

**Институт экономической политики
имени Е.Т. Гайдара**

Научные труды № 166Р

Полбин А.В., Дробышевский С.М.

**Построение динамической
стохастической модели общего
равновесия для российской экономики**

Издательство
Института Гайдара
Москва / 2014

УДК 336.36.01(470+571)
ББК 65.01(2Рос)

П49 Полбин, Андрей Владимирович
Построение динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики / Полбин А.В., Дробышевский С.М. – М.: Издательство Института Гайдара, 2014. – 156 с.: ил. – (Научные труды / Ин-т эконом. политики им. Е.Т. Гайдара; № 166Р). – ISBN 978-5-93255-384-8.

Агентство СІР РГБ

В настоящей работе описывается динамическая стохастическая модель общего равновесия российской экономики, в которой учитывается высокая зависимость национальной экономики от экспорта нефти. Особенностью предлагаемой модели является многотоварная структура, в рамках которой нефть как экспортируется, так и используется в качестве фактора производства отечественных торгуемых и неторгуемых товаров. В качестве одного из практических применений откалиброванной модели анализируется влияние на экономику ряда фундаментальных шоков, получивших широкое распространение в литературе по построению моделей деловых циклов, в том числе эффект от изменения мировых цен на нефть.

Настоящая публикация подготовлена на основе исследования, выполненного в Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Polbin A.V., Drobyshevskiy S.M

Developing a Dynamic Stochastic Model of General Equilibrium for the Russian Economy

This paper describes a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model for the Russian economy. It takes into account a high dependence of the national economy on the oil export. The model consists of three production sectors: tradable and non-tradable sectors and oil extraction sector. Oil is exported and used as an input in tradable and non-tradable sectors. As an application of the calibrated model we analyze the macroeconomic effects of structural shocks that are popular in the literature and actual for the Russian economy including oil price shocks.

The present publication has been prepared on the basis of the research carried out by the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

JEL Classification: C61, C63, E32, E37, E40, E47, F41

УДК 336.36.01(470+571)
ББК 65.01(2Рос)

ISBN 978-5-93255-384-8

© Институт Гайдара, 2014

Содержание

Введение	5
1. Описание теоретической модели	8
1.1. Домохозяйства	13
1.2. Фирмы в торгуемом и неторгуемом секторах	30
1.3. Производство нефти	39
1.4. Внешний сектор	40
1.5. Центральный банк	45
1.6. Фискальный сектор	48
1.7. Условия равновесия	51
2. Калибровка параметров модели	54
3. Численный имитационный анализ	58
3.1. Шок мировых цен на нефть	59
3.1.1. Описание функций импульсного отклика	60
3.1.2. Анализ на чувствительность результатов по параметрам	74
3.1.3. Анализ фискальных правил	83
3.2. Шоки совокупной факторной производительности	86
3.3. Шок эффективности инвестиций	103
3.4. Шок спроса со стороны внешнего сектора	109
3.5. Одновременный шок цен на нефть, производительности и спроса	112
3.6. Шок спроса со стороны домохозяйств	118
3.7. Шок предложения труда	121
3.8. Шок премии за риск	123
Заключение	128
Литература	130
Приложение. Анализ на чувствительность по параметрам	145

Введение¹

В настоящее время динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE) занимают важное место в макроэкономическом анализе. Модели данного класса предлагают формальный экономико-математический аппарат как для анализа источников флуктуации экономики, так и для исследования макроэкономической политики. Теоретической основой анализа на базе DSGE моделей являются микроэкономические обоснования, в рамках которых динамика экономической системы представляет собой результат некоторой оптимизационной деятельности экономических агентов.

Данная теоретическая концепция обеспечивает «структурность» параметров модели, которые определяются предпочтениями экономических агентов и технологиями, что наряду с рациональными ожиданиями достаточно хорошо выдерживает критику Лукаса (*Lucas, 1976*). История становления DSGE моделей восходит к теории реального бизнес-цикла, разработанной Кидландом и Прескоттом (*Kydland, Prescott, 1982*). Однако современные модели строятся в тесной интеграции с неокейнсианским подходом, при котором в модели вводится широкий набор реальных и номинальных «жесткостей». Данные свойства позволяют обеспечить хорошую согласованность моделей с эмпирическими данными и способность прогнозировать временные ряды не хуже, чем сугубо эконометриче-

¹ Авторы выражают благодарность К.А. Стырину, Р.М. Энтову и всем участникам научных семинаров РАНХиГС и ИЭП им. Е.Т. Гайдара за конструктивную критику и плодотворные обсуждения. Авторы особенно признательны С.Г. Синельникову-Мурылеву за комментарии и рекомендации, полученные в процессе подготовки настоящей работы.

ские модели (см., например, *Adolfson et al., 2007; 2008; Christiano et al., 2005; Smets, Wouters, 2003; 2005; 2007*).

Значительные успехи в спецификации, оценке DSGE моделей и в исследовании экономической политики¹ в рамках данного подхода в академической литературе привели к широкому спросу на рассматриваемый вид анализа со стороны центральных банков и других институтов как ведущих, так и развивающихся экономик. Примерами могут служить модели Банка Канады ToTEM (*Murchison, Rennison, 2006*), ФРС США SIGMA (*Erceg et al., 2006*) и Европейского центрального банка NAWM (*Christoffel et al., 2008*), разработанные для отдельных экономик, а также модели мировой экономики МВФ GEM (*Pesenti, 2008*) и GIMF (*Kumhof et al., 2010*).

Модели, разрабатываемые в центральных банках, в основном являются достаточно детализированными и имеют очень большую размерность, что сильно снижает возможность их непосредственной оценки на эмпирических данных. Обычно авторы калибруют параметры, основываясь на оценках, полученных из академической литературы. В качестве одного из используемых методов эмпирической верификации является сравнение функций импульсного отклика на некоторые шоки экономики, полученных в рамках численных симуляций, с результатами более простых моделей, например, основанных на векторных авторегрессиях.

Следует также отметить опыт российских ученых в области построения моделей общего равновесия². В работах (*Дробышевский и др., 2006; Карев, 2011; Пекарский и др., 2008; Styryn, Zamulin, 2012; Sosunov, Zamulin, 2006a*) анализировались вопросы макроэкономической политики в экономике с высокой зависимостью от экспорта нефти; в исследованиях (*Андреев и др., 2007; Карев, 2009; Макаров и др., 2011; Sosunov, Zamulin, 2006b*) в рамках численного имитационного анализа моделировалась динамика ряда макроэкономических переменных российской экономики; в работах (*Иващенко, 2013; Polbin, 2013*) проводилась эконометрическая оценка DSGE модели для российской экономики.

В настоящей работе предлагается динамическая стохастическая модель российской экономики с несколькими производственными секторами. Мы будем рассматривать производство торгуемых и

¹ О критике современных DSGE моделей в макроэкономическом анализе и анализе экономической политики см., например, работы (*Caballero, 2010; Chari et al., 2009; Faust, 2012*).

² Здесь под моделями общего равновесия будем понимать общий класс моделей данного типа, а не только модели DSGE.

неторгуемых товаров и нефти. Нефть в модели экспортируется и используется в качестве фактора производства отечественных торгуемых и неторгуемых товаров. В модели также предполагается существование номинальных и реальных жесткостей, наиболее часто используемых в литературе: жесткость цен и заработных плат, привычки в потреблении домохозяйств, издержки на установку нового капитала и издержки загрузки капитальных мощностей.

Работа построена следующим образом. В первом разделе описывается теоретическая структура модели, во втором – калибровка параметров, в третьем – анализируется влияние на экономику ряда фундаментальных шоков, которые широко используются в литературе по построению моделей деловых циклов, в том числе детально рассматривается эффект от изменения мировых цен на нефть. Также в третьем разделе работы приводится анализ чувствительности результатов модели по параметрам и анализируются стабилизирующие свойства альтернативных правил фискальной политики относительно государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг. В четвертом разделе приводится заключение и определяется дальнейшее направление исследований.

1. Описание теоретической модели

В данной части работы приводится описание предлагаемой динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики. Модель представляет собой малую открытую экономику с четырьмя экономическими агентами: домохозяйства, фирмы, фискальный сектор и центральный банк. Поведение первых двух типов экономических агентов является результатом оптимизационной деятельности. Домохозяйства максимизируют свое благосостояние, а фирмы – свою стоимость. Поведение же центрального банка и фискального сектора задается с помощью экзогенных правил политики.

