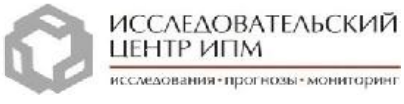
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАКРОПРУДЕНЦИАЛЬНОЙ И МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ

Александр Зарецкий*

Резюме

Глобальный финансовый и экономический кризис привел к необходимости пересмотра устоявшихся принципов реализации экономической политики и регулирования финансового сектора. Кризис показал, что сочетание гибкого таргетирования инфляции и микропруденциального регулирования банковского сектора может быть недостаточно эффективным в противодействии росту и реализации системного риска. Для борьбы с системным риском предназначены макропруденциальные нормативы, которые, во-первых, направлены на уменьшение системного риска в динамике (контрциклические нормативы), а во-вторых, могут уменьшить вероятность распространения проблем отдельных институтов на всю банковскую/финансовую систему. Что касается монетарной политики, то вариантом ее совершенствования может быть включение в набор целевых переменных центрального банка цен активов или темпа роста кредитования. В данной работе была построена новая кейнсианская DSGE-модель с банковским сектором, которая позволяет анализировать эффективность альтернативных вариантов макропруденциальной и монетарной политики. Большая часть параметров модели была определена по статистическим данным, описывающим экономику Беларуси. В результате анализа восьми вариантов экономической политики с помощью построенной модели в работе делается вывод о большой эффективности такого макропруденциального норматива, как динамическое предельное отношение LTV (отношение суммы кредита к стоимости приобретаемого объекта или обеспечения). При использовании данного норматива в сочетании с гибким таргетированием инфляции дисперсии ключевых переменных модели в среднем значительно снижаются в случае всех шоков; переменные после шоков изменяются менее существенно и возвращаются к устойчивым значениям быстрее, чем в случае неприменения макропруденциальных нормативов. Еще один макропруденциальный норматив – динамические требования к капиталу банков – не так эффективен. Он приводит к большим дисперсиям переменных, особенно капитала и кредитов, чем в случае использования первого норматива. В то же время в некоторых случаях данный норматив позволяет получить наименьшую дисперсию инфляции и разрыва выпуска. Использование правила монетарной политики, дополненного логарифмическим приростом кредитов, при большинстве шоков нежелательно, так как это значительно увеличивает дисперсии инфляции и разрыва выпуска. Однако при подверженности монетарной политики шокам реакция центрального банка на кредит является наиболее эффективным вариантом экономической политики среди проанализированных вариантов. Таким образом, в значительной степени эффективность различных вариантов макропруденциальной и монетарной политики зависит от типов шоков, с которыми приходится бороться, но в то же время динамическое предельное отношение LTV хорошо работает в случае всех рассмотренных шоков. В заключении работы делается вывод о том, что внедрение системы макропруденциальных нормативов в Беларуси так же актуально, как и в развитых странах, несмотря на неразвитость финансового рынка в настоящий момент. Кроме того, в очередной раз рекомендуется переход к режиму таргетирования инфляции, который будет способствовать решению ряда проблем в экономике Беларуси, а также повышению эффективности монетарной политики.

Рабочий материал Исследовательского центра ИПМ
WP/14/01



ул. Захарова, 50 Б, 220088, Минск, Беларусь
тел./факс +375 17 210 0105
веб-сайт: http://research.by/
e-mail: research@research.by

© 2014 Исследовательский центр ИПМ

Позиция, представленная в документе, отражает точку зрения авторов и может не совпадать с позицией организаций, которые они представляют.

* Экономист Исследовательского центра ИПМ, e-mail: zaretsky@research.by. Автор выражает благодарность Дмитрию Круку за полезные советы.

Содержание

1. Введение ... 3
2. Описание модели ... 5
   2.1. Домохозяйства ... 5
   2.2. Предприниматели ... 6
   2.3. Розничные предприятия ... 8
   2.4. Центральный банк ... 9
   2.5. Коммерческие банки ... 9
   2.6. Равновесие ... 10
   2.7. Устойчивое состояние ... 10
   2.8. Калибровка параметров ... 11
3. Динамика переменных после шоков в рамках базовой модели ... 11
   3.1. Технологический шок ... 11
   3.2. Шок в кредитном ограничении ... 12
   3.3. Шок, увеличивающий предельную полезность потребления домохозяйств ... 12
   3.4. Шок, увеличивающий предельную полезность жилой недвижимости ... 13
   3.5. Шок, уменьшающий капитал банков ... 13
   3.6. Шок монетарной политики ... 14
4. Эффективность альтернативных вариантов макропруденциальной и монетарной политики ... 14
   4.1. Технологический шок ... 15
   4.2. Шок в кредитном ограничении ... 18
   4.3. Шок, увеличивающий предельную полезность потребления домохозяйств ... 20
   4.4. Шок, увеличивающий предельную полезность жилой недвижимости ... 22
   4.5. Шок, уменьшающий капитал банков ... 24
   4.6. Шок монетарной политики ... 26
   4.7. Выводы ... 28
5. Заключение ... 29

Литература ... 31

Приложение 1. Циклическая составляющая реального ВВП Беларуси ... 33

Приложение 2. Эластичность замещения ... 34

Приложение 3. Устойчивое состояние модели: некоторые уравнения ... 35

Приложение 4. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после технологического шока ... 36

Приложение 5. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после шока в кредитном ограничении ... 38

Приложение 6. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств ... 40

Приложение 7. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости ... 42

Приложение 8. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после шока, уменьшающего капитал банков ... 44

Приложение 9. Базовая модель: графики функций импульс-отклик после шока монетарной политики ... 46

1. ВВЕДЕНИЕ

Кризис субстандартного (subprime) ипотечного кредитования в США[1] и вызванный им глобальный финансовый и экономический кризис привел к масштабным негативным последствиям для мировой экономики. Мировой реальный ВВП в 2009 г. сократился на 1.5%[2], причем его сокращение имело место впервые с 1946 г.[3] Экономика Беларуси также испытала существенное влияние кризиса, войдя в наиболее глубокий циклический спад за весь период существования суверенного государства, за исключением конца 1995 г.[4] (см. Приложение 1). Несмотря на то что реальный ВВП Беларуси в 2009 г. даже незначительно вырос, это было достигнуто за счет стимулирования внутреннего спроса и производства с применением директивных методов (в том числе через банковский сектор), что привело к дальнейшему накоплению дисбалансов в экономике (Крук, Точицкая и Шиманович, 2009).

Кризис привел к возникновению или повышению актуальности ряда вопросов для академических экономистов и экономических властей, касающихся, во-первых, регулирования финансового сектора (для предотвращения подобных кризисов в будущем) и, во-вторых, принципов реализации макроэкономической политики (для эффективной борьбы с кризисами, если предотвратить их не удалось).

До глобального кризиса регулирование банковского сектора в большинстве стран, в том числе и в Беларуси, в основном заключалось в установлении микропруденциальных нормативов, таких как нормативы ликвидности, достаточности капитала, ограничения кредитного, валютного рисков и др. Такие нормативы должен выполнять каждый банк независимо от экономической ситуации, в частности стадии экономического цикла. Как показал кризис, данные нормативы недостаточно эффективны, так как направлены на ограничение рисков каждого финансового института в отдельности и плохо учитывают системный риск, т.е. риск распространения проблем отдельных институтов по банковской/финансовой системе и нарушения ее нормального функционирования[5]. Даже если показатели каждого банка находятся в рамках нормативных значений, системный риск может быть значительным (Bank of England, 2009; Brunnermeier и др., 2009). На ограничение системного риска направлены меры макропруденциального регулирования.

Макропруденциальные нормативы можно классифицировать на две группы. Первая группа – это нормативы, устанавливаемые для ограничения системного риска в динамике. Примерами таких нормативов являются контрциклические требования к достаточности капитала или контрциклическое предельное отношение суммы кредита к стоимости приобретаемого объекта или обеспечения (loan-to-value (LTV) ratio). Если, например, происходит чрезмерный рост объемов жилищного кредитования и цен на недвижимость, то предельное значение отношения LTV может быть снижено, что будет способствовать замедлению роста требований банков по жилищным кредитам. Похожий механизм уже применяется более десяти лет в Южной Корее, не допуская перегрева на рынке недвижимости[6], чего не удалось избежать США. Также контрциклическое предельное отношение LTV используется в Гон-

[1] О причинах кризиса см. работу Acharya и др. (2009).

[2] Согласно базе данных International Financial Statistics (IFS).

[3] https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html.

[4] Данный спад в значительной степени обусловлен особенностями статистической фильтрации с помощью фильтра Ходрика – Прескотта, а не экономическими причинами. В 1992-1995 гг. реальный ВВП Беларуси снижался на 7.6-12.8% ежегодно, а с 1996 г. начал расти, причем в 1997 г. вырос на 11.4%, а в 1998 г. – на 8.6% (о причинах такой динамики реального ВВП см. работу Чубрик (2004)). При фильтрации структурные сдвиги не учитываются и тренд изменяется постепенно. Из-за такого резкого выхода из рецессии темп снижения тренда значительно снизился в 1994-1995 гг, что привело к существенному отрицательному значению циклической составляющей во второй половине 1995 г. – первой половине 1996 г. Похожим образом можно интерпретировать глубокий спад, который наблюдается в конце выборки. Но его можно считать и продолжением спада, вызванного глобальным кризисом, так как экспансия 2010-2011 гг. стала результатом искусственного разогрева внутреннего спроса.

[5] Однозначного определения понятия «системный риск» нет. Подробнее о системном риске см. в работах Acharya (2009), Bank of England (2009), Galati и Moessner (2011), Крук (2012).

[6] Подробнее см. Ren (2011).

конге, Китае, Эстонии и некоторых других странах[7]. Если же цель – ограничить рост кредитования в целом, то могут применяться контрциклические требования к капиталу. Например, значение норматива достаточности капитала может увеличиваться, если темп роста кредитования чрезмерно высок, и уменьшаться в обратном случае[8]. Подобный механизм применяется в Китае (Ren, 2011). Альтернативным вариантом является использование контрциклического буфера капитала, который должен формироваться во время чрезмерного роста кредитования и использоваться во время недостаточного роста. Такой вариант предполагается положениями Basel III (BCBS, 2011).

Как упоминалось выше, макропруденциальное регулирование уже в какой-то мере применяется в некоторых странах. Его более широкого применения в ведущих экономиках мира можно ожидать после вступления в силу всех положений Basel III и закона Додда – Франка (в США). В то же время, по мнению Acharya (2012), Basel III недостаточно ориентирован на управление системным риском и во многом является просто более строгой версией Basel II, в то время как необходимы механизмы, которые более явно учитывают влияние рисков каждого финансового института на системный риск. Для этой цели предназначена вторая группа макропруденциальных нормативов. Примером являются требования к капиталу, устанавливаемые для каждого института в зависимости от оценки его вклада в системный риск. Например, индивидуальный норматив может зависеть от объема активов банка, структуры его активов и капитала, сложности структуры банка[9], масштаба его связей с другими банками (через счета)[10]. В данной работе будут затрагиваться только нормативы первой группы (контрциклические).

Что касается пересмотра принципов реализации макроэкономической политики, то это касается и монетарной, и фискальной политики, их роли, а также совместного использования мер экономической политики и макропруденциального регулирования. Можно утверждать, что до кризиса существовал консенсус по поводу реализации монетарной политики, особенно в развитых странах. Наиболее эффективным режимом монетарной политики признавалось таргетирование (низкого уровня) инфляции. Это обосновывалось и экономической теорией (новыми кейнсианскими DSGE-моделями). Однако таргетирование низкого уровня инфляции создает потенциальную проблему ловушки ликвидности (невозможности стимулирования экономики с помощью снижения процентной ставки из-за того, что уровень ставки уже близок к нулевому). Более того, как показал кризис, инфляция и разрыв выпуска могут быть стабильными, но это может не являться достаточным условием для макроэкономической стабильности в ближайшем будущем из-за неблагоприятной динамики цен активов или структуры выпуска[11].

Возможным вариантом совершенствования монетарной политики может быть дополнение аргументов функции реакции центрального банка такими переменными (их отклонениями от целевых значений или значений предыдущего периода), как цены активов или объемы кредитования, – такую политику называют «leaning against the wind». Несмотря на то что такой вариант может быть более эффективен в сравнении с обычным таргетированием инфляции, во многих случаях он менее эффективен по сравнению с использованием макропруденциальных нормативов, так как может приводить к большей волатильности инфляции и

[7] См. Brunnermeier и др. (2009), Ren (2011).

[8] Формально значение норматива может оставаться фиксированным, а значение его фактического изменения может рассматриваться в качестве дополнительной величины – это механизм capital surcharges. Подробнее см. Bank of England (2009).

[9] Во-первых, от степени взаимосвязанности подразделений банка зависит риск быстрого распространения проблем одного подразделения на всю сеть. Во-вторых, банк может участвовать в капитале других банков и может быть вынужден оказывать им поддержку в случае проблем, что может вызвать проблемы и у первоначального банка.

[10] Подробнее см. Bank of England (2009).

[11] Blanchard, Dell'Ariccia и Mauro (2010), Blanchard, Dell'Ariccia и Mauro (2013).

разрыва выпуска[12]. Тем не менее применение макропруденциальных нормативов пока остается новой и малоисследованной практикой, и имеющийся опыт их использования показал, что их эффективность по разным причинам не всегда является высокой (Blanchard, Dell'Ariccia и Mauro, 2013). Чтобы определить, какие виды макроэкономической политики должны применяться в различных ситуациях, каким образом монетарная, фискальная и макропруденциальная политика должны быть скоординированы, необходимы дальнейшие исследования.

Данная работа содержит анализ эффективности возможных вариантов монетарной и макропруденциальной политики с помощью DSGE-модели с банковским сектором, большинство параметров которой определены по данным экономики Беларуси. Во втором разделе описывается модель. В третьем разделе анализируется динамика переменных базовой модели (со стандартным вариантом монетарной политики и отсутствием макропруденциальных нормативов) после различных шоков. В четвертом разделе рассматриваются отклики ключевых переменных на шоки при различных комбинациях двух вариантов монетарной политики и макропруденциальных нормативов и анализируется эффективность таких вариантов. Пятый раздел содержит основные выводы и рекомендации, применимые к экономике Беларуси.

2. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Используемая модель является модификацией простой новой кейнсианской DSGE-модели из работы Зарецкий (2013), которая, в свою очередь, представляет собой упрощенную и модифицированную версию модели, описанной в работе Galí и Monacelli (2005). Так как с помощью модели предполагается анализировать эффект мер макропруденциального регулирования, то в модель должен быть встроен банковский сектор. Кроме того, для повышения реалистичности функционирования финансовых посредников сектор производителей делится на производителей промежуточных товаров (предпринимателей) и предприятия розничной торговли (ритейлеров). Предприниматели могут брать кредиты в банках и существуют в условиях совершенной конкуренции. Розничные предприятия осуществляют свою деятельность в условиях монополистической конкуренции и номинальной жесткости цен. Они приобретают промежуточные товары у предпринимателей по оптовой цене, дифференцируют их и продают домохозяйствам с надбавкой. Способ внедрения данных модификаций в модель основан на работах Iacoviello (2005), Gerali и др. (2010). Рассмотрим сектора модели.

2.1. Домохозяйства

Репрезентативное домохозяйство максимизирует ожидаемую дисконтированную сумму значений функции полезности:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_h^t \left(e^{\varepsilon_t^c} \frac{C_{h,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} + e^{\varepsilon_t^h} \ln H_{h,t} \right), \quad (1)$$

где $0 < \beta_h < 1$ – коэффициент дисконтирования домохозяйства, $C_{h,t}$ – индекс совокупного потребления домохозяйства[13], N_t – количество рабочих часов, $H_{h,t}$ – жилая недвижимость в собственности домохозяйства, ε_t^c и ε_t^h – шоки, влияющие на предельную полезность потребления и недвижимости[14], $1/\sigma > 0$ – эластичность $C_{h,t}$ по реальной заработной плате, $1/\varphi > 0$ – эластичность N_t по реальной заработной плате[15]. При этом замечу, что здесь и далее все переменные, которые в реальности являются нестационарными, например потребление домохозяйств, в модели участвуют в циклической форме (с устраненным трендом), являясь стационарными и имея устойчивые значения, к которым они сходятся при отсутствии шоков.

[12] Подробнее см. Bank of England (2009), Blanchard, Dell'Ariccia и Mauro (2010), Christensen и Meh (2011), Galati и Moessner (2011), Bailliu, Meh и Zhang (2012), Kannan, Rabanal и Scott (2012).
[13] См. Приложение 2.
[14] $\varepsilon_t^c = \rho_c \varepsilon_{t-1}^c + u_t^c$, $\rho_c \in (0,1)$, $u_t^c \sim NI(0, \sigma_c^2)$. ε_t^h – аналогичный AR(1)-процесс.
[15] См. уравнение (3).

Доходы домохозяйства в каждом периоде состоят из заработной платы, вклада, размещенного в банке в предыдущем периоде и полученного в текущем с процентным доходом, а также трансфертов и дивидендов от владения акциями банков. Расходы включают потребление и приобретение жилья. Оставшиеся денежные средства могут снова размещаться на депозите сроком в один период (квартал). Таким образом, бюджетное ограничение домохозяйства имеет вид:

$$C_{h,t} + D_t^R + Q_t^R\left(H_{h,t} - H_{h,t-1}\right) \le W_t^R N_t + \frac{\left(1 + i_{t-1}^d\right)D_{t-1}^R}{1 + \pi_t} + T_t^R, \tag{2}$$

где D_t^R – депозиты в реальном выражении ($D_t^R \equiv D_t/P_t$, где D_t – депозиты в номинальном выражении, P_t – уровень розничных цен[16]), Q_t^R – цена жилья в реальном выражении, W_t^R – реальная заработная плата, i_t^d – процентная ставка по депозитам, $\pi_t \equiv (P_t/P_{t-1} - 1)$ – инфляция, T_t^R – трансферты и дивиденды от владения акциями банков в реальном выражении.

В каждом периоде t домохозяйство выбирает $C_{h,t}$, N_t, $H_{h,t}$ и D_t^R, чтобы максимизировать (1) при условии (2). Решение задачи[17] приводит к следующим условиям оптимальности:

$$e^{\varepsilon_t^c} W_t^R = C_{h,t}^\sigma N_t^\varphi, \tag{3}$$

$$\frac{e^{\varepsilon_t^h}}{H_{h,t}} = e^{\varepsilon_t^c}\frac{Q_t^R}{C_{h,t}^\sigma} - \beta_h E_t\left\{e^{\varepsilon_{t+1}^c}\frac{Q_{t+1}^R}{C_{h,t+1}^\sigma}\right\}, \tag{4}$$

$$\beta_h\left(1 + i_t^d\right)C_{h,t}^\sigma = e^{(1-\rho_c)\varepsilon_t^c} E_t\left\{C_{h,t+1}^\sigma(1 + \pi_{t+1})\right\}. \tag{5}$$

Уравнение (3) описывает предложение труда домохозяйства, (4) – спрос на жилье, (5) – выбор между текущим и будущим потреблением (уравнение Эйлера). Также в оптимуме неравенство (2) должно выполняться как равенство (иначе предельная полезность потребления должна быть равна нулю, что невозможно).

2.2. Предприниматели

Функция полезности предпринимателей зависит только от потребления. Целевая функция имеет вид:

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta_e^t\frac{C_{e,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma}, \tag{6}$$

где $0 < \beta_e < 1$ – коэффициент дисконтирования репрезентативного предпринимателя, $C_{e,t}$ – потребление предпринимателя.

Заметим, что $\beta_e < \beta_h$, т.е. ставка дисконтирования у предпринимателей выше, чем у домохозяйств. В результате будущее потребление для предпринимателей менее предпочтительно, чем для домохозяйств. Это делает предпринимателей заемщиками, а домохозяйства вкладчиками.

Предприниматели производят промежуточные товары на основе производственной функции

$$Y_t = A_t H_{e,t-1}^\gamma N_t^{1-\alpha}, \tag{7}$$

где Y_t – выпуск, A_t – общефакторная производительность, $H_{e,t}$ – коммерческая недвижимость в собственности предпринимателей, $0 < \gamma < 1$ – эластичность Y_t по $H_{e,t-1}$, $0 < (1-\alpha) < 1$ – эластичность Y_t по N_t.

---

[16] Аналогично определяются и другие реальные показатели с верхним индексом «*R*».

[17] Метод решения таких задач и другие технические вопросы DSGE-моделирования кратко изложены в работе Зарецкий (2012). Там же даются ссылки на более подробные источники.

На первый взгляд, включение $H_{e,t}$ в производственную функцию может казаться сомнительным решением, однако это вполне обоснованно, если разделить физический капитал на две переменные: первая соответствует машинам и оборудованию, вторая – зданиям. Первая переменная в модели считается фиксированной, равной единице[18]. Производственные функции с коммерческой недвижимостью в качестве фактора производства используют, например, Iacoviello (2005), Gerali и др. (2010).

Общефакторная производительность описывается стандартно:

$$\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + u_t^a, \tag{8}$$

где $0 < \rho_a < 1$ – авторегрессионный коэффициент, $u_t^a \sim NI(0, \sigma_a^2)$ – технологический шок, $\sigma_a > 0$ – стандартное отклонение технологического шока.

Предприниматели направляют доходы от продажи промежуточных товаров и кредиты банков на выплату заработной платы домохозяйствам, потребление, погашение кредитов, взятых в предыдущем периоде, приобретение коммерческой недвижимости, что описывается бюджетным ограничением

$$C_{e,t} + W_t^R N_t + \frac{\left(1 + i_{t-1}^l\right) L_{t-1}^R}{1 + \pi_t} + Q_t^R \left(H_{e,t} - H_{e,t-1}\right) \le \frac{Y_t}{X_t} + L_t^R, \tag{9}$$

где i_t^l – процентная ставка по кредитам, L_t^R – кредиты в реальном выражении; $X_t \equiv P_t / P_t^w$, где P_t^w – уровень оптовых цен, т.е. X_t – надбавка розничных предприятий к оптовой цене.

Объем кредитов, которые могут взять предприниматели, ограничен объемом коммерческой недвижимости, которой они владеют. Кроме того, максимальная сумма кредита, как и в реальной практике, несколько меньше стоимости обеспечения. Это фиксируется следующим ограничением:

$$\left(1 + i_t^l\right) L_t^R \le e^{\varepsilon_t^b} m_t H_{e,t} E_t \{Q_{t+1}^R (1 + \pi_{t+1})\}, \tag{10}$$

где m_t – предельное отношение LTV, ε_t^b – шок[19], влияющий на максимальную сумму кредита, выдаваемого предпринимателю (по аналогии с шоком в кредитном ограничении для «нетерпеливых» домохозяйств в работе Christensen и Meh (2011)). Логично было бы задать такой шок через m_t, но этого не делается, так m_t – это потенциальный инструмент макропруденциального регулирования (подробнее см. раздел 4).

В каждом периоде времени t репрезентативный предприниматель выбирает $C_{e,t}$, $H_{e,t}$, N_t, L_t^R, чтобы максимизировать (6) при условии (7), (9)-(10). Условия оптимальности для данной проблемы следующие:

$$W_t^R = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{X_t N_t}, \tag{11}$$

$$Q_t^R = \beta_e \frac{C_{e,t}^\sigma}{E_t\{C_{e,t+1}^\sigma\}} \left(E_t\{Q_{t+1}^R\} + \frac{\gamma}{H_{e,t}} E_t\left\{\frac{Y_{t+1}}{X_{t+1}}\right\} \right) - \tag{12}$$

---

[18] В общем виде (7) можно записать как $Y_t = A_t H_{e,t-1}^{\gamma} ME_{t-1}^{\alpha-\gamma} N_t^{1-\alpha}$, где ME_t – машины и оборудование. Если $ME_t \equiv 1$, то функция трансформируется в (7). В новых кейнсианских DSGE-моделях (особенно в относительно простых) часто физический капитал не рассматривается. Обычно в таком случае производственная функция без капитала может быть функцией Кобба – Дугласа с постоянной отдачей от масштаба (например, в разделе «The Basic Model» работы Iacoviello (2005), а также в работе Galí и Monacelli (2005), где используется линейная функция с одним фактором – трудом) и функцией Кобба – Дугласа с убывающей отдачей от масштаба (например, в большинстве глав книги Galí (2008)). На мой взгляд, использование последней функции предпочтительнее, так как в этом случае возможна более адекватная калибровка параметра α. Вопрос большей реалистичности функции Кобба – Дугласа с убывающей отдачей от масштаба в случае фиксирования капитала (в нашем случае – машин и оборудования) затрагивают, например, Blanchard и Galí (2007).

