необеспеченных кредитов, предоставляемых фирмам. Прибыль банка определяется соотношением:

$$\begin{aligned} \Pi_{t+1}^{bank} = & [\theta^w(1+r_{t+1}^{w,u})(1-\delta_{t+1}^w)\mu_{t+1}^{bank,u} + (1-\theta^w)(1+r_{t+1}^{w,u})\mu_{t+1}^{bank,u} + \\ & + (1+r_{t+1}^{w,s})\mu_{t+1}^{bank,s} - [(1+r_{t+1}^d)d_{t+1}^{bank}], \quad (35) \end{aligned}$$

где  $r_t^{w,u}$  и  $r_t^{w,s}$  являются ставками по необеспеченным и обеспеченным кредитам. Мы предполагаем, что только "неудачливые" фирмы объявляют дефолт по своему необеспеченному долгу.

При заданных  $\{\delta_{t+1}^w, r_{t+1}^{w,u}, r_{t+1}^{w,s}, r_{t+1}^d\}$  банк максимизирует функцию:

$$\max_{\mu_{t+1}^{bank,u}, \mu_{t+1}^{bank,s}, d_{t+1}^{bank}} \mathbb{E}_t \beta_t^h \frac{(\Pi_{t+1}^{bank})^{1-s_{bank}}}{1-s_{bank}} - 0.5[k_t^{bank} - \bar{k}^{bank}]^2 \quad (36)$$

Целевая функция банка является вогнутой в соответствии с подходом, предложенным в работах [De Walque et al. \(2010\)](#) и [Goodhart et al. \(2005\)](#), и отражает сделанное нами предположение об ограниченной ответственности (limited liability). Слагаемое, являющееся штрафом за отклонение норматива достаточности капитала банка от долгосрочного равновесия, отражает стремление банков поддерживать целевой уровень капитала, который в динамике может оказываться выше или ниже нормативного минимума. Хотя для банков оказывается затратным опускаться ниже целевого уровня, поскольку это сигнализирует о слабости баланса, превышение целевого показателя также нежелательно, поскольку это отражает неправильное использование активов. В конечном счёте штраф отражает как существование требований к капиталу, так и агентский конфликт между менеджерами банка и его владельцами.

## 3.5 Государство

### 3.5.1 Фискальные власти

Правительство получает всю выручку ( $p_t^{o,dom} O_t$ ) от экспорта нефти ( $O_t$ ). Правительство тратит все средства на покупку домашнего конечного продукта ( $G_t$ ) и импортного продукта ( $G_t^{imp}$ ), а также сберегает или занимает средства посредством домашних государственных облигаций ( $B_t^g$ ) и получает чистые налоги с экономических агентов.

Бюджетное ограничение государства имеет вид:

$$G_t + p_t^{imp} G_t^{imp} + B_t^g \frac{(1+i_t^b)}{1+\pi_t} = B_{t+1}^g + p_t^{o,dom} O_t + T^w \quad (37)$$

В дополнение мы накладываем на описание фискального сектора ещё ряд ограничений. Во-первых, мы фиксируем государственные закупки импортных товаров на постоянном уровне. В долгосрочном равновесии государственное потребление импортных товаров установлено на уровне 4%, что соответствует российским данным. Во-вторых, налоги, собираемые государ-

ством, устанавливаются на постоянном уровне и не меняются вместе с деловым циклом. В третьих, государственные заимствования также фиксируются на постоянном уровне и не меняются вместе с деловым циклом. Поскольку правительство не формирует никаких резервов и не меняет объём заимствований, все изменения в государственных доходах, которые в нашем случае по сути являются изменениями доходов от нефти, эквивалентны изменению государственных расходов.

### 3.5.2 Орган денежно-кредитной политики

Центральный банк управляет процентной ставкой  $i_t^b$  в соответствии со следующим правилом:

$$\frac{1 + i_t^b}{1 + i_{ss}^b} = \left( \frac{1 + i_{t-1}^b}{1 + i_{ss}^b} \right)^{\rho_i} \left( \frac{1 + \pi_t^{cpi}}{1 + \pi_{ss}^{cpi}} \right)^{1 + \rho_\pi} \left( \frac{GDP_t}{GDP_{ss}} \right)^{\rho_{gdp}} \varepsilon_t^i, \quad (38)$$

где  $\varepsilon_t^i$  является шоком монетарной политики, описываемым AR(1) процессом.

ИПЦ определяется соотношением

$$1 + \pi_t^{CPI} = (1 + \pi_t) \frac{r_t^{CPI}}{r_{t-1}^{CPI}}, \quad (39)$$

где  $r_t^{CPI}$  определяется как

$$r_t^{CPI} = p_t^{imp} T_t^{weight} + (1 - T_t^{weight}), \quad (40)$$

а  $T_t^{weight}$  определяется как

$$T_t^{weight} = \frac{c_{T,t}}{c_{T,t} + c_{N,t}} \quad (41)$$

Наряду с представленной выше формой правила Тейлора мы рассмотрели некоторые другие спецификации правила. В частности, мы рассмотрели правило Тейлора, в котором отсутствует компонента с ВВП. Если оценённое значение параметра  $\rho_{gdp}$  близко к нулю, то это по существу означает, что орган денежно-кредитного регулирования не реагирует на изменение ВВП при установлении учетной ставки.

Другой формой правила Тейлора, которая могла бы быть использована, это та, которая учитывает только инфляцию товаров отечественного производства, а не ИПЦ. Однако, учитывая, что модель оценивается на российских данных, использование ИПЦ является более актуальным, поскольку Банк России таргетирует именно ИПЦ.

Для целей анализа макроprudенциальной политики правило Тейлора можно дополнить компонентом, учитывающим отклонение необеспеченного кредитования от долгосрочного равновесия. В таком случае это приведет к более высокой учетной ставке в случае чрезмерного необеспеченного кредитования в экономике.

Применяемое правило Тейлора является скорректированной мультипликативной формой линейного правила Тейлора, предложенного в [Taylor \(1993\)](#). Правило похоже на то, которое

используется в [Brzoza-Brzezina et al. \(2013\)](#), и в целом соответствует другим оцениваемым DSGE моделям, включая [Adolfson et al. \(2013\)](#) и [Christiano et al. \(2015\)](#).

### 3.6 Условия равновесия

Равновесием в модели при заданных экзогенных шоках является такая последовательность цен и величин, максимизируемых домохозяйствами, банками и фирмами, что выполняются условия равновесия отдельных рынков.

В частности, условием равновесия на рынке труда является равенство

$$l_t^h = l_t^w \quad (42)$$

Условие равновесия на рынке обеспеченного кредитования:

$$\mu_{t+1}^{bank,s} = \mu_{t+1}^{w,s} \quad (43)$$

Условие равновесия на рынке необеспеченного кредитования:

$$\mu_{t+1}^{bank,u} = \mu_{t+1}^{w,u} \quad (44)$$

Условие равновесия на рынке депозитов:

$$d_{t+1}^h = d_{t+1}^{bank} \quad (45)$$

Условие равновесия на рынке внутренних государственных облигаций:

$$B_{t+1}^g = B_{t+1}^{g,h} \quad (46)$$

Условие равновесия на рынке внутреннего конечного продукта:

$$Y_t^{ret} = c_{N,t} + i_{N,t+1} + G_t + \theta^w \frac{\Omega_t^w}{1+\psi} \left( \delta_t^w \mu_t^w (1+r_t^{w,u}) \right)^{1+\psi} + adj_t^h + adj_t^w + adj_t^b \quad (47)$$

Переменная предпочтения времени домохозяйств  $\beta_t^h$  определена следующим образом:

$$\beta_t^h = \beta^h \varepsilon_t^{\beta,h}. \quad (48)$$

Внутренняя цена импортного продукта такова:

$$p_t^{imp} = Q_t p^{imp,*}, \quad (49)$$

где внешняя цена импортируемого продукта  $p^{imp,*}$  считается постоянной, а за  $Q_t$  обозначен реальный обменный курс.

Цена в национальной валюте сырьевого товара (нефти) определена как

$$p_t^{o,dom} = Q_t p_t^{o,*}, \quad (50)$$

где внешняя цена сырьевого товара  $p_t^{o,*}$  определена как

$$p_t^{o,*} = p^{o,*} \varepsilon_t^{p,o}. \quad (51)$$

Таким образом, внешняя цена нефти является произведением некоторой постоянной цены нефти  $p^{o,*}$  и связанного случайного процесса  $\varepsilon_t^{p,o}$ , который предполагается AR(1) процессом.

Процентная ставка по иностранным облигациям также подвержена влиянию шока, который мы будем называть “шок внешней процентной ставки”:

$$r_t^f = r^f + \varepsilon_t^{r,for}, \quad (52)$$

где  $r^f$  является некоторой постоянной ставкой по иностранным облигациям, а  $\varepsilon_t^{r,for}$  является случайным AR(1) процессом для внешней ставки.

Мы предполагаем, что технологический уровень “удачливых” и “неудачливых” фирм обозначается соответственно  $\bar{A}_t^j$  и  $\underline{A}_t^j$ .

$$\bar{A}_t^j = A_t \bar{A}^j, \quad (53)$$

где  $\bar{A}^j$  является некоторой константой и

$$\underline{A}_t^j = A_t \underline{A}^j, \quad (54)$$

где  $\underline{A}^j$  является некоторой константой при условии  $\bar{A}^j > 1 > \underline{A}^j$ .

Реальная процентная ставка по государственным облигациям определяется следующим образом:

$$1 + r_t^b = \frac{1 + i_{t-1}^b}{1 + \pi_t}. \quad (55)$$

Реальный ВВП мы определяем как величину произведённого конечного товара и нефти:

$$GDP_t = Y_t^{ret} + p_{ss}^{o,dom} O_t \quad (56)$$

Агрегированное реальное потребление определяется соотношением

$$cons_t = p_t^{imp} c_{T,t} + c_{N,t} \quad (57)$$

В статистике процедура расчета ВВП и его компонентов в постоянных ценах включает два ключевых подхода: переоценка ВВП и его компонентов в ценах предыдущих периодов с использованием индексов физического объема и путем прямого деления текущих номинальных значений на изменение индекса цен. Таким образом, учитывая, что переменные модели выражены в реальных ценах, потребление и ВВП можно измерять либо в постоянных реальных

ценах, либо в изменяющихся реальных ценах. В нашей модели мы измеряем реальный ВВП в постоянных реальных ценах, а потребление измеряем в изменяющихся реальных ценах.

### 3.7 Внутренние стоимости ограничений (wedges) и финансовые трения

Ниже мы рассматриваем две спецификации модели, связанные с двумя источниками финансовой неэффективности в модели: залоговым ограничением и безвозвратной стоимостью потерь при дефолте. В первой спецификации “внутренние стоимости ограничений (wedges)” или неэффективности являются изменяющимися во времени и возникают из-за финансовых трений. Мы будем называть этот случай “эндогенными финансовыми трениями”. Второй случай мы будем называть “экзогенными финансовыми трениями”. В этом случае внутренние стоимости ограничений постоянны в течение делового цикла.

Все выкладки представлены в приложении A.4.

Было обнаружено, что внутренняя стоимость ограничения, возникающая из-за механизма залогового ограничения, не является важной, поэтому мы сосредоточимся здесь на внутренней стоимости ограничения, возникающей из-за механизма безвозвратных потерь при дефолте. В случае эндогенных финансовых трений фирмы оптимальным образом выбирают долю долга  $\delta_t^w$ , по которой они собираются объявить дефолт. В случае экзогенных финансовых трений фирмы не оптимизируют долю дефолтящегося долга. В этом случае доля дефолтящегося долга и стоимость дефолта фиксированы на постоянном уровне и не меняются в течение делового цикла:  $\delta_t^w = \delta_{ss}^w$ ,  $\Omega_t^w (\delta_t^w \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u}))^2 = \Omega_{ss}^w (\delta_{ss}^w \mu_{ss}^{w,u} (1 + r_{ss}^{w,u}))^2$ , где  $\delta_{ss}^w$ ,  $\Omega_{ss}^w$ ,  $\mu_{ss}^{w,u}$ ,  $r_{ss}^{w,u}$  являются значениями соответствующих переменных в долгосрочном равновесии.

В случае эндогенных финансовых трений условие оптимальности фирмы по переменной доли дефолтящегося долга  $\delta_t^w$  в момент времени  $t$  имеет следующий вид:

$$\delta_t^w = \frac{1}{\Omega_t^w \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u})} \quad (58)$$

Условие первого порядка для долга имеет вид

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h ((1 + r_{t+1}^{w,u})(1 - \delta_{t+1}^w) + (1 + r_{t+1}^{w,u})\delta_{t+1}^w) = \lambda_t^w (1 - a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})), \quad (59)$$

где  $(1 + r_{t+1}^{w,u})\delta_{t+1}^w$  является внутренней стоимостью ограничения, возникающей из-за безвозвратных потерь в результате дефолта. В случае экзогенных финансовых трений мы устанавливаем эту внутреннюю стоимость ограничения на постоянном уровне. Это фактически означает, что, хотя потери, возникающие при дефолте, являются постоянными в течение делового цикла, надбавка или внутренняя стоимость ограничения, связанная с дефолтом, по-прежнему оценивается и изменяется. Условие первого порядка в экзогенном случае:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h ((1 + r_{t+1}^{w,u})(1 - \delta_{t+1}^w) + (1 + r_{ss}^{w,u})(1 - \delta_{ss}^w)) = \lambda_t^w (1 - a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})). \quad (60)$$

Это позволяет нам отделить эффект вариаций доли дефолтящегося долга (и, следовательно, важность неполных рынков) от роли внутренней стоимости ограничения и, следовательно,

залогового ограничения.

Когда мы линеаризуем условия оптимальности для необеспеченного кредитования в этих двух случаях, как показано в приложении A.2, внутренняя стоимость ограничения между случаем эндогенных финансовых трений и случаем экзогенных финансовых трений становится

$$\frac{(\delta_{t+1}^w)(r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss})}{1 + r^{w,u,ss}}. \quad (61)$$

Это соответствует “внутренней стоимости ограничения для инвестиций (investment wedge)” в терминологии работы Chari et al. (2007). Последнее уравнение показывает, что изменяющаяся с деловым циклом переменная потеря в случае дефолта создает внутреннюю стоимость ограничения для необеспеченного кредитования. Подставляя уравнение 58 в 61 и вспоминая определение  $\Omega_t^w$ , можно увидеть, что внутренняя стоимость ограничения является функцией отношения долга к ВВП. Связав эти переменные с внутренней стоимостью ограничения для инвестиций, мы получаем лучшее соответствие модели данным и позволяем шоку цены на нефть напрямую влиять на инвестиции и, следовательно, на ВВП.

Что касается залогового ограничения, то условие первого порядка для безрискового кредитования в случае эндогенных финансовых трений имеет вид

$$\lambda_{t+1}^{sav} \beta_t^{sav} (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,s} (\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_t^w (1 + r_{t+1}^{w,s}), \quad (62)$$

в то время как для случая экзогенных финансовых трений мы предполагаем, что залоговое ограничение срабатывает в долгосрочном равновесии. Условие первого порядка таково:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,s} (\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_{ss}^w (1 + r_{ss}^{w,s}). \quad (63)$$

Здесь мы снова сохраняем внутреннюю стоимость ограничения постоянной в течение делового цикла, но, поскольку стоимость является аддитивной, при локальной аппроксимации решения внутреннюю стоимость ограничения исчезает из решения, поэтому мы фактически полностью теряем ограничение.

## 4 Измерения

### 4.1 Наблюдаемые переменные

Мы оцениваем нашу модель, используя метод байесовского оценивания. Оценка проводится для двух случаев: когда финансовые трения заданы эндогенно и когда финансовые трения заданы экзогенно. При оценке мы используем восемь рядов данных: темп роста ВВП, темп роста потребления домашних хозяйств, ИПЦ, процентную ставку, темп роста кредитов, темп роста номинированных в национальной валюте депозитов населения, отношение плохих долгов к кредитам и темп роста мировых цен на нефть. В качестве процентной ставки мы используем данные по ставке MIACR межбанковского рынка. Наша выборка охватывает период со

2 квартала 2001 года по 2 квартал 2018 года. В качестве источников данных мы использовали данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации и Банка России. В частности, данные по квартальному потреблению и производству взяты из Федеральной службы государственной статистики<sup>10</sup>. Остальные ряды данных были взяты с сайта Банка России<sup>11</sup>. Описательная статистика использованных данных представлена в таблице 1.