Особенностью модели является многотоварная структура. В модели различаются четыре типа товаров: отечественные торгуемые и неторгуемые товары, импортные товары и нефть. Первые три товара используются для конечного потребления домашними хозяйствами, государством и идут на формирование инвестиций. При этом неторгуемые товары могут потребляться только внутри страны, торгуемые отечественные товары могут также экспортироваться. Нефть используется как фактор производства отечественных благ и экспортируется. Общая схема товарных потоков представлена на *рис. 1*.

Включение в модель нефти как отдельного товара обусловлено высокой долей нефти и газа в экспорте нашей страны и высокой статьей расходов на энергоресурсы у потребителей внутри страны и, соответственно, высокой зависимостью отечественной экономики от мировых цен на нефть. В частности, эконометрические оценки влияния мировых цен на нефть на российскую экономику (см., например, Казакова и др., 2009; Казакова и Синельников-Мурылев, 2009; Мельников, 2010; Турунцева и др., 2005; Ito, 2009; Rautava,

2004) говорят о достаточно высокой зависимости отечественной экономики от внешнеэкономических условий. Под нефтью в модели мы понимаем не только собственно нефть, но и нефтепродукты, газ и данный товар трактуем как энергию. Рассмотрение нефти в качестве отдельного фактора производства позволяет моделировать спрос на данный ресурс внутри страны и анализировать влияние изменения цен на нефть на международном рынке со стороны как изменения агрегированного спроса, так и изменения издержек производства. Данная спецификация модели также позволяет анализировать экономическую политику в области энергетики. Например, достаточно актуальной задачей является оценка макроэкономических эффектов от отмены таможенной пошлины на нефть, необходимость отмены которой в связи с неэффективностью российской нефтепереработки анализируется в работе (Бобылев и др., 2012).

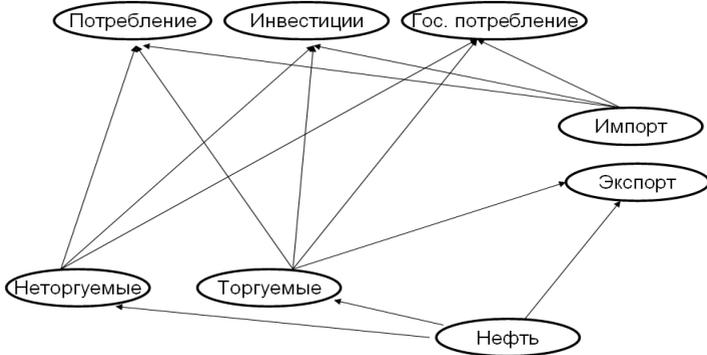


Рис. 1. Товарные потоки

Рассмотрение энергии как отдельного фактора производства в экономической литературе исходит к первому шоку цен на нефть 1973 г. После данного события было проведено множество исследований по оценке производственных функций и эластичностей замещения между энергией и другими факторами производства (см., например, *Berndt, Wood, 1975; 1979; Griffin, Gregory, 1976; Hudson, Jorgenson, 1974*). Как отмечает Солоу (*Solow, 1987*), данные эластичности являются ключевыми величинами для понимания макроэкономических эффектов от шоков цен на энергию и для анализа экономической политики в области энергетики.

Рассматриваемый подход не является новым и в рамках DSGE моделирования. Для анализа эффектов от изменения цен на нефть

энергия включалась в производственную функцию в работах Кима и Лоунгани (*Kim, Loungani, 1992*), Ротемберга и Вудфорда (*Rotemberg, Woodford, 1996*) и Финна (*Finn, 2000*). Карлстром и Фуерст (*Carlstrom, Fuerst, 2006*), Ледук и Сил (*Leduc, Sill, 2004*) анализировали денежно-кредитную политику при наличии шоков цен на нефть. Но в большей части работ анализ посвящен странам, импортирующим нефть, а не экспортирующим.

При моделировании деятельности фирм в торгуемом и неторгуемом секторах экономики предполагается, что в каждом секторе действует континуум фирм на рынке монополистической конкуренции. В предлагаемой модели мы отойдем от наиболее часто используемой предпосылки о том, что решение о накоплении капитала принимают домохозяйства, а фирмы арендуют капитал на конкурентном рынке. По аналогии с работами (*Altig et al., 2011; Woodford, 2005*) будем предполагать, что капиталом владеют фирмы и инвестиционные решения осуществляются на уровне отдельных фирм. Фирмы, в свою очередь, для финансирования инвестиционных проектов выпускают акции, которыми владеют домохозяйства.

Долговое финансирование капитала в данной работе рассматриваться не будет, так как согласно теореме Модильяни–Миллера (*Modigliani, Miller, 1958*) когда финансовые рынки совершенны и при отсутствии налогов, рыночная оценка капитала не зависит от способа финансирования инвестиций. В настоящей работе мы рассматриваем только два типа налогов: чистый налог на домохозяйства и таможенную пошлину на экспорт нефти, которые не меняют выводы данной теоремы. Несомненно, рассматриваемая предпосылка является сильным упрощением реальности.

В модели предполагается, что фирмы действуют в интересах собственников и максимизируют свою стоимость, которая определяется как дисконтированная сумма денежных потоков. Модильяни и Миллер в работе (*Modigliani, Miller, 1961*) показывают эквивалентность альтернативных подходов к оцениванию стоимости фирмы. Так, например, максимизация дисконтированной суммы денежных потоков и потока дивидендов будет приводить к эквивалентным результатам.

Концепция максимизации стоимости фирмы лежит в основе неоклассической теории инвестиций¹ (см., например, *Jorgenson,*

¹ Мы не будем останавливаться на подробном обзоре подходов к моделированию инвестиционных расходов, который сильно бы увеличил объем настоящей работы. С достаточно детальным обзором соответствующих исследований можно ознакомиться, например, в работе (*Идрисов, 2010*).

1963; Lucas, 1967; Hayashi, 1982). Основное отличие задачи фирмы, которое рассматривается в настоящей работе, от той, которая принята в неоклассической теории, состоит в том, что фирмы действуют на рынке монополистической конкуренции и принимают решения о ценах на свою продукцию, что согласуется с работами (Altig et al., 2011; Woodford, 2005).

В постановке задачи, при которой фирмы владеют капиталом, уровень капитала оказывается детерминированным в текущем периоде на уровне фирм, т.е. отдельная фирма может снизить или увеличить уровень своего капитала только в будущих периодах посредством соответствующих инвестиционных решений. В модель также вводятся издержки на установку нового капитала, что обеспечивает постепенное изменение капитала и инвестиций в ответ на фундаментальные шоки экономики. Данные свойства естественным образом ограничивают мобильность капитала между секторами. Так, например, если произошел шок спроса на товары неторгуемого сектора и капитал в этом секторе стал более производительным, то при отсутствии полной мобильности только с течением времени капитал из торгуемого сектора может перетечь в неторгуемый.

С точки зрения моделирования жесткости ценовых показателей в литературе по тематике DSGE наиболее популярными являются два механизма ценообразования: Кальво (Calvo, 1983) и Ротенберга (Rotemberg, 1982). В первом подходе предполагается, что отдельная фирма в каждый период времени может изменить цену с некоторой экзогенной вероятностью. При этом фирмы устанавливают цены исходя из максимизации прибыли. В данной концепции в каждый период времени цены меняет только определенная доля фирм, и естественным образом возникает понятие средней продолжительности ценового контракта.

Таким образом, параметры механизма изменения цен по Кальво могут быть непосредственно приведены в соответствие со средней длительностью ценовых контрактов, полученных на основе микроданных (см., например, Bils, Klenow, 2004; Golosov, Lucas, 2007; Klenow, Kryvtsov, 2008). Но в основном эконометрические оценки макроэкономических моделей на агрегированных данных приводят к более низкой частоте изменения цен по сравнению с исследованиями на микроданных.

В настоящее время существует множество модификаций базового механизма ценообразования Кальво. Так, для учета высокой инерционности инфляции в модели вводятся механизмы, обеспечи-

вающие включение первого лага инфляции в кривую Филлипса. Например, в работе (*Christiano et al., 2005*) фирмы, которые не оптимизируют свою цену в текущем периоде, индексируют ее на уровень инфляции предыдущего периода, а в работе (*Gali et al., 2001*) предполагается, что часть фирм имеют «назадсмотрящие» ожидания (*backward-looking expectations*).