[19] Формально задается аналогично ε_t^c и ε_t^h.

$$-e^{\varepsilon_t^b} m_t E_t\{Q_{t+1}^R(1+\pi_{t+1})\}\left(\beta_e \frac{C_{e,t}^{\sigma}}{E_t\{C_{e,t+1}^{\sigma}(1+\pi_{t+1})\}} - \frac{1}{1+i_t^l}\right).$$

Уравнение (11) описывает спрос предпринимателей на труд, а (12) – спрос на коммерческую недвижимость. Как и в проблеме домохозяйства, в оптимуме бюджетное ограничение (9) должно выполняться как равенство. Кроме того, в устойчивом состоянии (10) также выполняется как равенство, так как соответствующий данному ограничению множитель Каруша – Куна – Такера в данном случае равен $(\beta_h - \beta_e)/C_e^{\sigma}$ (где C_e – устойчивое значение $C_{e,t}$), что больше нуля, поскольку $\beta_e < \beta_h$ по определению. Для дальнейшего решения модели я, как и Iacoviello (2005), предполагаю, что отклонения переменных от устойчивых значений не превышают некоторый порог и (10) всегда выполняется как равенство. Iacoviello (2005) строит вспомогательную модель, с помощью которой показывает, что при адекватных значениях параметров вышеуказанное предположение обоснованно[20]. Таким образом, предприниматели максимально используют возможность кредитования в банках.

2.3. Розничные предприятия

Каждое розничное предприятие в любом периоде t меняет цену на товар с постоянной вероятностью $1-\theta$ (подход Calvo (1983)). Предприятие, меняющее цену, устанавливает такую цену, которая максимизирует ожидаемую дисконтированную сумму значений прибыли[21]:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_t\left\{\Lambda_{t,t+k} \frac{P_t^* - P_{t+k}^w}{P_{t+k}} Y_{t+k}^*\right\}, \tag{13}$$

где $\Lambda_{t,t+k} \equiv \beta_h^k \left(\frac{C_{h,t}}{C_{h,t+k}}\right)^{\sigma}$ – коэффициент дисконтирования, P_t^* – новая цена, которую устанавливает розничное предприятие[22]; $Y_{t+k}^* = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}}\right)^{-\varepsilon} Y_{t+k}$ – спрос на продукцию розничного предприятия в периоде $t+k$ при цене P_t^*, $\varepsilon > 1$ – эластичность замещения дифференцированных товаров[23].

Максимизация (13) по P_t^* приводит к условию оптимальности, которое после ряда преобразований[24] можно свести к новой кейнсианской кривой Филлипса вида:

$$\pi_t = \beta_h E_t\{\pi_{t+1}\} - \frac{(1-\theta)(1-\beta_h\theta)}{\theta}\hat{x}_t, \tag{14}$$

где $\hat{x}_t \equiv \frac{X_t - X}{X_t} \approx \ln\left(\frac{X_t}{X}\right)$ (когда X_t достаточно близко к X), $X = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$ – устойчивое значение X_t, причем $\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$ – надбавка при гибких ценах.

Уравнение (14) показывает, что инфляция положительно зависит от ожидаемой будущей инфляции и отрицательно – от отклонения надбавки к оптовой цене от устойчивого значения.

В отличие от более простых новых кейнсианских моделей[25], в данной модели логарифмическое отклонение надбавки от устойчивого значения[26] в общем случае не пропорцио-

[20] См. http://www.aeaweb.org/aer/data/june05_app_iacoviello.pdf.
[21] Формулировка проблемы аналогична работе Bernanke, Gertler и Gilchrist (1999).
[22] Все розничные предприятия решают одну и ту же оптимизационную проблему, поэтому цена, которую выбирает репрезентативное розничное предприятие, аналогична для всех предприятий, меняющих цены в периоде t. Следовательно, можно отказаться от использования индексов, присваиваемых каждому предприятию из континуума предприятий.
[23] См. Приложение 2.
[24] Подробнее алгоритм получения аналога соотношения (14) в рамках данного механизма ценообразования см. в книге Galí (2008, с. 43-47).
[25] Таких как, например, в третьей главе книги Galí (2008) или в работе Зарецкий (2013).
[26] Или логарифмическое отклонение реальных предельных издержек от устойчивого значения со знаком минус.

нально разрыву выпуска (логарифмическому отклонению фактического выпуска от потенциального, который определяется как выпуск при гибких ценах). Имеет место следующее равенство:

$$-\hat{x}_t = \sigma\tilde{c}_{h,t} + \frac{\varphi+\alpha}{1-\alpha}\tilde{y}_t - \frac{\gamma(1+\varphi)}{1-\alpha}\tilde{h}_{e,t-1}, \tag{15}$$

где переменные с тильдой (~) – это логарифмические отклонения фактических значений от значений при гибких ценах (разрывы).

Как видно из (15), $\hat{x}_t$ пропорционально $\tilde{y}_t$, например, когда $\tilde{c}_{h,t} \equiv \tilde{y}_t$ и $\tilde{h}_{e,t} \equiv 0$. Другими словами, отклонения (в уровнях) потребления домохозяйств/предпринимателей от потенциальных уровней формируют отклонение выпуска от потенциального уровня соответственно доли потенциального уровня потребления домохозяйств/предпринимателей в потенциальном уровне выпуска, а объем коммерческой недвижимости не зависит от степени гибкости цен. Далее я предполагаю истинность данных утверждений[27]. В таком случае (15) преобразуется в: $-\hat{x}_t = \left(\sigma + \frac{\varphi+\alpha}{1-\alpha}\right)\tilde{y}_t$.

2.4. Центральный банк

Центральный банк следует правилу монетарной политики для процентной ставки на межбанковском рынке. Базовое правило процентной ставки описывается следующим соотношением:

$$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + v_t, \tag{16}$$

где i_t – процентная ставка по межбанковским кредитам, $\rho \equiv 1/\beta_h - 1$; $\phi_\pi, \phi_y \geq 0$ – параметры; v_t – экзогенный компонент, описываемый стационарным AR(1)-процессом (случайный компонент в данном процессе – шок монетарной политики).

Реальная процентная ставка по межбанковским кредитам определяется следующим образом: $r_t \equiv \frac{i_t - E_t\{\pi_{t+1}\}}{1+E_t\{\pi_{t+1}\}}$.

2.5. Коммерческие банки

Функционирование каждого коммерческого банка, во-первых, описывается тождеством

$$K_t^R \equiv L_t^R - D_t^R, \tag{17}$$

где K_t^R – капитал банка в реальном выражении, который накапливается следующим образом:

$$K_t^R(1+\pi_t) = \frac{1-\delta}{e^{\varepsilon_t^k}}K_{t-1}^R + \omega\left(i_{t-1}^l L_{t-1}^R - i_{t-1}^d D_{t-1}^R\right), \tag{18}$$

где ε_t^k – шок, приводящий к неожиданным изменениям капитала (по аналогии с Angelini, Neri и Panetta (2012)), $0 \leq \delta < 1$ – параметр, характеризующий объем расходов банка, необходимых для поддержания его деятельности (Gerali и др. (2010) объясняют этот параметр расходами на управление капиталом), $0 \leq \omega \leq 1$ – доля чистого процентного дохода, которая остается у банка после выплаты дивидендов домохозяйствам.

Репрезентативный коммерческий банк выбирает L_t^R и D_t^R, чтобы максимизировать чистый процентный доход. При этом банк несет издержки, если отношение капитала к кредитам отклоняется от некоторого оптимального (или целевого) значения, которое можно рассматривать как аналог норматива достаточности капитала. Отличие в том, что нежелательным для банка является и превышение оптимального значения. Это можно обосновать тем, что в таком случае банк может увеличить кредитование и получить дополнительный объем

[27] Данные допущения можно и не делать. Можно использовать в правиле процентной ставки (16) $-\hat{x}_t$ вместо $\tilde{y}_t$. На результаты это влияет незначительно. Однако традиционным является вариант с разрывом выпуска. В данном случае лучше понятна логика взаимосвязей. Кроме того, оценку фактического значения $\tilde{y}_t$ легче получить.

прибыли. Таким образом, коммерческий банк максимизирует (по аналогии с работой Gerali и др. (2010)[28])

$$i_t^l L_t^R - i_t^d D_t^R - \frac{\kappa}{2}\left(\frac{K_t^R}{L_t^R} - cap_t\right)^2 K_t^R, \tag{19}$$

где $\kappa > 0$ – параметр, cap_t – оптимальное значение K_t^R / L_t^R.

В отличие от Gerali и др. (2010), я предполагаю, что оптимальное отношение капитала к кредитам может не быть постоянным. В частности, оно может зависеть от ситуации в экономике и устанавливаться центральным банком, что делает данную переменную потенциальным инструментом макропруденциального регулирования. Максимизация (19) приводит к следующему условию оптимальности:

$$i_t^l = i_t^d - \kappa\left(\frac{K_t^R}{L_t^R} - cap_t\right)\left(\frac{K_t^R}{L_t^R}\right)^2. \tag{20}$$

Если отношение капитала к кредитам становится меньше оптимального значения, то коммерческий банк устанавливает процентную ставку по кредитам выше ставки по депозитам, что приводит к росту чистого процентного дохода, росту капитала и возвращению отношения капитала к кредитам к оптимальному значению. Если объем капитала банка становится излишне большой, то процентная ставка по кредитам устанавливается меньше ставки по депозитам – капитал снижается, отношение капитала к кредитам возвращается к оптимальному.

В решении модели принимается, что $i_t^d \equiv i_t$. Это можно обосновать следующим образом. Если $i_t^d < i_t$, то банки могут размещать вклады домохозяйств на межбанковском рынке и получать прибыль. Это увеличивает предложение межбанковских кредитов, что снижает i_t до i_t^d. Если $i_t^d > i_t$, то банки будут получать убыток от выдачи межбанковских кредитов за счет депозитов домохозяйств, поэтому предложение межбанковских кредитов снижается и i_t увеличивается до i_t^d. С другой стороны, в этом случае может расти спрос на межбанковские кредиты как более дешевые источники для кредитования предпринимателей, что также повышает i_t до i_t^d.

2.6. Равновесие

Модель закрывается равновесными соотношениями:

$$C_{h,t} + C_{e,t} = Y_t, \tag{21}$$

$$H_{h,t} + H_{e,t} = H, \tag{22}$$

где H – совокупный объем недвижимости, определяемый экзогенно.

2.7. Устойчивое состояние

В устойчивом состоянии все шоки равны нулю, $\pi = 0$[29] и все разрывы в (15) также равны нулю. $A = 1$, $v = 0$ по определению. cap, H, m задаются экзогенно. Исходя из (5), $i^d = 1/\beta_h - 1 = \rho$. При этом по определению $i^d = i$. Используя определение реальной процентной ставки, получаем, что $r = i$. (18) с учетом (17) преобразуется в $\delta = \omega\rho$. Предполагается, что в

[28] В работе Gerali и др. (2010) коммерческие банки делятся на оптовые, розничные кредитные и розничные депозитные. Оптовые банки действуют в условиях совершенной конкуренции, розничные – в условиях монополистической конкуренции. Розничные депозитные банки принимают средства домохозяйств во вклады и размещают их в депозиты в оптовых банках. Оптовые банки выдают из данных средств кредиты розничным кредитным банкам, которые кредитуют предпринимателей. Максимизацию аналога (19) в работе Gerali и др. (2010) осуществляют оптовые банки. В данной работе вышеуказанная классификация банков не производится. Все банки действуют в условиях совершенной конкуренции и максимизируют (19).

[29] Переменные без временного индекса здесь и далее означают устойчивые значения.

устойчивом состоянии $K^R/L^R = cap$. С учетом этого, на основе (20) $i^l = i^d$. Решая систему из оставшихся уравнений модели, можно последовательно найти H_e, N, Y, C_h, L^R, Q^R (см. Приложение 3). Затем учитываем, что $K^R = capL^R$, и находим D^R из (17). W^R можно найти из (3) или (11), T^R – из (2). Используя (21)-(22), находим C_e и H_h.

2.8. Калибровка параметров

Параметры α, β_h, ε, φ, σ, θ в целом определяются таким же образом, как и в работе Зарецкий (2013)[30]. Вместе с тем при определении параметра α я не делаю предположение, что государство субсидирует розничные предприятия, чтобы решить проблему неэффективности выпуска при монополистической конкуренции. Данное предположение нужно было бы делать для строгого анализа оптимальной монетарной политики, что не является целью данной работы. В итоге параметры принимают следующие значения: $\alpha \approx 0.446$, $\beta_h \approx 0.99$, $\varepsilon = 6$, $\varphi = 3$, $\sigma \approx 1.17$, $\theta = 0.5$.

Коэффициенту дисконтирования предпринимателей присваивается значение $\beta_e = 0.97$, что меньше, чем в работах Iacoviello (2005) и Gerali и др. (2010), но согласуется с тем, что устойчивое значение процентной ставки в Беларуси выше, чем в США и странах Западной Европы. Эластичность выпуска по коммерческой недвижимости γ принимает значение 0.05, что близко к значению в Iacoviello (2005). Я определяю параметр κ, характеризующий степень потерь коммерческих банков вследствие отклонения отношения капитала к кредитам от оптимального значения, равным 10 по аналогии с Gerali и др. (2010). Параметр ω, характеризующий долю доходов банков после выплаты дивидендов, принимает значение 0.98, исходя из чего $\delta \approx 0.0093$. Параметрам базового правила процентной ставки устанавливаются значения $\phi_\pi = 1.5$, $\phi_y = 0.5$. Параметры авторегрессионного процесса общефакторной производительности в нашем случае сложно откалибровать из-за отсутствия подходящих статистических данных по коммерческой недвижимости. Я присваиваю ρ_a и σ_a значения из работы Зарецкий (2013): $\rho_a \approx 0.76$, $\sigma_a \approx 0.0144$. Авторегрессионные коэффициенты для остальных экзогенных процессов определяются как 0.9, а значения стандартных отклонений (значения шоков) устанавливаются в следующем разделе. Устойчивое отношение капитала к кредитам определяется как $cap = 0.1$, что эквивалентно значению норматива достаточности нормативного капитала, действующего в настоящее время в Беларуси. H присваивается значение 1, а $m = 0.75$, что соответствует практике выдачи кредитов на приобретение коммерческой недвижимости в Беларуси: максимальная сумма кредита в большинстве случаев ограничена 70 или 80% стоимости приобретаемого объекта недвижимости, который может служить залогом. Это не полностью соответствует смыслу переменной m_t, но это наиболее близкая ее оценка, которую можно получить из реальных данных.

Модель лог-линеаризуется около устойчивого состояния, описанного в подразделе 2.7, и решается с помощью Dynare.

3. ДИНАМИКА ПЕРЕМЕННЫХ ПОСЛЕ ШОКОВ В РАМКАХ БАЗОВОЙ МОДЕЛИ

Под базовой моделью в данном разделе понимается модель, описанная в предыдущем разделе, т.е. с правилом монетарной политики в виде (16) и отсутствием макропруденциальных нормативов. Рассмотрим, как ведут себя переменные модели после шоков.

3.1. Технологический шок

Отклики переменных на технологический шок в размере $u_0^a = \sigma_a \approx 0.0144$ в виде графиков находятся в Приложении 4.

Рост общефакторной производительности на ≈1.5% приводит к росту выпуска на ≈1.5%. Реальные предельные издержки снижаются, а надбавка к оптовым ценам растет, поэтому разрыв выпуска становится отрицательным, т.е. потенциальный выпуск увеличивается

[30] См. данную работу для подробного описания процедуры получения значений вышеуказанных параметров.

в большей мере. Это приводит к дефляции. Центральный банк реагирует, снижая процентную ставку на межбанковском рынке и вызывая снижение ставки по депозитам домохозяйств. В результате банки снижают и процентную ставку по кредитам. Это способствует росту кредитования (в реальном выражении[31]) на ≈3.7%. Относительный рост выпуска больше, чем надбавки, что увеличивает объем доходов предпринимателей. Рост доходов и дешевые кредиты делают возможным увеличение потребления предпринимателей на ≈2.1%. Кроме того, растет спрос на коммерческую недвижимость, что толкает цены на нее вверх. Так как совокупный объем недвижимости фиксирован, то недвижимость перераспределяется от домохозяйств к предпринимателям. В результате коммерческая недвижимость увеличивается на ≈2.3%. Изначально происходит небольшой рост спроса на труд, что повышает уровень занятости и реальную заработную плату. В то же время рост доходов домохозяйств вызывает рост их потребления и способствует снижению предложения труда. Рост доходов домохозяйств вызывает и рост депозитов на ≈4%. Динамика депозитов и кредитов такова, что капитал коммерческих банков несколько увеличивается. Кредиты растут в большей степени, и отношение капитала к кредитам находится ниже целевого значения. Это способствует возвращению процентной ставки по кредитам к устойчивому значению. Большинство переменных возвращаются к устойчивым значениям через 15-20 кварталов. Медленнее всего к устойчивому значению возвращается капитал банков.

3.2. Шок в кредитном ограничении

Данный шок задается как $u_0^b \approx 0.0296$. Основной причиной именно такого значения шока является то, что оно близко к максимальному, при котором дисперсии переменных принимают умеренные значения[32], в то время как при большем значении шока возникают незначительные неточности в расчетах с помощью Dynare. Также такое значение шока давало бы 3% прироста реального объема кредитования исходя из соотношения (10), которое в оптимуме является равенством, если бы остальные переменные не реагировали на шок. Понятно, что фактический отклик объема кредитования будет иным, так как модель состоит не из одного соотношения (10) и кредиты являются не единственной эндогенной переменной. Графики функций импульс-отклик находятся в Приложении 5.

Шок приводит к росту кредитования в реальном выражении на ≈11.5%. Это увеличивает потребление предпринимателей и их спрос на недвижимость, которая перераспределяется к ним от домохозяйств. В итоге объем коммерческой недвижимости растет примерно на 8.7%. После этого увеличиваются и цены на недвижимость. Рост коммерческой недвижимости способствует росту выпуска и положительному разрыву выпуска. Это сопровождается и ростом спроса на труд и реальной заработной платы. Положительный разрыв выпуска приводит к небольшой инфляции. В результате центральный банк повышает процентную ставку на межбанковском рынке, что приводит к росту и остальных процентных ставок. Это вызывает небольшое снижение потребления домохозяйств и рост депозитов на ≈12.9%. Однако потребление затем начинает расти вследствие роста реальной заработной платы. Реальные предельные издержки растут с ростом выпуска, а уровень надбавки падает. Капитал банков изначально незначительно падает, но затем начинает расти, достигая максимума примерно через 8-9 кварталов (рост в сравнении с устойчивым значением на ≈3.7%). Процентные ставки, разрывы и инфляция относительно быстро возвращаются к значениям, близким к устойчивым. Большинство остальных переменных возвращаются к устойчивым значениям через 30-40 кварталов.

3.3. Шок, увеличивающий предельную полезность потребления домохозяйств

Логика определения значения данного шока аналогична логике в предыдущем разделе. Шок представляет собой $u_0^c \approx 0.057$, что увеличило бы потребление домохозяйств на 5% в соот-

[31] Все упоминаемые переменные (например, цены на недвижимость) рассматриваются в реальном выражении, если они присутствуют в таком виде в модели.

[32] При малых значениях шоков отклики принимают очень малые значения, что менее удобно при анализе.

ношении (3) при фиксировании значений остальных переменных. Графики функций импульс-отклик находятся в Приложении 6.

Шок увеличивает предельную полезность потребления домохозяйств и приводит к росту потребления на ≈2.4%. Резкий рост потребления приводит к снижению сбережений: объем депозитов падает на ≈9.2%. Увеличение предельной полезности потребления вызывает рост предложения труда и снижение реальной заработной платы. Рост уровня занятости вызывает некоторый рост выпуска. Уровень надбавки изначально увеличивается, но падает ниже устойчивого значения уже во втором квартале. Поэтому ожидаемая инфляция приводит к фактической инфляции, несмотря на увеличение надбавки. Возникающий сразу после шока отрицательный разрыв выпуска незначителен в сравнении с инфляцией, поэтому центральный банк повышает процентную ставку на межбанковском рынке, что приводит к росту и остальных процентных ставок, кроме изначального снижения реальной процентной ставки на межбанковском рынке из-за ожидаемой инфляции. Рост цены кредитов снижает на них спрос – они сокращаются на ≈8.3%. Это способствует снижению потребления предпринимателей на ≈3.3% и росту предложения коммерческой недвижимости на ≈5.7% (она перераспределяется к домохозяйствам), что приводит к снижению цен на недвижимость на ≈2.8%. Динамика кредитов и депозитов такова, что капитал банков сначала снижается, затем растет, превышая устойчивое значение, и примерно через 30 кварталов начинает возвращаться в устойчивое состояние. Как и при предыдущих шоках, возвращение капитала к устойчивому значению происходит медленнее, чем возвращение остальных переменных.

3.4. Шок, увеличивающий предельную полезность жилой недвижимости

Значение шока: $u_0^h \approx 0.1823$. Шок привел бы к росту объема жилой недвижимости на 20% в соотношении (4) при фиксировании значений остальных переменных. Графики функций импульс-отклик находятся в Приложении 7.

Рост предельной полезности жилой недвижимости вызывает рост спроса на нее и приводит к росту цен на недвижимость. Потребление домохозяйств снижается, что изначально сопровождается увеличением объема депозитов на ≈2.2%, однако затем они начинают сокращаться и оказываются ниже устойчивого значения, так как домохозяйствам необходимо финансировать значительно возросший спрос на жилую недвижимость. Рост цен на недвижимость изначально увеличивает стоимость обеспечения предпринимателей и способствует росту кредитования и потребления предпринимателей на ≈2%. Вместе с этим предприниматели в некоторой мере увеличивают объем коммерческой недвижимости, а также спрос на труд, что вызывает и рост реальной заработной платы. Это позволяет увеличить выпуск. Разрыв выпуска становится положительным, что приводит к инфляции. Реакция центрального банка приводит к росту процентных ставок. В результате экономическая активность начинает снижаться. Кредитование падает, как и потребление предпринимателей. Предприниматели начинают продавать недвижимость домохозяйствам, удовлетворяя наконец их повысившийся спрос. Через пять кварталов выпуск становится ниже устойчивого значения и возвращается к нему более чем через 50 кварталов. Однако разрыв выпуска остается положительным, т.е. потенциальный выпуск падает еще в большей мере. Капитал банков также начинает падать после некоторого роста, достигая дна примерно через 25 кварталов.

3.5. Шок, уменьшающий капитал банков

Значение шока: $u_0^k \approx 0.0101$. Шок привел бы к снижению капитала банков на 1% в соотношении (18), если бы розничные цены не реагировали на шок. Графики функций импульс-отклик находятся в Приложении 8.

В результате шока капитал банков снижается на ≈1%. Так как все активы банков – это кредиты, то снижение капитала происходит за счет неожиданного снижения кредитов, что может произойти вследствие невозврата кредитов при невозможности компенсации потерь. Снижение кредитов приводит к продаже предпринимателями коммерческой недвижимости домохозяйствам, что вызывает снижение цен на недвижимость. Домохозяйства скупают не-

движимость, поэтому у них остается меньше средств на потребление и оно сокращается, как и объем депозитов. Это побуждает домохозяйства увеличить предложение труда, что приводит к снижению реальной заработной платы. В результате роста уровня занятости выпуск изначально немного увеличивается, что позволяет предпринимателям увеличить потребление. Однако потенциальный выпуск падает. Отрицательный разрыв выпуска приводит к небольшой дефляции. Реакция центрального банка приводит к некоторому снижению процентных ставок. Процентная ставка по кредитам затем начинает расти, так как банки стремятся восстановить объем капитала. Кроме того, ожидаемая инфляция приводит к фактической инфляции, что способствует росту процентных ставок. Несмотря на то что значение шока небольшое и изменения переменных незначительные, многие переменные возвращаются к устойчивым значениям очень медленно – более чем через 50 кварталов.