Мы преобразуем данные следующим образом:

$$GDP_t^{obs} = \log(GDP_t) - \log(GDP_{t-1}) - E[\log(GDP_t) - \log(GDP_{t-1})] \quad (64)$$

$$cons_t^{obs} = \log(cons_t) - \log(cons_{t-1}) - E[\log(cons_t) - \log(cons_{t-1})] \quad (65)$$

$$p_t^{oil,*obs} = \log(p_t^{oil,*}) - \log(p_{t-1}^{oil,*}) - E[\log(p_t^{oil,*}) - \log(p_{t-1}^{oil,*})] \quad (66)$$

$$Loans_t^{obs} = \log(Loans_t) - \log(Loans_{t-1}) - E[\log(Loans_t) - \log(Loans_{t-1})] \quad (67)$$

$$Dep_t^{obs} = \log(Dep_t) - \log(Dep_{t-1}) - E[\log(Dep_t) - \log(Dep_{t-1})] \quad (68)$$

$$\pi_t^{cpi,obs} = \pi_t^{cpi} - \pi_{t-1}^{cpi} - E[\pi_t^{cpi} - \pi_{t-1}^{cpi}] \quad (69)$$

$$i_t^{b,obs} = i_t^b - i_{t-1}^b - E[i_t^b - i_{t-1}^b] \quad (70)$$

$$\frac{NPL_t^{obs}}{Loans_t} = \frac{NPL_t}{Loans_t} - \frac{NPL_{t-1}}{Loans_{t-1}} - E\left[\frac{NPL_t}{Loans_t} - \frac{NPL_{t-1}}{Loans_{t-1}}\right] \quad (71)$$

Применённые преобразования помогают нам удалить как тренды, так и средние значения из рядов данных и приводят данные к стационарному виду.

## 4.2 Шоки

Модель содержит четырнадцать экзогенных переменных, шесть из них - структурные шоки, которые следуют AR(1) процессу, а восемь - ошибки измерений, по одной на каждой наблюдаемую переменную. Структурными шоками, включенными в модель, являются: шок мировой цены на нефть, шок денежно-кредитной политики, шок премии за риск по иностранным облигациям, шок совокупной факторной производительности, шок временных предпочтений домашних хозяйств и шок подстройки инвестиций.

<sup>10</sup><https://www.gks.ru/accounts>

<sup>11</sup>Данные по депозитам, кредитам и плохим долгам можно найти на сайте [http://www.cbr.ru/statistics/bank\\_sector/review/](http://www.cbr.ru/statistics/bank_sector/review/).

Месячные данные по ставке MIACR находятся по адресу [https://www.cbr.ru/hd\\_base/mkr/mkr\\_monthes/](https://www.cbr.ru/hd_base/mkr/mkr_monthes/).

Месячные данные по ИПЦ доступны по адресу [https://www.gks.ru/bgd/free/b00\\_24/lssWWW.exe/Stg/d000/i000860r.htm](https://www.gks.ru/bgd/free/b00_24/lssWWW.exe/Stg/d000/i000860r.htm).

Шок мировой цены на нефть  $\varepsilon_t^{p,o}$  описывается AR(1) процессом

$$\log(\varepsilon_t^{p,o}) = \rho^{p,o} \log(\varepsilon_{t-1}^{p,o}) + \varepsilon_t^{p,o}, \quad (72)$$

где  $\varepsilon_t^{p,o}$  отражает размер шока цены на нефть в период  $t$ , а  $\rho^{p,o}$  - коэффициент автокорреляции шока цены на нефть.

Шок монетарной политики определяется уравнением

$$\log(\varepsilon_t^i) = \rho^{mon} \log(\varepsilon_{t-1}^i) + \varepsilon_t^{mon}, \quad (73)$$

где  $\varepsilon_t^{mon}$  отражает размер шока монетарной политики в период  $t$ , а  $\rho^{mon}$  - коэффициент автокорреляции шока монетарной политики.

В модели присутствует шок внешней процентной ставки, моделируемый через шок премии и определяемый как

$$\varepsilon_t^{r,for} = \rho^{r,for} \varepsilon_{t-1}^{r,for} + \varepsilon_t^{r,for}, \quad (74)$$

где  $\varepsilon_t^{r,for}$  отражает размер шока премии за риск по иностранным облигациям в период  $t$ , а  $\rho^{r,for}$  - коэффициент автокорреляции шока премии за риск.

Технологический уровень  $A_t$  также является случайным процессом

$$\log(A_t) = \rho^a \log(A_{t-1}) + \varepsilon_t^a, \quad (75)$$

где  $\varepsilon_t^a$  отражает размер шока совокупной факторной производительности (СФП) в период  $t$ , а  $\rho^a$  - коэффициент автокорреляции СФП шока.

Шок предпочтений времени домохозяйств определяется соотношением

$$\log(\varepsilon_t^{\beta,h}) = \rho^{\beta,h} \log(\varepsilon_{t-1}^{\beta,h}) + \varepsilon_t^{\beta,h}, \quad (76)$$

где  $\varepsilon_t^{\beta,h}$  отражает размер шока предпочтений в период  $t$ , а  $\rho^{\beta,h}$  - коэффициент автокорреляции шока предпочтений времени.

Шок инвестиций определяется уравнением

$$\log(\varepsilon_t^{inv}) = \rho^{inv} \log(\varepsilon_{t-1}^{inv}) + \varepsilon_t^{inv}, \quad (77)$$

где  $\varepsilon_t^{inv}$  отражает размер шока инвестиций в период  $t$ , а  $\rho^{inv}$  - коэффициент автокорреляции шока инвестиций.

Остальные шоки являются ошибками измерений, которые соответствуют каждой из 8 наблюдаемых переменных:

$$\varepsilon_{p,o}^{me}, \varepsilon_{GDP}^{me}, \varepsilon_{cons}^{me}, \varepsilon_{\pi cpi}^{me}, \varepsilon_{ib}^{me}, \varepsilon_l^{me}, \varepsilon_{NPL}^{me}, \varepsilon_{dep}^{me}.$$

### 4.3 Уравнения для наблюдаемых переменных

Мы определяем уравнения для наблюдаемых переменных в следующем виде:

$$GDP_t^{obs} = (\log(GDP_t^{model}) - \log(GDP_{t-1}^{model})) + \varepsilon_{GDP,t}^{me} \quad (78)$$

$$cons_t^{obs} = (\log(cons_t^{model}) - \log(cons_{t-1}^{model})) + \varepsilon_{cons,t}^{me} \quad (79)$$

$$p_t^{o,*obs} = (\log(p_t^{o*,model}) - \log(p_{t-1}^{o*,model})) + \varepsilon_{p,o,t}^{me} \quad (80)$$

$$Loans_t^{obs} = (\log(\mu_{t+1}^{bank}) - \log(\mu_t^{bank})) + \varepsilon_{l,t}^{me} \quad (81)$$

$$Dep_t^{obs} = (\log(d_{t+1}^{bank}) - \log(d_t^{bank})) + \varepsilon_{dep,t}^{me} \quad (82)$$

$$\pi_t^{cpi,obs} = \pi_t^{cpi,model} - \pi_{t-1}^{cpi,model} + \varepsilon_{\pi^{cpi},t}^{me} \quad (83)$$

$$i_t^{b,obs} = i_t^{b,model} - i_{t-1}^{b,model} + \varepsilon_{i^b,t}^{me} \quad (84)$$

$$\frac{NPL_t^{obs}}{Loans_t} = \frac{NPL_t^{model}}{Loans_t^{model}} - \frac{NPL_{t-1}^{model}}{Loans_{t-1}^{model}} + \varepsilon_{NPL,t}^{me} \quad (85)$$

Здесь  $var_t^{model}$  является соответствующей переменной модели, а  $\varepsilon_{var,t}^{me}$  - соответствующей ошибкой измерений.

Ошибки измерений имеют нулевое среднее и дисперсию, положенную 10% от дисперсии соответствующего временного ряда. В этом мы следуем подходу, предложенному в [Adolfson et al. \(2013\)](#).

## 5 Параметризация и долгосрочное равновесие

Значения откалиброванных параметров приведены в таблице 8. Параметр временного предпочтения домохозяйств  $\beta$  установлен таким образом, чтобы годовая безрисковая доходность составляла 9.4%, что соответствует средней доходности российских государственных облигаций за рассматриваемый период. Параметр убытков при объявлении дефолта  $\delta^w$  также установлен в соответствии с российскими данными. Норматив требования к банковскому капиталу  $k^{bank}$  соответствует требованию к капиталу для крупных российских банков. Параметр амортизации  $\tau$  установлен так, чтобы годовая норма амортизации составляла 10%. Доля фирм, объявляющих дефолт,  $\theta^w$  откалибрована в соответствии с российской банковской статистикой по дефолтам. Другие параметры откалиброваны так, чтобы получить долгосрочное отношение потребления к ВВП 54%, а также размер нефтяного сектора в экономике около 39%. Учитывая, что в нашей постановке доходы от нефти являются основным источником доходов правительства, долгосрочный уровень государственных расходов по отношению к ВВП составляет 39%.

Значения параметров, которые мы используем при калибровке, близки к тем, которые использованы или оценены в других моделях российской экономики. Например, норма амортизации соответствует использованной в [Malakhovskaya and Minabutdinov \(2014\)](#). Как следует из [Malakhovskaya and Minabutdinov \(2014\)](#), оценка параметра отвращения к риску домохозяйств для российской экономики составляет 1.015. В работе [Polbin \(2014\)](#) оценка неприятия риска близка к своему априорному значению 1.19. Значения параметров и значения переменных в долгосрочном равновесии можно найти в Приложении [A.6](#).

## 6 Оценка

В таблице [2](#) показаны результаты байесовского оценивания модели для двух случаев: эндогенные финансовые трения и экзогенные финансовые трения.<sup>12</sup> Основное различие в результатах оценки между двумя случаями заключается в более высоких значениях стандартного отклонения инвестиционного шока и коэффициентов подстройки (adjustment costs), в частности, в коэффициентах подстройки фирм и банков к бесрисковому кредитованию и производителей капитала к инвестициям. Эти три параметра подстройки выше в случае экзогенных финансовых трений, что означает, что они берут на себя роль финансовых трений.

---

<sup>12</sup>Ошибки измерения имеют нулевое математическое ожидание и дисперсию, установленную равной 10% от дисперсии соответствующего ряда данных (как в [Adolfson et al. \(2013\)](#)).

		Prior Distribution			Posterior Distribution					
		Distr.	Mean	Std.	Endog			Exog		
					Mode	Mean	Std.	Mode	Mean	Std.
<i>Adjustment costs</i>										
household's adj cost to deposits	$a^{h,d}$	InvG	0.008	0.10	0.053	0.051	0.005	0.003	0.004	0.00
household's adj cost to foreign bonds	$a^{h,b,f}$	InvG	0.008	0.10	0.047	0.054	0.016	0.057	0.067	0.02
household's adj cost to bank's equity	$a^{h,b,e}$	InvG	0.008	0.10	0.056	0.070	0.016	0.034	0.185	0.03
household's adj cost to firm's equity	$a^{h,w,e}$	InvG	0.008	0.10	0.050	0.047	0.006	0.249	0.273	0.13
firm's adj cost to capital	$a^{w,k}$	InvG	0.008	0.10	0.068	0.076	0.032	0.003	0.003	0.00
firm's adj cost to secured loans	$a^{w,s}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.003	0.001	0.312	0.027	0.11
firm's adj cost to unsecured loans	$a^{w,u}$	InvG	0.008	0.05	0.004	0.006	0.003	0.003	0.004	0.00
bank's adj cost to deposits	$a^{b,d}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.004	0.002	0.002	0.004	0.00
bank's adj cost to secured loans	$a^{b,s}$	InvG	0.008	0.05	0.018	0.022	0.004	0.165	0.792	0.22
bank's adj cost to unsecured loans	$a^{b,u}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.005	0.002	0.003	0.004	0.00
cap prod adj cost to investment	$\kappa$	InvG	1	2	0.333	0.434	0.140	6.164	9.480	2.71
<i>Price and wage setting</i>										
Wage stickiness	$\theta^{pw}$	Beta	0.05	0.025	0.017	0.023	0.012	0.003	0.005	0.00
Price stickiness	$\theta_{ps}$	Beta	0.3	0.05	0.275	0.270	0.038	0.101	0.129	0.02
<i>Taylor rule</i>										
interest rate coefficient	$\rho^i$	InvG	0.5	0.2	0.433	0.554	0.195	0.386	0.455	0.12
inflation rate coefficient	$\rho^\pi$	InvG	3	0.2	3.018	3.068	0.208	2.948	2.989	0.20
GDP growth rate coefficient	$\rho^{gdp}$	InvG	0.2	0.1	0.116	0.132	0.032	0.194	0.205	0.06
<i>Credit conditions</i>										
default amplification in $\Omega$	$\gamma$	InvG	1.5 (-)	0.25 (-)	1.413	1.437	0.042	-	-	-
credit to GDP amplification in $\Omega$	$\omega$	InvG	0.5 (-)	0.25 (-)	0.315	0.353	0.092	-	-	-
default cost parameter	$\psi$	InvG	2 (-)	0.01 (-)	1.998	1.998	0.010	-	-	-
<i>Shocks' persistence</i>										
Persistence of oil price shock	$\rho^{p,o}$	Beta	0.9	0.01	0.933	0.930	0.007	0.916	0.918	0.00
Persistence of TFP shock	$\rho^a$	Beta	0.9	0.02	0.937	0.933	0.013	0.910	0.906	0.01
Persistence of monetary policy shock	$\rho^{mon}$	Beta	0.1	0.05	0.041	0.053	0.027	0.054	0.061	0.03
Persistence of foreign interest rate shock	$\rho^{r,for}$	Beta	0.9	0.02	0.923	0.919	0.017	0.914	0.912	0.01
Persistence of household's time-preference shock	$\rho^{\beta,h}$	Beta	0.25	0.1	0.219	0.247	0.099	0.591	0.480	0.09
Persistence of investment shock	$\rho^{inv}$	Beta	0.1	0.05	0.069	0.097	0.052	0.211	0.182	0.03
<i>Shocks</i>										
Std. oil price shock	$\epsilon^{p,o}$	InvG	0.135	0.01	0.121	0.122	0.007	0.126	0.128	0.00
Std. TFP shock	$\epsilon^a$	InvG	0.05	0.05	0.031	0.032	0.003	0.022	0.022	0.00
Std. monetary policy shock	$\epsilon^{mon}$	InvG	0.05	0.05	0.034	0.035	0.004	0.033	0.034	0.00
Std. foreign interest rate shock	$\epsilon^{r,for}$	InvG	0.05	0.05	0.011	0.012	0.001	0.016	0.017	0.00
Std. household's time-preference shock	$\epsilon^{\beta,h}$	InvG	0.05	0.05	0.017	0.019	0.002	0.022	0.025	0.00
Std. investment shock	$\epsilon^{inv}$	InvG	0.05	0.05	0.021	0.034	0.017	1.622	2.055	0.30

Таблица 2: Оценённые параметры для случаев эндогенных и экзогенных финансовых трений

Главный результат нашей оценки представлен в таблице 3, где приведены значения функции предельного правдоподобия для случаев эндогенных и экзогенных финансовых трений.

	Endogenous case	Exogenous case
Marginal (log) likelihood	1092	759

Таблица 3: (log) значения функции предельного правдоподобия для случаев экзогенных и эндогенных финансовых трений

Из этой таблицы видно, что предельное правдоподобие <sup>13</sup> для модели с эндогенными финансовыми трениями выше (1092 против 759). Это вероятность наблюдения данных при условии заданной модели. При равных априорных распределениях для обоих случаев коэффициент Байеса составляет  $e^{235}$ , что дает почти 100% вероятность того, что модель с эндогенными финансовыми трениями предпочтительнее.

## 7 Количественные результаты

### 7.1 Первые и вторые моменты

Симулированные на основе модели стандартные отклонения и корреляции переменных представлены в таблице 7 в приложении A.5.

Мы можем сравнить симулированные стандартные отклонения и корреляции с эмпирическими аналогами из таблицы 1. Ниже мы резюмируем стилизованные факты, указывая в скобках значения, полученные на основе модели.

1. Положительная корреляция между выпуском и потреблением .66 (.61).
2. Положительная корреляция выпуска с ценой на нефть .52 (.36).
3. Превышение волатильности потребления над выпуском 2.1/1.47 (3.26/2.02).
4. Положительная корреляция между темпом роста ВВП и кредитами .61 (.12).
5. Отрицательная корреляция между темпом роста ВВП и процентной ставкой -.53 (-.05).
6. Отрицательная корреляция между темпом роста кредитов и NPL -.69 (-.02).

### 7.2 Историческая декомпозиция вклада шоков

На рисунках с 4a по 5h показана историческая декомпозиция вклада шоков в динамику наблюдаемых переменных для случаев эндогенных и экзогенных финансовых трений. В целом модель с эндогенными финансовыми трениями в большей степени объясняет динамику данных с помощью шока цены на нефть, что наиболее ярко проявляется для кредитов, депозитов и отношения плохих долгов к кредитам.

<sup>13</sup>мы используем аппроксимацию Лапласа в пакете Dynare

Рисунки 5e и 5f показывают, что в случае эндогенных финансовых трений депозиты хорошо объясняются шоком цены на нефть, тогда как случае экзогенных финансовых трений динамика депозитов объясняется вкладом различных шоков. Превосходство версии модели с эндогенными финансовыми трениями лучше всего видно на рисунках 5g и 5h, где модель с эндогенными финансовыми трениями объясняет большую часть колебаний плохих долгов с помощью шока цены на нефть, в то время как модели с экзогенными финансовыми трениями для этого требуется ошибка измерения.