В механизме ценообразования по Ротембергу все фирмы оптимизируют и изменяют цену на свой товар в каждый период времени, но при этом изменение цены связано с некоторыми реальными издержками (в терминах товаров и услуг), которые, как обычно предполагается, являются квадратичной функцией от изменения цены. Чем больше фирма изменяет свою цену относительно цены предыдущего периода, тем большие издержки связаны с данным изменением. В рассматриваемом подходе оптимальным для фирм является постепенное изменение своей цены в ответ на какой-либо шок, а не одномоментное изменение ее до «эффективного» уровня. Таким образом, из-за присутствия реальных издержек изменения цен инфляция будет приводить к дополнительному потреблению ресурсов, что, в свою очередь, будет вести к потерям в общественном благосостоянии. В механизме ценообразования по Кальво также возникают потери в благосостоянии, связанные с неэффективной дисперсией в ценах (см., например, *Rotemberg, Woodford, 1997; Woodford, 2003*).

Несмотря на концептуальное различие в подходах моделирования жесткости цен по Кальво и Ротембергу, оба подхода приводят к достаточно схожим результатам на агрегированном уровне. Большинство DSGE моделей линеаризуются до первого порядка, после чего производится их оценивание. В рамках линеаризованной системы оба механизма ценообразования приводят к одинаковым линейным уравнениям, описывающим динамику экономической системы (см., например, *Rotemberg, 1987; Roberts, 1995*). При некоторых условиях оба подхода могут также приводить к одинаковым потерям в общественном благосостоянии (см., например, *Lombardo, Vestin, 2008; Nistico, 2007*).

В данной работе при моделировании жесткостей цен и заработных плат мы будем использовать механизм ценообразования Ротемберга. Это прежде всего обусловлено сложностью получения решения с ценообразованием по Кальво в модели, в которой фирмы владеют капиталом. В стандартной постановке задачи, при которой фирмы арендуют однородный капитал и труд на конкурентных рынках факторов производства, все фирмы сталкиваются с одними

и теми же предельными издержками, что обеспечивает установление одной и той же цены фирмами, которые оптимизируют цену в данный период. Такая симметричность в ценообразовании обеспечивает возможность решения модели, которое может быть описано нелинейными уравнениями в рекурсивной форме. В случае же, когда фирмы владеют капиталом при ценообразовании по Кальво, оптимизирующие цену в данный период времени фирмы выбирают различные цены в зависимости от того, сколько капитала накоплено ими на начало периода. Данная особенность сильно усложняет анализ, и к настоящему времени решение модели с ценообразованием по Кальво, в которой фирмы владеют капиталом, было получено только в рамках линеаризованной системы уравнений (см., например, *Altig et al., 2011; Woodford, 2005*).

В настоящей же работе предлагается модель, которую можно использовать для анализа как краткосрочных, так и перманентных шоков на экономику. Для анализа второго типа шоков необходимо иметь исходную нелинейную систему уравнений, описывающих динамику экономических переменных, что и обуславливает выбор в пользу ценообразования по Ротембергу. Альтернативой мог бы служить, к примеру, подход к ценообразованию Тейлора (*Taylor, 1980*), который использовался при оценке DSGE модели в работе (*de Walque et al., 2006*) с ограниченной мобильностью факторов производства между отдельными фирмами.

Ниже приводится математическое описание экономической деятельности всех экономических агентов, учитываемых в нашей модели.

1.1. Домохозяйства

Предполагается, что в экономике существует континуум домохозяйств $i \in [0, 1]$, функция полезности которых имеет следующий вид:

$$U_t(i) = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \left(\zeta_t^C \log(C_{t+s}(i) - H_{t+s}) - \zeta_t^l \frac{\phi}{1+\psi} l_{t+s}^{1+\psi}(i) \right). \quad (1)$$

Полезность домохозяйства положительно зависит от отклонения потребления $C_t(i)$ от переменной «внешних» привычек потребления H_t (external habits) и отрицательно – от количества отработанных

ных часов $l_t(i)$. E_t – математическое ожидание в момент времени t ; β – субъективный коэффициент дисконтирования, отражающий межвременные предпочтения домохозяйства; ψ – величина, обратная эластичности предложения труда по заработной плате; ϕ – нормировочная константа.

Переменные ζ_t^C и ζ_t^l представляют собой экзогенные изменения в предпочтениях домохозяйства потребления товаров и услуг и досуга соответственно. Будем предполагать, что динамика данных переменных описывается следующими стационарными AR(1) процессами:

$$\log(\zeta_t^C) = \rho_C \log(\zeta_{t-1}^C) + u_t^C, \quad (2)$$

$$\log(\zeta_t^l) = \rho_l \log(\zeta_{t-1}^l) + u_t^l, \quad (3)$$

где ρ_C и ρ_l – параметры автокорреляции; $u_t^C \sim N(0, \sigma_C^2)$ и $u_t^l \sim N(0, \sigma_L^2)$ – шоки предельной полезности потребления и предельной полезности досуга. Положительная инновация u_t^C увеличивает предельную полезность текущего потребления, а положительная инновация u_t^l увеличивает предельную «тягость» труда, и, соответственно, увеличивает предельную полезность досуга.

Функция полезности (1) принадлежит к классу предпочтений Кинга, Плоссера и Ребело (*King et al., 1988a*), за исключением расширения до «внешних» привычек потребления. Данные предпочтения обеспечивают существование сбалансированной траектории долгосрочного роста.

Как отмечает Фюрер (*Fuhrer, 2000*), моделирование функции полезности с привычками в потреблении получило широкое распространение в контексте DSGE моделирования в связи со способностью данного подхода воспроизводить постепенный куполообразный (hump-shaped) отклик реальных расходов на шоки экономики. Также использование функции полезности с привычками в потреблении получило широкое распространение при объяснении премии за риск по акциям (equity premium puzzle) (см., например, *Abel, 1990; Campbell, Cochrane, 1999; Detemple, Zapatero, 1991; Uhlig, 2007*). При спецификации привычек в потреблении будем

следовать Сметсу и Воутерсу (*Smets, Wouters, 2003*) и предположим, что переменная H_t прямо пропорциональна агрегированному потреблению в предыдущий момент времени:

$$H_t = hC_{t-1}. \quad (4)$$

Предпосылка о континууме домохозяйств в настоящей модели необходима именно для моделирования жесткости заработных плат. В дальнейшем мы будем рассматривать симметричное равновесие, в котором все домохозяйства идентичны и принимают одинаковые решения относительно управляемых переменных.

Для моделирования жесткости заработных плат используем подход Эрцега и др. (*Erceg et al., 2000*), который получил широкое применение в современной литературе, и предположим, что домохозяйства предлагают на рынке труда дифференцированный труд и наделены некоторой монопольной властью. Предполагается, что отдельное домохозяйство продает свой дифференцированный труд $l_t(i)$ совершенно конкурентной репрезентативной фирме («агентству занятости»), которая трансформирует данные услуги труда в единый гомогенный труд L_t , используя следующую технологию Диксита–Стиглица:

$$L_t = \left[\int_0^1 (l_t(i))^{\frac{(\eta_L - 1)}{\eta_L}} di \right]^{\eta_L / (\eta_L - 1)}, \quad (5)$$

где η_L – эластичность спроса на труд отдельного домохозяйства по зарплате.

Далее «агентство занятости» продает гомогенные услуги труда L_t фирмам в торгуемом и неторгуемом секторах по ставке заработной платы W_t , действуя на рынке совершенной конкуренции.

В рамках нашей версии модели предположим абсолютную мобильность труда, из чего следует выравнивание зарплаты между секторами. Предположение об абсолютной мобильности труда является достаточно жесткой предпосылкой, так как перетекание трудовых ресурсов между различными производственными секторами является достаточно долгосрочным процессом. Так, напри-

мер, на основе эконометрических оценок для экономики США Ли и Волпин (*Lee, Wolpin, 2006*) приходят к выводу, что переход трудовых ресурсов между секторами, производящими товары и услуги, сопряжен со значительными издержками как на индивидуальном, так и на агрегированном уровне. Тем не менее данная предпосылка часто используется на практике, и мы принимаем ее в качестве отправной точки исследования.

Для моделирования ограниченной мобильности труда в модель можно было бы ввести некоторые предпочтения домохозяйств относительно работы в торгуемом и неторгуемом секторах, в рамках которых домохозяйствам было бы оптимально работать в обоих секторах экономики даже при разрыве в заработных платах (*Horvath, 2000*). Либо можно было бы ввести некоторые издержки, которые несет домохозяйство при «переходе» из одного производственного сектора в другой (см., например, *Shi, 2011*). Но более обоснованным с микроэкономической точки зрения, на наш взгляд, было бы введение в модель рынка труда и безработицы с издержками поиска работы (см., например, *Blanchard, Gali, 2010; Getler et al., 2008; Mortensen, Pissarides, 1994*).