3.6. Шок монетарной политики

Значение шока: $u_0^v = 0.01$. Графики функций импульс-отклик находятся в Приложении 9.

Увеличение экзогенного компонента процентной ставки на межбанковском рынке мгновенно повышает процентную ставку и приводит к отрицательному разрыву выпуска и снижению выпуска. Это приводит к дефляции в размере ≈1.8% (квартал к предыдущему кварталу). Центральный банк реагирует на это, вызывая снижение целевой процентной ставки на ≈1.8 процентного пункта, а ставка по кредитам снижается на ≈1.9 процентного пункта. Таким образом, процентные ставки снижаются, несмотря на изначальный положительный импульс в экзогенном компоненте целевой процентной ставки. Однако действие данного импульса на большинство переменных модели, как и в случае с разрывом выпуска, похоже на эффект, который вызывает рост процентных ставок. Так, объем кредитов сокращается на ≈3%. Вместе со снижением выпуска это приводит к снижению потребления предпринимателей (на ≈1.3%), спроса на труд и реальной заработной платы. В случае домохозяйств, однако, фактическое снижение процентной ставки по депозитам приводит к снижению депозитов на ≈3.5% и росту потребления и спроса на жилую недвижимость, что увеличивает цены на недвижимость. Недостаток средств, вызванный снижением доходов от оплаты труда, компенсируется увеличением трансфертов. Капитал банков изначально увеличивается, так как депозиты уменьшаются на большую величину, чем кредиты, но затем падает ниже устойчивого значения, достигая минимума через четыре года и возвращаясь к устойчивому значению более чем через 50 кварталов, как и при остальных шоках.

Таким образом, можно заключить, что динамика переменных модели после шоков в целом является логичной.

4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ МАКРОПРУДЕНЦИАЛЬНОЙ И МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ

Рассмотрим восемь вариантов реализации макропруденциальной и монетарной политики. Сущность вариантов изложена в таблице 1.

Таблица 1. Варианты макропруденциальной/монетарной политики

Вариант	Правило монетарной политики	Предельное отношение LTV (m_t)	Целевое отношение капитала банков к кредитам (cap_t)
1	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + v_t$	$m_t \equiv m$	$cap_t \equiv cap$
2	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + v_t$	$m_t = m - \phi_l^m (l_t^R - l^R)$	$cap_t \equiv cap$
3	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + v_t$	$m_t \equiv m$	$cap_t = cap + \phi_l^c (l_t^R - l^R)$
4	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + v_t$	$m_t = m - \phi_l^m (l_t^R - l^R)$	$cap_t = cap + \phi_l^c (l_t^R - l^R)$
5	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + aug_t + v_t$	$m_t \equiv m$	$cap_t \equiv cap$
6	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + aug_t + v_t$	$m_t = m - \phi_l^m (l_t^R - l^R)$	$cap_t \equiv cap$
7	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + aug_t + v_t$	$m_t \equiv m$	$cap_t = cap + \phi_l^c (l_t^R - l^R)$
8	$i_t = \rho + \phi_\pi \pi_t + \phi_y \tilde{y}_t + aug_t + v_t$	$m_t = m - \phi_l^m (l_t^R - l^R)$	$cap_t = cap + \phi_l^c (l_t^R - l^R)$

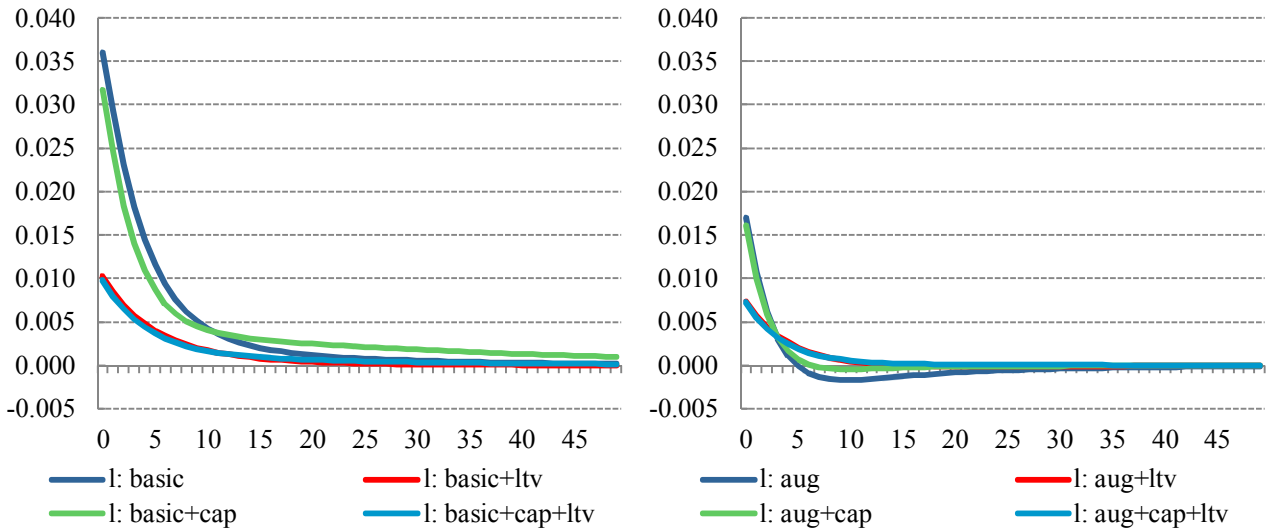
Примечание. $aug_t = \rho_{aug} aug_{t-1} + \phi_l (l_t^R - l_{t-1}^R)$, $\rho_{aug} \in (0,1)$.
Источник: составлено автором.

Правило монетарной политики задается либо в виде (16), либо в расширенном виде, когда центральный банк также реагирует на изменение объема кредитов (один из вариантов «leaning against the wind»). В расчетах принимается, что $\phi_l = 0.5$, т.е. рост кредитов на 10%, если до этого они находились в устойчивом состоянии, при прочих равных приводит к росту целевой процентной ставки на ≈5 процентных пунктов. Вместо aug_t можно было бы использовать компонент $\phi_l(l_t^R - l^R)$ – в этом случае центральный банк реагирует на отклонение кредитов от устойчивого значения (как, например, в Christensen и Meh (2011)), что, на мой взгляд, предпочтительнее с точки зрения теории. Однако в нашем случае это приводит к небольшим неточностям в расчетах, так как устойчивые значения переменных рассчитываются с применением численных методов (определить устойчивые значения всех переменных в общем виде – как функции только параметров модели – в нашем случае невозможно). По этой причине логарифмическое отклонение кредитов от устойчивого значения из-за округления является только приблизительно точным, хоть и очень точным, что создает дополнительную ошибку при расчете устойчивых значений численными методами в новой модели. Кроме того, в некоторых случаях (когда кредиты очень близки к устойчивому значению) реакция центрального банка может быть неверной (повышение/снижение процентной ставки вместо снижения/повышения). Чем ближе ρ_{aug} к единице, тем лучшей аппроксимацией $\phi_l(l_t^R - l^R)$ является aug_t. Если $\rho_{aug} = 1$, то механизм действия данных вариантов полностью идентичен, однако в этом случае aug_t – нестационарная переменная, поэтому в расчетах $\rho_{aug} = 0.99$.

Предельное отношение LTV и целевое отношение капитала банков к кредитам могут быть константами или изменяться в зависимости от динамики кредитов, являясь инструментами макропруденциального регулирования. В отличие от расширенного правила монетарной политики, при моделировании данных макропруденциальных инструментов можно использовать компонент $\phi_l(l_t^R - l^R)$, так как в данных случаях точность вычислений не нарушается. Параметрам задаются значения $\phi_l^m = 0.5$, $\phi_l^c = 0.25$. Это значит, что при росте кредитов на 10% в сравнении с устойчивым значением предельное отношение LTV снижается на ≈0.05, а целевое отношение капитала банков к кредитам повышается на ≈0.025.

4.1. Технологический шок

Кредиты



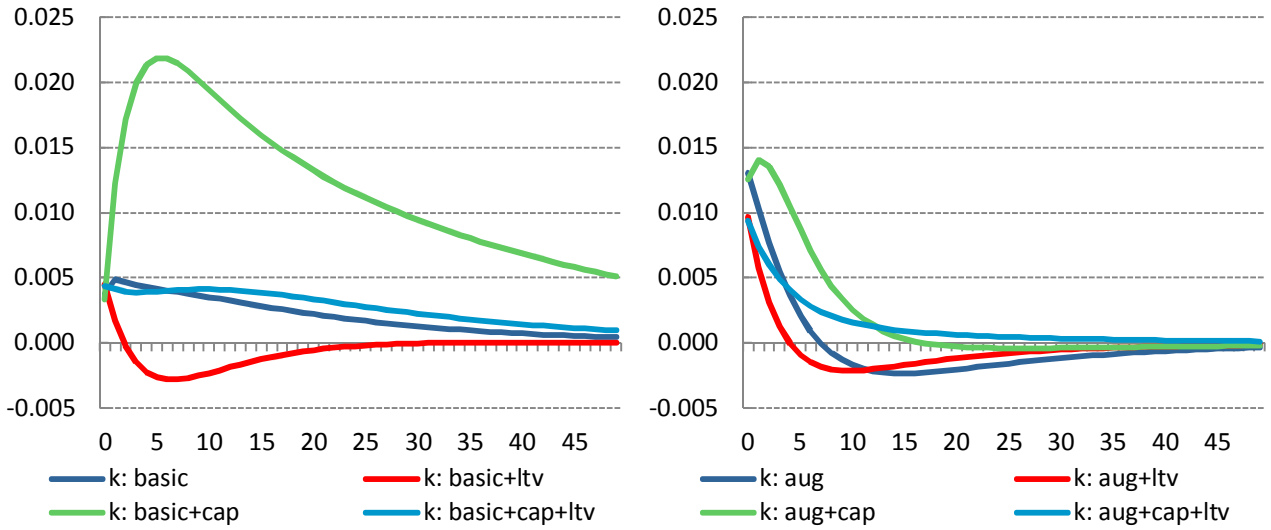
Примечание. Соответствие между вариантами экономической политики на графиках и в таблице 1 здесь и далее следующее: basic – 1, basic+ltv – 2, basic+cap – 3, basic+cap+ltv – 4, aug – 5, aug+ltv – 6, aug+cap – 7, aug+cap+ltv – 8.

Источник: собственные расчеты.

Рис. 1. Кредиты после технологического шока

Отклики кредитов на технологический шок при альтернативных вариантах макропруденциальной/монетарной политики показаны на рис. 1.И при стандартном правиле монетарной политики, и при расширенном использование динамического m_t или его сочетания с динамическим cap_t приводит к наименьшей дисперсии кредитов и более быстрому их возвращению к устойчивому значению. Применение только динамического cap_t дает незначительное уменьшение дисперсии в сравнении с базовым вариантом. При этом увеличение ϕ_l^c с 0.25 до 0.5 дополнительно снижает дисперсию, но также незначительно (этот вариант не показан на графике). Расширенное правило монетарной политики, как можно было ожидать, значительно снижает дисперсию кредитов, что особенно заметно в случае неиспользования макропруденциальных нормативов или применения только динамического cap_t.

Капитал банков



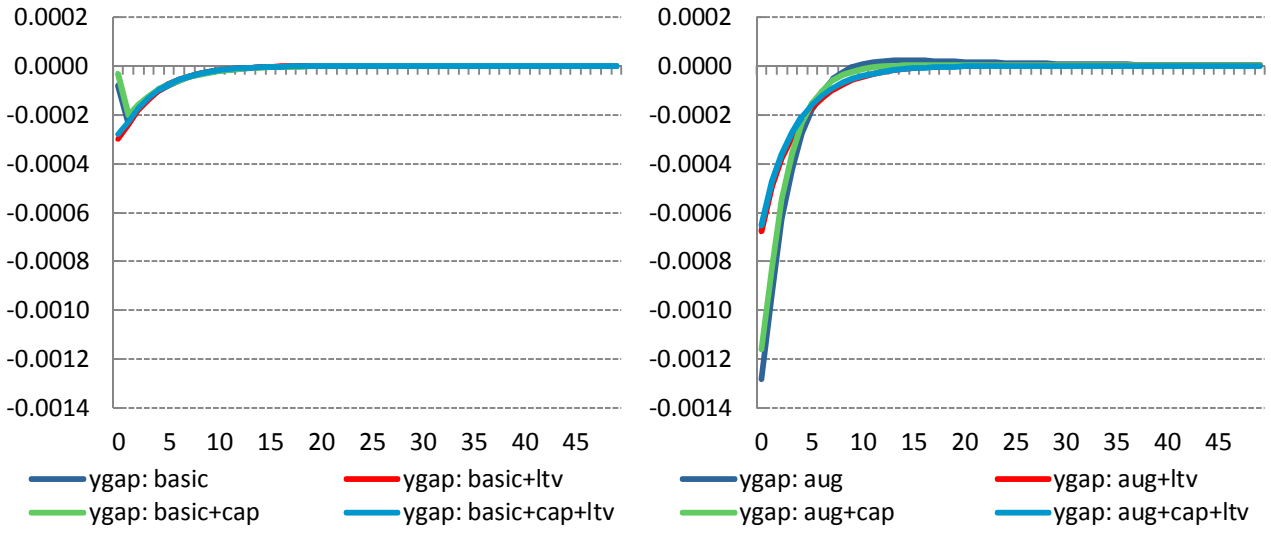
Источник: собственные расчеты.

Рис. 2. Капитал банков после технологического шока

При базовом правиле монетарной политики капитал начинает существенно расти в случае динамических требований к капиталу. В случае динамического предельного отношения LTV капитал через несколько периодов, наоборот, падает ниже устойчивого значения вследствие сдерживания роста кредитов. Если применяются оба макропруденциальных норматива, то их разнонаправленные эффекты компенсируются и капитал изменяется схоже с базовым вариантом экономической политики. Расширенное правило монетарной политики приводит к меньшей дисперсии капитала при использовании динамического cap_t, но к большей – при неприменении макропруденциальных нормативов или применении только динамического m_t.

Разрыв выпуска

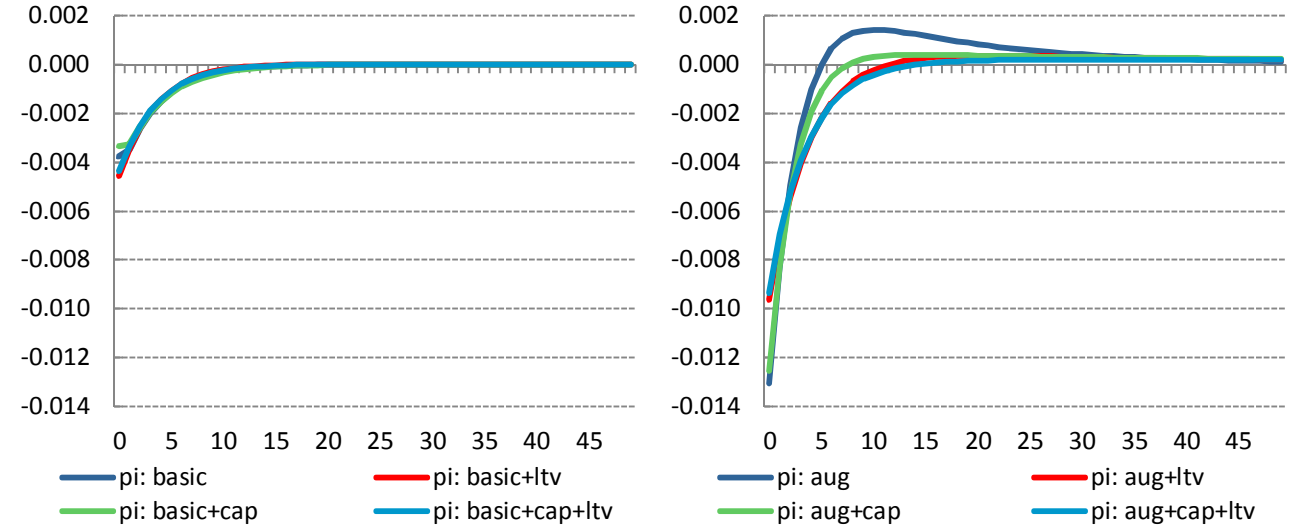
При базовом правиле монетарной политики отличия между вариантами в целом незначительные (см. рис. 3). Использование расширенного варианта приводит к существенно большему отрицательному разрыву выпуска, особенно при неиспользовании макропруденциальных нормативов или применении только динамического cap_t. Это происходит вследствие того, что реакция на прирост кредитов приводит к большей волатильности процентной ставки и, следовательно, большей дисперсии разрыва выпуска и инфляции. В то же время фактический выпуск при всех восьми вариантах изменяется схоже.



Источник: собственные расчеты.

Рис. 3. Разрыв выпуска после технологического шока

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 4. Инфляция после технологического шока

Динамика инфляции в целом соответствует динамике разрыва выпуска. Дисперсия инфляции в случае использования расширенного правила монетарной политики значительно выше, чем в случае базового правила.

В таблице 2 показаны стандартные отклонения ключевых переменных модели в случае технологического шока при альтернативных вариантах экономической политики.

Таблица 2. Технологический шок: стандартные отклонения ключевых переменных

	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	0.0100	0.0106	**0.0094**	0.0103	0.0157	0.0166	0.0158	0.0162
k_t^R	0.0175	**0.0095**	0.0949	0.0213	0.0217	0.0139	0.0315	0.0163
l_t^R	0.0604	0.0184	0.0517	0.0175	0.0220	0.0117	0.0201	**0.0113**
π_t	0.0066	0.0069	**0.0062**	0.0067	0.0172	0.0146	0.0166	0.0142
q_t^R	0.0214	0.0204	0.0214	**0.0204**	0.0243	0.0225	0.0244	0.0224
y_t	0.0237	0.0224	0.0234	0.0223	**0.0195**	0.0208	0.0197	0.0208
$\tilde{y}_t$	0.0004	0.0005	**0.0003**	0.0004	0.0018	0.0010	0.0016	0.0010

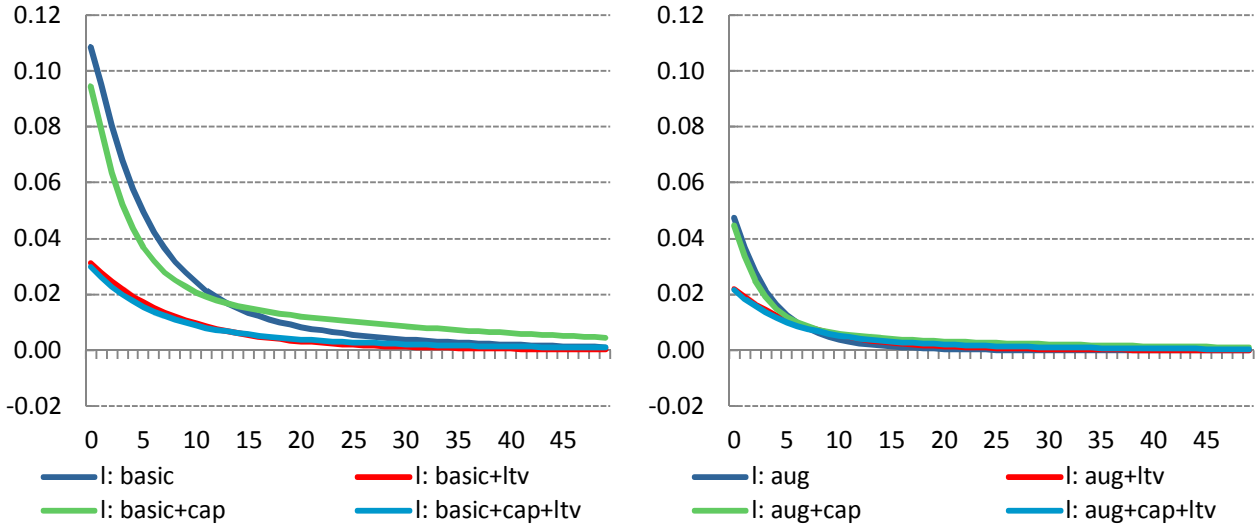
Источник: собственные расчеты.

В среднем наиболее эффективен вариант «basic+ltv», а наименьшие дисперсии инфляции и разрыва выпуска (чем они меньше, тем меньше потери благосостояния домохозяйств в простых новых кейнсианских моделях) достигаются при варианте «basic+cap». Однако раз-

личия в дисперсиях в сравнении с базовым вариантом в случае технологического шока не очень большие.

4.2. Шок в кредитном ограничении

Кредиты

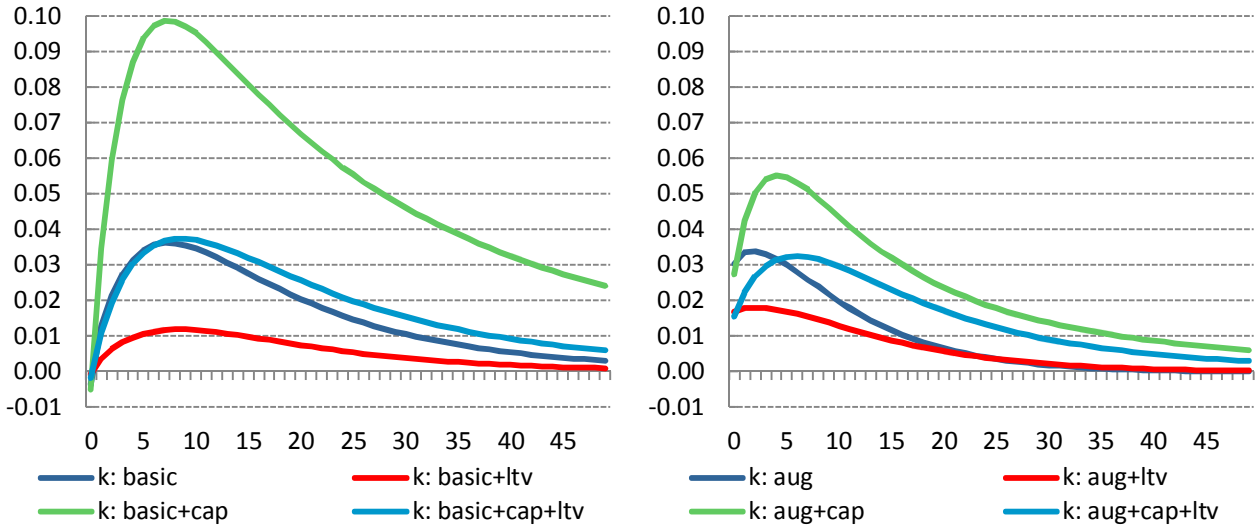


Источник: собственные расчеты.

Рис. 5. Кредиты после шока в кредитном ограничении

Отличия в динамике кредитов при различных вариантах экономической политики в целом аналогичны отличиям после технологического шока. К наименьшей дисперсии приводит вариант с расширенным правилом монетарной политики и динамическим предельным отношением LTV, в том числе в случае его сочетания с динамическими требованиями к капиталу.