Другие исследования для России показывают более умеренное присутствие шока цены на нефть в экономической динамике. Например, Polbin (2014) строит новокейнсианскую модель с рядом трений и показывает, что шок цен на нефть играет главную роль в объяснении эпизода Мирового экономического кризиса для России. Kreptsev and Seleznev (2017) построили DSGE модель с большим количеством уравнений с банковским сектором и финансовыми трениями, моделируя финансовый акселератор на основе работы Bernanke et al. (1999), и показали, что ВВП хорошо объясняется скачками цены на нефть во время Мирового экономического кризиса, в то время как во время кризиса 2015 года ВВП в меньшей степени испытывал влияние шока цены на нефть. В нашей работе шок цены на нефть объясняет значительную часть динамики в период кризисных эпизодов как 2008-2009, так и 2015 года.

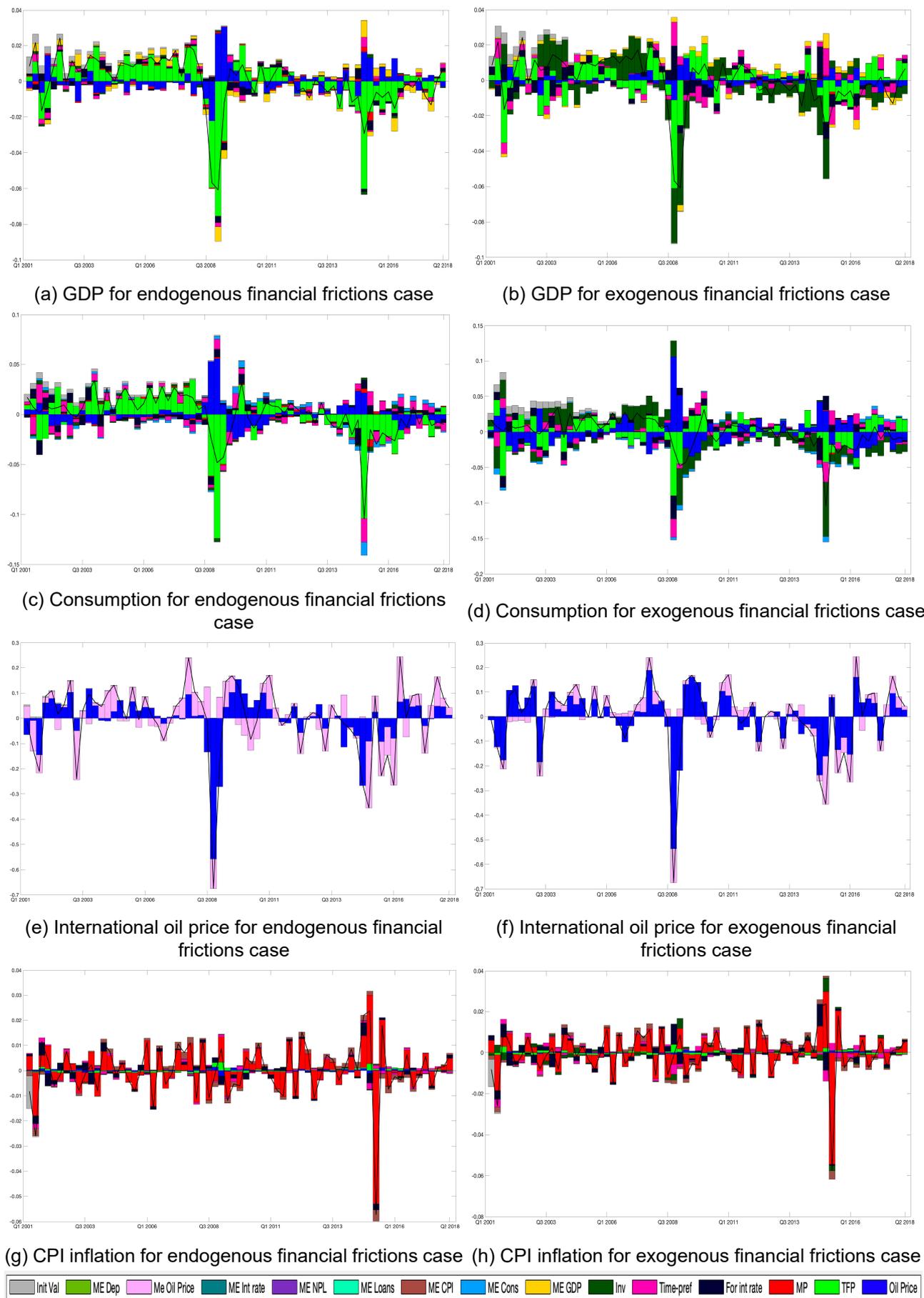


Рис. 4: Историческая декомпозиция вклада шоков (1)  
ME: ошибка измерения

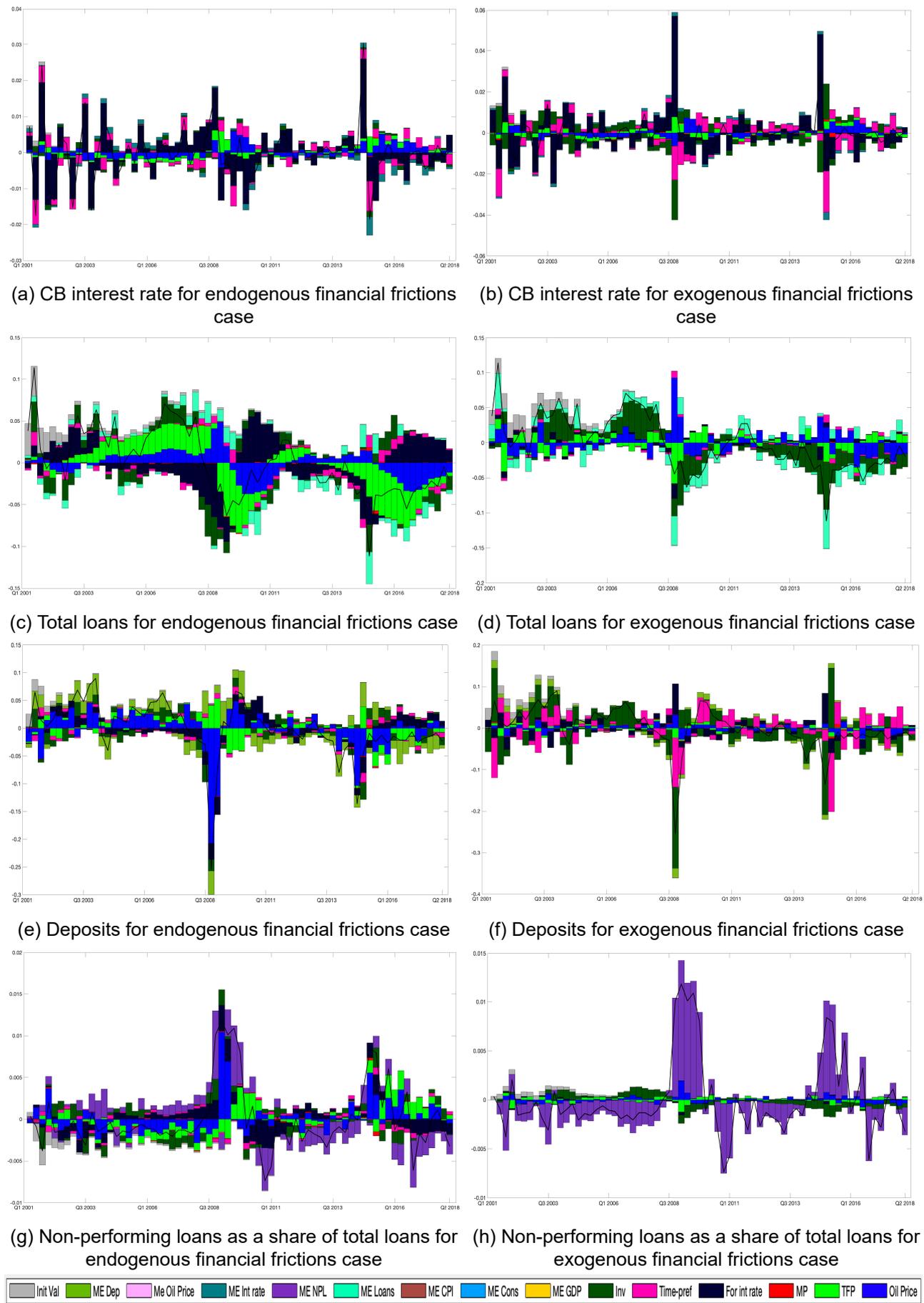


Рис. 5: Историческая декомпозиция вклада шоков (2)  
 ME: Ошибка измерения

### 7.3 Декомпозиция вариаций

Таблица 4 показывает процент вариации каждой переменной, объясняемый определенным шоком. Маркер obs относится к преобразованию переменных, используемых для оценки, в том виде, как указано в разделе 4.3. Строки obs позволяют нам увидеть, насколько велики ошибки измерения, и, поскольку вклад большинства из них составляет около 10% или меньше, мы можем заключить, что мы относительно хорошо согласовали данные.<sup>14</sup> Что представляет интерес для понимания динамики делового цикла, так это строки с маркером mod. Эти строки относятся к случаю построения переменных в уровнях для  $\frac{NPL}{Loans}$ ,  $\pi^{cpi}$  и  $i^b$ , тогда как для остальных переменных использованы темпы роста. Мы видим, что в случае эндогенных финансовых трений 32.8% и 63.7% изменения ВВП объясняется шоком цены на нефть ( $\epsilon^{p,o}$ ) и шоком СФП ( $\epsilon^a$ ) соответственно, в то время как в случае экзогенных финансовых трений эти значения составляют 6.2% и 44%.

Вклад шока инвестиций в объяснение всех переменных уменьшается, а в некоторых случаях резко, когда мы переходим от экзогенных к эндогенным финансовым трениям. Для ВВП вклад падает с 31.3% до 0.2%, а для кредитов (депозитов) - с 36.1% (60.0%) до 20.1% (7.7%). Наши результаты согласуются с работами Justiniano et al. (2010) и Justiniano et al. (2011), в которых показана важность шока инвестиций для объяснения движения делового цикла. Роль, которую могут играть финансовые трения, подчеркивается в работе Justiniano et al. (2011), и здесь мы также можем наблюдать, что роль шока инвестиций в объяснении колебаний плохих долгов падает с 75.6% до 2.2%. Шок коэффициента дисконтирования ( $\epsilon^{\beta,h}$ ), который в Chari et al. (2007) и Chari et al. (2009) критикуется как не являющийся истинно структурным, даёт вклад в дисперсию переменных, уменьшающийся при переходе от экзогенных финансовых трений к эндогенным. В частности, вклад шока дисконтирования в динамику депозитов падает с 29.5% в случае экзогенных финансовых трений до 1.9% в случае эндогенных финансовых трений. Важно отметить, что плохие долги объясняются в основном шоками цены на нефть (75%), что указывает на то, что политика, направленная на финансовую стабильность, должна сконцентрироваться на реакции переменных в ответ именно на шок цены на нефть. Большая доля вариации, объясняемая именно наблюдаемым шоком (цены на нефть), даёт возможность монетарному органу проводить политику, опирающуюся на учёт наблюдающихся шоков, вместо угадывания ненаблюдающихся.

### 7.4 Функции импульсного отклика

На рисунке 7 представлены функции импульсного отклика в ответ на положительный шок цены на нефть, а на рисунке 6 представлена реакция на положительный шок СФП. Эти функции импульсного отклика представлены для модели с эндогенными финансовыми трениями и

<sup>14</sup>Поскольку мы хотим сравнить возможности различных версий модели объяснять данные, мы пытаемся посмотреть, насколько хорошо шоки, входящие в модель, объясняют вариации в рядах данных. Включение ошибок измерения в декомпозицию вариаций позволяет нам сравнивать степень объяснения данных, основываясь на размере шоков наблюдений. Чем выше ошибка измерения, тем ниже способность модели объяснить динамику соответствующего ряда с помощью эндогенных изменений, вызванных экзогенными шоками.

Variable		Endogenous Financial Frictions							Exogenous Financial Frictions						
		$\epsilon^{p,o}$	$\epsilon^a$	$\epsilon^{mon}$	$\epsilon^{r,for}$	$\epsilon^{\beta,h}$	$\epsilon^{inv}$	$\epsilon_i^{me}$	$\epsilon^{p,o}$	$\epsilon^a$	$\epsilon^{mon}$	$\epsilon^{r,for}$	$\epsilon^{\beta,h}$	$\epsilon^{inv}$	$\epsilon_i^{me}$
GDP	obs	31.6	61.2	0.26	1.92	1.04	0.16	3.79	5.88	42.0	0.02	9.73	8.15	29.8	4.45
	mod	32.8	63.7	0.27	1.99	1.08	0.16	0	6.16	44.0	0.02	10.2	8.52	31.3	0
cons	obs	14.1	69.2	0.23	5.43	7.63	0.36	3.03	35.4	28.8	0.01	5.80	5.97	22.2	1.93
	mod	14.5	71.4	0.24	5.60	7.87	0.37	0	36.1	29.3	0.01	5.92	6.08	22.6	0
Loans	obs	15.3	19.1	0.07	36.5	3.27	18.6	7.14	38.1	16.6	0.00	2.43	1.19	32.9	8.83
	mod	16.5	20.5	0.08	39.3	3.53	20.1	0	41.8	18.2	0.01	2.67	1.30	36.1	0
$\frac{NPL}{Loans}$	obs	60.2	9.84	0.08	11.3	1.19	9.57	7.82	13.6	5.89	0.00	0.40	0.02	11.4	68.7
	mod	75.0	11.6	0.00	10.8	0.42	2.21	0	20.0	3.92	0.00	0.38	0.09	75.6	0
$\pi^{cpi}$	obs	0.74	0.38	87.2	4.54	0.61	0.03	6.52	0.08	0.61	81.9	7.22	2.02	2.29	5.85
	mod	3.10	5.37	84.4	6.55	0.60	0.03	0	7.17	4.06	70.8	11.1	3.44	3.47	0
$i^b$	obs	6.67	1.34	0.01	78.9	8.30	0.58	4.20	2.25	1.34	0.07	67.0	13.0	14.6	1.78
	mod	54.1	4.16	0.00	39.5	2.13	0.17	0	30.5	2.51	0.01	46.5	10.6	9.83	0
$p^{o,*}$	obs	86.7	0	0	0	0	0	13.3	91.1	0	0	0	0	0	8.90
	mod	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Dep	obs	69.1	9.50	0.04	6.40	1.78	7.27	5.90	2.85	0.63	0.05	6.72	28.8	58.4	2.66
	mod	73.4	10.1	0.04	6.80	1.90	7.73	0	2.93	0.65	0.05	6.90	29.5	60.0	0

Таблица 4: Декомпозиция вариаций: случаи эндогенных и экзогенных финансовых трений

лишь для наиболее важных переменных. На рисунке 8 приводится сравнение откликов ВВП в ответ на положительных шок цены на нефть для случаев эндогенных и экзогенных финансовых трений.

В соответствии с рисунком 6 после положительного шока СФП фирмы увеличивают спрос на факторы производства, что приводит к увеличению реальной заработной платы, капитала, цены капитала и производства. По мере роста цены капитала залоговое ограничение ослабляется, и объем выпущенных обеспеченных долговых обязательств увеличивается. По мере возвращения цены капитала к своему долгосрочному значению, фирмы переключаются на выпуск необеспеченных обязательств. Более высокая заработная плата позволяет домохозяйствам увеличить потребление, особенно в отношении относительно более дешевых отечественных товаров, а также позволяет увеличить инвестиции в собственный капитал банков, что приводит к увеличению финансирования производства через кредиты. Более высокая прибыльность производственного сектора приводит к улучшению условий кредитования и резкому снижению доли плохих долгов. Ослабление обменного курса приводит к увеличению внутренней стоимости нефтяных доходов, что выливается в рост государственного потребления. Реакция инфляции объясняется доминированием снижения цены внутренней продукции над ослаблением валютного курса, что приводит к снижению инфляции и снижению номинальной процентной ставки.