Из оптимизационной задачи «агентства занятости» следует следующая функция спроса на труд отдельного домохозяйства:

$$l_t(i) = \left(\frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\eta_L} L_t, \quad (6)$$

где $W_t(i)$ – номинальная зарплата i -го домохозяйства.

Можно показать, что агрегированный уровень зарплаты определяется выражением:

$$W_t = \left[\int_0^1 (W_t(i))^{1-\eta_L} di \right]^{\frac{1}{1-\eta_L}}. \quad (7)$$

В рамках монополистической конкуренции на рынке труда домохозяйства принимают решение не по количеству труда, которое предлагается на рынке, а по номинальной заработной плате. При этом мы вводим жесткость заработных плат в модель по Ротембергу (*Rotemberg, 1982*), предполагая, что изменение номинальной заработной платы по сравнению с долгосрочным ростом $\overline{\pi}^W$ номи-

нальных заработных плат связано с некоторыми издержками, которые могут быть формализованы в виде выпуклой квадратичной функции:

$$\Psi_t^W \left(\frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} \right) = \frac{\Psi_W}{2} \left(\frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} - \overline{\pi^W} \right)^2 W_t L_t. \quad (8)$$

Данные издержки связаны с реальными тратами товаров и услуг неторгуемого сектора в объеме $\frac{\Psi_W}{2} \left(\frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} - \overline{\pi^W} \right)^2 \frac{W_t L_t^N}{p_t^N}$ и торгуемого отечественного сектора в объеме $\frac{\Psi_W}{2} \left(\frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} - \overline{\pi^W} \right)^2 \frac{W_t L_t^{TD}}{p_t^{TD}}$. Здесь переменные L_t^N и L_t^{TD} обозначают отработанные часы в неторгуемом и торгуемом отечественных секторах соответственно, p_t^N и p_t^{TD} – цены неторгуемых и торгуемых отечественных товаров соответственно.

Задача домохозяйства сводится к максимизации благосостояния (1) при динамических бюджетных ограничениях:

$$p_t^c C_t(i) + B_t(i) + S_t B_t^*(i) = W_t(i) l_t(i) + R_{t-1} B_{t-1}(i) + S_t R_{t-1}^* B_{t-1}^*(i) + Div_t(i) - T_t(i) - \Psi_t^W \left(W_t(i) / W_{t-1}(i) \right) - \Psi_t^B(S_t B_t^*(i) / p_t^Y Y_t), \quad (9)$$

где p_t^c – индекс потребительских цен; p_t^Y – дефлятор ВВП; $B_t(i)$ – номинальная стоимость облигаций, приобретенных домохозяйством на внутреннем рынке; $B_t^*(i)$ – номинальная стоимость номинированных в иностранной валюте облигаций, приобретенных домохозяйством на внешнем рынке; S_t – номинальный обменный курс; R_{t-1} , R_{t-1}^* – валовые номинальные доходности по внутренним и внешним облигациям; $Div_t(i)$ – дивиденды со стороны фирм; $T_t(i)$ – чистые налоги со стороны государства; $\Psi_t^B(\bullet)$ – издержки

по размещению (покупке) облигаций на внешнем рынке; Y_t – реальный ВВП.

Последнее слагаемое в выражении (9) предполагает, что если домохозяйства изменяют уровень своих сбережений (задолженности) относительно некоторого долгосрочного уровня, то несут издержки, которые могут быть формализованы в виде выпуклой квадратичной функции от уровня чистых иностранных активов. Данные издержки могут быть обусловлены существованием финансового посредника, который проводит операции на международном финансовом рынке. Одновременно при увеличении внешнего долга национальной экономики иностранные инвесторы могут требовать премию за риск относительно безрисковой международной ставки доходности.

В рамках рассматриваемой модели будем предполагать, что долгосрочный уровень чистых иностранных активов равен нулю. Данное предположение может показаться спорным на фоне значительного накопления чистых иностранных активов, устойчивого профицита счета текущих операций и накопления золотовалютных резервов отечественной экономикой в период роста мировых цен в 2000-е годы. Но здесь речь идет именно о долгосрочном равновесном уровне чистых иностранных активов. Как будет следовать из анализа функций импульсного отклика в ответ на рост мировых цен на нефть, которому посвящен раздел 3 настоящей работы, модель в целом согласуется с данными закономерностями. И ситуацию в период роста мировых цен в 2000-е годы, на наш взгляд, следует рассматривать как равновесную реакцию экономики на последовательность реализаций шоков мировых цен на нефть (в том числе и других шоков), чему не противоречит предположение о нулевом долгосрочном уровне чистых иностранных активов. К вопросу же о золотовалютных резервах мы еще вернемся в разделе 1.5 при описании деятельности центрального банка.

Данные издержки по размещению (покупке) облигаций на внешнем финансовом рынке вводятся в модель в значительной степени из технических соображений. Они обеспечивают существование долгосрочного равновесия, не зависящего от начальных условий, и избавляют от нестационарности динамики чистых иностранных активов и потребления. Отсутствие же хорошо определенного долгосрочного равновесия сильно осложняет анализ, так как большинство численных методов, используемых на практике при решении и особенно при оценке DSGE моделей, основаны на линеаризации модели до некоторого порядка около долгосрочного рав-

новесия. Выпуклость функции издержек обуславливает зависимость эффективной процентной ставки по международным облигациям от уровня совокупного национального долга (сбережений).

Детальный обзор методов по замыканию моделей малых открытых экономик представлен в работе (*Schmitt-Grohe, Uribe, 2003*). Авторы рассматривают четыре альтернативных механизма, обеспечивающих стационарность моделей, а также нестационарный случай и приходят к выводу, что в целом рассматриваемые подходы приводят к эквивалентной динамике макроэкономических переменных в рамках анализа функций импульсного отклика. Наиболее популярными механизмами в современных DSGE моделях являются выпуклые издержки по размещению (покупке) облигаций на внешнем финансовом рынке и зависимость процента на международном рынке, с которым сталкивается домохозяйство, от уровня национального долга к ВВП (премия за риск). Для функции $\Psi_t^B(\bullet)$ мы предполагаем квадратичную функциональную форму:

$$\Psi_t^B\left(\frac{S_t B_t^*(i)}{p_t^Y Y_t}\right) = \frac{\psi_B}{2} \left(\frac{S_t B_t^*(i)}{p_t^Y Y_t}\right)^2 p_t^Y Y_t. \quad (10)$$

Данные издержки по размещению (покупке) облигаций на внешнем финансовом рынке связаны с дополнительной покупкой импортных товаров в размере $\frac{\psi_B}{2} \left(\frac{S_t B_t^*(i)}{p_t^Y Y_t}\right)^2 \frac{p_t^Y Y_t}{p_t^{\text{Im}}}$, где p_t^{Im} – цены импортных товаров в национальной валюте.

Продефлировав бюджетное ограничение (9) по индексу потребительских цен и подставив функцию спроса (6) на труд в функцию полезности (1) и бюджетное ограничение, запишем функцию Лагранжа и получим следующие условия оптимальности:

$$\frac{\partial Y_t^H(i)}{\partial C_t(i)} = 0 \Rightarrow \lambda_t(i) = \frac{\zeta_t^C}{C_t(i) - hC_{t-1}}, \quad (11)$$

$$\frac{\partial Y_t^H(i)}{\partial B_t(i)} = 0 \Rightarrow \lambda_t(i) = \beta E_t \left[\lambda_{t+1}(i) \frac{R_t}{\pi_{t+1}^c} \right], \quad (12)$$

$$\frac{\partial Y_t^H(i)}{\partial B_t^*(i)} = 0 \Rightarrow \lambda_t(i) \left(1 + \psi_B \left(\frac{S_t B_t^*(i)}{P_t^Y Y_t} \right) \right) = \beta E_t \left[\lambda_{t+1}(i) \frac{R_t^*}{\pi_{t+1}^c} \frac{S_{t+1}}{S_t} \right], \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y_t^H(i)}{\partial W_t(i)} = 0 \Rightarrow & \phi \eta_L \zeta_t^c \frac{P_t^c}{W_t(i)} \left(\frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-(1+\psi)\eta_L} L_t^\psi - \\ & - \lambda_t(\eta_L - 1) \left(\frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\eta_L} - \psi_W \lambda_t \frac{W_t}{W_{t-1}(i)} \left(\frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} - \overline{\pi^W} \right) + \\ & + \beta \psi_W E_t \left[\lambda_{t+1} \frac{W_{t+1}(i) W_{t+1}}{W_t(i)^2} \left(\frac{W_{t+1}(i)}{W_t(i)} - \overline{\pi^W} \right) \frac{L_{t+1}}{L_t} \frac{1}{\pi_{t+1}^c} \right] = 0, \end{aligned} \quad (14)$$

где $Y_t^H(i)$ – функция Лагранжа; $\lambda_t(i)$ – множитель Лагранжа при бюджетном ограничении домохозяйства, выраженном в реальных величинах, который является теневой стоимостью реального потребления; $\pi_t^c = \frac{P_t^c}{P_{t-1}^c}$ – темп роста индекса потребительских цен.