Капитал банков



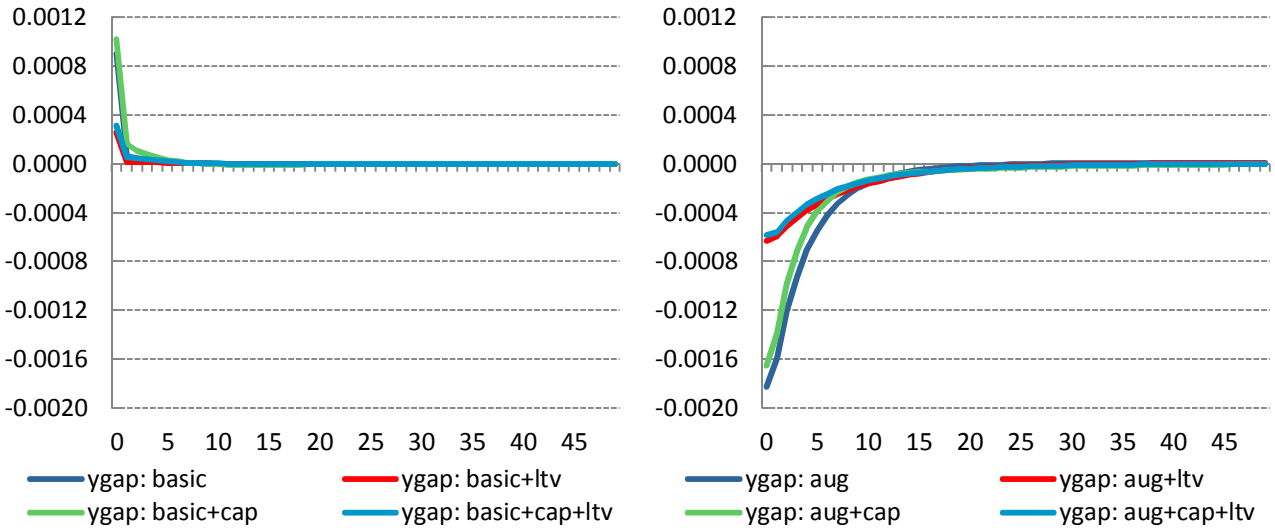
Источник: собственные расчеты.

Рис. 6. Капитал банков после шока в кредитном ограничении

Как и в случае технологического шока, наименьшая дисперсия имеет место при базовом варианте монетарной политики в сочетании с динамическим m_t.

Разрыв выпуска

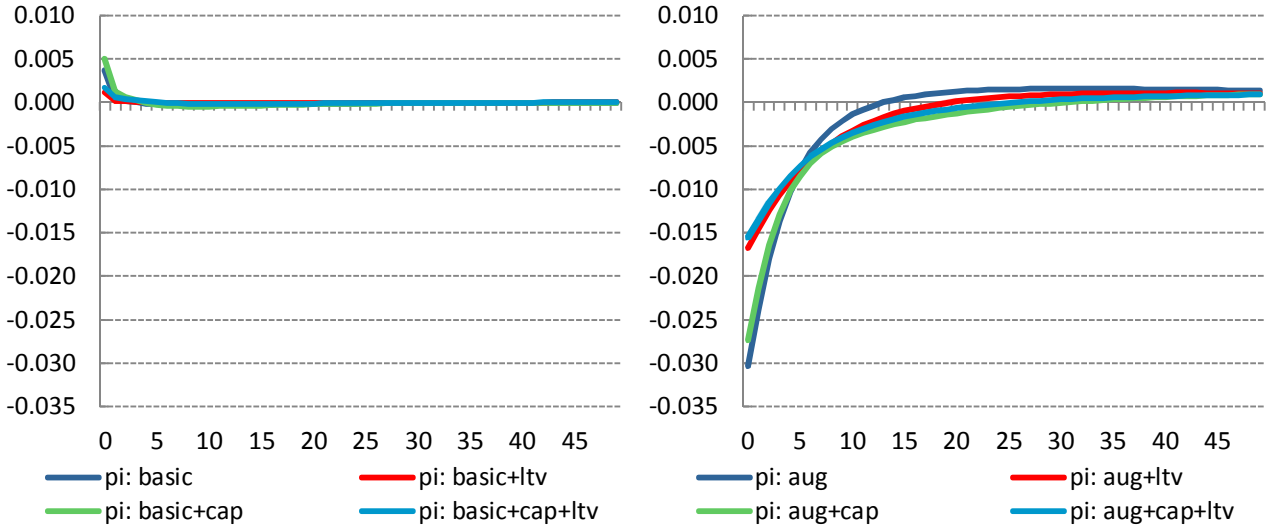
Динамический m_t, в том числе его сочетание с динамическим cap_t, существенно снижает дисперсию разрыва выпуска и при базовом, и при расширенном правиле монетарной политики (см. рис. 7). Наименьшая дисперсия достигается, если использовать базовое правило. Аналогичные выводы применимы и к выпуску.



Источник: собственные расчеты.

Рис. 7. Разрыв выпуска после шока в кредитном ограничении

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 8. Инфляция после шока в кредитном ограничении

Применение динамического предельного отношения LTV значительно снижает дисперсию, а применение расширенного правила – значительно увеличивает.

Таблица 3. Шок в кредитном ограничении: стандартные отклонения ключевых переменных

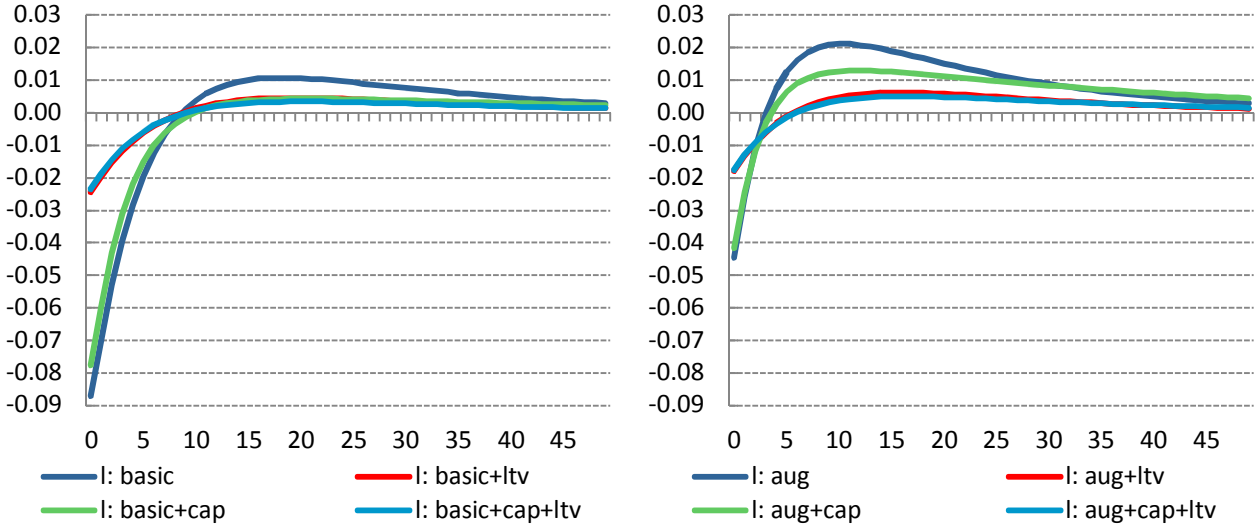
	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	0.0063	**0.0019**	0.0086	0.0031	0.0384	0.0297	0.0377	0.0279
k_t^R	0.1422	**0.0479**	0.4456	0.1609	0.1031	0.0618	0.2028	0.1288
l_t^R	0.2138	0.0682	0.1817	0.0644	0.0743	0.0444	0.0714	**0.0429**
π_t	0.0039	**0.0012**	0.0054	0.0020	0.0489	0.0337	0.0468	0.0318
q_t^R	0.0115	**0.0038**	0.0149	0.0058	0.0195	0.0109	0.0198	0.0114
y_t	0.0073	0.0023	0.0062	**0.0021**	0.0076	0.0037	0.0070	0.0037
$\tilde{y}_t$	0.0009	**0.0003**	0.0010	0.0003	0.0031	0.0013	0.0026	0.0012

Источник: собственные расчеты.

Как видим, для противодействия шоку в кредитном ограничении очевидно преимущество варианта basic+ltv. Кроме того, в тех двух случаях, когда данный вариант не приводит к наименьшей дисперсии переменной, более эффективный вариант все равно предполагает использование динамического предельного отношения LTV.

4.3. Шок, увеличивающий предельную полезность потребления домохозяйств

Кредиты

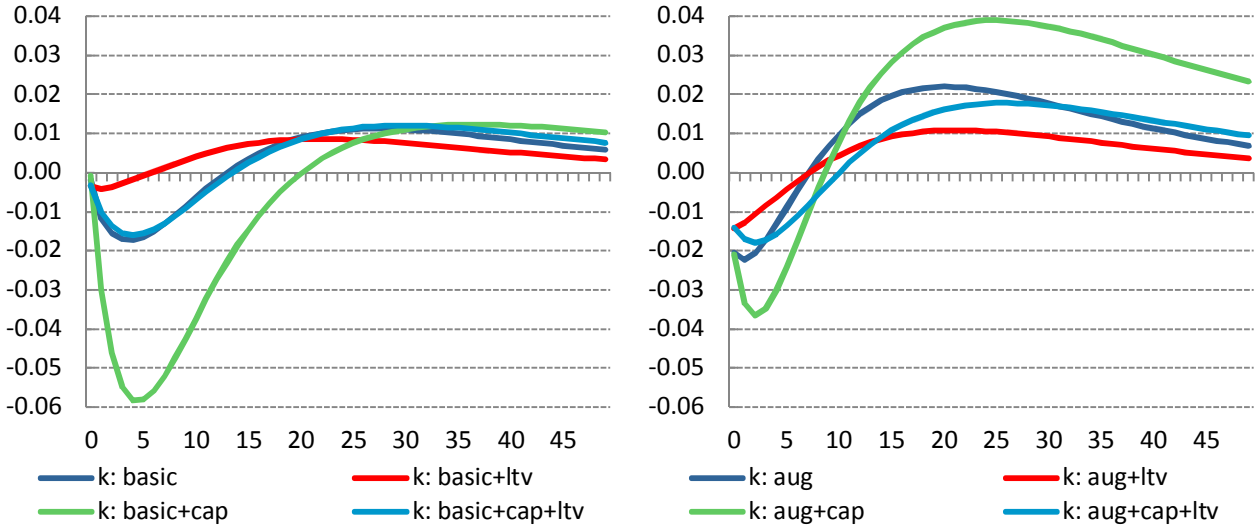


Источник: собственные расчеты.

Рис. 9. Кредиты после шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств

Закономерности те же: динамическое предельное отношение LTV значительно снижает отклик и дисперсию кредитов; к схожему эффекту приводит использование расширенного правила монетарной политики.

Капитал банков



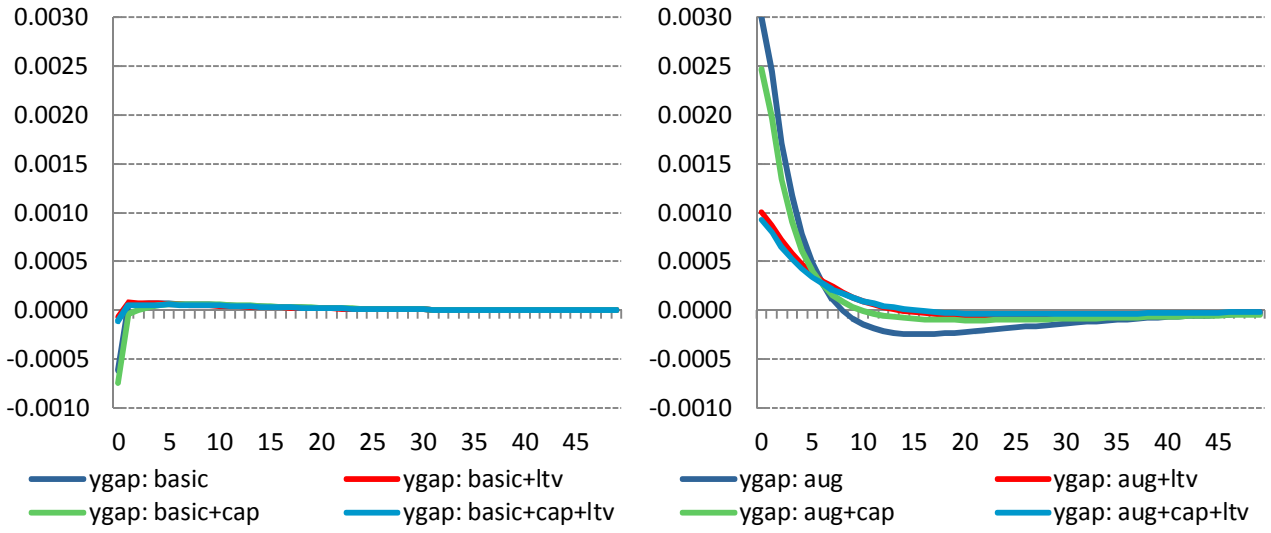
Источник: собственные расчеты.

Рис. 10. Капитал банков после шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств

В отличие от предыдущих шоков, применение расширенного правила приводит к увеличению дисперсии капитала банков при всех вариантах макропруденциальной политики. Вариант basic+ltv приводит к наименьшей дисперсии капитала.

Разрыв выпуска

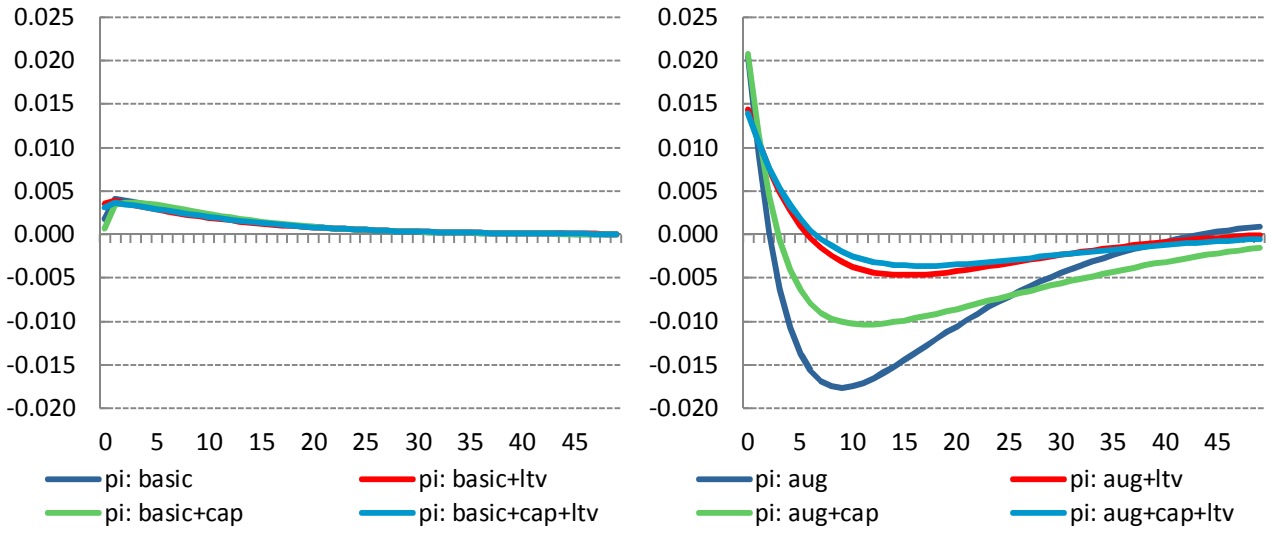
Как и ранее, «leaning against the wind» существенно увеличивает дисперсию разрыва выпуска, а динамический m_t снижает (см. рис. 11). При этом в случае базового правила монетарной политики и динамического m_t фактический выпуск изначально растет больше всего, что сопровождается и схожим ростом потенциального выпуска.



Источник: собственные расчеты.

Рис. 11. Разрыв выпуска после шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 12. Инфляция после шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств

Расширенное правило монетарной политики приводит к существенно большей дисперсии инфляции.

Таблица 4. Шок, увеличивающий предельную полезность потребления домохозяйств: стандартные отклонения ключевых переменных

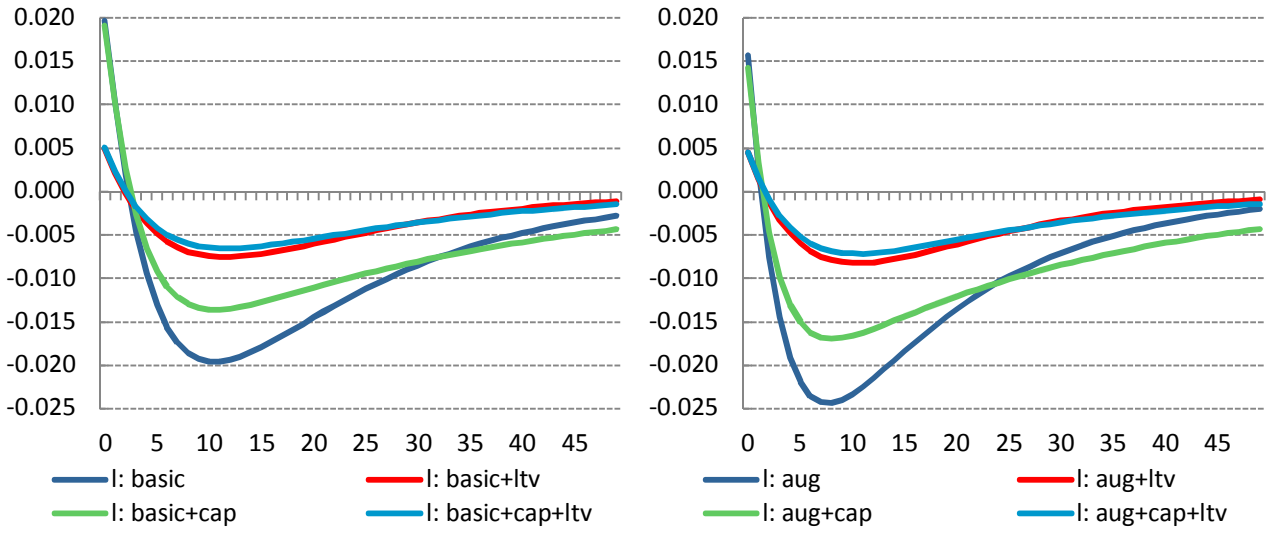
	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	0.0171	0.0162	0.0172	**0.0161**	0.0657	0.0254	0.0472	0.0235
k_t^R	0.0711	**0.0442**	0.1796	0.0764	0.1135	0.0584	0.2330	0.1027
l_t^R	0.1430	0.0439	0.1175	0.0406	0.1009	0.0373	0.0812	**0.0342**
π_t	0.0114	0.0107	0.0114	**0.0107**	0.0733	0.0285	0.0551	0.0262
q_t^R	0.0817	**0.0780**	0.0837	0.0789	0.0866	0.0829	0.0888	0.0836
y_t	**0.0141**	0.0153	0.0142	0.0153	0.0235	0.0193	0.0225	0.0191
$\tilde{y}_t$	0.0007	0.0002	0.0008	**0.0002**	0.0046	0.0018	0.0037	0.0016

Источник: собственные расчеты.

Преимущество варианта basic+ltv не такое явное, как в случае шока в кредитном ограничении, но эффективность динамического m_t не вызывает сомнений.

4.4. Шок, увеличивающий предельную полезность жилой недвижимости

Кредиты

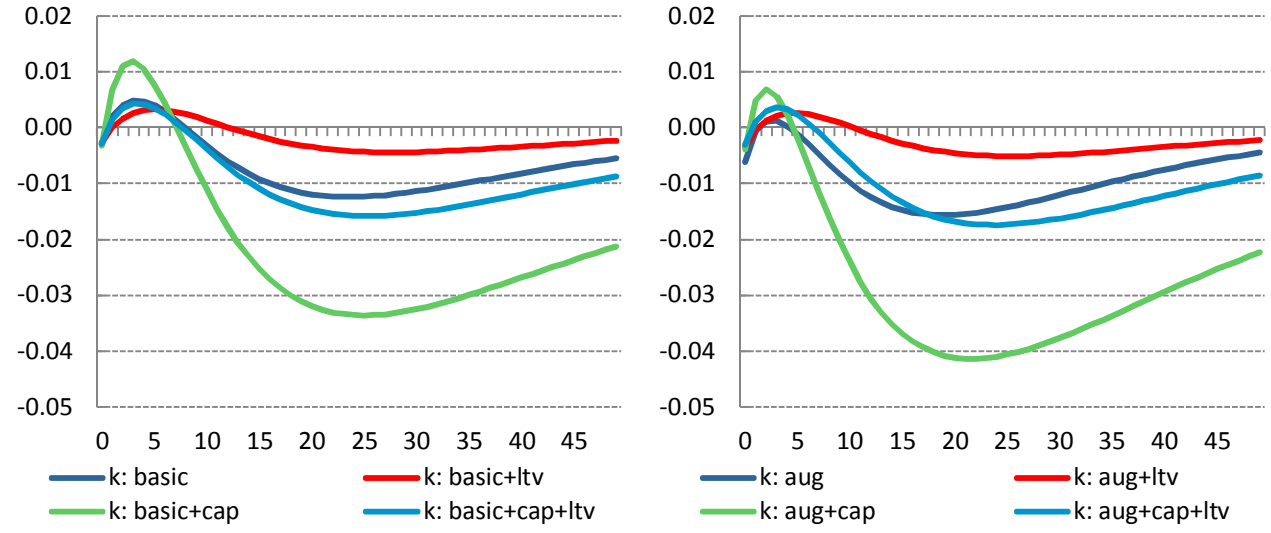


Источник: собственные расчеты.

Рис. 13. Кредиты после шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости

При шоке, увеличивающем предельную полезность жилой недвижимости, использование расширенного правила монетарной политики не приводит к снижению дисперсии кредитов, а, наоборот, немного ее повышает. Это происходит потому, что большая дисперсия процентной ставки влияет на спрос на недвижимость, что при большей предельной полезности жилой недвижимости более значительно воздействует на депозиты и кредиты. Как и ранее, заметна большая эффективность динамического m_t. Также графически создается впечатление о том, что динамический cap_t при данном шоке работает несколько эффективнее, чем при предыдущих шоках, но в то же время кредиты быстрее возвращаются к устойчивому значению при базовом варианте экономической политики.

Капитал банков

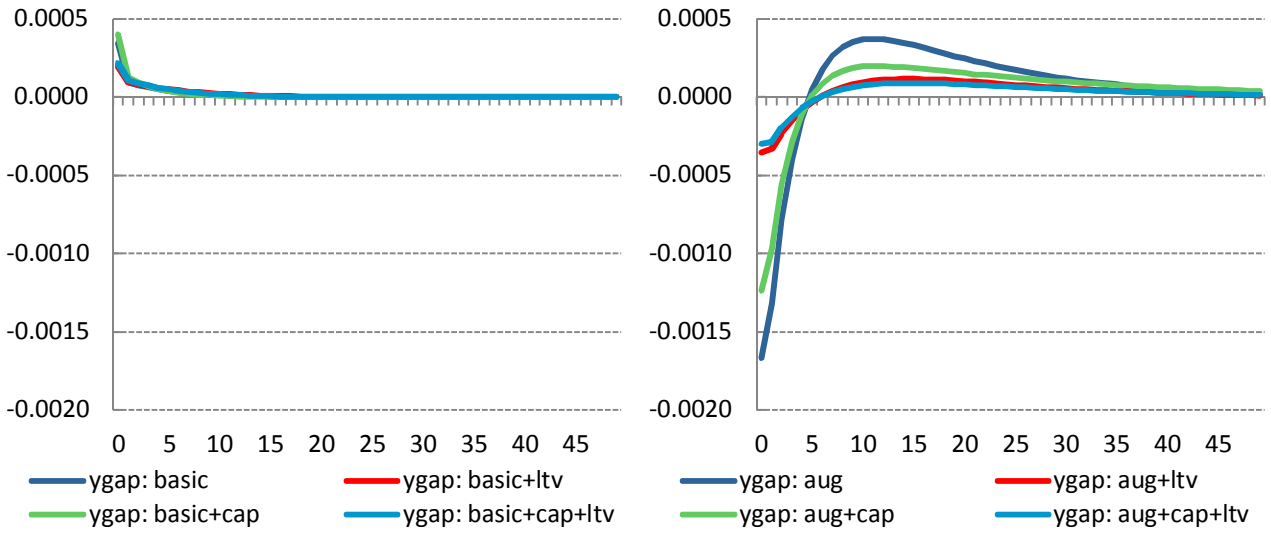


Источник: собственные расчеты.

Рис. 14. Капитал банков после шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости

К наименьшей волатильности приводит вариант basic+ltv, к наибольшей – basic+cap. Расширенный вариант монетарной политики несколько повышает дисперсию независимо от варианта макропруденциальной политики.