В соответствии с рисунком 7 положительный шок цены на нефть вызывает резкое укрепление обменного курса. Рост цены на нефть сопровождается ростом внешнего дохода, которых стимулирует спрос на отечественные товары, в то время как укрепляющаяся национальная валюта способствует замещению импортными товарами и иностранными сбережениями, что приводит к значительному увеличению импорта. Более сильный обменный курс вызывает сни-

жение стоимости импортируемых товаров в целях производства капитала и, следовательно, падение цены капитала. Это вызывает рост производства отечественных неторгуемых товаров. В отличие от шока СФП, когда цена капитала увеличивается, но компенсируется более высокой производительностью, здесь снижение цены капитала временно стимулирует производство, но этого недостаточно для повышения эффективности и увеличения общего дохода. Снижение стоимости капитала снижает возможность выпуска обеспеченного долга, и, следовательно, более высокий спрос на инвестиции финансируется за счет выпуска необеспеченного долга. Домохозяйства переключаются с внутренних сбережений в форме вклада в собственный капитал на иностранные облигации, которые используются для финансирования импортного потребления и приводят к снижению предложения рабочей силы в последующие периоды. Это вызывает сокращение производства отечественных неторгуемых товаров в среднесрочной перспективе и является свидетельством эффекта типа голландской болезни в России: рост в торгуемом секторе приводит к сокращению неторгуемого сектора за счет цен на факторы производства, в данном случае труд.<sup>15</sup> Снижение процентной ставки по необеспеченному долгу приводит к улучшению условий кредитования и снижению уровня плохих долгов.

Центральным механизмом в нашей модели является влияние ожидаемой стоимости дефолта на текущие процентные ставки по кредитам и, следовательно, на объем заимствований и инвестиций. В противовес этому рисунок 8 показывает, что эффект типа «голландской болезни» очень недолговечен и приглушен в модели, в которой финансовые трения считаются экзогенными. Наши свидетельства в пользу эффекта типа голландской болезни согласуются с работой [Malakhovskaya and Minabutdinov \(2014\)](#), но контрастируют с работами [Kreptsev and Seleznev \(2017\)](#) и [Kozlovceva et al. \(2019\)](#). Этот эффект выражен в нашей модели в виду сильного замещения между отечественными и иностранными потребительскими товарами, обусловленного высокой эластичностью реального обменного курса по отношению к долларовой цене на нефть. Одна из причин заключается в том, что наша внешняя процентная ставка не зависит явно от долларовой цены на нефть, как в случае [Kreptsev and Seleznev \(2017\)](#) и [Kozlovceva et al. \(2019\)](#). Это означает, что, поскольку наша внешняя процентная ставка не снижается при повышении цены на нефть, у домохозяйств появляется больший стимул для накопления иностранных активов и поддержания своего уровня потребления импорта в будущем. Еще одна причина более сильного эффекта «голландской болезни» в нашей модели заключается в том, что доходы от нефти передаются непосредственно правительству, которое их расходует, и в результате совокупный спрос напрямую зависит от внутренней цены на нефть, которая падает из-за сильного укрепления обменного курса. На практике государственные расходы не будут так сильно корректироваться, однако в нашей модели государственные расходы заменяют потребителя, сразу потребляющего доход, потребление которого напрямую зависит от доходов от нефти в национальной валюте.

---

<sup>15</sup>В первоначальном описании «голландской болезни» рост в торгуемом секторе вызывает рост спроса на рабочую силу и, следовательно, более высокую заработную плату, что приводит к тому, что неторгуемые товары становятся убыточными и сокращаются. Мы обнаружили, что неторгуемый сектор сокращается, потому что эффект дохода из-за более прибыльного торгуемого сектора вызывает сокращение предложения рабочей силы и повышение заработной платы.

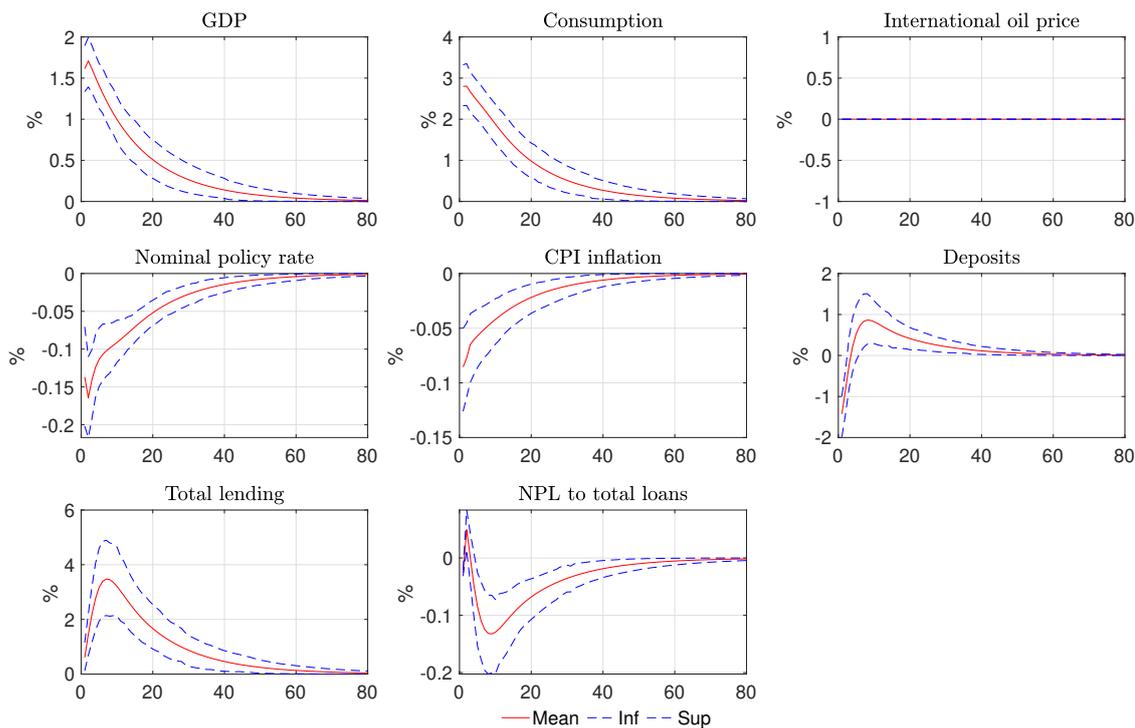


Рис. 6: Функции импульсного отклика в ответ на положительный шок совокупной факторной производительности для случая эндогенных финансовых трений

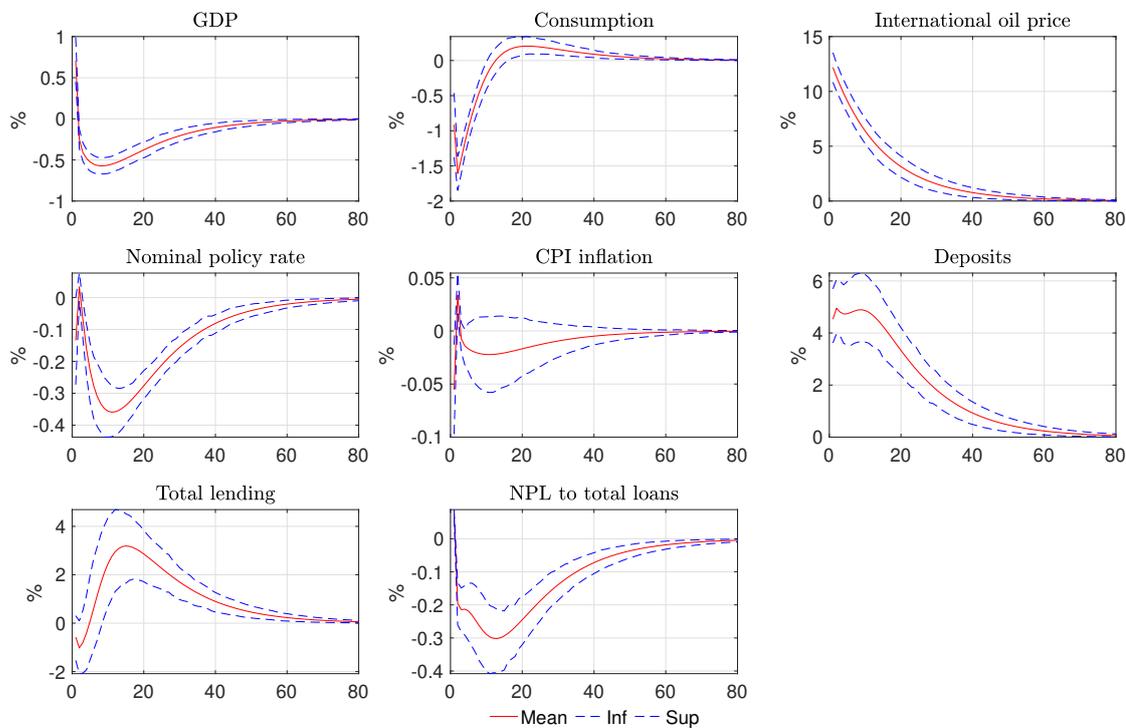


Рис. 7: Функции импульсного отклика в ответ на положительный шок цены на нефть для случая эндогенных финансовых трений

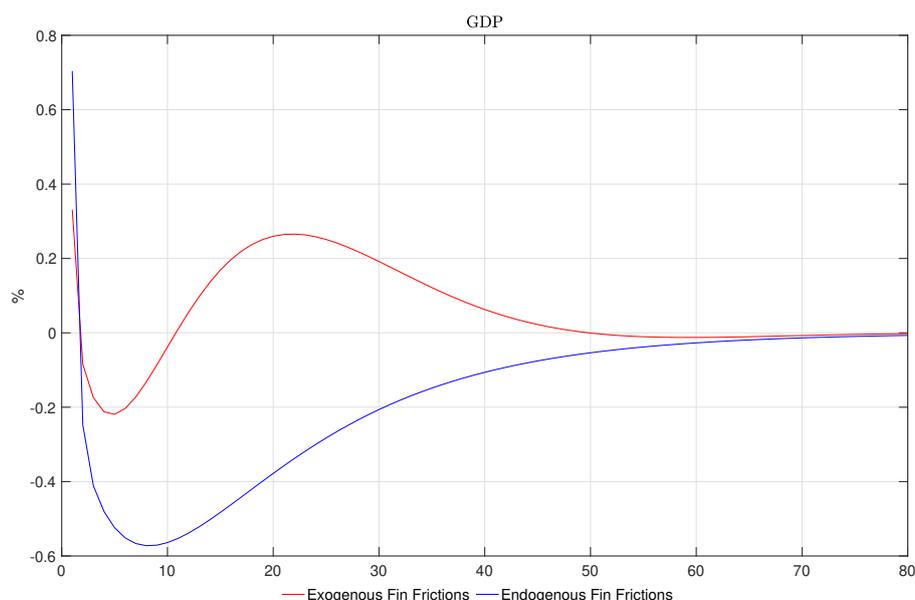


Рис. 8: Функции импульсного отклика в ответ на положительный шок цены на нефть для двух версий модели

## 7.5 Робастность

В данном подразделе мы обсудим некоторые допущения, сделанные в модели. Обсуждение касается денежно-кредитной и фискальной политик.

### Монетарная политика

В России до середины 2014 года осуществлялась политика поддержки номинального обменного курса, после чего обменный курс перешёл в свободное плавание, а денежно-кредитная политика перешла на режим таргетирования инфляции. В нашей модели обменный курс является гибким, и денежно-кредитная политика не таргетирует его. Однако наши результаты качественно не меняются, если мы рассматриваем денежно-кредитную политику, таргетирующую обменный курс с помощью правила Тейлора. Эта спецификация и результаты представлены в приложении A.7. В базовой версии правило Тейлора плохо объясняет колебания процентных ставок и даёт большие ошибки измерения при подгонке траектории инфляции. Ситуация не улучшается значительно, если мы включаем обменный курс в правило Тейлора.

### Фискальная политика

Государство обеспечивает от 1/3 (Bella et al. (2019)) до 70% ВВП <sup>16</sup> и обеспечивает до 50% занятости в формальном секторе (Bella et al. (2019)). Сложная структура государственных предприятий означает, что настоящий показатель государственных расходов будет зна-

<sup>16</sup>Отчет о состоянии конкуренции в Российской Федерации в 2015 г. Федеральная антимонопольная служба Российской Федерации, Москва (2016)

чительно выше, чем тот, который отражается в расходах государственного сектора. По этой причине мы смоделировали правительство как субъект, объединяющий фискальные полномочия и государственные предприятия, расходы которого зависят от доходов от нефти.<sup>17</sup> Это приводит к сильной процикличности государственных расходов, которая может не отражаться в официальных данных, но лучше отражает динамику совокупного спроса.

## 8 Простые оптимальные правила политики

В этом разделе мы рассматриваем несколько широко распространённых правил макропрudenциальной политики и ищем комбинацию этих политик, которая максимизирует благосостояние. Мы рассматриваем правило Тейлора в форме «идти против ветра» (Lean-Against-The-Wind), норматив резервирования депозитов (коэффициент покрытия ликвидности), контрциклический буфер капитала и отношение кредита к обеспечению (LTV ratio).<sup>18</sup>

Правило «идти против ветра» (LAW) - это модифицированное правило Тейлора, представленное уравнением:

$$\frac{1 + i_t^b}{1 + i_{ss}^b} = \left( \frac{1 + i_{t-1}^b}{1 + i_{ss}^b} \right)^{\rho_i} \left( \frac{1 + \pi_t^{cpi}}{1 + \pi_{ss}^{cpi}} \right)^{1 + \rho_\pi} \left( \frac{GDP_t}{GDP_{ss}} \right)^{\rho_{gdp}} \left( \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} + \mu_{t+1}^{bank,s}}{\mu_{ss}^{bank,u} + \mu_{ss}^{bank,s}} \right)^\zeta \varepsilon_t^i. \quad (86)$$

В этом типе правила Тейлора процентная ставка зависит не только от ставки за предыдущий период, ИПЦ и ВВП, но также положительно реагирует на рост долга в экономике. В данном случае при поиске оптимального правила мы оптимизируем параметры:  $\rho_i$ ,  $\rho_\pi$ ,  $\rho_{gdp}$  и  $\zeta$ .

**Коэффициент покрытия ликвидности (LCR)** в нашей модели требует, чтобы все банки каждый период сохраняли в центральном банке долю  $res_t$  депозитов и получали ту же номинальную сумму в следующем периоде.<sup>19</sup> Динамика  $res_t$  представлена уравнением:

$$res_t = \left( \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} + \mu_{t+1}^{bank,s}}{\mu_{ss}^{bank,u} + \mu_{ss}^{bank,s}} \right)^\nu - 1. \quad (87)$$

В Базеле 3 коэффициент LCR рассматривается как инструмент регулирования ликвидности, однако он также влияет на внутреннюю и внешнюю доходность банковского фондирования. В Базеле 3 знаменателем LCR является отток денежных средств за 30 дней. Здесь мы в качестве оттока принимаем депозиты, так как они являются основным оттоком во второй период жизни банка. Оптимизируемым коэффициентом является  $\nu$ .

<sup>17</sup> Большая часть активов государственных предприятий будет представлена сырьевыми товарами.

<sup>18</sup> Мы определяем коэффициент покрытия ликвидности (LCR) в соответствии большинством существующих работ, например, [Christiano et al. \(2010\)](#) или [Carrera and Vega \(2012\)](#). Контрциклический буфер капитала (CCyB) является частью рекомендаций Базель 3. Обычно это небольшая, циклически изменяющаяся величина, которая является добавкой к постоянной части достаточности капитала. В модели за переменную CCyB мы обозначили полное значение достаточности капитала, поэтому, чтобы получить небольшую, циклически меняющуюся величину (как в статье [Onorante et al. \(2017\)](#); [Bennani et al. \(2017\)](#)), следует вычесть из переменной неменяющуюся часть. Отношение кредита к обеспечению (LTV) в экономических моделях часто приписывается домашним хозяйствам и реже владельцам производственного капитала, таким как предприниматели. Мы используем последний подход, как, например, в [Ferreira and Nakane \(2018\)](#) и [Zoch \(2019\)](#).

<sup>19</sup> Резервные требования существуют в России, и рассматриваемое нами правило можно рассматривать как контрциклическое резервное требование.

Макропруденциальная политика регулирования **контрциклического буфера капитала (CCyB)** заключается в установке требования к капиталу  $\bar{k}^{bank}$  в соответствии с уравнением:

$$\bar{k}_t^{bank} = \bar{k}_{ss}^{bank} \left( \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} + \mu_{t+1}^{bank,s}}{\mu_{ss}^{bank,u} + \mu_{ss}^{bank,s}} \right)^\eta. \quad (88)$$

Более высокий объём выданных кредитов приводит к более высокому требованию к капиталу. Это правило влияет на внутреннюю прибыльность кредитования за счет увеличения требований к пополнению собственного капитала и, в конечном итоге, влияет на предложение кредитов. Здесь оптимизируется параметр  $\eta$ .

Правило макропруденциальной политики регулирования **отношения кредита к обеспечению (LTV)** предполагает, что залог  $coll$  (уравнение 89) должен быть динамической переменной, а денежно-кредитный орган регулирует его в соответствии с законом:

$$coll_t = coll_{ss} \left( \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} + \mu_{t+1}^{bank,s}}{\mu_{ss}^{bank,u} + \mu_{ss}^{bank,s}} \right)^{-\chi}. \quad (89)$$

Когда совокупные кредиты превышают их долгосрочное значение, размер обеспечения уменьшается. В результате фирмы вынуждены финансировать большую часть своих затрат за счет собственного капитала вместо заёмных средств. Здесь оптимизируется параметр  $\chi$ .