В симметричном равновесии все домохозяйства идентичны, поэтому они принимают те же самые решения. Таким образом, индекс i в уравнениях (11)–(14) пропадает, и значения переменных выбора отдельного домохозяйства (потребления, заработной платы и др.) будут совпадать с агрегированными значениями соответствующих переменных, так как последние определяются интегрированием по всему континууму домохозяйств. Если логлинеаризовать систему условий оптимальности относительно долгосрочного равновесия, то можно получить систему уравнений с более наглядной интерпретацией. Из уравнений (11) и (12) получаем:

$$\hat{C}_t = \frac{h}{1+h} \hat{C}_{t-1} + \frac{1}{1+h} E_t \hat{C}_{t+1} - \frac{1-h}{1+h} (\hat{R}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}^c) + \frac{1-h}{1+h} (\hat{\zeta}_t^c - \hat{\zeta}_{t+1}^c). \quad (15)$$

Здесь знак крышки над переменной обозначает ее процентное отклонение от долгосрочного значения. Таким образом, отклонение текущего потребления положительно зависит от взвешенного среднего отклонения потребления в прошлом периоде и от ожидаемого

отклонения потребления в следующем периоде. Также потребление в текущем периоде отрицательно зависит от ожидаемой реальной процентной ставки, причем чем больше привычки в потреблении (чем больше параметр h), тем ниже чувствительность к изменению реального процента.

Последнее слагаемое в уравнении (15) отражает изменения предельной полезности потребления. Рассматриваемый шок предпочтений увеличивает ценность текущего потребления по сравнению с будущим. И, соответственно, будет наблюдаться межвременное замещение между будущим и текущим потреблением в пользу последнего.

Уравнения (12) и (13) приводят к модифицированному непокрытому паритету процентных ставок:

$$\hat{R}_t = \hat{R}_t^* + E_t \hat{\pi}_{t+1}^S - \psi_B \left(\frac{S_t B_t^*}{P_t^Y Y_t} \right), \quad (16)$$

где $\pi_t^S = \frac{S_t}{S_{t-1}}$ – темп роста номинального обменного курса.

Доходность на внутреннем рынке равна доходности на внешнем рынке с учетом ожидаемого изменения номинального обменного курса и предельных издержек вложения дополнительной единицы в иностранные облигации. Обычно в уравнение (16) еще вводится шок премии за риск, чтобы учесть отклонения от паритета (см., например, *Adolfson et al., 2007; Erceg et al., 2006*). Будем следовать данным работам и расширим уравнение (16) до следующей спецификации:

$$\hat{R}_t = \hat{R}_t^* + E_t \hat{\pi}_{t+1}^S - \psi_B \left(\frac{S_t B_t^*}{P_t^Y Y_t} \right) + \zeta_t^R, \quad (17)$$

где ζ_t^R – экзогенная компонента премии за риск к отечественным активам.

Будем предполагать, что динамика экзогенной составляющей премии за риск описывается следующим стационарным AR(1) процессом:

$$\zeta_t^R = \rho_R \zeta_{t-1}^R + u_t^R, \quad (18)$$

где ρ_R – параметр автокорреляции; $u_t^R \sim N(0, \sigma_R^2)$ – шоки премии за риск.

Шок премии за риск делает менее привлекательными вложения в отечественные ценные бумаги по сравнению с зарубежными активами, что оказывает повышающее давление на процентные ставки внутри страны при неизменной процентной ставке на мировом финансовом рынке. Результирующий эффект на внутренний процент будет зависеть от денежно-кредитной политики в отечественной экономике. Так, если центральный банк придерживается политики фиксированного обменного курса национальной валюты, то рост премии за риск будет полностью проявляться в росте процентных ставок внутри страны. В случае же плавающего обменного курса часть роста премии за риск будет выражаться в ослаблении национальной валюты.

В условиях отсутствия жесткости заработных плат $\psi_W = 0$ в уравнении (14) реальная заработная плата $w_t = W_t / p_t^c$ устанавливается как наценка к предельной норме замещения потребления досугом mrs_t :

$$w_t = \frac{\eta_L}{\eta_L - 1} mrs_t = \frac{\eta_L}{\eta_L - 1} \frac{\zeta_t^l \phi L_t^w (C_t - hC_{t-1})}{\zeta_t^c}. \quad (19)$$

Чем менее дифференцирован труд отдельных домохозяйств, т.е. чем больше эластичность замещения η_L , тем ближе реальная заработная плата стремится к той, которая была бы на рынке совершенной конкуренции. Для анализа ситуации, когда издержки не равны нулю, лог-линеаризуем уравнение (14):

$$\hat{\pi}_t^W = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}^W + \frac{\eta_L - 1}{\psi_W \pi^W} (\widehat{mrs}_t - \hat{w}_t), \quad (20)$$

где $\pi_t^W = \frac{W_t}{W_{t-1}}$ – темп роста номинальной заработной платы.

Таким образом, уравнение (20) показывает, что отклонение от долгосрочного равновесия роста заработной платы положительно зависит от ожидаемого отклонения роста заработной платы в следующем периоде и от того, насколько процентное отклонение предельной нормы замещения превышает процентное отклонение реальной заработной платы. В уравнении (20) выражение в скобках можно также рассматривать как разрыв в реальной заработной плате по сравнению со случаем отсутствия жесткостей в заработных платах. Так, если фактическая реальная заработная плата ниже той, которая будет преобладать на гибком рынке труда, то будет происходить превышение инфляции номинальных заработных плат над ее долгосрочным уровнем, т.е. будет происходить ускорение роста номинальных заработных плат. Параметр ψ_w характеризует скорость сходимости к долгосрочному равновесию. Чем ψ_w больше, тем дольше будет происходить приспособление зарплаты к шокам экономики.

Рассмотрим задачу выбора домохозяйства между отдельными товарами в каждый момент времени. Для формализации предпочтений домохозяйства относительно выбора между неторгуемыми C_t^N , торгуемыми отечественными C_t^{TD} и импортными C_t^{Im} товарами будем предполагать, что реальное потребление домохозяйства C_t является некоторой функцией от потребления данных трех типов товаров: $C_t = C(C_t^N, C_t^{Im}, C_t^{TD})$. Также предполагается слабая сепарабельность (подробнее о различных формах сепарабельности см., например, *Berndt, Christensen, 1973*) предпочтений домохозяйства относительно выбора между торгуемыми товарами отечественного производства и импортными товарами.

Общая идея сепарабельности предпочтений домохозяйства заключается в том, что совокупный набор благ может быть разбит на отдельные группы товаров таким образом, что предпочтения в рамках одной группы могут быть описаны независимо от объемов потребления товаров других групп (*Deaton, Muellbauer, 1980*). Таким образом, здесь предполагается, что торгуемые отечественные товары и импортные товары обладают большим количеством схожих характеристик по сравнению с неторгуемыми товарами, и их можно объединить в одну группу торгуемых благ.

При выполнении предположения о сепарабельности функция предпочтений принимает вид:

$$C_t = C(C_t^N, v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD})), \quad (21)$$

где $v_C(\bullet)$ – функция полезности, характеризующая предпочтения домохозяйств в классе группы торгуемых товаров.