Разрыв выпуска

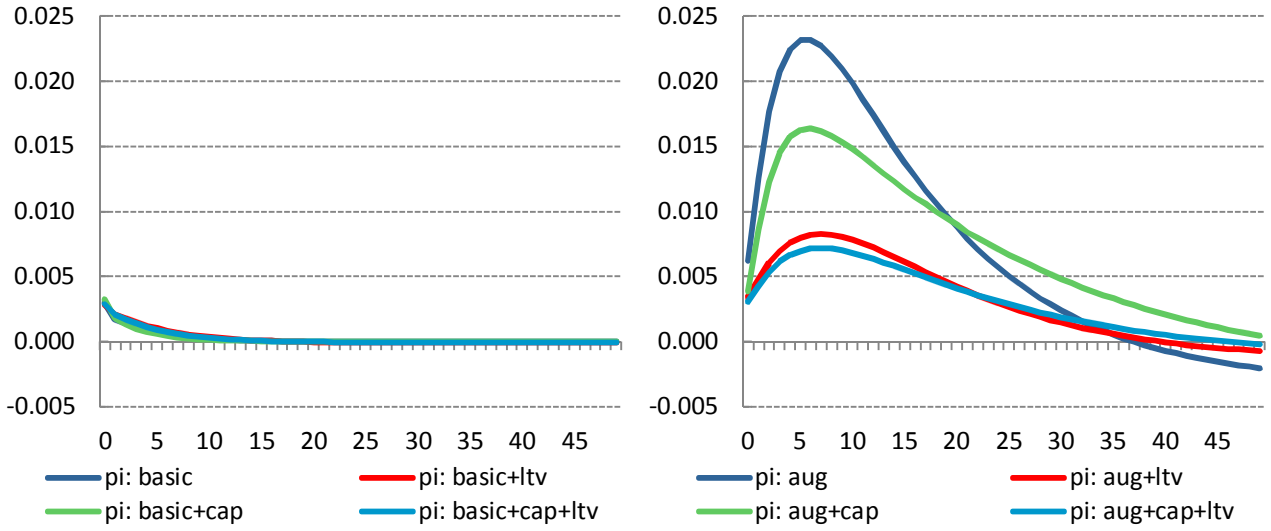


Источник: собственные расчеты.

Рис. 15. Разрыв выпуска после шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости

Видим ту же картину, что и ранее: расширенный вариант монетарной политики неэффективен, динамическое предельное отношение LTV значительно снижает дисперсию.

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 16. Инфляция после шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости

Снова расширенный вариант монетарной политики существенно увеличивает дисперсию переменной. В меньшей степени это происходит, если расширенное правило сочетается с динамическим m_t или с m_t и cap_t вместе.

Таблица 5. Шок, увеличивающий предельную полезность жилой недвижимости: стандартные отклонения ключевых переменных

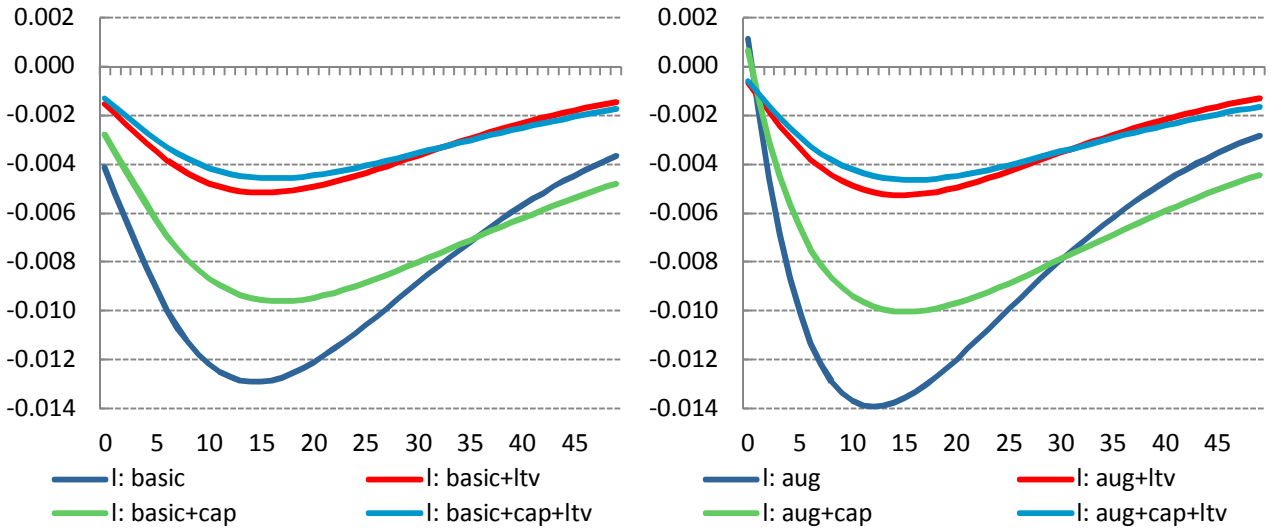
	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	**0.0065**	0.0072	0.0066	0.0071	0.0877	0.0358	0.0702	0.0325
k_t^R	0.0637	**0.0237**	0.1983	0.0862	0.0754	0.0258	0.2341	0.0926
l_t^R	0.0854	0.0332	0.0695	**0.0306**	0.0939	0.0349	0.0782	0.0323
π_t	**0.0042**	0.0047	0.0043	0.0046	0.0849	0.0334	0.0679	0.0303
q_t^R	0.0238	0.0245	0.0248	0.0246	**0.0219**	0.0243	0.0239	0.0245
y_t	0.0061	0.0051	0.0052	0.0047	0.0041	0.0043	**0.0039**	0.0041
$\tilde{y}_t$	0.0004	**0.0003**	0.0004	0.0003	0.0027	0.0007	0.0019	0.0006

Источник: собственные расчеты.

Вариант basic+ltv, на первый взгляд, не является значительно эффективнее других, но после более подробного анализа таблицы 5 видно, что если стандартное отклонение переменной и не является минимальным при данном варианте, то оно близко к минимальному. В среднем стандартные отклонения при данном варианте значительно меньше, чем при других вариантах. В частности, они на 48% меньше, чем при базовом варианте.

4.5. Шок, уменьшающий капитал банков

Кредиты

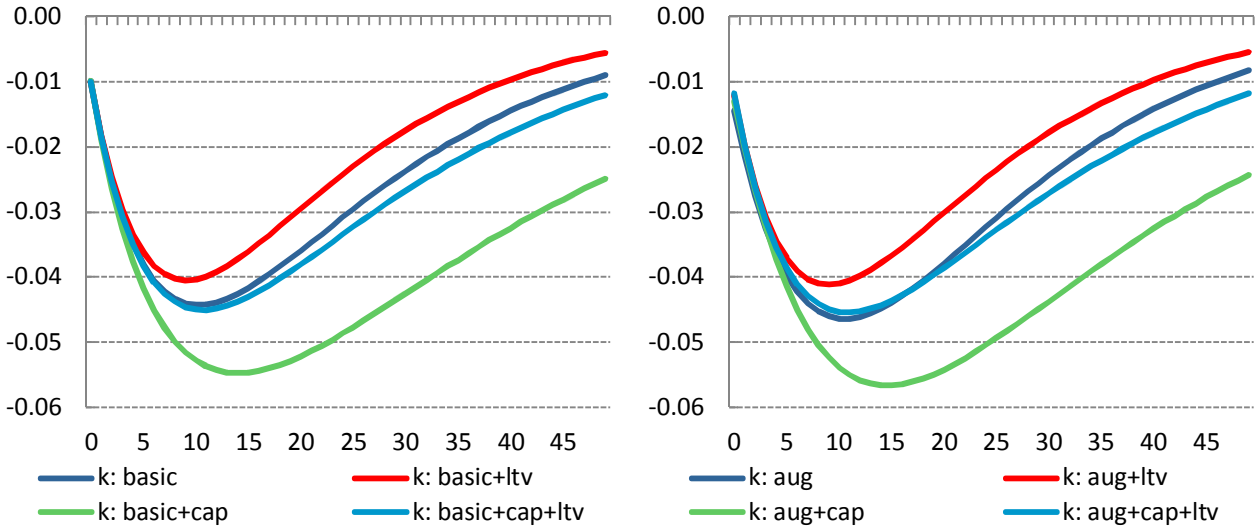


Источник: собственные расчеты.

Рис. 17. Кредиты после шока, уменьшающего капитал банков

При использовании макропруденциальных нормативов падение кредитов не такое существенное, как при базовом варианте экономической политики. Использование расширенного правила монетарной политики в целом не приводит к значительным изменениям динамики кредитов в сравнении с использованием базового правила.

Капитал банков

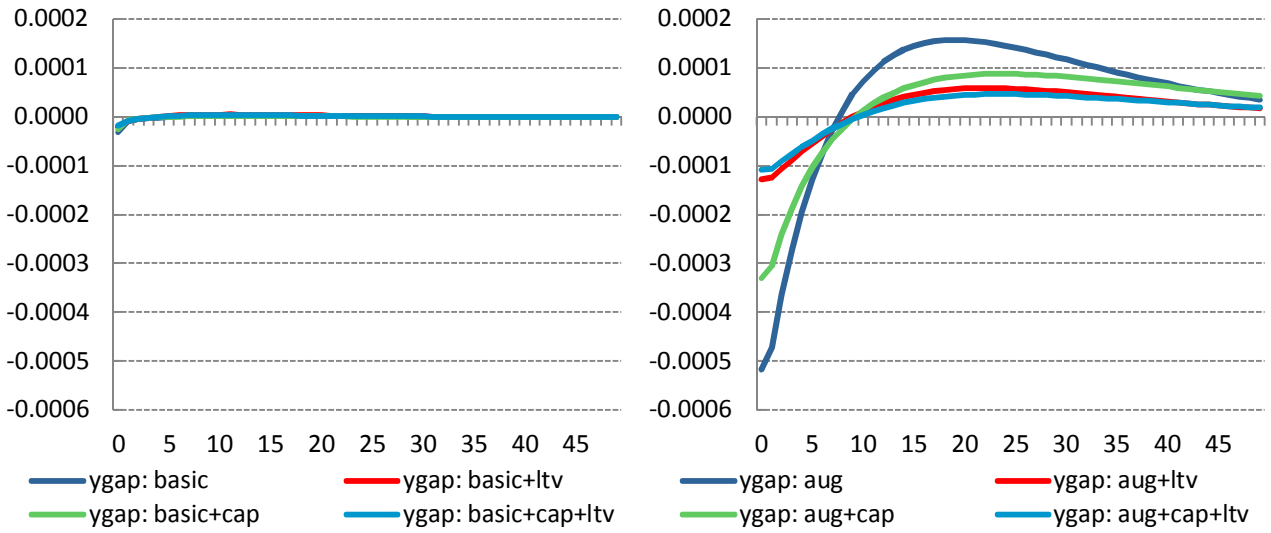


Источник: собственные расчеты.

Рис. 18. Капитал банков после шока, уменьшающего капитал банков

Лучше всего с шоком справляется вариант basic+ltv. При использовании только динамических требований к капиталу переменная возвращается к устойчивому значению медленнее всего вследствие ослабления требований к капиталу из-за снижения кредитов до уровня ниже устойчивого значения. Расширенное правило монетарной политики не приводит к существенным изменениям динамики капитала банков.

Разрыв выпуска

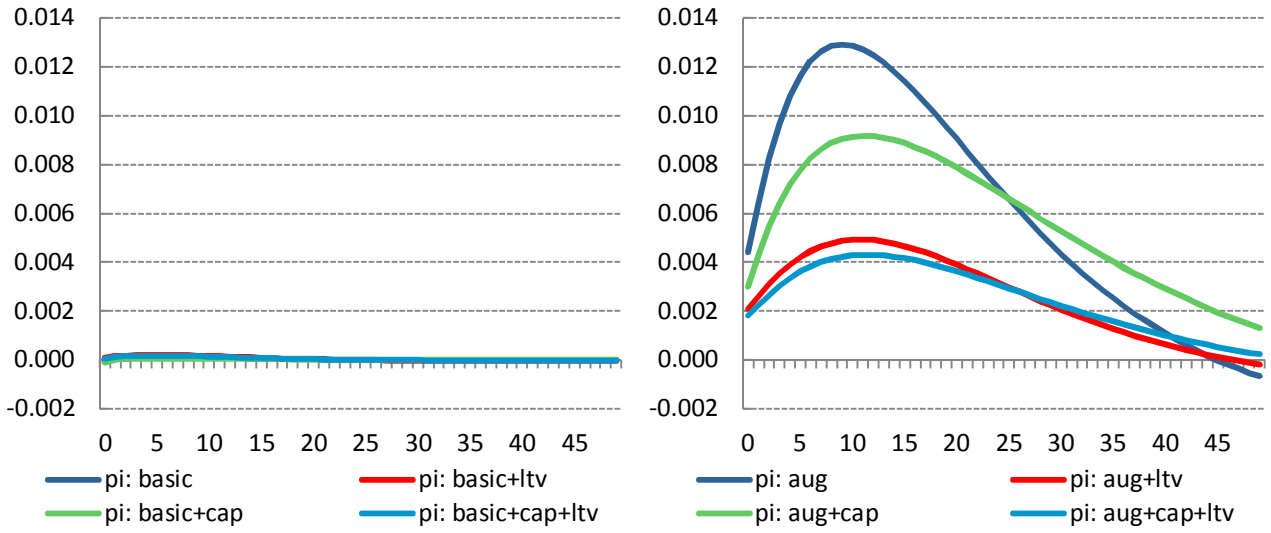


Источник: собственные расчеты.

Рис. 19. Разрыв выпуска после шока, уменьшающего капитал банков

«Leaning against the wind» приводит к существенно большей дисперсии разрыва выпуска в сравнении с использованием базового правила монетарной политики. При всех вариантах экономической политики, основанных на базовом правиле, дисперсия разрыва выпуска незначительна.

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 20. Инфляция после шока, уменьшающего капитал банков

С инфляцией та же ситуация, что и с разрывом выпуска. Динамическое предельное отношение LTV значительно снижает дисперсию при использовании расширенного правила монетарной политики, но этот вариант, в свою очередь, значительно менее эффективен, чем варианты, основанные на применении базового правила.

Таблица 6. Шок, уменьшающий капитал банков: стандартные отклонения ключевых переменных

	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	0.0006	0.0011	**0.0004**	0.0009	0.0595	0.0242	0.0487	0.0223
k_t^R	0.2107	**0.1799**	0.3153	0.2245	0.2197	0.1838	0.3197	0.2266
l_t^R	0.0665	0.0267	0.0568	0.0250	0.0658	0.0262	0.0565	**0.0247**
π_t	0.0004	0.0007	**0.0002**	0.0006	0.0588	0.0238	0.0482	0.0219
q_t^R	0.0030	0.0037	**0.0025**	0.0032	0.0047	0.0042	0.0036	0.0036
y_t	0.0035	0.0028	0.0030	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	**0.0023**

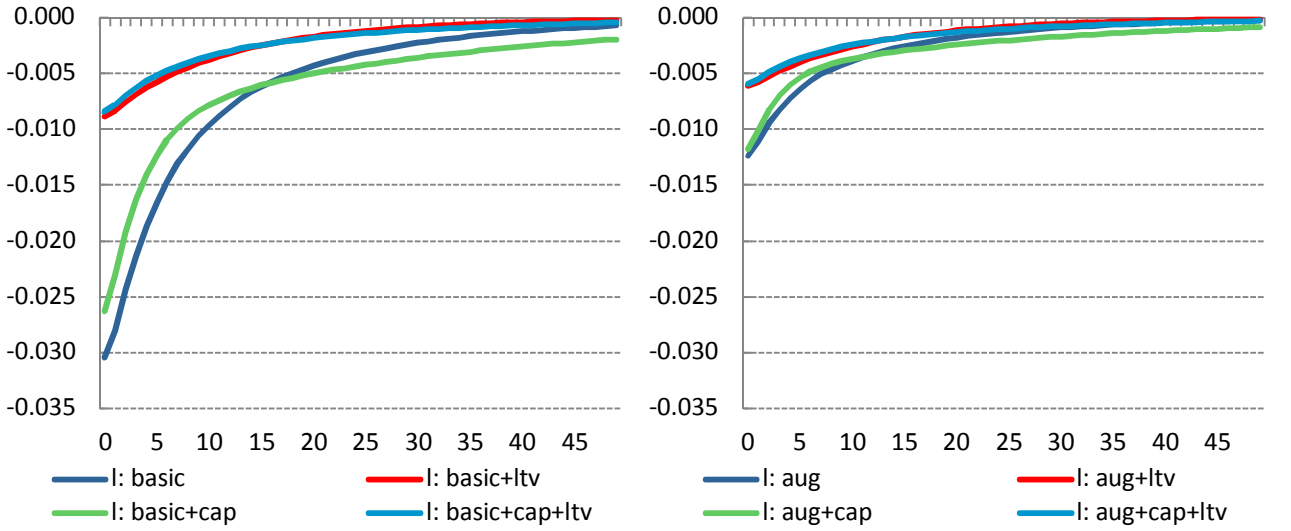
	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
$\tilde{y}_t$	0.0000	0.0000	0.0000	**0.0000**	0.0011	0.0004	0.0007	0.0003

Источник: собственные расчеты.

В большинстве случаев к меньшей дисперсии переменной приводит вариант basic+cap, но в среднем более эффективен basic+ltv, а без учета капитала банков – basic+cap+ltv.

4.6. Шок монетарной политики

Кредиты

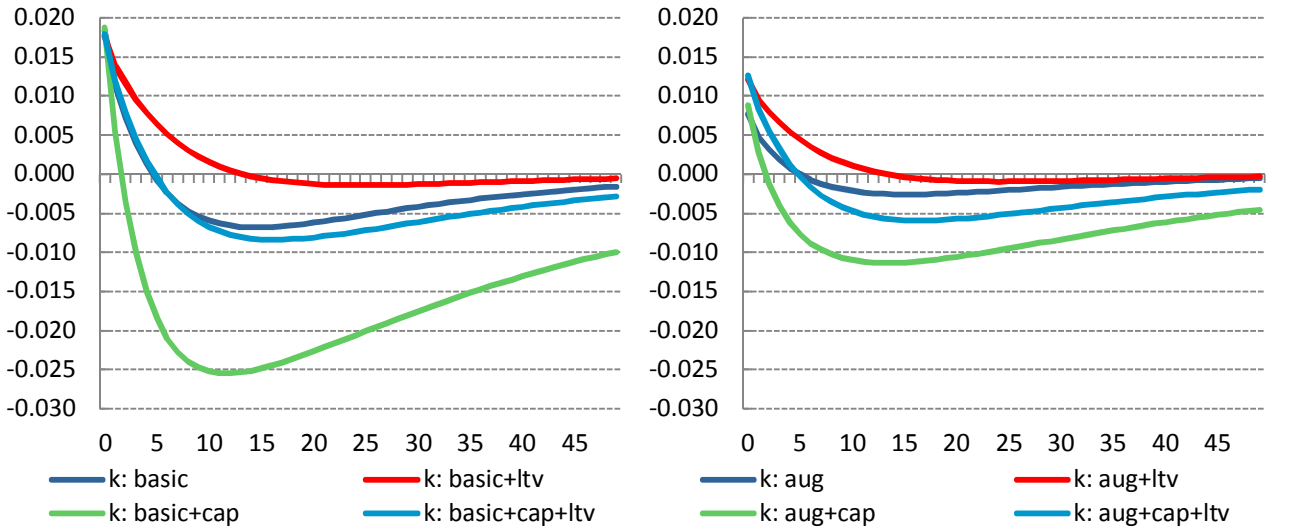


Источник: собственные расчеты.

Рис. 21. Кредиты после шока монетарной политики

В отличие от двух предыдущих шоков, расширенный вариант монетарной политики снова более эффективен, чем базовый вариант, в плане снижения дисперсии кредитов, что можно объяснить следующим образом. Положительный экзогенный компонент процентной ставки приводит к снижению кредитов и отрицательному aug_t, что в некоторой мере компенсирует положительный v_t. Меньший мгновенный рост процентной ставки (по итогам периода она падает) вызывает меньший отрицательный разрыв выпуска, что способствует меньшему сокращению кредитов. Динамическое предельное отношение LTV или его сочетание с динамическими требованиями к капиталу среди вариантов макропруденциальной политики действуют лучше всего.

Капитал банков

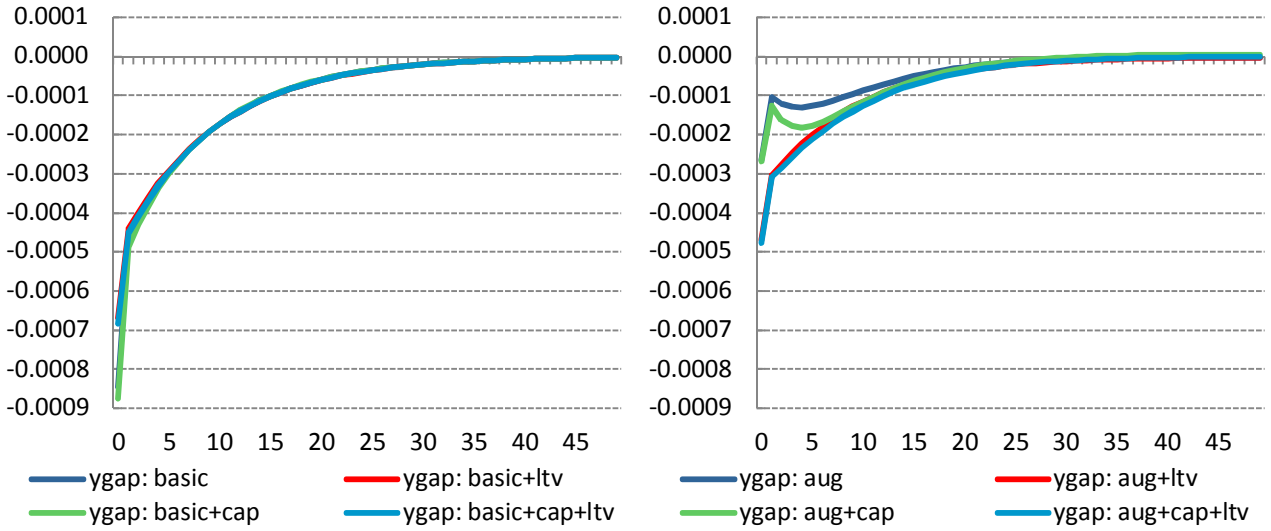


Источник: собственные расчеты.

Рис. 22. Капитал банков после шока монетарной политики

По аналогии с кредитами дисперсия капитала банков также снижается при использовании расширенного варианта монетарной политики, причем независимо от макропруденциальной политики. Таким образом, расширенное правило лучше всего подавляет негативные эффекты шоков на банковский сектор в случае шока монетарной политики. В этом случае лучше всего действует расширенное правило само по себе, без использования макропруденциальных нормативов.

Разрыв выпуска

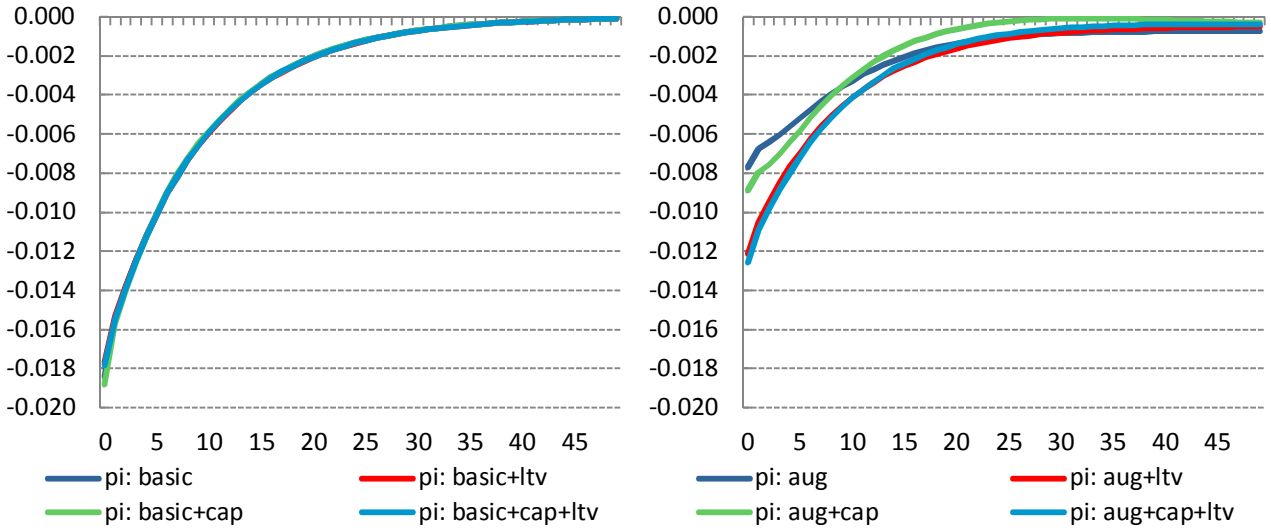


Источник: собственные расчеты.