Далее мы аппроксимировали функцию благосостояния домохозяйств (уравнение 3), используя разложение Тейлора до 2-го порядка, и численно нашли параметры, которые максимизируют теоретическое среднее значение безусловного благосостояния.<sup>20</sup> Мы искали оптимум в 7ми-мерном пространстве параметров, используя алгоритм имитации отжига. Устойчивость результатов была проверена посредством использования различных начальных значений, что в итоге дало близкие результаты. Используемые начальные значения приведены ниже вместе с результатами оптимизации. В таблице 5 приведены результаты для версий модели с эндогенными и экзогенными финансовыми трениями.

	Welfare	Paramaters						
		LAW				LCR	CCyB	LTV
		$\rho_i$	$\rho_\pi$	$\rho_{gdp}$	$\zeta$	$\nu$	$\eta$	$\chi$
Starting Values		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Endogenous Baseline	-67.440	0.433	3.018	0.116	0	0	0	0
Endogenous Optimal	-62.664	0.021	1.001	0.056	10.379	6.537	6.233	0.022
Exogenous Baseline	-38.224	0.386	2.948	0.167	0	0	0	0
Exogenous Optimal	-38.213	0.525	8.624	5.159	2.269	0.110	0.041	0.022

Таблица 5: Параметры оптимальных политик

Результаты в таблице 5 демонстрируют, что простое оптимальное правило в случае эндогенных финансовых трений имеет больший упор на макропруденциальную политику. Коэффициенты при отношении кредита к ВВП в правиле Тейлора, LCR и CCyB очень велики по сравнению со случаем экзогенных финансовых трений. Напротив, в экзогенном случае для ре-

<sup>20</sup>Мы следуем подходу, использованному в Lambertini et al. (2013), Quint and Rabanal (2014) и Schulze and Tsomocos (2019) помимо прочих.

гулятора оказывается гораздо важнее реагирование на движение инфляции и ВВП. Учитывая цикличность внутренних стоимостей ограничений от финансовых трений в эндогенном случае, эти результаты отражают зависимость инфляции и роста ВВП от условий кредитования. Регулирование условий кредитования, в свою очередь, может быть адресовано контрциклической макропруденциальной политике.<sup>21</sup> Оптимальным способом регулирования кредитования оказывается комбинация правил CCyB и LCR: первое заставляет увеличивать собственный капитал для расширения кредитования, в то время как последнее препятствует расширению баланса, требуя, чтобы ещё большая часть активов хранилась в качестве резервов в центральном банке.<sup>22</sup>

Наши результаты для случая эндогенных финансовых трений согласуются с большей частью литературы, указывающей на необходимость координации макропруденциальной и денежно-кредитной политик (например, [Angelini et al. \(2014\)](#), [Rubio and Carrasco-Gallego \(2014\)](#)), на важность политики "идти против ветра" (например, [Gourio et al. \(2018\)](#)), а также на важность формирования контрциклического буфера капитала и провизий ([Mendicino et al. \(2018\)](#), [Aguilar et al. \(2019\)](#), [Jiménez et al. \(2017\)](#)). Наш вклад состоит в оценке того, в какой степени контрциклическая политика зависит от включения в модель внутренних стоимостей ограничений, возникающих из-за финансового посредничества, в том же ключе, но в более богатой модельной структуре, чем рассматривалось в [Farhi and Werning \(2016\)](#).

## 9 Выводы

После Мирового экономического кризиса политики из стран с развивающейся экономикой сосредоточили своё внимание на новых макропруденциальных инструментах в целях поддержания как ценовой, так и финансовой стабильности. Эти инструменты смягчают внутренние последствия внешних шоков. Поскольку эффективность инструментов политики зависит от типа шока, определение того, какие шоки определяют динамику делового цикла, становится не менее важным, чем понимать, какие финансовые трения усиливают шоки. Рассмотрев новокейнсианскую модель малой открытой экономики через призму оценённых финансовых трений, мы показали, что вклад шоков сырьевых цен в колебания выпуска *зависит* качественно и количественно от включения финансовых трений в модельное описание процесса перераспределения кредитных средств. Когда трения на внутренних кредитных рынках включаются в эндогенную структуру модели, оценённый вклад шока цен на сырьевые товары увеличивается, а вклад шока инвестиций снижается. Это подтверждает предположение [Justiniano et al. \(2010\)](#) о том, что вклад шока инвестиций может быть показателем отсутствия финансовых трений в модели. Мы показали, что циклическая динамика внутренних стоимостей ограничений, возникающих из-за финансовых трений, позволяет нам с помощью модели лучше учитывать

<sup>21</sup> Модель в работе [Kozlovceva et al. \(2019\)](#), основанная на российских данных, расширяет модель [Kreptsev and Seleznev \(2017\)](#), и свидетельствует, что политика "идти против ветра" приводит к стабилизации выпуска.

<sup>22</sup> Политика регулирования отношения кредита к обеспечению оказывается не важной. Ближайшая причина заключается в том, регулирование параметров залога действует лишь на безрисковое кредитование, тогда как существует ещё рисковое кредитование, не регулируемое данным правилом. Поэтому в целях эффективности разработку правила следует нацеливать на регулирование рискованного кредитования в части вероятности дефолта.

свойства временных рядов финансовых переменных, что приводит к лучшему соответствию модели данным и лучшей идентификации шоков.

Наши результаты дополняют обширную литературу по шокам кредитного спреда по внешней задолженности, влияющего на внутренние процентные ставки. Мы показываем, что шок домашней процентной ставки может привести к таким же сбоям в работе внутренней банковской системы, как и шок иностранной процентной ставки. Для конкретного случая российской экономики, оценённого нами, шоки цен на сырьевые товары усиливаются финансовыми трениями. Было обнаружено, что правила макропруденциальной политики, в частности ССуВ и LCR, дополняют друг друга. В то же время включение кредитного цикла в правило Тейлора в качестве объекта таргетирования приводит к снижению реакции ставки на флуктуации инфляции и ВВП. Это отражает зависимость инфляции и реальной экономической деятельности от финансового посредничества и подчёркивает необходимость бороться с неэффективностью, возникающей в результате финансового посредничества.

## 10 References

- Adolfson, M., S. Laseen, L. Christiano, M. Trabandt and K. Walentin (2013), 'Ramses ii - model. description', *Occasional Paper Series, No. 12, Sveriges Riksbank* . 3.5.2, 4.3, 12
- Aguiar, M. and G. Gopinath (2007), 'Emerging market business cycles: The cycle is the trend', *Journal of Political Economy* **115**, 69–102. 1
- Aguilar, Pablo, Samuel Hurtado, Stephan Fahr and Eddie Gerba (2019), Quest for robust optimal macroprudential policy, Working Papers 1916, Banco de España; Working Papers Homepage. 8
- Aikman, David, Jonathan Bridges, Anil Kashyap and Caspar Siegert (2019), 'Would macroprudential regulation have prevented the last crisis?', *Journal of Economic Perspectives* **33**(1), 107–30. 2.3
- Angelini, Paolo, Stefano Neri and Fabio Panetta (2014), 'The interaction between capital requirements and monetary policy', *Journal of Money, Credit and Banking* **46**(6), 1073–1112. 8
- Bella, Gabriel Di, Oksana Dynnikova and Slavi Slavov (2019), 'The russian state's size and its footprint: Have they increased?'. 7.5
- Bennani, T., C. Couaillier, A. Devulder, S. Gabrieli, J. Idier, P. Lopez, T. Piquard and V. Scalone (2017), An analytical framework to calibrate macroprudential policy, Working papers 648, Banque de France. 18
- Bergholt, D., V. Larsen and M. Seneca (2017), 'Business cycles in an oil economy', *Journal of International Money and Finance* . 1
- Bernanke, Ben, Mark Gertler and Simon Gilchrist (1999), The financial accelerator in a quantitative business cycle framework, Handbook of Macroeconomics, Elsevier. 3.3.1, 9, 7.2
- Boissay, Frederic and Fabrice Collard (2016), Macroeconomics of bank capital and liquidity regulations, BIS Working Papers 596, Bank for International Settlements. 1
- Borio, Claudio and Haibin Zhu (2012), 'Capital regulation, risk-taking and monetary policy: A missing link in the transmission mechanism?', *Journal of Financial Stability* **8**(4), 236–251. 2
- Brzoza-Brzezina, Michal, Marcin Kolasa and Krzysztof Makarski (2013), 'The anatomy of standard dsge models with financial frictions', *Journal of Economic Dynamics and Control* **37**(1), 32–51. 3.5.2
- Caballero, Julián, Andrés Fernández and Jongho Park (2018), 'On corporate borrowing, credit spreads and economic activity in emerging economies: An empirical investigation', *Journal of International Economics* . 1
- Carrera, Cesar and Hugo Vega (2012), Interbank Market and Macroprudential Tools in a DSGE Model, Working Papers 2012-014, Banco Central de Reserva del Perú. 18

- Chang, Roberto and Andrés Fernández (2013), 'On the sources of aggregate fluctuations in emerging economies', *International Economic Review* **54**(4), 1265–1293. [1](#)
- Chang, Roberto, Andrés Fernández and Adam Gulan (2017), 'Bond finance, bank credit, and aggregate fluctuations in an open economy', *Journal of Monetary Economics* **85**, 90 – 109. Carnegie-Rochester-NYU Conference Series on Public Policy "Monetary Policy: Globalization in the Aftermath of the Crisis. [1](#)
- Chari, V. V., P. J. Kehoe and E. R. McGrattan (2007), 'Business cycle accounting', *Econometrica* **75**. [1](#), [3.7](#), [7.3](#)
- Chari, V. V., Patrick J. Kehoe and Ellen R. McGrattan (2009), 'New keynesian models: Not yet useful for policy analysis', *American Economic Journal: Macroeconomics* **1**(1), 242–266. [7.3](#)
- Christiano, Lawrence J., Martin S. Eichenbaum and Mathias Trabandt (2015), 'Understanding the great recession', *American Economic Journal: Macroeconomics* **7**(1), 110–67. [3.5.2](#)
- Christiano, Lawrence, Roberto Motto and Massimo Rostagno (2010), Financial factors in economic fluctuations, Working Paper Series 1192, European Central Bank. [18](#)
- Claessens, S., M. Kose and M. Terrones (2011), 'How do business and financial cycles interact?', *IMF Working Papers* **11**(88). [1](#)
- Cui, Wei and Leo Kaas (2020), 'Default cycles', *Journal of Monetary Economics* . [1](#), [3](#), [3.3.1](#)
- Cúrdia, Vasco and Michael Woodford (2016), 'Credit frictions and optimal monetary policy', *Journal of Monetary Economics* **84**, 30 – 65. [3.3.1](#), [9](#)
- de Moraes, Claudio Oliveira, Gabriel Caldas Montes and José Américo Pereira Antunes (2016), 'How does capital regulation react to monetary policy? New evidence on the risk-taking channel', *Economic Modelling* **56**, 177–186. [2](#)
- De Walque, Gregory, Olivier Pierrard and Abdelaziz Rouabah (2010), 'Financial (In)Stability, Supervision and Liquidity Injections: A Dynamic General Equilibrium Approach', *The Economic Journal* **120**(549), 1234–1261. [3](#), [3.4](#)
- Dmitriev, Mikhail and Jonathan Hoddenbagh (2017), 'The financial accelerator and the optimal state-dependent contract', *Review of Economic Dynamics* **24**, 43 – 65. [9](#)
- Drechsel, T. and S. Tenreyro (2018), 'Commodity booms and busts in emerging economies', *Journal of International Economics* **112**, 200–218. [1](#), [2.4](#)
- Drehmann, M., C. Borio and K. Tsatsaronis (2012), 'Characterising the financial cycle: don't lose sight of the medium term!', *BIS Working papers* **380**. [1](#)
- Dubey, P., J. D. Geanakoplos and M. Shubik (2005), 'Default and punishment in general equilibrium', *Econometrica* **73**. [3.3.1](#)

- Eichner, Matthew J., Donald L. Kohn and Michael Palumbo (2013), “*Financial Statistics for the United States and the Crisis: What Did They Get Right, What Did They Miss, and How Could They Change?*” in *Measuring Wealth and Financial Intermediation and Their Links to the Real Economy*, University of Chicago Press. 2.3
- Farhi, Emmanuel and Iván Werning (2016), ‘A theory of macroprudential policies in the presence of nominal rigidities’, *Econometrica* **84**(5), 1645–1704. 8
- Fernández, A., S. Schmitt-Grohé and M. Uribe (2017), ‘World shocks, world prices, and business cycles: An empirical investigation’, *Journal of International Economics* **108**(S1), 2–114. 1
- Fernández, Andrés and Adam Gulan (2015), ‘Interest rates, leverage, and business cycles in emerging economies: The role of financial frictions’, *American Economic Journal: Macroeconomics* **7**(3), 153–88. 1
- Fernández, Andrés, Andrés González and Diego Rodríguez (2018), ‘Sharing a ride on the commodities roller coaster: Common factors in business cycles of emerging economies’, *Journal of International Economics* **111**, 99 – 121. 1
- Ferreira, Leonardo Nogueira and Marcio Issao Nakane (2018), ‘Macroprudential policy in a DSGE model: anchoring the countercyclical capital buffer’, *Economics Bulletin* **38**(4), 2345–2352. 18
- Gale, Douglas (2010), ‘Capital regulation and risk sharing’, *International Journal of Central Banking* **6**(4), 187–204. 2
- Galí, Jordi and Tommaso Monacelli (2005), ‘Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy’, *The Review of Economic Studies* **72**(3), 707–734. 3
- Gambacorta, Leonardo and Hyun Song Shin (2016), ‘Why bank capital matters for monetary policy’, *Journal of Financial Intermediation* . 2
- García-Cicco, J., R. Pancrazi and M. Uribe (2010), ‘Real business cycles in emerging countries?’, *American Economic Review* **10**, 2510–2531. 1
- Gavalas, Dimitris (2015), ‘How do banks perform under Basel III? Tracing lending rates and loan quantity’, *Journal of Economics and Business* **81**, 21–37. 2
- Gertler, M., Gilchrist S. and Natalucci F. M. (2007), ‘External constraints on monetary policy and the financial accelerator’, *Journal of Money, Credit and Banking* **39**(2□3), 295–330. 3
- Ghosh, Saibal (2008), ‘Capital Requirements, Bank Behavior and Monetary Policy-A Theoretical Analysis with an Empirical Application to India’, *Indian Economic Review* pp. 205–227. 2
- Gilchrist, Simon and Egon Zakrajšek (2012), ‘Credit spreads and business cycle fluctuations’, *American Economic Review* **102**(4), 1692–1720. 1
- Goodhart, C. A. E., P. Sunirand and D. P. Tsomocos (2005), ‘A risk assessment model for banks’, *Annals of Finance* **1**, 197–224. 3.3.1, 3.4

- Goodhart, C.A.E., M.U. Peiris and D.P. Tsomocos (2018), 'Debt, recovery rates and the greek dilemma', *Journal of Financial Stability* **36**, 265 – 278. [3](#), [3.3.1](#), [3.3.1](#)
- Goodhart, Charles A. E., Anil K Kashyap, Dimitrios P. Tsomocos and Alexandros P. Vardoulakis (2013), 'An Integrated Framework for Analyzing Multiple Financial Regulations', *International Journal of Central Banking* **9**(1), 109–144. [1](#)
- Goodhart, Charles A. E., Pojanart Sunirand and Dimitrios P. Tsomocos (2006), 'A model to analyse financial fragility', *Economic Theory* **27**(1), 107–142. [3.3.1](#)
- Goodhart, Charles A.E., Anil K Kashyap, Dimitrios P Tsomocos and Alexandros P Vardoulakis (2012), Financial regulation in general equilibrium, Working Paper 17909, National Bureau of Economic Research. [1](#)
- Gourio, François, Anil K. Kashyap and Jae W. Sim (2018), 'The trade offs in leaning against the wind', *IMF Economic Review* **66**(1), 70–115. [8](#)
- Jiménez, Gabriel, Steven Ongena, José-Luis Peydró and Jesús Saurina (2017), 'Macroprudential policy, countercyclical bank capital buffers, and credit supply: Evidence from the spanish dynamic provisioning experiments', *Journal of Political Economy* **125**(6), 2126–2177. [8](#)
- Justiniano, Alejandro, Giorgio E. Primiceri and Andrea Tambalotti (2010), 'Investment shocks and business cycles', *Journal of Monetary Economics* **57**(2), 132 – 145. [1](#), [7.3](#), [9](#)
- Justiniano, Alejandro, Giorgio E. Primiceri and Andrea Tambalotti (2011), 'Investment shocks and the relative price of investment', *Review of Economic Dynamics* **14**(1), 102 – 121. Special issue: Sources of Business Cycles. [1](#), [7.3](#)
- Kaas, Leo, Jan Mellert and Almuth Scholl (2020), 'Sovereign and private default risks over the business cycle', *Journal of International Economics* **123**, 103293. [1](#)
- Kara, Gazi I and S Mehmet Ozsoy (2019), 'Bank Regulation under Fire Sale Externalities', *The Review of Financial Studies* . hhz117. [1](#)
- Kashyap, Anil K., Dimitrios P. Tsomocos and Alexandros Vardoulakis (2017), Optimal Bank Regulation in the Presence of Credit and Run Risk, Finance and Economics Discussion Series 2017-097, Board of Governors of the Federal Reserve System (US). [1](#)
- Kose, Ayhan (2002), 'Explaining business cycles in small open economies: 'how much do world prices matter?', *Journal of International Economics* **56**(2), 299–327. [1](#)
- Kozlovtceva, Irina, Alexey Ponomarenko, Andrey Sinyakov and Stas Tatarintsev (2019), 'Financial stability implications of policy mix in a small open commodity-exporting economy', *Bank of Russia Working Paper Series* (42). [7.4](#), [21](#)
- Kreptsev, D. and S Seleznev (2017), 'Dsge model of the russian economy with the banking sector', *CBR Working Paper Series* (27). [7.2](#), [7.4](#), [21](#)