В рамках данной предпосылки оптимальный выбор между импортным и торгуемым отечественным товарами зависит только от их относительных цен и не зависит от цен неторгуемых благ. Действительно, во внутренней точке допустимого множества условия оптимальности задачи минимизации расходов при фиксированном уровне реального потребления соответствуют равенству предельной нормы замещения между импортным и торгуемым отечественным товарами их относительным ценам. А предельная норма замещения имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\frac{\partial C(C_t^N, v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD}))}{\partial C_t^{lm}}}{\frac{\partial C(C_t^N, v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD}))}{\partial C_t^{TD}}} &= \frac{\frac{\partial C(C_t^N, v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD}))}{\partial v}}{\frac{\partial C(C_t^N, v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD}))}{\partial v}} \times \\ & \times \frac{\frac{\partial v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD})}{\partial C_t^{lm}}}{\frac{\partial v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD})}{\partial C_t^{TD}}} = \frac{\frac{\partial v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD})}{\partial C_t^{lm}}}{\frac{\partial v_C(C_t^{lm}, C_t^{TD})}{\partial C_t^{TD}}} \end{aligned} \quad (22)$$

Таким образом, предельная норма замещения между импортным и торгуемым отечественным товарами не зависит от объема потребления неторгуемых благ, и оптимальный выбор между данными двумя благами зависит только от их относительных цен. Данное свойство позволяет разбить задачу домохозяйства на два этапа. На первом этапе принимается решение выбора между отечественными и импортными товарами в зависимости от их цен и формируется корзина общего потребления торгуемых товаров с соответствующим индексом цен данной группы. На втором этапе производится выбор между потреблением неторгуемых благ и корзиной торгуемых товаров.

При спецификации функциональной формы реального потребления будем следовать стандартной практике, принятой в литературе по моделям открытых экономик (см., например, *Obstfeld, Rogoff, 2004*), и будем рассматривать функции с постоянной эла-

стичностью замещения (CES). То есть мы предполагаем, что индекс реального потребления описывается двухуровневой CES-функцией. Изначально CES-функции были введены для описания производственных технологий Эрроу и др. (*Arrow et al., 1961*) и обобщены до двухуровневой функции Сато (*Sato, 1967*), но в дальнейшем стали довольно активно использоваться для описания потребительского выбора. Таким образом, функцию полезности, характеризующую предпочтения репрезентативного домохозяйства в классе группы торгуемых товаров, специфицируем следующим образом:

$$C_i^T = v_C(C_i^{\text{lm}}, C_i^{\text{TD}}) = \left[(1 - \alpha_{CT})^{\frac{1}{\eta_{CT}}} (C_i^{\text{TD}})^{\frac{\eta_{CT}-1}{\eta_{CT}}} + (\alpha_{CT})^{\frac{1}{\eta_{CT}}} (C_i^{\text{lm}})^{\frac{\eta_{CT}-1}{\eta_{CT}}} \right]^{\frac{\eta_{CT}}{\eta_{CT}-1}}, \quad (23)$$

где C_i^T – индекс потребления корзины торгуемых благ; α_{CT} – вес импортных товаров в индексе потребления; η_{CT} – эластичность замещения между торгуемыми отечественными и импортными товарами.

Эластичность замещения η_{CT} показывает, на сколько процентов изменится оптимальное соотношение торгуемых отечественных и импортных товаров при однопроцентном изменении их относительных цен.

Аналогично спецификация предпочтений между торгуемыми и неторгуемыми товарами имеет вид:

$$C_i = \left[(1 - \alpha_{CN})^{\frac{1}{\eta_{CN}}} (C_i^T)^{\frac{\eta_{CN}-1}{\eta_{CN}}} + (\alpha_{CN})^{\frac{1}{\eta_{CN}}} (C_i^N)^{\frac{\eta_{CN}-1}{\eta_{CN}}} \right]^{\frac{\eta_{CN}}{\eta_{CN}-1}}, \quad (24)$$

где α_{CN} – вес неторгуемых товаров в индексе реального совокупного потребления; η_{CN} – эластичность замещения между неторгуемыми товарами и корзиной торгуемых товаров.

При данной спецификации предпочтений решение задачи первого этапа оптимизации, в рамках которого минимизируются расходы на корзину торгуемых товаров при фиксированном уровне

потребления корзины торгуемых товаров C_t^T , приводит к следующему выбору торгуемых отечественных и импортных товаров:

$$C_t^{TD} = (1 - \alpha_{CT}) \left(\frac{p_t^{TD}}{p_t^T} \right)^{-\eta_{CT}} C_t^T, \quad (25)$$

$$C_t^{lm} = \alpha_{CT} \left(\frac{p_t^{lm}}{p_t^T} \right)^{-\eta_{CT}} C_t^T, \quad (26)$$

где p_t^T – индекс цен корзины торгуемых товаров, который соответствует расходам домохозяйства на единицу торгуемого блага C_t^T в точке оптимума.

Индекс цен корзины торгуемых товаров определяется по следующей формуле:

$$p_t^T = \left[(1 - \alpha_{CT})(p_t^{TD})^{1-\eta_{CT}} + \alpha_{CT}(p_t^{lm})^{1-\eta_{CT}} \right]^{1/(1-\eta_{CT})}. \quad (27)$$

Совершенно аналогично на втором этапе оптимизации происходит минимизация расходов на корзину торгуемых и неторгуемых товаров при фиксированном уровне совокупного реального потребления домохозяйства C_t , которая приводит к следующим условиям оптимального выбора потребления между товарными группами:

$$C_t^T = (1 - \alpha_{CN}) \left(\frac{p_t^T}{p_t^C} \right)^{-\eta_{CN}} C_t, \quad (28)$$

$$C_t^N = \alpha_{CN} \left(\frac{p_t^N}{p_t^C} \right)^{-\eta_{CN}} C_t. \quad (29)$$

Соответствующий индекс цен потребления имеет вид:

$$p_t^C = \left[(1 - \alpha_{CN})(p_t^T)^{1-\eta_{CN}} + \alpha_{CN}(p_t^N)^{1-\eta_{CN}} \right]^{1/(1-\eta_{CN})}. \quad (30)$$

Описание предпочтений домохозяйства с помощью функций с постоянной эластичностью замещения может являться достаточно жесткой предпосылкой, как и предположение о сепарабельности предпочтений, так как трудно предполагать постоянную эластичность замещения между двумя товарными группами при различной доле в потреблении третьей товарной группы. Данные критические замечания существенны при описании выбора между неторгуемыми, торгуемыми отечественными и импортными товарами при формировании инвестиций и товаров государственного потребления, а также при спецификации производственных функций в задачах фирм. Альтернативой, к примеру, может являться транслогарифмическая функциональная форма. Так, Джоргенсон и др. (*Jorgenson et al., 2012*) при построении вычислимой модели общего равновесия экономики США для описания оптимального выбора между товарами использовали транслогарифмическую функцию расходов.

В дальнейшем мы будем предполагать аналогичную двухуровневую CES- функцию для формирования реальных инвестиций и государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг. В первом случае предполагается, что существует технология производства из торгуемых отечественных, импортных и неторгуемых товаров единицы однородного инвестиционного блага, которое в дальнейшем может пойти на увеличение капитала в производственных секторах экономики:

$$Inv_t = Inv(I_t^N, v_{Inv}(I_t^{lm}, I_t^{TD})), \quad (31)$$

где $I_t^N, I_t^{TD}, I_t^{lm}$ – количество неторгуемых, торгуемых отечественных и импортных товаров для производства инвестиционного товара; $v_{Inv}(\bullet)$ – технология, трансформирующая торгуемые отечественные и импортные товары в единый агрегат торгуемых инвестиций I_t^T .

$$\begin{aligned} I_t^T &= v_{Inv}(I_t^{lm}, I_t^{TD}) = \\ &= \left[(1 - \alpha_{IT})^{\frac{1}{\eta_{IT}}} (I_t^{TD})^{\frac{\eta_{IT}-1}{\eta_{IT}}} + (\alpha_{IT})^{\frac{1}{\eta_{IT}}} (I_t^{lm})^{\frac{\eta_{IT}-1}{\eta_{IT}}} \right]^{\frac{\eta_{IT}}{\eta_{IT}-1}}, \end{aligned} \quad (32)$$

где α_{IT} – вес импортных товаров в индексе торгуемых инвестиций;
 η_{IT} – эластичность замещения между торгуемыми отечественными
и импортными товарами.

На следующем уровне технологии формируется инвестиционный товар с помощью следующей функции:

$$Inv_t = \left[(1 - \alpha_{IN})^{\frac{1}{\eta_{IN}}} (I_t^T)^{\frac{\eta_{IN}-1}{\eta_{IN}}} + (\alpha_{IN})^{\frac{1}{\eta_{IN}}} (I_t^N)^{\frac{\eta_{IN}-1}{\eta_{IN}}} \right]^{\frac{\eta_{IN}}{\eta_{IN}-1}}, \quad (33)$$

где α_{IN} – вес неторгуемых товаров в индексе реальных инвестиций;
 η_{IN} – эластичность замещения между неторгуемыми товарами
и корзиной торгуемых товаров.