Рис. 23. Разрыв выпуска после шока монетарной политики

Как видно на рис. 23, расширенное правило монетарной политики приводит к меньшим изменениям разрыва выпуска, несмотря на существенно большую дисперсию при всех предыдущих шоках (см. объяснение в пункте «Кредиты»). Наиболее эффективным вариантом экономической политики снова является aug. При базовом варианте монетарной политики применение макропруденциальных нормативов в целом слабо влияет на разрыв выпуска.

Инфляция



Источник: собственные расчеты.

Рис. 24. Инфляция после шока монетарной политики

Как и в случае разрыва выпуска, расширенное правило монетарной политики существенно снижает дисперсию инфляции, несмотря на закономерности при предыдущих шоках. Использование макропруденциальных нормативов вместе с расширенным правилом повышает дисперсию, вместе с базовым – слабо влияет на дисперсию.

Таблица 7. Шок монетарной политики: стандартные отклонения ключевых переменных

	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ltv
i_t	0.0372	0.0367	0.0377	0.0370	**0.0200**	0.0258	0.0211	0.0264
k_t^R	0.0388	0.0306	0.1367	0.0477	**0.0152**	0.0210	0.0621	0.0335
l_t^R	0.0682	0.0226	0.0581	0.0214	0.0270	0.0156	0.0260	**0.0150**
π_t	0.0397	0.0394	0.0400	0.0395	**0.0206**	0.0276	0.0219	0.0282
q_t^R	0.0068	0.0080	0.0071	0.0079	**0.0029**	0.0055	0.0034	0.0055
y_t	0.0066	0.0052	0.0061	0.0051	**0.0026**	0.0036	0.0027	0.0036
$\tilde{y}_t$	0.0013	0.0012	0.0014	0.0012	**0.0005**	0.0008	0.0006	0.0009

Источник: собственные расчеты.

Проанализировав таблицу 7, можно еще раз убедиться, что вариант aug является наиболее эффективным в случае шока монетарной политики.

4.7. Выводы

В таблице 8 показаны усредненные стандартные отклонения ключевых переменных при альтернативных вариантах экономической политики в случае каждого из шоков (берется среднее арифметическое по каждому из столбцов таблиц 2-7).

Таблица 8. Усредненные стандартные отклонения ключевых переменных

Вариант / Шок	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ ltv
u_t^a	0.0200	0.0127	0.0296	0.0141	0.0175	0.0144	0.0185	0.0146
u_t^b	0.0551	0.0179	0.0948	0.0341	0.0421	0.0265	0.0554	0.0354
u_t^c	0.0484	0.0298	0.0606	0.0340	0.0669	0.0362	0.0759	0.0416
u_t^h	0.0272	0.0141	0.0442	0.0226	0.0529	0.0227	0.0686	0.0310
u_t^k	0.0407	0.0307	0.0540	0.0367	0.0589	0.0379	0.0685	0.0431
u_t^v	0.0284	0.0205	0.0410	0.0228	0.0127	0.0143	0.0197	0.0162

Примечание. Чем темнее фон ячейки, тем меньше значение стандартного отклонения (среди значений в строке).
Источник: собственные расчеты.

В таблице 9 показаны процентные отклонения усредненных стандартных отклонений из таблицы 8 от усредненных стандартных отклонений при базовом варианте экономической политики (столбец «basic»).

Таблица 9. Процентные отклонения усредненных стандартных отклонений от базового варианта

Вариант / Шок	basic	basic+ltv	basic+cap	basic+cap+ ltv	aug	aug+ltv	aug+cap	aug+cap+ ltv
u_t^a	0.0	-36.6	48.1	-29.4	-12.7	-27.8	-7.4	-27.0
u_t^b	0.0	-67.5	71.9	-38.2	-23.6	-51.9	0.6	-35.8
u_t^c	0.0	-38.5	25.2	-29.8	38.0	-25.2	56.7	-14.2
u_t^h	0.0	-48.1	62.6	-16.8	95.0	-16.3	152.6	14.1
u_t^k	0.0	-24.5	32.8	-9.8	44.7	-6.9	68.5	6.0
u_t^v	0.0	-27.6	44.6	-19.5	-55.3	-49.7	-30.6	-43.1

Источник: собственные расчеты.

Первый вывод, который можно сделать из анализа усредненных стандартных отклонений, – это неэффективность динамических требований к капиталу банков. В значительной степени это является результатом большой дисперсии капитала при использовании данного макропруденциального норматива. Если исключить капитал банков из ключевых переменных, то при всех шоках basic+cap приводит к меньшим усредненным стандартным отклонениям, чем при варианте basic. Кроме того, в некоторых случаях его можно рассматривать и как наиболее эффективный вариант (см. конец данного подраздела).

В случае каждого из шоков есть альтернативный вариант экономической политики, который работает лучше базового. Во всех случаях это, во-первых, вариант basic+ltv, который работает значительно лучше. Во-вторых, это варианты basic+cap+ltv и aug+ltv. Как видим, у всех этих вариантов есть общий компонент – динамическое предельное отношение LTV, которое в рамках модели показало себя очень хорошо, существенно снижая дисперсии многих

переменных. Самые большие прибавки эффективности при использовании basic+ltv достигаются в случае шока в кредитном ограничении: усредненные стандартные отклонения уменьшаются более чем в два раза. В случае же шока, уменьшающего капитал банков, усредненные стандартные отклонения сокращаются «только» на 24.5%. Однако если посмотреть на стандартные отклонения разрыва выпуска и инфляции, то они уменьшаются не во всех случаях. При технологическом шоке они незначительно увеличиваются; в случае шока, сокращающего капитал банков, дисперсия инфляции значительно увеличивается в относительном измерении, но остается несущественной в абсолютном, а дисперсия разрыва выпуска практически не изменяется и остается незначительной; в случае шока, увеличивающего предельную полезность жилой недвижимости, дисперсия инфляции немного растет, а разрыва выпуска – немного снижается. При оставшихся шоках стандартные отклонения инфляции и разрыва выпуска снижаются: в случае шока в кредитном ограничении – более чем в три раза; в случае шока, увеличивающего предельную полезность потребления домохозяйств, стандартное отклонение разрыва выпуска также уменьшается более чем в три раза, а инфляции – на 6.1%; в случае шока монетарной политики дисперсии сокращаются менее существенно.

Эффективность правила, включающего реакцию центрального банка на кредит, зависит от конкретного шока. В случае технологического шока, шока, ослабляющего кредитное ограничение, и шока монетарной политики «leaning against the wind» приводит к меньшим усредненным дисперсиям. Но в то же время при всех шоках, кроме шока монетарной политики, aug (в том числе сочетания aug с макропруденциальными нормативами) приводит к большим дисперсиям разрыва выпуска и инфляции, что было бы связано с большими потерями благосостояния домохозяйств в простых новых кейнсианских DSGE-моделях (значение функции полезности было бы ниже оптимального на большую величину, чем при базовом варианте). Несмотря на то что для проецирования таких выводов на нашу модель необходим строгий вывод критерия благосостояния, нежелательность большой дисперсии инфляции очевидна и без этого. Поэтому, исходя из модельных расчетов, применение вариантов, основанных на aug, можно рекомендовать только в случае подверженности монетарной политики шокам (необходимости изменять значение процентной ставки по причинам, не связанным с динамикой целевых переменных). Это, на первый взгляд, актуально для Беларуси (динамика процентных ставок сильно зависит от ситуации во внешней торговле), однако не нужно забывать, что базовый режим монетарной политики в модели – это гибкое таргетирование инфляции, в то время как в Беларуси в настоящее время строгого таргетирования какого-либо показателя нет. Можно предположить, что в случае перехода к таргетированию инфляции часть текущих шоков станет неактуальной, а часть будет отражаться в динамике целевых переменных.

Таким образом, основываясь на результатах моделирования, в случае шоков u_t^b и u_t^c можно рекомендовать применение базового правила монетарной политики и динамического предельного отношения LTV. В случае шока u_t^v лучше использовать расширенное правило монетарной политики. В случае остальных шоков выбор варианта экономической политики зависит от предпочтений центрального банка (предполагая, что он реализует как монетарную, так и макропруденциальную политику). Исходя из усредненных стандартных отклонений набора ключевых переменных, определенного автором, лучше всего работает базовое правило монетарной политики в сочетании с динамическим предельным отношением LTV. Но если приоритет – снижение дисперсии инфляции и разрыва выпуска, то при шоках u_t^a и u_t^k лучше применять базовое правило в сочетании с динамическими требованиями к капиталу банков.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Недавний глобальный финансовый кризис привел к необходимости пересмотра существовавшей парадигмы реализации экономической политики и регулирования финансового сектора, в частности коммерческих банков. Текущим трендом в области регулирования является

переход к использованию макропруденциальных нормативов, направленных на нейтрализацию системного риска в банковском секторе. Кандидатом на место более совершенного варианта монетарной политики является «leaning against the wind» – реагирование центральным банком не только на динамику инфляции и выпуска или разрыва выпуска, но и на динамику кредитования или цен активов. В данной работе была рассмотрена новая кейнсианская DSGE-модель, с помощью которой можно анализировать эффективность альтернативных вариантов макропруденциальной и монетарной политики.

Анализ показал, что использование такого макропруденциального норматива, как динамическое предельное отношение LTV, в среднем существенно снижает дисперсии ключевых переменных, особенно при шоке, который ослабляет кредитное ограничение экономических агентов (в рассмотренной модели – предпринимателей). Переменные меньше изменяются после шоков и быстрее возвращаются к устойчивым значениям. Динамические требования к капиталу банков также приводят к прибавкам в эффективности в некоторых случаях, снижая дисперсии инфляции и разрыва выпуска, но в то же время их использование увеличивает дисперсию капитала. «Leaning against the wind» в большинстве случаев неэффективен, существенно увеличивая дисперсии разрыва выпуска и инфляции, однако такой вариант монетарной политики работает лучше других вариантов в случае шоков монетарной политики.

Подводя итог, можно заключить, что модельные расчеты показывают, что макропруденциальные нормативы – это несомненно эффективные инструменты экономической политики. Но в то же время их эффективность зависит от конкретных шоков, воздействующих на экономику. Использование «leaning against the wind» не так однозначно, но в некоторых случаях такой вариант работает значительно лучше традиционного таргетирования инфляции. Вместе с тем нужно учитывать, что используемая модель очень проста, поэтому полученные результаты являются только некоторыми аппроксимациями. Кроме того, рассмотрены были только два возможных макропруденциальных норматива, и оба этих норматива контрциклические, в то время как не менее важными могут быть нормативы, предназначенные для снижения риска распространения проблем отдельных банков на банковскую систему в целом. Анализ эффективности таких нормативов – это направление для будущих исследований. Наконец, закономерности, получаемые из модельных расчетов, может быть сложно получить в реальной экономике[33], так как на практике систему макропруденциальных нормативов может быть сложно адекватно реализовать по политическим причинам, так как макропруденциальная политика включает принятие решений, которые будут непопулярными у экономических агентов (например, снижение предельного отношения LTV во время кредитного бума). Кроме того, банки могут найти способы обойти нормативы, что потребует введения дополнительных ограничений. Подробнее об этих и других возможных проблемах см. Blanchard, Dell'Ariccia и Mauro (2013).

В Беларуси финансовый сектор не так развит, как в США или Великобритании. Ипотечное кредитование физических лиц практически не работает: некоторые банки предлагают жилищные кредиты под залог недвижимости[34], однако объемы такого кредитования невелики. Одной из причин этого является то, что не работает механизм секьюритизации активов (это пока невозможно по причине отсутствия законодательной базы). Кроме того, до недавнего времени банки не могли отчуждать жилье у кредитополучателей, не выплачивающих кредит. Жилищное кредитование, как и другие виды кредитования, конечно, сдерживает и текущая макроэкономическая ситуация (высокие процентные ставки). Несмотря на все эти факторы, применение макропруденциальных нормативов в Беларуси можно считать настолько же актуальным, как и в других странах, по крайней мере по причине положитель-

[33] В то же время, как упоминалось во введении, уже есть успешные примеры использования механизмов, похожих на макропруденциальные нормативы.

[34] По состоянию на начало февраля 2014 г. на сайте одного банка – Белагропромбанка – указано о возможности получения жилищного кредита под залог строящегося объекта недвижимости. Ранее были доступны и другие предложения, приостановление которых связано с нехваткой ресурсов у банков и высоким кредитным риском жилищного кредитования в складывающихся макроэкономических условиях.

ного эффекта, который дают контрциклические макропруденциальные нормативы, некоторые из которых были рассмотрены в работе. Более того, ипотечное кредитование и секьюритизация активов рано или поздно заработают в полной мере и в Беларуси. Так, в 2013 г. вступил в силу Жилищный кодекс, согласно которому банк может отчуждать заложенный объект недвижимости и выселять неплательщика. Активизировалась и политика по созданию фонда арендного жилья, часть которого в будущем могла бы использоваться для размещения неплательщиков. Что касается секьюритизации, то Программой развития рынка ценных бумаг Республики Беларусь на 2011 - 2015 годы предусмотрено создание проекта Закона Республики Беларусь «О секьюритизации», а согласно Плану совместных действий Совета Министров Республики Беларусь и Национального банка по структурному реформированию и повышению конкурентоспособности экономики Республики Беларусь, данный законопроект должен был быть внесен на рассмотрение президента в декабре 2013 г., причем в 2014-2015 гг. планируется дальнейшая работа над законопроектами, касающимися механизма секьюритизации активов. Таким образом, в будущем финансовый сектор Беларуси может быть подвержен тем же рискам, что и сектора в развитых странах, поэтому переход к использованию макропруденциальных нормативов становится еще более актуальным.

Не менее актуальным для Беларуси в настоящий момент является переход к режиму таргетирования инфляции, простые версии которого были внедрены в рассмотренную модель. Данный режим вместе с переходом к гибкому обменному курсу позволит в значительной степени решить проблему дефицита текущего счета платежного баланса[35], что будет благоприятно влиять и на банковский сектор, который в последнее время регулярно сталкивается с дефицитом ликвидности. Национальный банк же сможет сосредоточиться на достижении цели по инфляции. Для этого, однако, необходимо будет повысить независимость Национального банка, чтобы он мог свободно принимать непопулярные решения, если это требуется для выполнения цели по инфляции. Если будут созданы необходимые институциональные условия и цель по инфляции будет выполняться, то это повысит доверие населения к белорусскому рублю и будет способствовать снижению долларизации экономики, а значит, и повышению эффективности монетарной политики.

ЛИТЕРАТУРА

Зарецкий, А. (2012). Методология построения, разрешения и оценки параметров DSGE-моделей, *Рабочий материал*, WP/12/05, Исследовательский центр ИПМ.

Зарецкий, А. (2013). Сравнение вариантов монетарной политики в рамках простой DSGE-модели, *Банкаўскі веснік*, 7 (588), 21-28.

Крук, Д. (2012). Угрозы финансовой и макроэкономической стабильности Беларуси: накопление системного риска в банковском секторе, *Рабочий материал*, WP/12/04, Исследовательский центр ИПМ.

Крук, Д., Точицкая, И., Шиманович, Г. (2009). Влияние глобального экономического кризиса на экономику Беларуси, *Рабочий материал*, WP/09/03, Исследовательский центр ИПМ.

Чубрик, А. (2004). Десять лет роста ВВП в Беларуси: факторы и перспективы, *ЭКОВЕСТ*, 4, 3, 454-474.

Acharya, V.V. (2009). A Theory of Systemic Risk and Design of Prudential Bank Regulation, *Journal of Financial Stability*, 5, 3, 224-255.

Acharya, V.V. (2012). The Dodd-Frank Act and Basel III: Intentions, Unintended Consequences, and Lessons for Emerging Markets, *ADBI Working Paper Series*, No. 392, Asian Development Bank Institute.

[35] До такой степени, когда дефицит складывается только по причине структурных факторов (низкой конкурентоспособности белорусских товаров и услуг), а не завышенного реального обменного курса. Для полного устранения дефицита и других проблем экономики Беларуси необходимо будет осуществлять соответствующие структурные реформы.

Acharya, V.V., Philippon, T., Richardson, M., Roubini, N. (2009). Prologue: A Bird's-Eye View: The Financial Crisis of 2007–2009: Causes and Remedies, in *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 1-56.

Angelini, P., Neri, S., Panetta, F. (2012). Monetary and Macroprudential Policies, *Working Paper Series*, No 1449, European Central Bank.

Bailliu, J., Meh, C., Zhang, Y. (2012). Macroprudential Rules and Monetary Policy when Financial Frictions Matter, *Working Paper*, 2012-6, Bank of Canada.

Bank of England. (2009). The Role of Macroprudential Policy, *Discussion Paper*.

Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). (2011). Basel III: A Global Regulatory Framework for More Resilient Banks and Banking Systems, Bank for International Settlements.

Bernanke, B.S., Gertler, M., Gilchrist, S. (1999). The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework, *Handbook of Macroeconomics* (ed. J.B. Taylor, M. Woodford), chapter 21, 1341-1393.

Blanchard, O., Dell'Ariccia, G., Mauro, P. (2010). Rethinking Macroeconomic Policy, *IMF Staff Position Note*, SPN/10/03, International Monetary Fund.

Blanchard, O., Dell'Ariccia, G., Mauro, P. (2013). Rethinking Macro Policy II: Getting Granular, *IMF Staff Discussion Note*, SDN/13/03, International Monetary Fund.

Blanchard, O., Galí, J. (2007). Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model, *Journal of Money, Credit and Banking*, 39, s1, 35-65.

Brunnermeier, M.K., Crockett, A., Goodhart, C., Persaud, A.D., Shin, H.S. (2009). The Fundamental Principles of Financial Regulation, *Geneva Reports on the World Economy*, 11.

Calvo, G.A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework, *Journal of Monetary Economics*, 12, 3, 383-398.

Christensen, I., Meh, C.A. (2011). Countercyclical Loan-to-Value Ratios and Monetary Policy, Bank of Canada.

Galati, G., Moessner, R. (2011). Macroprudential Policy – a Literature Review, *BIS Working Papers*, No 337, Bank for International Settlements.

Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*, Princeton: Princeton University Press, 224 p.

Galí, J., Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy, *The Review of Economic Studies*, 72, 3, 707-734.

Gerali, A., Neri, S., Sessa, L., Signoretti, F.M. (2010). Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area, *Temi di Discussione*, Number 740, Banca d'Italia.

Iacoviello, M. (2005). House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle, *The American Economic Review*, 95, 3, 739-764.

Kannan, P., Rabanal, P., Scott, A.M. (2012). Monetary and Macroprudential Policy Rules in a Model with House Price Booms, *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 12, 1, Article 16.

Ren, H. (2011). Countercyclical Financial Regulation, *Policy Research Working Paper*, 5823, The World Bank.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ЦИКЛИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РЕАЛЬНОГО ВВП БЕЛАРУСИ

Примечание. Применялся фильтр Ходрика – Прескотта для реального ВВП (в среднегодовых ценах 2009 г., BYR млрд), очищенного от сезонного компонента. Из 7.5-летнего цикла вычитался 2-летний цикл, чтобы удалить случайный компонент и получить более гладкий цикл.
Источник: расчеты на основе данных Белстата и IFS.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЭЛАСТИЧНОСТЬ ЗАМЕЩЕНИЯ

$C_{h,t}$ в модели определяется как (по аналогии с Galí и Monacelli (2005) и другими работами):

$$C_{h,t} \equiv \left(\int_0^1 \left[C_{h,t}(i) \right]^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \tag{2.1}$$

где $C_{h,t}(i)$ – потребление товара i репрезентативным домохозяйством.

Найдем выражение предельной полезности товара $C_{h,t}(i)$:

$$\frac{\partial \left(\frac{C_{h,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma} \right)}{\partial C_{h,t}(i)} = C_{h,t}^{\frac{1}{\varepsilon}-\sigma} \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \frac{\partial \left(\int_0^1 \left[C_{h,t}(i) \right]^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)}{\partial C_{h,t}(i)} = C_{h,t}^{\frac{1}{\varepsilon}-\sigma} \left[C_{h,t}(i) \right]^{\frac{-1}{\varepsilon}} \int_0^1 di = C_{h,t}^{\frac{1}{\varepsilon}-\sigma} \left[C_{h,t}(i) \right]^{\frac{-1}{\varepsilon}}. \tag{2.2}$$

Теперь найдем эластичность замещения товара k товаром j:

$$\frac{d \ln \frac{C_{h,t}(k)}{C_{h,t}(j)}}{d \ln \frac{\partial U / \partial \left[C_{h,t}(j) \right]}{\partial U / \partial \left[C_{h,t}(k) \right]}} = \frac{d \ln \frac{C_{h,t}(k)}{C_{h,t}(j)}}{d \ln \frac{\left[C_{h,t}(j) \right]^{\frac{-1}{\varepsilon}}}{\left[C_{h,t}(k) \right]^{\frac{-1}{\varepsilon}}}} = \frac{d \ln \frac{C_{h,t}(k)}{C_{h,t}(j)}}{\frac{1}{\varepsilon} d \ln \frac{C_{h,t}(k)}{C_{h,t}(j)}} = \varepsilon, \tag{2.3}$$

где $U \equiv \frac{C_{h,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma}$.

Таким образом, эластичность замещения между любыми двумя товарами постоянна и равна ε. Данный результат также следует из равенства[36]:

$$\frac{C_{h,t}(k)}{C_{h,t}(j)} = \left(\frac{P_t(k)}{P_t(j)} \right)^{-\varepsilon}, \tag{2.4}$$

где $P_t(k)$ – цена товара k.

Учитывая (2.4), получаем эластичность замещения:

$$\frac{d \ln \left(\frac{P_t(k)}{P_t(j)} \right)^{-\varepsilon}}{d \ln \frac{P_t(j)}{P_t(k)}} = \varepsilon. \tag{2.5}$$

[36] Как его получить, см. Galí (2008, с. 61).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. УСТОЙЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ МОДЕЛИ: НЕКОТОРЫЕ УРАВНЕНИЯ

H_e находится из уравнения:

$$\left[\frac{1-\alpha}{X\vartheta^{\sigma}}H_e^{\gamma(1-\sigma)}\right]^{\frac{(1-\alpha)(\sigma-1)}{(1-\alpha)\sigma+\alpha+\varphi}} = \frac{(1-\beta_h)\eta}{\vartheta^{\sigma}}H_e^{\gamma(1-\sigma)-1}(H-H_e), \tag{3.1}$$

где $\vartheta \equiv 1-\frac{\alpha}{X}+(1-\beta_h)m\eta$, $\eta \equiv \frac{\gamma\beta_e}{X(1-\beta_e-m(\beta_h-\beta_e))}$.