- Lambertini, Luisa, Caterina Mendicino and Maria Teresa Punzi (2013), 'Leaning against boom–bust cycles in credit and housing prices', *Journal of Economic Dynamics and Control* **37**(8), 1500 – 1522. **20**
- Malakhovskaya, O. and A. Minabutdinov (2014), 'Are commodity price shocks important? a bayesian estimation of a dsge model for russia', *Int. J. Computational Economics and Econometrics* **4**, Nos. **1/2**, 148–180. **5, 7.4**
- Martinez, JF. and D. P. Tsomocos (2018), 'Liquidity and default in an exchange economy', *Journal of Financial Stability* **35**, 192 – 214. Network models, stress testing and other tools for financial stability monitoring and macroprudential policy design and implementation. **3**
- Mendicino, Caterina, Kalin Nikolov, Javier Suarez and Dominik Supera (2018), 'Optimal dynamic capital requirements', *Journal of Money, Credit and Banking* **50**(6), 1271–1297. **8**
- Mendoza, Enrique (1995), 'The terms of trade, the real exchange rate, and economic fluctuations', *International Economic Review* **36**(1), 101–37. **1**
- Nachane, DM, Saibal Ghosh and Partha Ray (2006), 'Basel II and bank lending behaviour: Some likely implications for monetary policy', *Economic and Political Weekly* pp. 1053–1058. **2**
- Neumeyer, Pablo A. and Fabrizio Perri (2005), 'Business cycles in emerging economies: the role of interest rates', *Journal of Monetary Economics* **52**(2), 345 – 380. **1**
- Onorante, Luca, Matija Lozej and Ansgar Rannenberg (2017), Countercyclical capital regulation in a small open economy DSGE model, in B.for International Settlements, ed., 'Data needs and Statistics compilation for macroprudential analysis', Vol. 46 of *IFC Bulletins chapters*, Bank for International Settlements. **18**
- Pancrazi, Roberto, Hernán D. Seoane and Marija Vukotic (2016), 'The price of capital and the financial accelerator', *Economics Letters* **149**, 86 – 89. **3.3.4**
- Peiris, M. Udara and Dimitrios P. Tsomocos (2015), 'International monetary equilibrium with default', *Journal of Mathematical Economics* **56**, 47 – 57. **3**
- Polbin, A. (2014), 'Econometric estimation of the structural macro model of russian economy (in russian)', *Applied Econometrics (translated from Russian)* **33** (1), 3–29. **5, 7.2**
- Quint, Dominic and Pau Rabanal (2014), 'Monetary and Macroprudential Policy in an Estimated DSGE Model of the Euro Area', *International Journal of Central Banking* **10**(2), 169–236. **20**
- Roch, Francisco, FRoch@imf.org, Harald Uhlig and HUhlig@imf.org (2016), 'The Dynamics of Sovereign Debt Crises and Bailouts', *IMF Working Papers* **16**(136), 1. **3, 3.3.1**
- Rubio, Margarita and José A. Carrasco-Gallego (2014), 'Macroprudential and monetary policies: Implications for financial stability and welfare', *Journal of Banking and Finance* **49**, 326 – 336. **8**

- Schmitt-Grohe, S., and M. Uribe (2003), 'Closing small open economy models', *Journal of International Economics* **61** (1), 163–185. **1**
- Schulze, Tatjana and Dimitrios P. Tsomocos (2019), 'The zero lower bound and financial stability: A role for central banks', *mimeo* . **20**
- Shubik, M. and C. Wilson (1977), 'The optimal bankruptcy rule in a trading economy using fiat money', *Journal of Economics* **37**, 337–354. **3.3.1**
- Taylor, John B. (1993), 'Discretion versus policy rules in practice', *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* **39**(1), 195–214. **3.5.2**
- Tsomocos, Dimitrios (2003), 'Equilibrium analysis, banking and financial instability', *Journal of Mathematical Economics* **39**(5-6), 619–655. **3, 3.3.1**
- Uribe, Martín and Vivian Z. Yue (2006), 'Country spreads and emerging countries: Who drives whom?', *Journal of International Economics* **69**(1), 6 – 36. Emerging Markets. **1**
- Walther, Ansgar (2016), 'Jointly optimal regulation of bank capital and liquidity', *Journal of Money, Credit and Banking* **48**(2-3), 415–448. **1**
- Zoch, Piotr (2019), Macroprudential and monetary policy rules in a model with collateral constraints, GRAPE Working Papers 37, GRAPE Group for Research in Applied Economics. **18**

## Дополнение

### А.1 Корпоративное кредитование в России

Type of Loan	Raiffeisen (2017)	Moscow Credit Bank (2016)
Unsecured loans	50.3 %	-
Guarantees	24.5%	-
<b>Total uncollaterized</b>	<b>74.8 %</b>	<b>56.2%</b>
Real estate	18.1%	16.9%
Other	7.1%	26.9%
<b>Total collaterized</b>	<b>25.2 %</b>	<b>43.8 %</b>

Таблица 6: Корпоративное кредитование в России: залоговые и беззалоговые кредиты

### А.2 Условия оптимальности

#### Условия оптимальности для задачи домохозяйств

F.O.C. for consumption of domestic goods  $c_{N,t}$ :

$$c_{N,t} = \phi^h (\lambda_t^h)^{-\nu_c} c_t^{1-\nu_c \sigma} (A^c)^{\nu_c - 1} \quad (90)$$

F.O.C. for consumption of imported goods  $c_{T,t}$ :

$$c_{T,t} = (1 - \phi^h) (p_t^{imp} \lambda_t^h)^{-\nu_c} c_t^{1-\nu_c \sigma} (A^c)^{\nu_c - 1} \quad (91)$$

F.O.C. for deposits  $d_{t+1}^h$ :

$$\lambda_t^h (1 + a^{h,d} (d_{t+1}^h - d_{ss}^h)) = \beta_t^h (1 + r_{t+1}^d) \lambda_{t+1}^h \quad (92)$$

F.O.C. for equity of a bank  $e_t^{bank}$ :

$$e_t^{bank} (1 + a^{h,b,e} (e_t^{bank} - e_{ss}^{bank})) = \frac{\lambda_{t+1}^h \beta_t^h}{\lambda_t^h} (\Pi_{t+1}^{bank}) \quad (93)$$

F.O.C. for holding of domestic bonds  $B_{t+1}^{g,h}$ :

$$\lambda_t^h (1 - a^{h,b,g} (B_{t+1}^{g,h} - B_{ss}^{g,h})) = \beta_t^h \lambda_{t+1}^h (1 + r_{t+1}^b) \quad (94)$$

F.O.C. for holding of foreign bonds  $B_{t+1}^f$ :

$$\lambda_t^h (1 - a^{h,b,f} (B_{t+1}^f - B_{ss}^f)) = \beta_t^h \lambda_{t+1}^h (1 + r_{t+1}^f) \quad (95)$$

F.O.C. for firm equity  $e_t^{w,total}$ :

$$\lambda_t^h (1 + a^{h,w,e} (e_t^{w,total} - e_{ss}^{w,total})) = \lambda_{t+1}^h \beta_t^h \frac{\Pi_{t+1}^w \theta^w + \bar{\Pi}_{t+1}^w (1 - \theta^w)}{e_t^{w,total}} \quad (96)$$

### Задача определения заработных плат

In the wage rigidity set up demand for individual labor takes the form similar to the demand for individual firm output in the case of price stickiness. And so, demand for individual labor becomes a function of total labor demand, aggregate wage and individual wage. In particular, it takes the form:

$$l_t^h(j) = \left(\frac{W_t(j)}{W_t}\right)^{-\epsilon_w} l_t^h \quad (97)$$

Then the part of the household's Lagrangian that is associated with the choice of labor can be represented as (note that for the time being nominal BC is used):

$$\tilde{L} = -\theta^h \frac{(l_0^h(j))^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_0^h(W_0(j)l_0^h(j)) + E_0 \sum_{t=1}^{\infty} (\beta_{t-1}^h)^t \left( -\theta^h \frac{(l_t^h(j))^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_t^h(W_t(j)l_t^h(j)) \right) \quad (98)$$

Given the demand for individual labor the previous expression can be written as:

$$\begin{aligned} \tilde{L} = & -\theta^h \frac{\left(\left(\frac{W_0(j)}{W_0}\right)^{-\epsilon_w} l_0^h\right)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_0^h(W_0(j)\left(\frac{W_0(j)}{W_0}\right)^{-\epsilon_w} l_0^h) + \\ & + E_0 \sum_{t=1}^{\infty} (\beta_{t-1}^h)^t \left( -\theta^h \frac{\left(\left(\frac{W_t(j)}{W_t}\right)^{-\epsilon_w} l_t^h\right)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_t^h(W_t(j)\left(\frac{W_t(j)}{W_t}\right)^{-\epsilon_w} l_t^h) \right) \quad (99) \end{aligned}$$

Individual real wage can be expressed as:

$$w_t(j) = \frac{W_t(j)}{P_t} \quad (100)$$

Aggregate real wage can be expressed as:

$$w_t = \frac{W_t}{P_t} \quad (101)$$

Given that an individual can reset their nominal wage next period with probability  $1 - \theta^{pw}$ , real wage that individual gets at period  $t + s$  if they are stuck with the wage they chose at time  $t$  can be represented as:

$$w_{t+s}(j) = \frac{W_t(j)}{P_{t+s}} = \frac{W_t(j)}{P_t} \frac{P_t}{P_{t+s}} = w_t(j) \Pi_{t,t+s}^{-1}, \quad (102)$$

where  $\Pi_{t,t+s} = \prod_{m=1}^s \Pi_{t+m} = \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{t+2}}{P_{t+1}} \dots = \frac{P_{t+s}}{P_t}$

Then, for the choice of real wage rate at time  $t$  corresponding part of the Lagrangian will be:

$$\begin{aligned} \tilde{L}_t = & -\theta^h \frac{\left(\left(\frac{w_t(j)\Pi_{t,t}^{-1}}{w_t}\right)^{-\epsilon_w} l_t^h\right)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_t^h (w_t(j)\Pi_{t,t}^{-1})^{-\epsilon_w} l_t^h + \\ & + E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \left(-\theta^h \frac{\left(\left(\frac{w_t(j)\Pi_{t,t+s}^{-1}}{w_{t+s}}\right)^{-\epsilon_w} l_{t+s}^h\right)^{1+\gamma^h}}{1+\gamma^h} + \lambda_{t+s}^h (w_t(j)\Pi_{t,t+s}^{-1})^{-\epsilon_w} l_{t+s}^h\right) \end{aligned} \quad (103)$$

The FOC for  $w_t(j)$  becomes:

$$\begin{aligned} & \epsilon_w w_t(j)^{-\epsilon_w(1+\gamma^h)-1} (\theta^h (w_t^{ed})^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} \Pi_{t,t}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} (L_t^h)^{(1+\gamma^h)} + \\ & + E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \theta^h (w_{t+s}^{ed})^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} \Pi_{t,t+s}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} (L_{t+s}^h)^{(1+\gamma^h)}) = \\ & (\epsilon_w - 1) w_t(j)^{-\epsilon_w} (\lambda_t (w_t^{ed})^{\epsilon_w} \Pi_{t,t}^{\epsilon_w-1} (L_t^h) + E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \lambda_{t+s}^h (w_{t+s})^{\epsilon_w} \Pi_{t,t+s}^{\epsilon_w-1} (L_{t+s}^h)) \end{aligned} \quad (104)$$

By denoting the optimal choice of  $w_t(j)$  at time  $t$  by  $w_t^\#$  we get the following expression:

$$\begin{aligned} w_t^{\#,1+\epsilon_w\gamma^h} = & \frac{\epsilon_w}{\epsilon_w - 1} \frac{\theta^h (w_t)^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} \Pi_{t,t}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} (l_t^h)^{(1+\gamma^h)}}{\lambda_t^h (w_t)^{\epsilon_w} \Pi_{t,t}^{\epsilon_w-1} (l_t^h) + E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \lambda_{t+s}^h (w_{t+s})^{\epsilon_w} \Pi_{t,t+s}^{\epsilon_w-1} (l_{t+s}^h)} + \\ & + \frac{\epsilon_w}{\epsilon_w - 1} \frac{E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \theta^h (w_{t+s})^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} \Pi_{t,t+s}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} (l_{t+s}^h)^{(1+\gamma^h)}}{\lambda_t^h (w_t)^{\epsilon_w} \Pi_{t,t}^{\epsilon_w-1} (l_t^h) + E_t \sum_{s=1}^{\infty} (\beta_{t+s-1}^h \theta^{pw})^s \lambda_{t+s}^h (w_{t+s})^{\epsilon_w} \Pi_{t,t+s}^{\epsilon_w-1} (l_{t+s}^h)} \end{aligned} \quad (105)$$

Then expression for  $w_t^\#$  can be represented as:

$$w_t^{\#,1+\epsilon_w\gamma^h} = \frac{\epsilon_w}{\epsilon_w - 1} \frac{H_1}{H_2}, \quad (106)$$

where  $\epsilon_w$  - elasticity of labor substitution.

$$H_{1,t} = \theta^h w_t^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} l_t^{h,1+\gamma^h} + \beta_t^h \theta^{pw} \Pi_{t+1}^{\epsilon_w(1+\gamma^h)} H_{1,t+1}, \quad (107)$$

where  $\theta^{pw}$  – probability of saver household not to be able to adjust their wage rate next period.

$$H_{2,t} = \lambda_t^h w_t^{\epsilon_w} l_t^h + \beta_t^h \theta^{pw} \Pi_{t+1}^{\epsilon_w-1} H_{2,t+1} \quad (108)$$

And labor wage rate dynamics follows (similar to the dynamics of inflation in case of price stickiness):

$$w_t^{1-\epsilon_w} = (1 - \theta^{pw}) w_t^{\#,1-\epsilon_w} + \theta^{pw} \Pi_t^{\epsilon_w-1} w_{t-1}^{1-\epsilon_w} \quad (109)$$

**Условия оптимальности задачи производителя оптового товара**

F.O.C. for labour in high state

$$w_t = \frac{(1 - \alpha)p_t^w y_t^{w,high}}{l_t^{w,high}} \quad (110)$$

F.O.C. for labor in low state

$$w_t = \frac{(1 - \alpha)p_t^w y_t^{w,low}}{l_t^{w,low}} \quad (111)$$

F.O.C. for secured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,s}(\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_t^w (1 + r_{t+1}^{w,s}) \quad (112)$$

F.O.C. for secured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,s}(\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_{ss}^w (1 + r_{ss}^{w,s}) \quad (113)$$

F.O.C. for unsecured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,u}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})) \quad (114)$$

F.O.C. for unsecured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h ((1 + r_{t+1}^{w,u})(1 - \delta_{ss}^w) + \delta_{ss}^w (1 + r_{ss}^{w,u})) = \lambda_t^w (1 - a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})) \quad (115)$$

F.O.C. for capital in endogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (\alpha p_{t+1}^w A_{t+1}^w (k_{t+1}^w)^{\alpha-1} (l_{t+1}^w)^{1-\alpha} + (1 - \tau)p_{t+1}^K) = \lambda_t^w p_t^K (1 + a^{w,k}(k_{t+1}^w - k_{ss}^w)) - \psi_t^w coll(1 - \tau)p_{t+1}^K, \quad (116)$$

F.O.C. for capital in exogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (\alpha p_{t+1}^w A_{t+1}^w (k_{t+1}^w)^{\alpha-1} (l_{t+1}^w)^{1-\alpha} + (1 - \tau)p_{t+1}^K) = \lambda_t^w p_t^K (1 + a^{w,k}(k_{t+1}^w - k_{ss}^w)) - \psi_{ss}^w coll(1 - \tau)p_{ss}^K, \quad (117)$$