Совершенно аналогично специфицируем функцию реального государственного потребления корзины неторгуемых, торгуемых отечественных товаров и импортных товаров. Здесь мы предполагаем, что данные расходы идут на покупку некоторого общественного блага, производство которого описывается технологией, которая трансформирует три типа товаров в единое общественное благо.

Данное предположение является достаточно ограничивающим, и оно необходимо для описания неких правил распределения государственных расходов на конечное потребление между отдельными товарными группами. В качестве альтернативы мы бы могли явно задать данные правила. К примеру, государство покупает товары трех типов в постоянных пропорциях либо тратит определенную долю совокупных расходов на каждый товар. Оба примера являются частными случаями CES-функции: в первом случае это функция Леонтьева (эластичность замещения стремится к нулю), во втором – функция Кобба–Дугласа.

В целом данное предположение о технологии производства качественно не влияет на агрегированную динамику, так как основная доля расходов государства на конечное потребление идет на неторгуемые товары. Оно также не ограничивает возможность анализировать какие-либо структурные сдвиги. К примеру, автономное увеличение доли государственного потребления импортных това-

ров можно имплементировать соответствующим экзогенным изменением параметра веса импорта в CES-функции.

Для полноты изложения приведем математическое описание технологии производства товара государственного потребления G_t :

$$G_t = G(G_t^N, \nu_G(G_t^{\text{lm}}, G_t^{\text{TD}})), \quad (34)$$

где $G_t^N, G_t^{\text{TD}}, G_t^{\text{lm}}$ – объем использования неторгуемых, торгуемых внутренних и импортных товаров для производства объема блага для государственных расходов на конечное потребление; $\nu_G(\bullet)$ – технология, трансформирующая торгуемые внутренние и импортные товары в единую корзину торгуемых товаров G_t^T :

$$\begin{aligned} G_t^T &= \nu_G(G_t^{\text{lm}}, G_t^{\text{TD}}) = \\ &= \left[(1 - \alpha_{GT})^{\frac{1}{\eta_{GT}}} (G_t^{\text{TD}})^{\frac{\eta_{GT}-1}{\eta_{GT}}} + (\alpha_{GT})^{\frac{1}{\eta_{GT}}} (G_t^{\text{lm}})^{\frac{\eta_{GT}-1}{\eta_{GT}}} \right]^{\frac{\eta_{GT}}{\eta_{GT}-1}}, \end{aligned} \quad (35)$$

где α_{GT} – вес импортных товаров в корзине торгуемых благ; η_{GT} – эластичность замещения между торгуемыми отечественными товарами и импортными товарами.

На следующем уровне технологии формируется товар для реального государственного потребления с помощью функции:

$$G_t = \left[(1 - \alpha_{GN})^{\frac{1}{\eta_{GN}}} (G_t^T)^{\frac{\eta_{GN}-1}{\eta_{GN}}} + (\alpha_{GN})^{\frac{1}{\eta_{GN}}} (G_t^N)^{\frac{\eta_{GN}-1}{\eta_{GN}}} \right]^{\frac{\eta_{GN}}{\eta_{GN}-1}}, \quad (36)$$

где α_{GN} – вес неторгуемых товаров в индексе реального государственного потребления; η_{GN} – эластичность замещения между неторгуемыми товарами и корзиной торгуемых товаров.

1.2. Фирмы в торгуемом и неторгуемом секторах

Пусть производственный процесс фирм в каждой отрасли конечного производства описывается с помощью производственной функции $F^J(\bullet)$, зависящей от трех факторов производства: загруженного капитала $u^J K^J$, труда L^J и энергии E^J , где $J \in \{TD, N\}$. Предполагается, что фирмы одной отрасли оперируют в рамках идентичной технологии. В разных отраслях технологии могут отличаться. Например, промышленный торгуемый сектор может быть более капиталоемким, а сфера услуг, которая больше тяготеет к неторгуемому сектору, может более интенсивно использовать труд.

Предполагается, что в производственном процессе используется показатель загруженного капитала, который является произведением физического объема капитала K^J на интенсивность загрузки капитала u^J . В модели физический капитал принадлежит фирмам. Его изменение происходит за счет соответствующих инвестиционных решений фирм. Фирмы могут также изменять интенсивность загрузки капитала, при этом загрузка капитальных мощностей тоже сопряжена с некоторыми издержками.

Предполагается, что в каждой отрасли торгуемых и неторгуемых товаров действует континуум фирм $i \in [0, 1]$, которые производят дифференцированный продукт и действуют на рынке монополистической конкуренции.

Также предполагается, что отдельная фирма продает свой дифференцированный товар $Y_t^J(i)$ совершенно конкурентной репрезентативной фирме (ритейлеру), которая трансформирует данные товары в агрегированный выпуск отрасли Y_t^J , используя следующую технологию Диксита–Стиглица:

$$Y_t^J = \left[\int_0^1 \left(Y_t^J(i) \right)^{(\eta_J - 1)/\eta_J} di \right]^{\eta_J / (\eta_J - 1)}, \quad (37)$$

где η_J – эластичность замещения между товарами фирм рассматриваемой отрасли.

Из оптимизационной задачи ритейлера следует функция спроса на товары каждой фирмы:

$$Y_t^J(i) = \left(\frac{p_t^J(i)}{p_t^J} \right)^{-\eta_J} Y_t^J, \quad (38)$$

где $p_t^J(i)$ – цена i -й фирмы отрасли J .

Можно показать, что агрегированный уровень цен p_t^J в каждой отрасли определяется выражением:

$$p_t^J = \left[\int_0^1 (p_t^J(i))^{1-\eta_J} di \right]^{\frac{1}{1-\eta_J}}. \quad (39)$$

Таким образом, в отличие от рынка совершенной конкуренции, фирмы также принимают решение, какую цену устанавливать на свой товар. При этом, как и в задаче домохозяйства, мы вводим жесткость цен по Ротембергу (*Rotemberg, 1982*), предполагая, что изменение цены отдельной фирмы по сравнению с долгосрочным ростом цен $\bar{\pi}$ связано с некоторыми издержками, которые могут быть формализованы в виде выпуклой квадратичной функции:

$$\Psi_{J,t}^P \left(\frac{p_t^J(i)}{p_{t-1}^J(i)} \right) = \frac{\Psi_J^P}{2} \left(\frac{p_t^J(i)}{p_{t-1}^J(i)} - \bar{\pi} \right)^2 p_t^J Y_t^J. \quad (40)$$

Данные издержки связаны с реальными расходами товаров и услуг рассматриваемых секторов экономики в размере $\frac{\Psi_J^P}{2} \left(\frac{p_t^J(i)}{p_{t-1}^J(i)} - \bar{\pi} \right)^2 Y_t^J$, т.е. при изменении своих цен фирмам, например, неторгуемого сектора необходимо купить товаров и услуг неторгуемого сектора в объеме $\frac{\Psi_N^P}{2} \left(\frac{p_t^N(i)}{p_{t-1}^N(i)} - \bar{\pi} \right)^2 Y_t^N$ по цене p_t^N .

Задача фирмы сводится к максимизации своей ожидаемой стоимости, которая определяется следующим выражением:

$$V_t^J(i) = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{R}_{t,t+s} \left[\begin{array}{l} p_{t+s}^J(i) \left(\frac{p_{t+s}^J(i)}{P_{t+s}^J} \right)^{-\eta_J} Y_{t+s}^J - p_{t+s}^J \text{Inv}_{t+s}^J(i) - \\ - W_{t+s} L_{t+s}^J(i) - p_{t+s}^E E_{t+s}^J(i) - \Psi^U(u_t^J(i)) \times \\ \times p_{t+s}^J K_{t+s}^J(i) - \Psi_{J,t+s}^P \left(\frac{p_{t+s}^J(i)}{p_{t+s-1}^J(i)} \right) \end{array} \right]. \quad (41)$$

Выражение в квадратных скобках представляет собой денежный поток, который равен выручке за вычетом всех расходов за рассматриваемый период времени, а именно: расходов на покупку инвестиционных товаров, труд, энергию, издержек на загрузку капитала и издержек изменения цен. Здесь p_t^J – цена инвестиционного товара; $\text{Inv}_t^J(i)$ – физический объем инвестиций; $L_t^J(i)$ – количество используемого труда; p_t^E – цена энергии; $E_t^J(i)$ – количество

использованной энергии; $\tilde{R}_{t,t+s} = \beta^s \frac{\lambda_{t+s} P_t^c}{\lambda_t P_{t+s}^c}$ – стохастический дис-

конт-фактор, отражающий текущую ценность для домохозяйства дополнительного рубля, который будет получен в момент времени $t + s$. Здесь предполагается, что фирмы действуют в интересах домохозяйств.