Определив значения параметров и задав значение H, уравнение (3.1) можно решить численными методами и найти H_e с необходимой точностью. Заметим, что если принять, что потребление входит в функцию полезности домохозяйства не в виде $\frac{C_{h,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma}$, а в виде $\ln C_{h,t}$, что является частым допущением, то это эквивалентно тому, что в уравнениях (3)-(5), как и в уравнении (3.1), $\sigma \equiv 1$[37]. В таком случае (3.1) имеет аналитическое решение:

$$H_e = \frac{H}{1+\frac{\vartheta}{(1-\beta_h)\eta}}. \tag{3.2}$$

N определяется как:

$$N = \left[\frac{1-\alpha}{X\vartheta^{\sigma}}H_e^{\gamma(1-\sigma)}\right]^{\frac{1}{(1-\alpha)\sigma+\alpha+\varphi}}. \tag{3.3}$$

Зная H_e и N, из (7) можно найти Y. Далее, в устойчивом состоянии:

$$C_h = \vartheta Y, \tag{3.4}$$

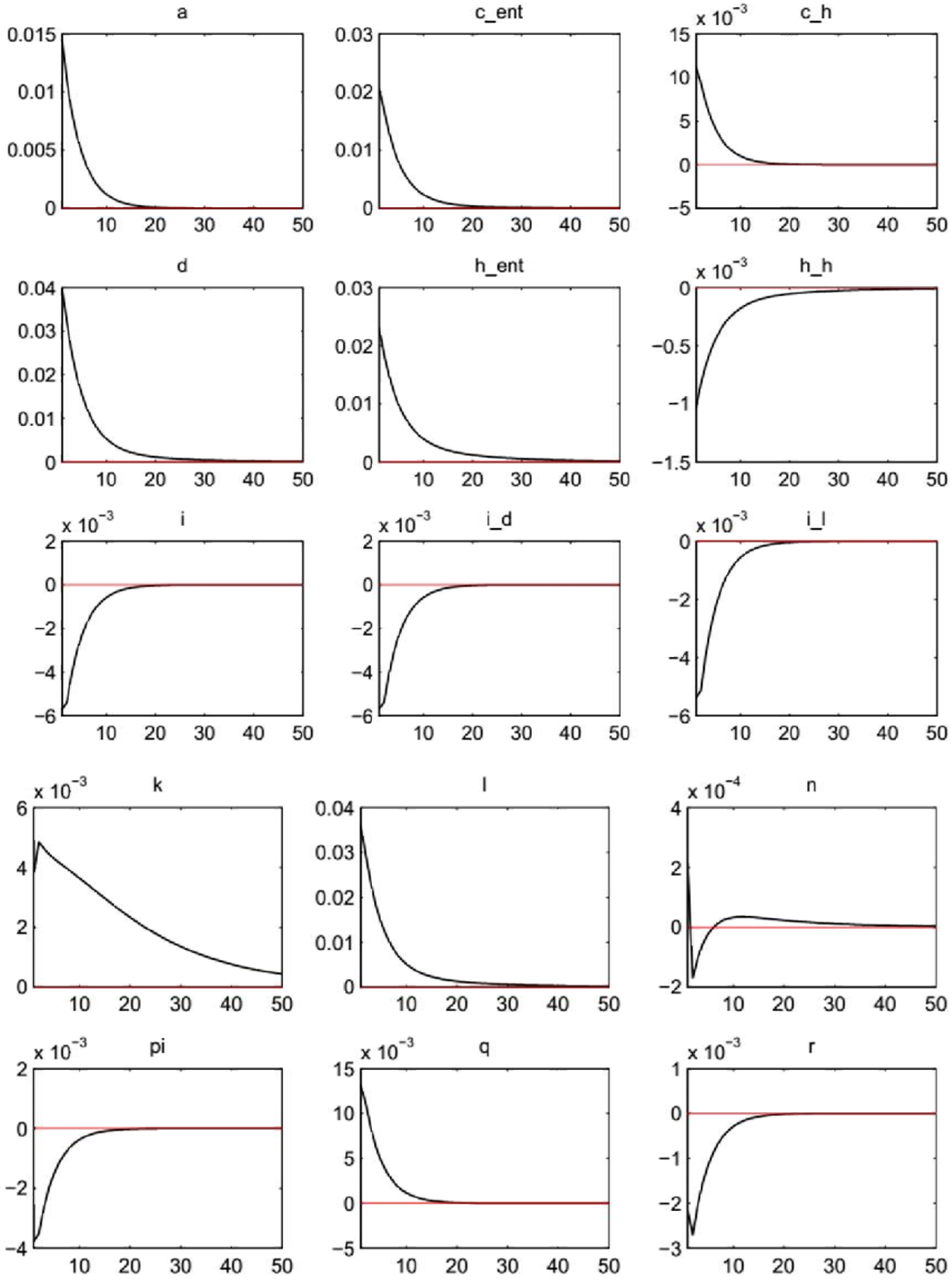
$$L^R = \beta_h m\eta Y, \tag{3.5}$$

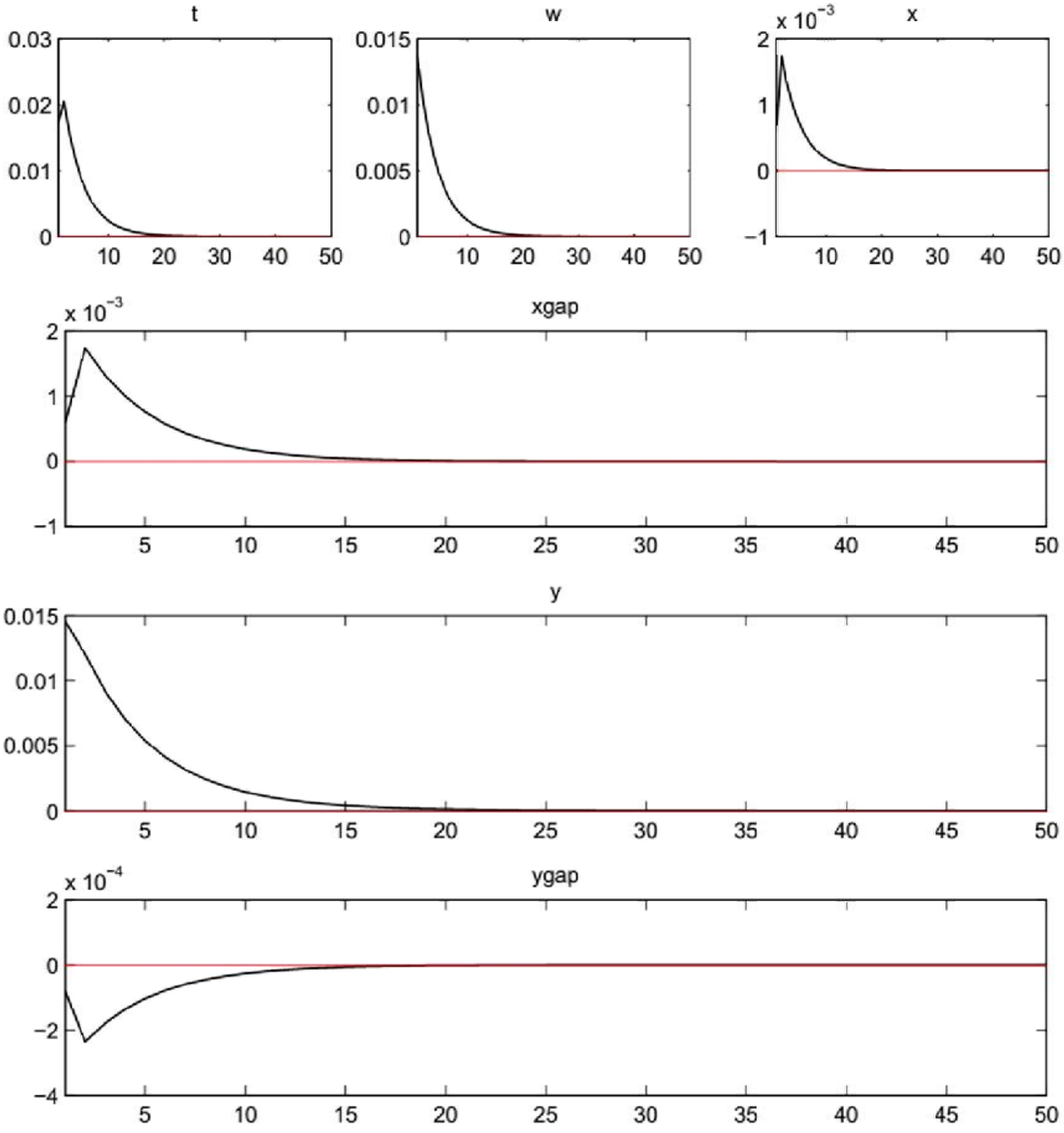
$$Q^R = \eta\frac{Y}{H_e}. \tag{3.6}$$

После этого из уравнений модели можно легко найти устойчивые значения остальных переменных.

[37] Аналогичное изменение функции полезности предпринимателя, вообще говоря, не требуется, так как σ в данном секторе не влияет на устойчивое состояние.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ШОКА

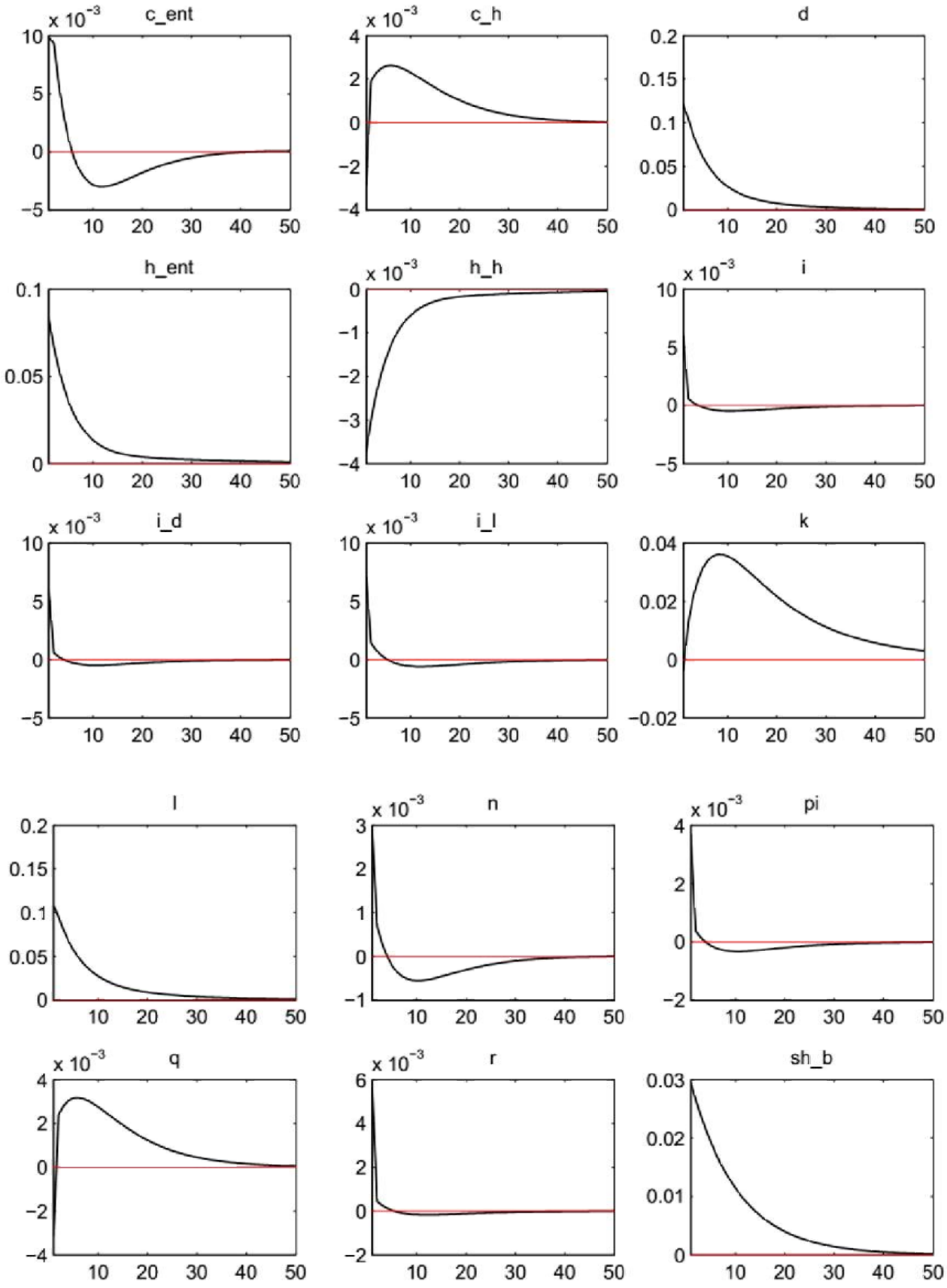


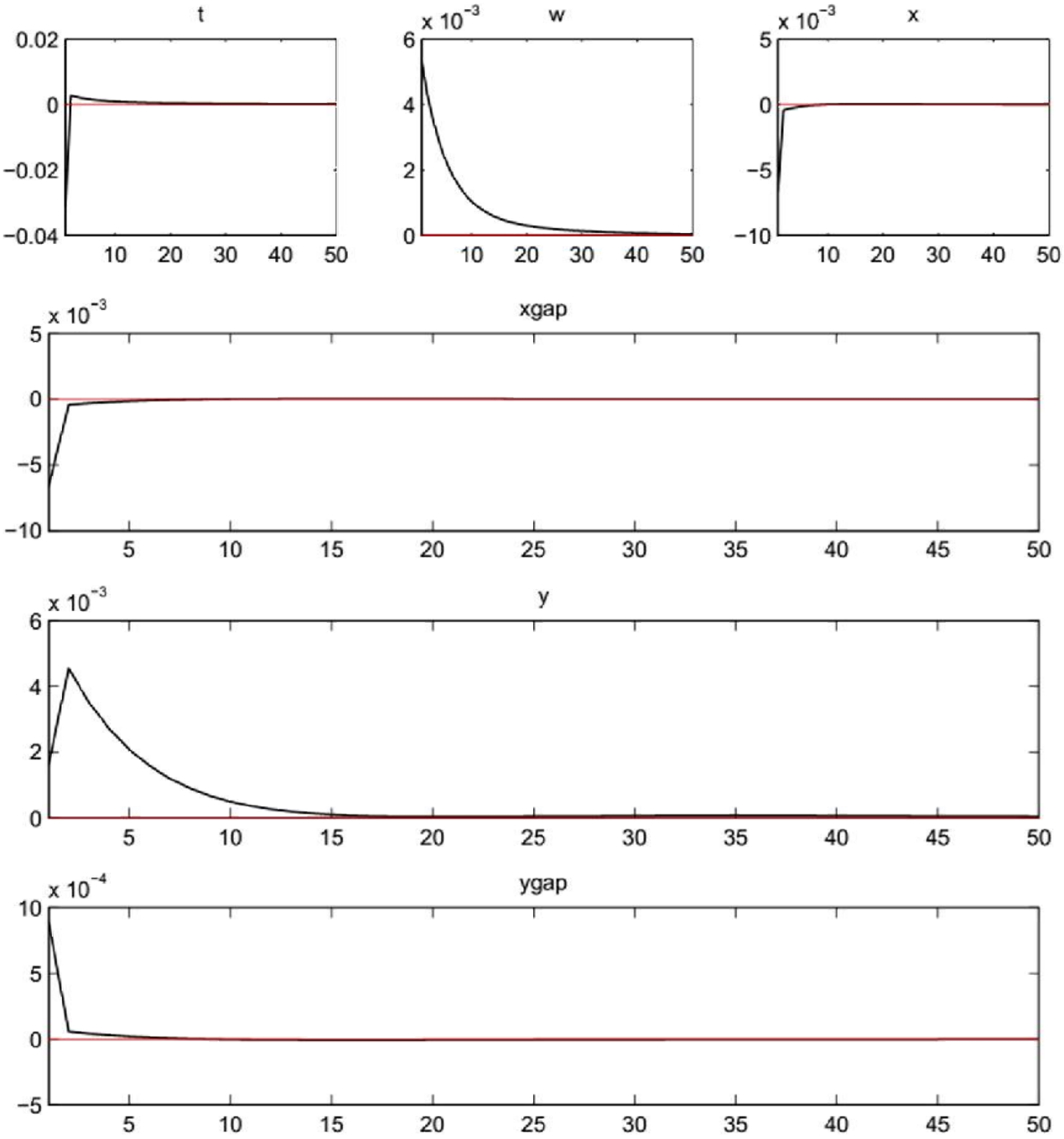


Названия переменных на графиках здесь и далее соответствуют названиям переменных в описании модели, а именно: $a = a_t$, $c_ent = c_{e,t}$, $c_h = c_{h,t}$, $d = d_t^R$, $h_ent = h_{e,t}$, $h_h = h_{h,t}$, $i = i_t$, $i_d = i_t^d$, $i_l = i_t^l$, $k = k_t^R$, $l = l_t^R$, $n = n_t$, $pi = \pi_t$, $q = q_t^R$, $r = r_t$, $t = t_t^R$, $w = w_t^R$, $x = x_t$, $xgap = \hat{x}_t$, $y = y_t$, $ygap = \tilde{y}_t$, где переменные в нижнем регистре – это натуральные логарифмы переменных в верхнем регистре (за исключением переменных, которые изначально в нижнем регистре).

По оси абсцисс на графиках указано число периодов (кварталов) после шока. По оси ординат – разность между значением переменной в соответствующем периоде и устойчивым значением переменной. При этом до шока переменные находятся в устойчивом состоянии.

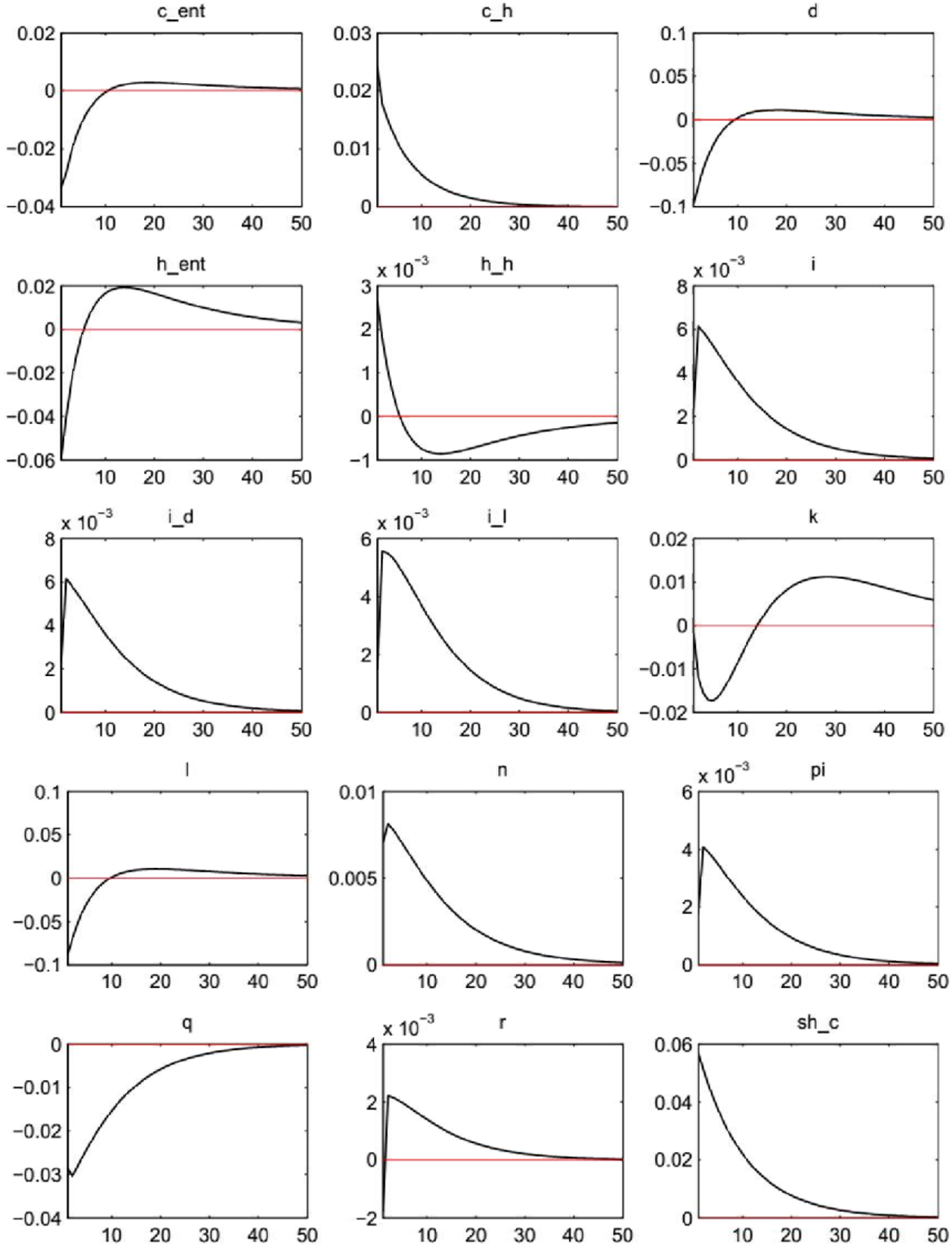
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ШОКА В КРЕДИТНОМ ОГРАНИЧЕНИИ

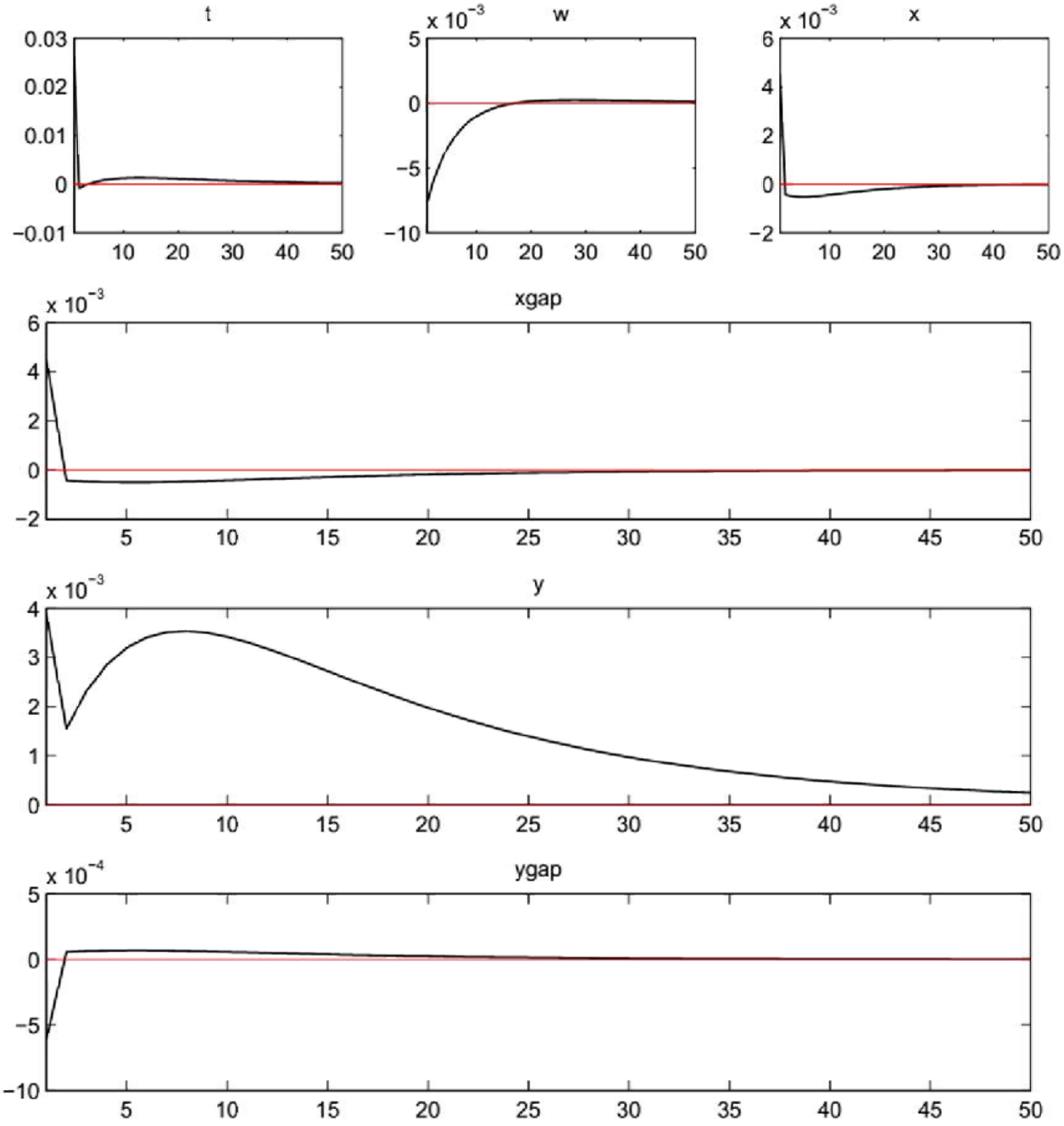




На графике $sh_b = \varepsilon_t^b$.