F.O.C. for default rate:

$$\Omega_t \frac{cost_t^{def}}{\delta_t^w} = \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u}), \quad (118)$$

where  $cost_t^{def} = \left( \delta_t^w \mu_t^{w,u} (1 + r_t^{w,u}) \right)^{1+\psi}$ **Условия оптимальности задачи производителя капитала**

With respect to domestic investment component:

$$1 = p_t^K \left(1 - \frac{\varkappa}{2} \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} - 1\right)^2 - \varkappa \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} - 1\right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right)\right) (A^i)^{1-\frac{1}{\nu_i}} (\phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{N,t+1}^{\frac{-1}{\nu_i}} i_{t+1}^{\frac{1}{\nu_i}} +$$

$$+ \beta_t^h \left(\frac{\lambda_{t+1}^h}{\lambda_t^h}\right) (p_{t+1}^K \varkappa \left(\frac{i_{t+2}}{i_{t+1}} - 1\right) \left(\frac{i_{t+2}}{i_{t+1}}\right)^2) (A^i)^{1-\frac{1}{\nu_i}} (\phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{N,t+1}^{\frac{-1}{\nu_i}} i_{t+1}^{\frac{1}{\nu_i}} \quad (119)$$

with respect to imported investment component:

$$p_t^{imp} = p_t^K \left(1 - \frac{\varkappa}{2} \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} - 1\right)^2 - \varkappa \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} - 1\right) \left(\frac{i_{t+1}}{i_t}\right)\right) (A^i)^{1-\frac{1}{\nu_i}} (1 - \phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{T,t+1}^{\frac{-1}{\nu_i}} i_{t+1}^{\frac{1}{\nu_i}} +$$

$$+ \beta_t^h \left(\frac{\lambda_{t+1}^h}{\lambda_t^h}\right) (p_{t+1}^K \varkappa \left(\frac{i_{t+2}}{i_{t+1}} - 1\right) \left(\frac{i_{t+2}}{i_{t+1}}\right)^2) (A^i)^{1-\frac{1}{\nu_i}} (1 - \phi^i)^{\frac{1}{\nu_i}} i_{T,t}^{\frac{-1}{\nu_i}} i_{t+1}^{\frac{1}{\nu_i}} \quad (120)$$

### Условия оптимальности задачи банка

With respect to deposits:

$$\mathbb{E} \frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{s_{bank}}} \left( (1 + r_{t+1}^d) \right) = \lambda_t^{bank} (1 - a^{b,d} (d_{t+1}^{bank} - d_{ss}^{bank})) \quad (121)$$

with respect to secured loans to firms:

$$\mathbb{E} \frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{s_{bank}}} (1 + r_{t+1}^{w,s}) + (k_t^{bank} - k_t^{bank}) r \bar{w} \frac{e_t^{bank}}{r w a_t^{bank}} = \lambda_t^{bank} (1 + a^{b,s} (\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s})) \quad (122)$$

with respect to unsecured loans to firms:

$$\mathbb{E} \frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{s_{bank}}} [(1 + r_{t+1}^{w,u}) (1 - \theta^w \delta_{t+1}^w)] + (k_t^{bank} - k_t^{bank}) r \bar{w} \frac{e_t^{bank}}{r w a_t^{bank}} = \lambda_t^{bank} (1 + a^{b,u} (\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u})) \quad (123)$$

### Лог-линеаризованные уравнения

F.O.C. for secured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_t^w (1 + r_{t+1}^{w,s}) \quad (124)$$

$$\Rightarrow \log(\lambda_{t+1}^h) + \log(\beta_t^h) + \log((1 + r_{t+1}^{w,s})) = \log(\lambda_t^w (1 - a(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_t^w (1 + r_{t+1}^{w,s})) \quad (125)$$

$$\begin{aligned}
&\Rightarrow \log(\lambda^{h,ss}) + \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \log((1 + r^{w,s,ss})) + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} = \\
&= \log(\lambda^{w,ss}(1 - a(\mu_{ss}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})) + \frac{1}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss}) - \\
&\quad - \frac{a\lambda^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) - \frac{1 + r^{w,s,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\psi_t^w - \psi^{w,ss}) - \\
&\quad - \frac{\psi^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}) \quad (126)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} = \frac{1}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss}) - \\
&\quad - \frac{a\lambda^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) - \frac{1 + r^{w,s,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\psi_t^w - \psi^{w,ss}) - \\
&\quad - \frac{\psi^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}) \quad (127)
\end{aligned}$$

F.O.C. for secured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,s}) = \lambda_t^w (1 - a^{w,s}(\mu_{t+1}^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s})) - \psi_{ss}^w (1 + r_{ss}^{w,s}) \quad (128)$$

$$\begin{aligned}
&\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} = \frac{1}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss}) - \\
&\quad - \frac{a\lambda^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})}(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) \quad (129)
\end{aligned}$$

F.O.C. for unsecured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h (1 + r_{t+1}^{w,u}) = \lambda_t^w (1 - a(\mu_t^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})) \quad (130)$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss}}{1 + r^{w,u,ss}} = \frac{(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss})}{\lambda^{w,ss}} - a(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) \quad (131)$$

F.O.C. for unsecured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\lambda_{t+1}^h \beta_t^h ((1 + r_{t+1}^{w,u})(1 - \delta_{ss}^w) + \delta_{ss}^w (1 + r_{ss}^{w,u})) = \lambda_t^w (1 - a^{w,u}(\mu_{t+1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u})) \quad (132)$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{(1 - \delta_{ss}^w)(r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss})}{1 + r^{w,u,ss}} = \frac{(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss})}{\lambda^{w,ss}} - a(\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) \quad (133)$$

Collateral constraint of a firm in endogenous financial frictions case::

$$\mathbb{E}(1 + r_{t+1}^{w,s})\mu_{t+1}^{w,s} \leq coll(1 - \tau)k_{t+1}^w \mathbb{E}p_{t+1}^K \quad (134)$$

$$\Rightarrow \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} + \frac{\mu_{t+1}^{w,s} - \mu^{w,s,ss}}{\mu^{w,s,ss}} = \frac{k_{t+1}^w - k^{w,ss}}{k^{w,ss}} + \frac{p_{t+1}^K - p^{K,ss}}{p^{K,ss}} \quad (135)$$

F.O.C. for  $\delta_t^w$ :

$$\Omega_t \frac{cost_t^{def}}{\delta_t^w} = \mu_{t-1}^{w,u} (1 + r_t^{w,u}) \quad (136)$$

$$\Rightarrow \log(\Omega_t) + \log(cost_t^{def}) - \log(\delta_t^w) = \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u}) \quad (137)$$

$$\Rightarrow \log(\Omega_t) + \log((\delta_t^w \mu_{t-1}^{w,u} (1 + r_t^{w,u}))^{1+\psi}) - \log(\delta_t^w) = \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u}) \quad (138)$$

$$\Rightarrow \log(\Omega_t) + (1 + \psi)(\log(\delta_t^w) + \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u})) - \log(\delta_t^w) = \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u}) \quad (139)$$

$$\Rightarrow \log(\Omega_t) + (1 + \psi)(\log(\delta_t^w) + \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u})) - \log(\delta_t^w) = \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u}) \quad (140)$$

$$\Rightarrow \log(\Omega_t) + \psi(\log(\delta_t^w) + \log(\mu_{t-1}^{w,u}) + \log(1 + r_t^{w,u})) = 0 \quad (141)$$

$$\Rightarrow \frac{\Omega_t - \Omega_{ss}}{\Omega_{ss}} + \psi \frac{\delta_t^w - \delta_{ss}^w}{\delta_{ss}^w} + \psi \frac{\mu_{t-1}^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u}}{\mu_{ss}^{w,u}} + \psi \frac{r_t^{w,u} - r_{ss}^{w,u}}{1 + r_{ss}^{w,u}} = 0 \quad (142)$$

F.O.C. for secured loans:

$$\frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{S_{bank}}} (1 + r_{t+1}^{w,s}) + (k_t^{bank} - k^{\bar{bank}}) r \bar{w} \frac{e_t^{bank}}{RWA_t^{bank}} = \lambda_t^{bank} (1 + a^{b,s} (\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s})) \quad (143)$$

$$\Rightarrow \frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{S_{bank}}} (1 + r_{t+1}^{w,s}) + \left( \frac{e_t^{bank}}{RWA_t^{bank}} - k^{\bar{bank}} \right) r \bar{w} \frac{e_t^{bank}}{r \bar{w} (\mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u})} = \lambda_t^{bank} (1 + a^{b,s} (\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s})) \quad (144)$$

$$\Rightarrow \frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})_{S_{bank}}} (1 + r_{t+1}^{w,s}) + \left( \frac{e_t^{bank}}{r \bar{w} (\mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u})} - k^{\bar{bank}} \right) \frac{e_t^{bank}}{(\mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u})} = \lambda_t^{bank} (1 + a^{b,s} (\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s})) \quad (145)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \log\left(\frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})^{s_{bank}}}(1+r_{t+1}^{w,s}) + \left(\frac{(e_t^{bank})^2}{r\bar{w}(\mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u})^2} - \frac{k_t^{bank} e_t^{bank}}{(\mu_{t+1}^{bank,s} + \mu_{t+1}^{bank,u})}\right)\right) = \\ = \log(\lambda_t^{bank}(1+a^{b,s}(\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}))) \quad (146) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow -\frac{\beta^h(1+r_{ss}^{w,s})}{((\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}})^2} \frac{(\Pi_{t+1}^{bank})^{s_{bank}} - (\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} + \frac{\beta^h}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}} \frac{r_{t+1}^{w,s} - r_{ss}^{w,s}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} + \\ + \left(2\frac{(e_{ss}^{bank})}{r\bar{w}(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})^2} - \frac{k_{ss}^{bank}}{(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})}\right) \frac{e_t^{bank} - e_{ss}^{bank}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} \\ + \left(-2\frac{(e_{ss}^{bank})^2}{r\bar{w}(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})^3} + \frac{k_{ss}^{bank} e_{ss}^{bank}}{(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})^2}\right) \frac{\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} \\ + \left(-2\frac{(e_{ss}^{bank})^2}{r\bar{w}(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})^3} + \frac{k_{ss}^{bank} e_{ss}^{bank}}{(\mu_{ss}^{bank,s} + \mu_{ss}^{bank,u})^2}\right) \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} = \\ = \frac{\lambda_t^{bank} - \lambda_{ss}^{bank}}{\lambda_{ss}^{bank}} + a^{b,s}(\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}) \quad (147) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow -\frac{\beta^h(1+r_{ss}^{w,s})}{((\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}})^2} \frac{(\Pi_{t+1}^{bank})^{s_{bank}} - (\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} + \frac{\beta^h}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}} \frac{r_{t+1}^{w,s} - r_{ss}^{w,s}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} + \\ + \frac{e_t^{bank} - e_{ss}^{bank}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} - \frac{\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} - \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} = \\ = \frac{\lambda_t^{bank} - \lambda_{ss}^{bank}}{\lambda_{ss}^{bank}} + a^{b,s}(\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}) \quad (148) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow -\frac{(\Pi_{t+1}^{bank})^{s_{bank}} - (\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}} + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r_{ss}^{w,s}}{(1+r_{ss}^{w,s})} + \\ + \frac{e_t^{bank} - e_{ss}^{bank}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} - \frac{\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} - \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{s_{bank}}(1+r_{ss}^{w,s})} = \\ = \frac{\lambda_t^{bank} - \lambda_{ss}^{bank}}{\lambda_{ss}^{bank}} + a^{b,s}(\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}) \quad (149) \end{aligned}$$

F.O.C. for unsecured loans:

$$\frac{\beta^h}{(\Pi_{t+1}^{bank})^{s_{bank}}} [(1+r_{t+1}^{w,u})(1-\theta^w \delta_{t+1}^w)] + (k_t^{bank} - k_t^{bank}) r\bar{w} \frac{e_t^{bank}}{RWA_t^{bank}} = \lambda_t^{bank}(1+a^{b,u}(\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u})) \quad (150)$$

$$\begin{aligned}
\Rightarrow & -\frac{(\Pi_{t+1}^{bank})^{\varsigma_{bank}} - (\Pi_{ss}^{bank})^{\varsigma_{bank}}}{(\Pi_{ss}^{bank})^{\varsigma_{bank}}} + \frac{r_{t+1}^{w,u} - r_{ss}^{w,u}}{(1+r_{ss}^{w,u})} - \theta^w \frac{\delta_{t+1}^w - \delta_{ss}^w}{(1-\theta^w \delta_{ss}^w)} + \frac{e_t^{bank} - e_{ss}^{bank}}{\frac{\beta^h}{(\Pi_{ss}^{bank})^{\varsigma_{bank}}} (1+r_{ss}^{w,s})(1-\theta^w \delta_{ss}^w)} - \\
& - \frac{\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}}{\frac{\beta^h}{(\Pi_{ss}^{bank})^{\varsigma_{bank}}} (1+r_{ss}^{w,s})(1-\theta^w \delta_{ss}^w)} - \frac{\mu_{t+1}^{bank,u} - \mu_{ss}^{bank,u}}{\frac{\beta^h}{(\Pi_{ss}^{bank})^{\varsigma_{bank}}} (1+r_{ss}^{w,s})(1-\theta^w \delta_{ss}^w)} = \\
& = \frac{\lambda_t^{bank} - \lambda_{ss}^{bank}}{\lambda_{ss}^{bank}} + a^{b,s} (\mu_{t+1}^{bank,s} - \mu_{ss}^{bank,s}) \quad (151)
\end{aligned}$$

Taylor rule:

$$\frac{1+i_t^b}{1+i_{ss}^b} = \left( \frac{1+i_{t-1}^b}{1+i_{ss}^b} \right)^{\rho_i} \left( \frac{1+\pi_t^{cpi}}{1+\pi_{ss}^{cpi}} \right)^{1+\rho_\pi} \left( \frac{GDP_t}{GDP_{ss}} \right)^{\rho_{gdp}} \varepsilon_t^i, \quad (152)$$

$$\Rightarrow \log(1+i_t^b) - \log(1+i_{ss}^b) = \rho_i (\log(1+i_{t-1}^b) - \log(1+i_{ss}^b)) + (1+\rho_\pi) (\log(1+\pi_t^{cpi}) - \log(1+\pi_{ss}^{cpi})) + \quad (153)$$

$$+ \rho_{gdp} (\log(GDP_t) - \log(GDP_{ss})) \quad (154)$$

$$\Rightarrow \frac{i_t^b - i_{ss}^b}{1+i_{ss}^b} = \rho_i \frac{i_{t-1}^b - i_{ss}^b}{1+i_{ss}^b} + (1+\rho_\pi) \frac{\pi_t^{cpi} - \pi_{ss}^{cpi}}{1+\pi_{ss}^{cpi}} + \rho_{gdp} \frac{GDP_t - GDP_{ss}}{GDP_{ss}} \quad (155)$$

### A.3 Агрегированные условия для кредитов

The empirical relevance of our credit conditions variable,  $\Omega_t^w$ , is constructed to be falsifiable. If it is not a valid description of the relevant dead-weight costs of default, then the estimated values of parameters  $\omega$ ,  $\gamma$  and  $\psi$  should be estimated to be close to zero.

Suppose that  $\omega, \gamma \rightarrow 0$ . Then from equation (17),  $\Omega_t^w \rightarrow \Omega_{ss}^w$ .

$\Omega_{ss}^w$  is determined from equation:

$$\Omega_{ss}^w (\delta_{ss}^w (1+r_{ss}^{w,u}) \mu_{ss}^{w,u})^\psi = 1. \quad (156)$$

From equation (156) follows that as  $\psi \rightarrow 0$ ,  $\Omega_{ss}^w \rightarrow 1$ .

Then from equation (118) we would have that:

$$(\delta_t^w (1+r_t^{w,u}) \mu_t^{w,u})^\psi = 1. \quad (157)$$

From (157), at  $\psi = 0$ , this optimally condition holds true which for all choices of  $\delta_t^w$  and implies that  $\delta_t^w$  stays close to its steady-state level along a stable unique path.

However, as all the estimated values of these parameters are different from zero, we can say that both aggregate credit conditions variable and the cost of negotiating the debt are important for matching the movement of the observed data series.