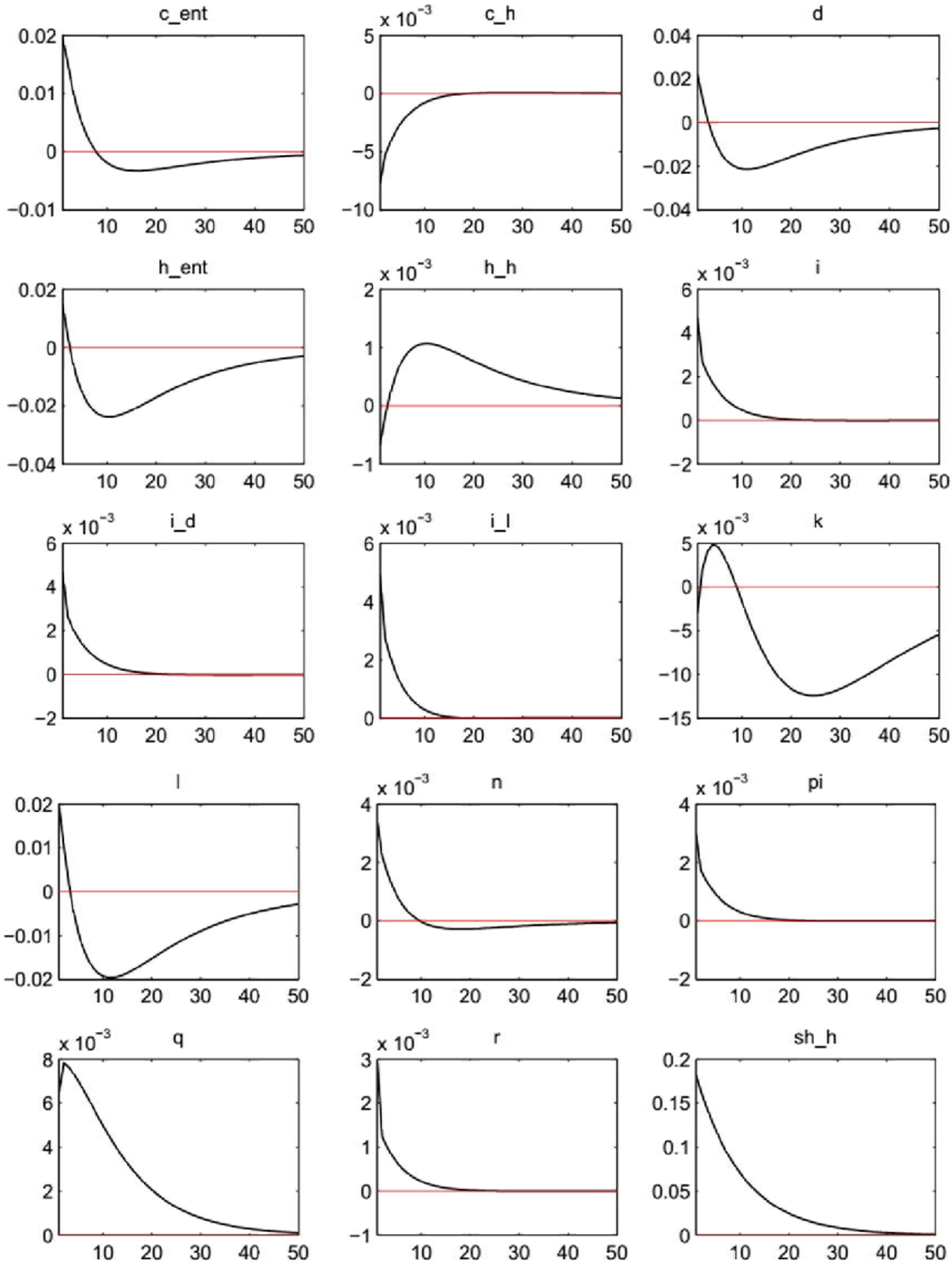
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ШОКА, УВЕЛИЧИВАЮЩЕГО ПРЕДЕЛЬНУЮ ПОЛЕЗНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ДОМОХОЗЯЙСТВ

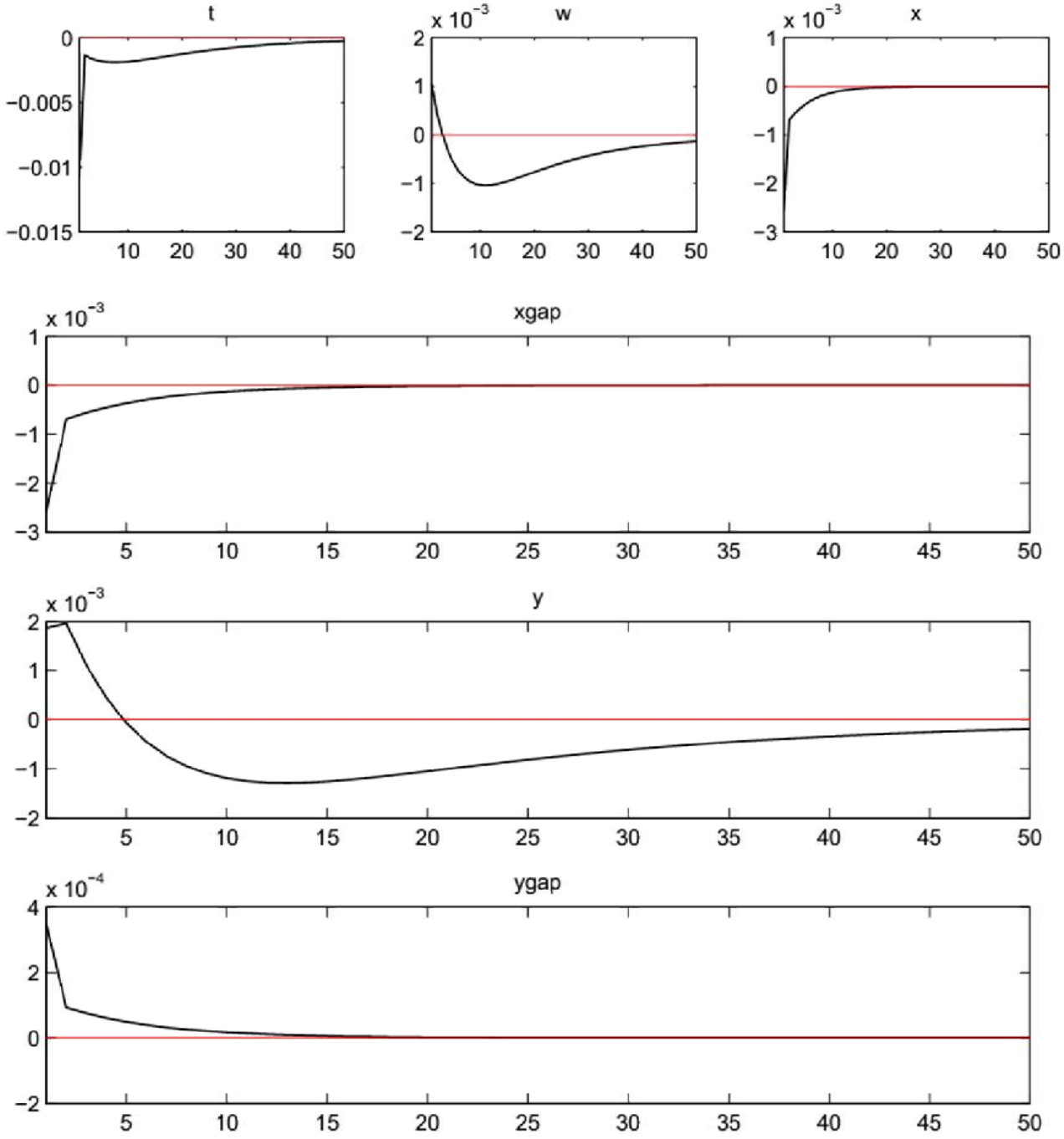




На графике $sh_c = \varepsilon_t^c$.

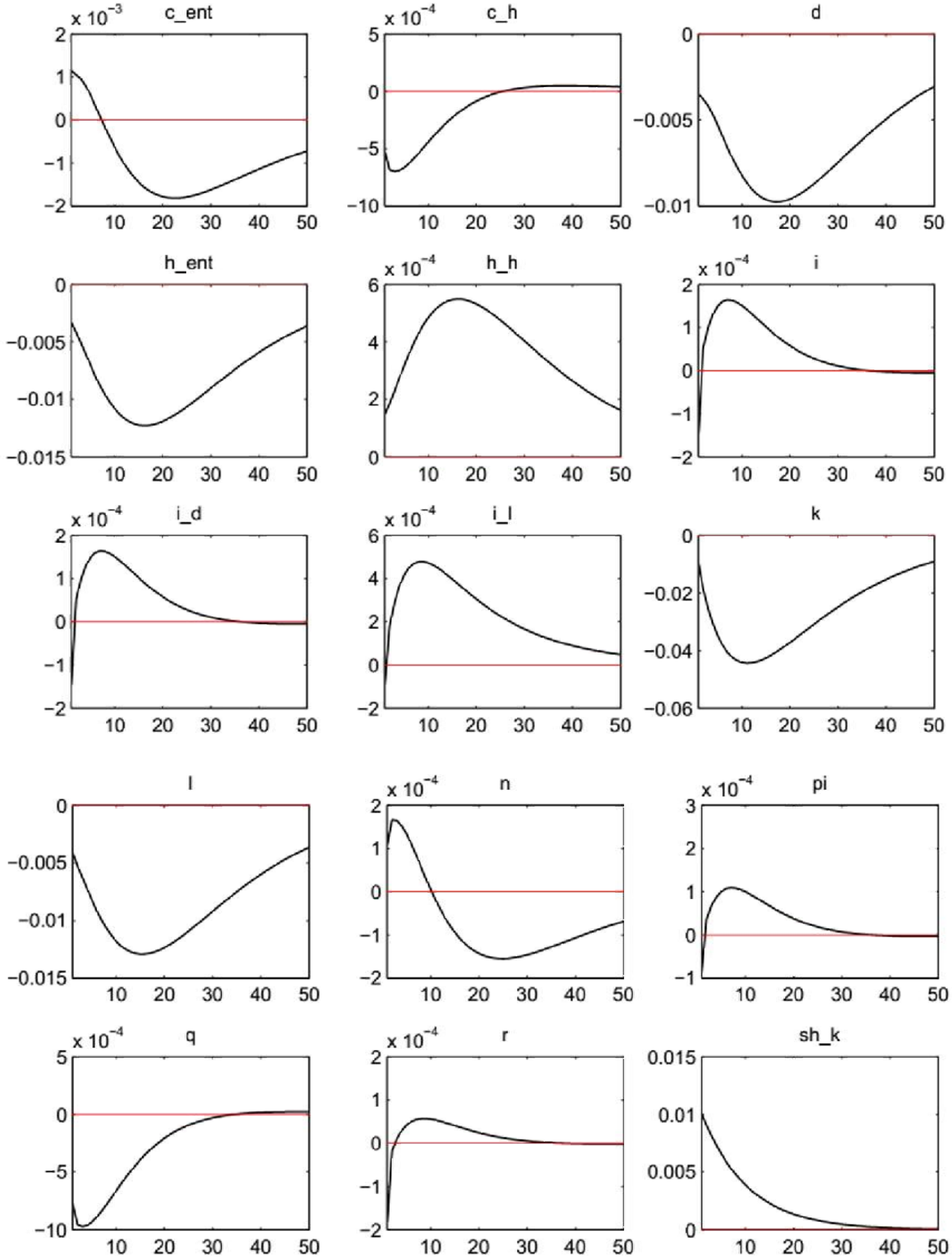
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ШОКА, УВЕЛИЧИВАЮЩЕГО ПРЕДЕЛЬНУЮ ПОЛЕЗНОСТЬ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

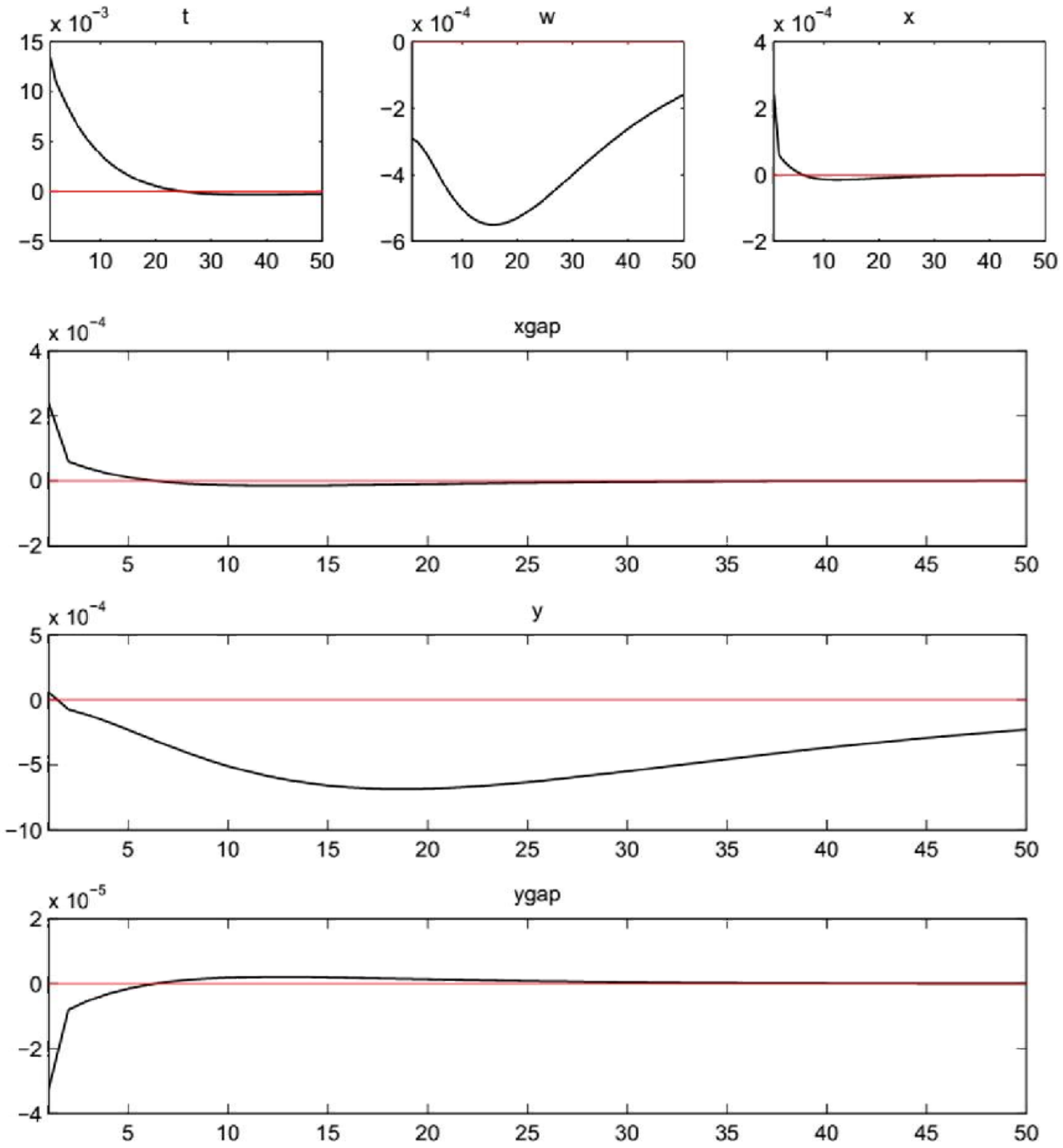




На графике $sh_h = \varepsilon_t^h$.

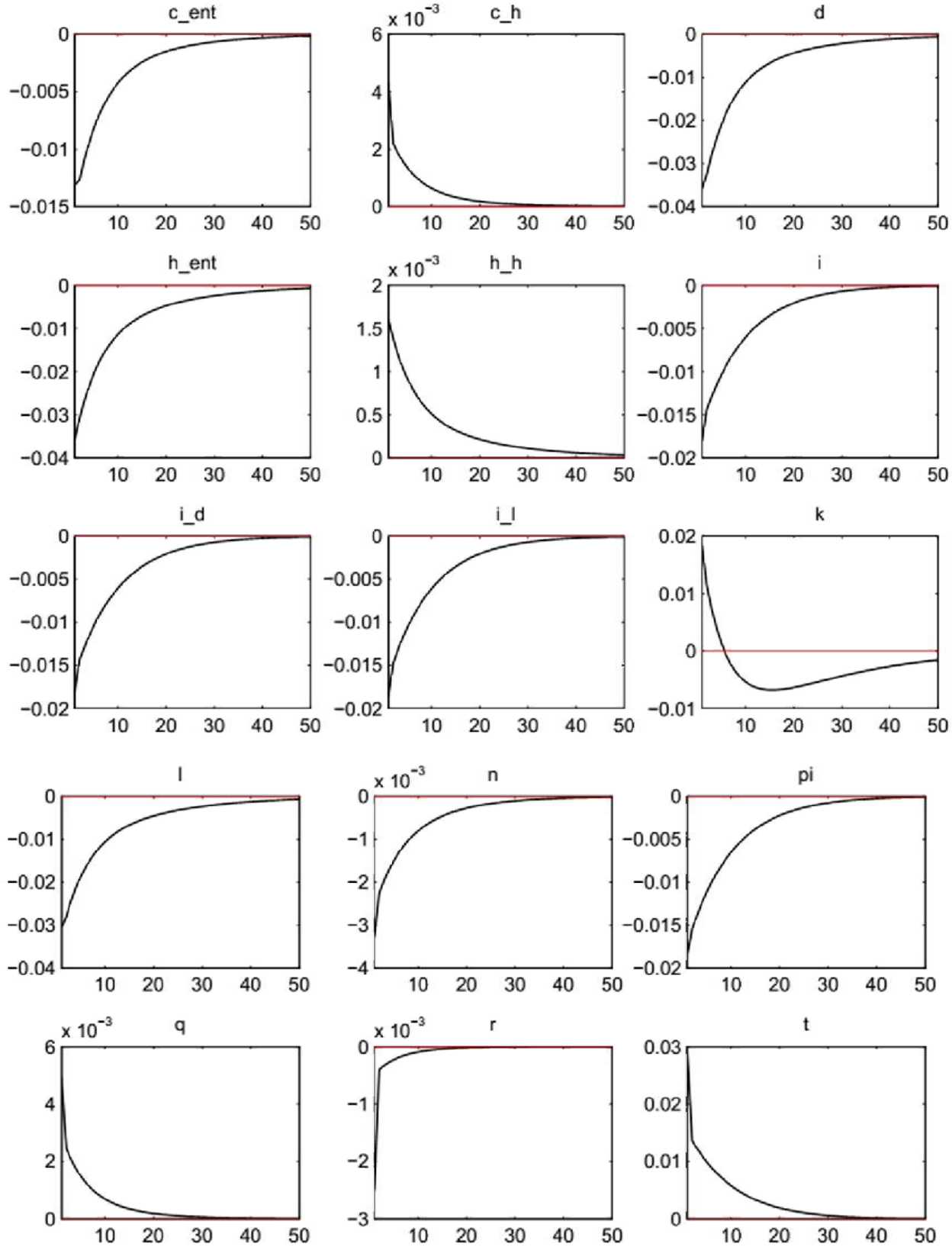
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ШОКА, УМЕНЬШАЮЩЕГО КАПИТАЛ БАНКОВ

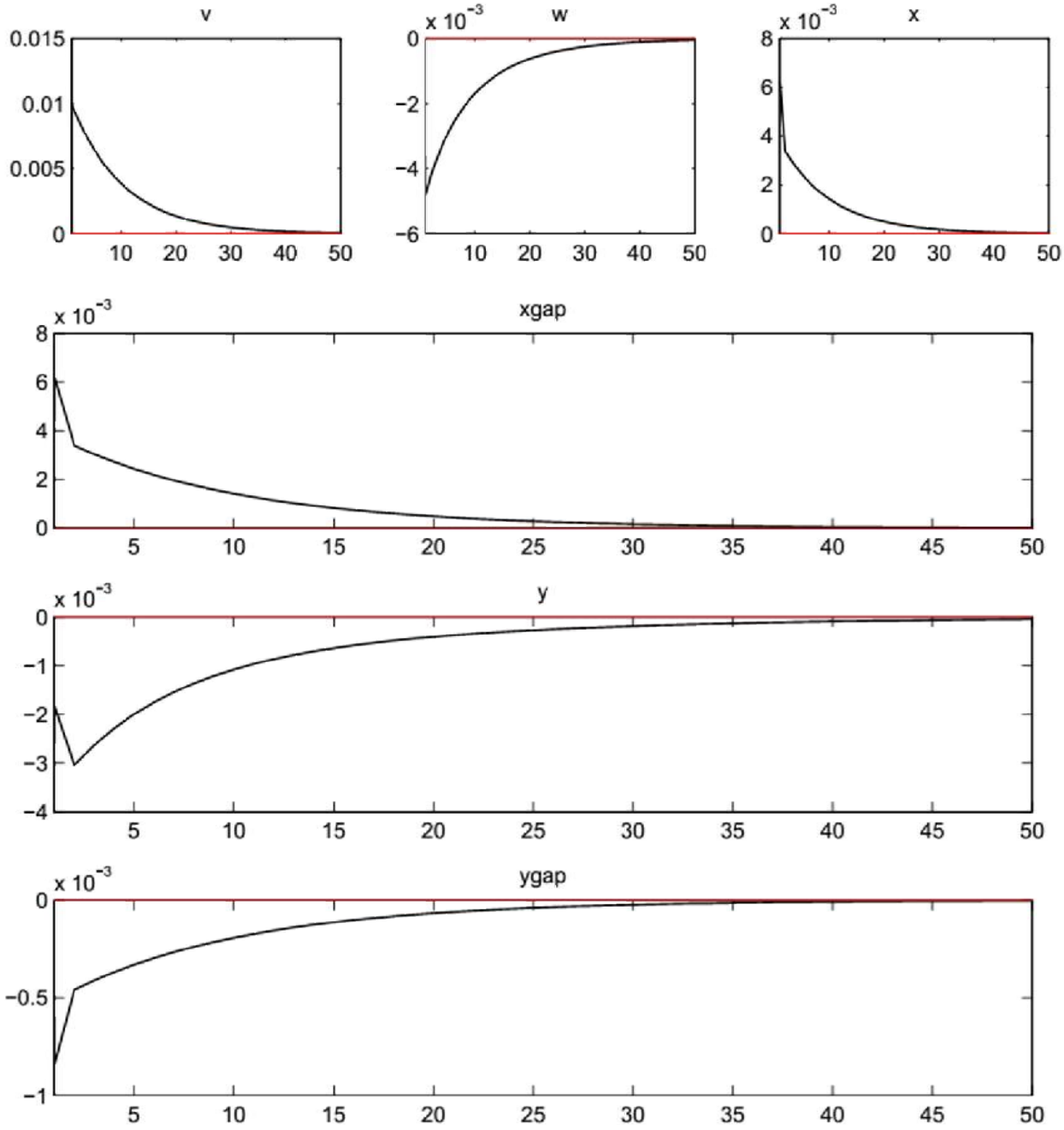




На графике $sh_k = \varepsilon_t^k$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9. БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ: ГРАФИКИ ФУНКЦИЙ ИМПУЛЬС-ОТКЛИК ПОСЛЕ ШОКА МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ





На графике $v = v_t$.