#### A.4 Внутренние стоимости ограничений (wedges)

Linearized F.O.C.s give

F.O.C. for secured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} &= \frac{1}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\lambda_t^w - \lambda^{w,ss}) - \\ &- \frac{a\lambda^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) - \frac{1 + r^{w,s,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\psi_t^w - \psi^{w,ss}) - \\ &- \frac{\psi^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}) \quad (158) \end{aligned}$$

F.O.C. for secured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}}{1 + r^{w,s,ss}} &= \frac{1}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\lambda_t^w - \lambda^{w,ss}) - \\ &- \frac{a^{w,s}\lambda^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\mu_t^{w,s} - \mu_{ss}^{w,s}) \quad (159) \end{aligned}$$

So, the wedge<sup>23</sup> between endogenous and exogenous financial frictions cases for secured borrowing becomes:

$$\frac{1 + r^{w,s,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (\psi_t^w - \psi^{w,ss}) + \frac{\psi^{w,ss}}{\lambda^{w,ss} - \psi^{w,ss}(1 + r^{w,s,ss})} (r_{t+1}^{w,s} - r^{w,s,ss}) \quad (160)$$

F.O.C. for unsecured borrowing in endogenous financial frictions case:

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss}}{1 + r^{w,u,ss}} = \frac{(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss})}{\lambda^{w,ss}} - a^{w,u} (\mu_t^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u}) \quad (161)$$

F.O.C. for unsecured borrowing in exogenous financial frictions case:

$$\Rightarrow \frac{\lambda_{t+1}^h - \lambda^{h,ss}}{\lambda^{h,ss}} + \frac{\beta_t^h - \beta^h}{\beta^h} + \frac{(1 - \delta_{ss}^w)(r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss})}{1 + r^{w,u,ss}} = \frac{(\lambda_t^w - \lambda^{w,ss})}{\lambda^{w,ss}} - a^{w,u} (\mu_t^{w,u} - \mu_{ss}^{w,u}) \quad (162)$$

So, the wedge between endogenous and exogenous financial frictions cases for unsecured borrowing becomes:

$$\frac{(\delta_{t+1}^w)(r_{t+1}^{w,u} - r^{w,u,ss})}{1 + r^{w,u,ss}} \quad (163)$$

<sup>23</sup>The wedge is calculated as the difference between the F.O.C.s for the cases with endogenous and exogenous financial frictions

## A.5 Первые и вторые моменты

	GDP, q/q growth. %	Consum- ption, q/q growth. %	Oil price, q/q growth. %	Real loans, q/q growth. %	Real deposits, q/q growth. %	NPL to loans, quarterly. %	CPI, quarterly. %	Interest rate, quarterly. %
<i>Std</i>	2.02	3.26	12.31	3.82	5.36	1.51	0.90	2.12
<i>Correlation</i>								
GDP, q/q growth. %	1	0.61	0.36	0.12	0.05	0.08	-0.03	-0.05
Consumption, q/q growth. %	0.61	1	-0.29	0.26	-0.44	0.05	-0.02	-0.04
Oil price, q/q growth. %	0.36	-0.29	1	-0.16	0.84	0.19	-0.04	0.04
Real loans, q/q growth. %	0.12	0.26	-0.16	1	0.19	-0.02	-0.16	-0.42
Real deposits, q/q growth. %	0.05	-0.44	0.84	0.19	1	0.16	-0.06	-0.06
NPL to loans, quarterly. %	0.08	0.02	0.19	-0.02	0.16	1	0.22	0.78
CPI, quarterly. %	-0.03	-0.04	-0.04	-0.16	-0.06	0.22	1	0.33
Interest rate, quarterly. %	-0.05	-0.10	0.04	-0.42	-0.06	0.78	0.33	1

Таблица 7: Стандартные отклонения и корреляции ключевых переменных модели.  
Симуляция на основе модели.

## A.6 Параметризация и долгосрочное равновесие

	Value	Description
<b>Parameters</b>		
$\beta^h$	0.977	Household's time preference
$\theta^h$	1	Household's disutility from labor
$\gamma^h$	1	Household's labor elasticity
$\sigma$	1.5	Household's risk aversion
$\phi^h$	0.35	Household's preference for domestic goods
$\nu^c$	0.97	Elasticity of substitution between domestic and foreign consumption goods
$\phi^i$	0.5	Share of domestic goods in investment
$\nu^i$	0.97	Elasticity of substitution between domestic and foreign investment goods
$\beta^{bank}$	0.977	Bank's time preference
$\xi^{bank}$	1	Bank's risk aversion
$\delta^w$	0.5	Loss given default
$\kappa^{bank}$	0.115	Capital requirements for banks
$r\bar{w}$	1	Bank's risk weight
$\tau$	0.025	Depreciation rate
$\alpha$	0.33	Capital share in wholesaler's production
coll	0.7	Collateral value of capital
$\theta_w$	0.05	Fraction of firms defaulting
$\theta_c$	3	Elasticity of retailer's output
$\epsilon_w$	3	Elasticity of labor demand
<b>Calibrated ratios</b>		
$C/GDP$	0.54	Aggregate Consumption to GDP
$B^f/GDP$	0.24	Foreign asset position to GDP

Таблица 8: Калиброванные параметры и отношения модели

Variable	Variable name	Value
$A$	lucky wholesale producer's technology level	2
$\underline{A}$	unlucky wholesale producer's technology level	0.5
$B^f$	household holding of foreign bond	-0.75
$B^{g,h}$	household holding of domestic bond	0
$B^g$	domestic government bond	0
$c$	consumption bundle value	5.59
$c_N$	household consumption of domestic goods	0.59
$c_T$	household consumption of imported goods	1.34
$d^{bank}$	bank's deposits	5.198
$d^h$	household's deposits	5.198
$\delta^w$	loss given default rate	0.5
$e^{bank}$	bank's equity	0.676
$e^{w,total}$	wholesale producer's total equity	1.670
$G$	government spending on final domestic goods	1.234
$G^{imp}$	government spending on imported goods	0.063
$r^b$	real interest rate on domestic government bonds	0.024
$r^d$	real interest rate on deposits	0.024
$r^{w,u}$	real interest rate on unsecured loans to firm	0.050
$r^{w,s}$	real interest rate on secured loans to firm	0.024
$i^b$	policy rate	0.024
$i$	investment aggregator value	0.165
$i_N$	imported investment component	0.114
$i_T$	domestic investment component	0.094
$K$	capital stock	6.618
$l^h$	labor supplied by household	0.378
$l^w$	labor demanded by wholesale producer	0.378
$\mu^{bank}$	total lending by bank	5.874
$\mu^{bank,s}$	secured lending by bank	4.993
$\mu^{bank,u}$	unsecured lending by bank	0.881
$\mu^w$	total borrowing by wholesale producer	5.874
$\mu^{w,s}$	secured borrowing by wholesale producer	4.993
$\mu^{w,u}$	unsecured borrowing by wholesale producer	0.881
$\Omega^w$	Aggregate credit conditions	4.676
$O$	oil export	1.5
$p^{imp,*}$	international price of imported good	1
$p^{exp}$	domestic price of imported good	0.819
$p^K$	price of capital	1.131
$p^{o,*}$	international price of oil	1
$p^{o,dom}$	domestic price of oil	0.819
$p^w$	price of wholesale good	0.667
$\pi$	inflation rate	0
$\Pi$	bank's profit	0.691
$\bar{\Pi}^w$	lucky wholesale producer's profit	1.716
$\underline{\Pi}^w$	unlucky wholesale producer's profit	1.581
$Q$	real exchange rate	0.819
$T^w$	Firm's lump-sum tax	0.056
$v^p$	price persistence	1
$w$	wage rate	2.270
$Y^{ret}$	retailer's output	1.930

Таблица 9: Значения переменных в долгосрочном равновесии

## A.7 Робастность. Результаты для случая денежно-кредитной политики, таргетирующей обменный курс.

The following are for the model with exchange rate targeting in the Taylor rule.

		Prior Distribution			Posterior Distribution					
		Distr.	Mean	Std.	Endog			Exog		
					Mode	Mean	Std.	Mode	Mean	Std.
<i>Adjustment costs</i>										
household's adj cost to deposits	$a^{h,d}$	InvG	0.008	0.10	0.029	0.059	0.017	0.003	0.004	0.00
household's adj cost to foreign bonds	$a^{h,b,f}$	InvG	0.008	0.10	0.035	0.057	0.023	0.064	0.071	0.02
household's adj cost to bank's equity	$a^{h,b,e}$	InvG	0.008	0.10	0.056	0.075	0.017	0.023	0.160	0.03
household's adj cost to firm's equity	$a^{h,w,e}$	InvG	0.008	0.10	0.005	0.043	0.009	0.209	0.255	0.17
firm's adj cost to capital	$a^{w,k}$	InvG	0.008	0.10	0.417	0.071	0.047	0.003	0.003	0.00
firm's adj cost to secured loans	$a^{w,s}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.003	0.001	0.302	0.044	0.16
firm's adj cost to unsecured loans	$a^{w,u}$	InvG	0.008	0.05	0.004	0.006	0.003	0.003	0.003	0.00
bank's adj cost to deposits	$a^{b,d}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.005	0.003	0.002	0.004	0.00
bank's adj cost to secured loans	$a^{b,s}$	InvG	0.008	0.05	0.019	0.023	0.005	0.150	0.679	0.27
bank's adj cost to unsecured loans	$a^{b,u}$	InvG	0.008	0.05	0.003	0.005	0.002	0.003	0.004	0.00
cap prod adj cost to investment	$\varkappa$	InvG	1.5	1	0.730	0.918	0.405	4.846	7.531	2.10
<i>Price and wage setting</i>										
Wage stickiness	$\theta^{pw}$	Beta	0.05	0.025	0.028	0.032	0.016	0.003	0.005	0.00
Price stickiness	$\theta_{ps}$	Beta	0.15	0.05	0.178	0.153	0.046	0.033	0.050	0.01
<i>Taylor rule</i>										
interest rate coefficient	$\rho^i$	InvG	0.5	0.2	0.402	0.503	0.166	0.379	0.471	0.14
inflation rate coefficient	$\rho^\pi$	InvG	3	0.2	2.994	3.044	0.205	2.968	3.006	0.20
GDP growth rate coefficient	$\rho^{gdp}$	InvG	0.1	0.1	0.052	0.066	0.024	0.068	0.119	0.07
FX growth rate coefficient	$\rho^Q$	InvG	0.05	0.05	0.026	0.033	0.012	0.024	0.031	0.01
<i>Credit conditions</i>										
default amplification in $\Omega$	$\gamma$	InvG	1.5 (-)	0.25 (-)	1.492	1.415	0.059	-	-	-
credit to GDP amplification in $\Omega$	$\omega$	InvG	0.5 (-)	0.25 (-)	0.358	0.347	0.091	-	-	-
default cost parameter	$\psi$	InvG	2 (-)	0.01 (-)	1.998	1.996	0.011	-	-	-
<i>Shocks' persistence</i>										
Persistence of oil price shock	$\rho^{p,o}$	Beta	0.9	0.01	0.926	0.927	0.007	0.911	0.913	0.00
Persistence of TFP shock	$\rho^a$	Beta	0.9	0.02	0.936	0.935	0.012	0.919	0.911	0.01
Persistence of monetary policy shock	$\rho^{mon}$	Beta	0.1	0.05	0.041	0.054	0.026	0.062	0.067	0.03
Persistence of foreign interest rate shock	$\rho^{r,for}$	Beta	0.9	0.02	0.921	0.918	0.018	0.915	0.915	0.01
Persistence of household's time-preference shock	$\rho^{\beta,h}$	Beta	0.25	0.1	0.181	0.238	0.097	0.677	0.527	0.09
Persistence of investment shock	$\rho^{inv}$	Beta	0.1	0.05	0.090	0.195	0.176	0.255	0.226	0.03
<i>Shocks</i>										
Std. oil price shock	$\epsilon^{p,o}$	InvG	0.135	0.01	0.119	0.123	0.007	0.128	0.128	0.00
Std. TFP shock	$\epsilon^a$	InvG	0.05	0.05	0.030	0.030	0.003	0.024	0.023	0.00
Std. monetary policy shock	$\epsilon^{mon}$	InvG	0.05	0.05	0.033	0.035	0.004	0.034	0.035	0.00
Std. foreign interest rate shock	$\epsilon^{r,for}$	InvG	0.05	0.05	0.011	0.012	0.002	0.017	0.018	0.00
Std. household's time-preference shock	$\epsilon^{\beta,h}$	InvG	0.05	0.05	0.017	0.019	0.003	0.018	0.022	0.00
Std. investment shock	$\epsilon^{inv}$	InvG	0.05	0.05	0.027	0.067	0.053	1.294	1.724	0.25

Таблица 10: Оценённые значения параметров для случаев эндогенных и экзогенных финансовых трений. Для случая таргетирования обменного курса на основе правила Тейлора.

	Endogenous case	Exogenous case
Marginal (log) likelihood	1094	779

Таблица 11: (log) значения функции предельного правдоподобия для случаев экзогенных и эндогенных финансовых трений. Для случая таргетирования обменного курса на основе правила Тейлора.

	GDP, q/q growth. %	Consumption, q/q growth. %	Oil price, q/q growth. %	Real loans, q/q growth. %	Real deposits, q/q growth. %	NPL to loans, quarterly. %	CPI, quarterly. %	Interest rate, quarterly. %
<i>Std</i>	1.96	3.53	13.15	4.06	6.51	0.43	1.23	1.17
<i>Correlation</i>								
GDP, q/q growth. %	1	0.57	0.22	0.09	-0.05	0.26	0.01	0.02
Consumption, q/q growth. %	0.57	1	-0.38	0.22	-0.52	-0.07	-0.10	-0.33
Oil price, q/q growth. %	0.22	-0.38	1	-0.21	0.73	0.22	0.08	0.11
Real loans, q/q growth. %	0.09	0.22	-0.21	1	0.20	-0.20	-0.04	-0.23
Real deposits, q/q growth. %	-0.05	-0.52	0.73	0.20	1	0.12	0.12	0.28
NPL to loans, quarterly. %	0.26	-0.07	0.22	-0.20	0.12	1	0.05	-0.01
CPI, quarterly. %	0.01	-0.10	0.08	-0.04	0.12	0.05	1	0.25
Interest rate, quarterly. %	0.02	-0.33	0.11	-0.23	0.28	-0.01	0.25	1

Таблица 12: Стандартные отклонения и корреляции ключевых переменных модели. Симуляция на основе модели для случая таргетирования обменного курса на основе правила Тейлора.

Variable		Endogenous Financial Frictions							Exogenous Financial Frictions						
		$\epsilon^{p,o}$	$\epsilon^a$	$\epsilon^{mon}$	$\epsilon^{r,for}$	$\epsilon^{\beta,h}$	$\epsilon^{inv}$	$\epsilon_i^{me}$	$\epsilon^{p,o}$	$\epsilon^a$	$\epsilon^{mon}$	$\epsilon^{r,for}$	$\epsilon^{\beta,h}$	$\epsilon^{inv}$	$\epsilon_i^{me}$
<i>GDP</i>	<i>obs</i>	19.0	71.2	0.14	3.62	1.65	0.12	4.21	3.37	44.4	0.01	10.3	7.13	30.6	4.27
	<i>mod</i>	19.9	74.4	0.14	3.78	1.73	0.13	0	3.52	46.3	0.01	10.8	7.44	31.9	0
<i>cons</i>	<i>obs</i>	17.8	68.1	0.10	5.27	5.48	0.66	2.66	36.7	30.5	0.00	5.36	4.33	21.3	1.81
	<i>mod</i>	18.2	69.9	0.10	5.42	5.63	0.68	0	37.4	31.0	0.00	5.46	4.41	21.7	0
<i>Loans</i>	<i>obs</i>	11.2	9.22	0.03	15.0	2.72	55.7	6.84	25.1	13.4	0.00	6.47	7.33	41.1	6.66
	<i>mod</i>	12.0	9.90	0.03	16.1	2.91	59.1	0	26.9	14.3	0.00	6.93	7.85	44.1	0
$\frac{NPL}{Loans}$	<i>obs</i>	53.3	8.19	0.07	3.81	1.06	27.6	5.97	10.7	5.90	0.00	2.04	1.57	15.0	64.9
	<i>mod</i>	68.2	8.89	0.01	7.16	0.39	15.4	0	18.3	4.35	0.00	0.78	0.30	76.3	0
$\pi^{cpi}$	<i>obs</i>	0.84	0.60	86.7	4.85	0.94	0.08	6.04	1.61	0.69	80.1	7.27	2.27	2.76	5.29
	<i>mod</i>	5.34	4.93	82.9	5.92	0.84	0.08	0	4.30	4.05	74.8	9.47	2.94	4.48	0
$i^b$	<i>obs</i>	4.48	2.69	0.03	78.1	10.1	1.06	3.53	5.62	1.54	0.14	64.4	12.4	14.4	1.54
	<i>mod</i>	45.2	5.07	0.01	46.3	3.10	0.36	0	27.2	2.95	0.03	50.1	9.53	10.2	0
$p^{o,*}$	<i>obs</i>	90.6	0	0	0	0	0	9.40	91.4	0	0	0	0	0	8.60
	<i>mod</i>	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
<i>Dep</i>	<i>obs</i>	59.6	8.98	0.01	2.81	1.72	22.6	4.25	0.99	1.03	0.02	5.33	29.8	59.9	2.89
	<i>mod</i>	62.3	9.38	0.01	2.93	1.80	23.6	0	1.02	1.06	0.02	5.48	30.7	61.7	0

Таблица 13: Декомпозиция вариаций: случаи эндогенных и экзогенных финансовых трений. Для случая таргетирования обменного курса на основе правила Тейлора.