Предполагается, что фирмам отрасли $J \in \{TD, N\}$ для загрузки капитала необходимо купить товаров и услуг соответствующей отрасли в объеме $\Psi^U(u_t^J(i)) K_t^J(i)$, где функция $\Psi^U(\bullet)$ определяется следующим образом:

$$\Psi^U(u_t^J(i)) = \frac{\chi}{\psi_u} \left[\exp(\psi_u(u_t^J(i) - 1)) - 1 \right]. \quad (42)$$

Для простоты предполагается, что долгосрочный уровень интенсивности загрузки капитала равен единице и при данном уровне издержки загрузки капитала равны нулю, что просто является вопросом нормировки. Соответственно, параметр χ в модели калибруется, чтобы обеспечить равенство интенсивности загрузки капитала единице в долгосрочном равновесии. Параметр же ψ_u характеризует кривизну функции издержек и определяет степень чув-

ствительности интенсивности загрузки мощностей к изменению экономических условий.

Предположение о том, что уровень загрузки физического капитала связан с некоторыми выпуклыми издержками, позволяет сделать решение о выборе интенсивности загрузки мощностей эндогенным в рамках рассматриваемой модели. Альтернативным могло бы быть предположение, при котором интенсивность загрузки влияет на норму выбытия капитала (см., например, *Calvo, 1975; Greenwood et al., 1988; Mandelman et al., 2011; Taubman, Wilkinson, 1970*). В данном случае большая интенсивность загрузки капитала может приводить к большей норме выбытия физического капитала либо в связи с большим износом капитала при более интенсивном его использовании, либо в связи с тем, что меньшее время может быть потрачено на его техническое обслуживание (*Greenwood et al., 1988*).

Кристиано и др. (*Christiano et al., 2001*) приводят аргументы в пользу спецификации с выпуклыми издержками загрузки капитала, так как при данной спецификации DSGE модели способны хорошо воспроизводить функции импульсного отклика макроэкономических переменных в ответ на шоки денежно-кредитной политики, полученные в результате эконометрического оценивания структурных векторных авторегрессий. Данная спецификация предотвращает резкий рост предельных издержек и ограничивает степень падения производительности труда в ответ на положительный шок денежно-кредитной политики, создавая тем самым инерционную и продолжительную реакцию макроэкономических переменных. В дальнейшем спецификация с выпуклыми издержками загрузки капитала получила широкое распространение при построении динамических стохастических моделей общего равновесия (см., например, *Adolfson, 2007; Christiano et al., 2005; Justiniano et al., 2010; Smets, Wouters, 2003; 2005; 2007*).

Спецификация, при которой норма выбытия капитала зависит от интенсивности загрузки капитала, способна воспроизводить положительный отклик потребления в ответ на шок эффективности инвестиций (*Greenwood et al., 1988; Mandelman et al., 2011*), что является затруднительным при альтернативной спецификации (*Mandelman et al., 2011*).

Задача оптимизации фирмы происходит при двух ограничениях. Ограничение на динамику капитала:

$$K_{t+1}^J = (1 - \delta)K_t^J + \zeta_t^I \left(1 - \Psi^I \left(\frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} \right) \right) Inv_t^J(i), \quad (43)$$

где δ – норма амортизации; $\Psi^I \left(\frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} \right) = \frac{\psi_I}{2} \left(\frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} - 1 \right)^2$ – издержки на установку нового капитала; ζ_t^I – эффективность инвестиций.

Рассматриваемая спецификация издержек на установку нового капитала, которые зависят именно от темпа изменения инвестиций по сравнению с темпом в долгосрочном состоянии, а не от отношения инвестиций к капиталу, получила широкое распространение в DSGE моделировании (см., например, *Christiano et al., 2005; Smets, Wouters, 2003; 2007*). Это обусловлено способностью DSGE моделей с данной спецификацией издержек на установку нового капитала воспроизводить куполообразные отклики инвестиций в ответ на экономические шоки.

Будем предполагать, что динамика эффективности инвестиций описывается следующим стационарным AR(1) процессом:

$$\log(\zeta_t^I) = \rho_I \log(\zeta_{t-1}^I) + u_t^I, \quad (44)$$

где ρ_I – параметр автокорреляции; $u_t^I \sim N(0, \sigma_I^2)$ – шок эффективности инвестиций.

Рассматриваемый шок представляет собой технологическое изменение, которое увеличивает производительность вновь установленного капитала, оставляя без изменений производительность капитала, накопленного к моменту реализации шока. В рамках модели данный процесс моделируется таким образом, что каждая дополнительная единица реальных инвестиций начинает увеличивать «эффективный» капитал в некоторой большей пропорции, что, конечно, является сильным упрощением реальности. Соответственно, под K^J при анализе шоков эффективности инвестиций будет пониматься не физический объем капитала, а эффективное количество капитала. Аналогичная спецификация влияния эффективности инвестиций на динамику накопления капитала использовалась, например, в работах (*Fisher, 2006; Greenwood et al., 1988; Justiniano et al., 2010*).

Вторым ограничением оптимизационной задачи фирмы является условие равенства объема продукции, произведенного i -й фирмой, спросу на ее товар:

$$\left(\frac{P_t^J(i)}{P_t^J} \right)^{-\eta_J} Y_t^J = F^J(u_t^J(i)K_t^J(i), L_t^J(i), E_t^J(i)). \quad (45)$$

Пусть переменные $Q_t^J(i)$ и $\Lambda_t^J(i)$ соответствуют множителям Лагранжа при ограничении на динамику капитала и равенстве объема произведенной продукции спросу на товар соответственно. Условия оптимальности задачи фирмы принимают вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial K_{t+1}^J(i)} = 0 \Rightarrow \\ Q_t^J(i) = E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} u_{t+1}^J(i) \Lambda_{t+1}^J(i) F_1^J(u_{t+1}^J K_{t+1}^J(i), L_{t+1}^J(i), E_{t+1}^J(i)) \right] - \\ - E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} \Psi^U(u_{t+1}^J(i)) p_{t+1}^J \right] + (1-\delta) E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} Q_{t+1}^J(i) \right] \end{aligned} \quad (46)$$

$$\frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial L_t^J(i)} = 0 \Rightarrow W_t = \Lambda_t^J(i) F_2^J(u_t^J(i)K_t^J(i), L_t^J(i), E_t^J(i)), \quad (47)$$

$$\frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial E_t^J(i)} = 0 \Rightarrow p_t^E = \Lambda_t^J(i) F_3^J(u_t^J(i)K_t^J(i), L_t^J(i), E_t^J(i)), \quad (48)$$

$$\frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial u_t^J(i)} = 0 \Rightarrow p_t^J \Psi_1^U(u_t^J(i)) = \Lambda_t^J(i) F_1^J(u_t^J(i)K_t^J(i), L_t^J(i), E_t^J(i)), \quad (49)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial Inv_t^J(i)} = 0 \Rightarrow \\ Q_t(i) \zeta_t^J \left\{ 1 - \psi_I \frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} \left(\frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} - 1 \right) - \psi_I \left(\frac{Inv_t^J(i)}{Inv_{t-1}^J(i)} - 1 \right)^2 \right\} + \\ + \psi_I E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} Q_{t+1}^J(i) \zeta_{t+1}^J \left(\frac{Inv_{t+1}^J(i)}{Inv_t^J(i)} \right)^2 \left(\frac{Inv_{t+1}^J(i)}{Inv_t^J(i)} - 1 \right) \right] = p_t^I \end{aligned} \quad (50)$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial Y_t^J(i)}{\partial p_t^J(i)} = 0 \Rightarrow & (1 - \eta_J) \left(\frac{p_t^J(i)}{p_t^J} \right)^{-\eta_J} Y_t^J + \\
 & + \eta_J \frac{\Lambda_t^J(i)}{p_t^J(i)} \left(\frac{p_t^J(i)}{p_t^J} \right)^{-\eta_J} Y_t^J - \psi_J^P \frac{p_t^J}{p_{t-1}^J(i)} \left(\frac{p_t^J(i)}{p_{t-1}^J(i)} - \bar{\pi} \right) Y_t^J + \\
 & + \psi_J^P E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} \frac{p_{t+1}^J p_{t+1}^J(i)}{p_t^J(i)} \left(\frac{p_{t+1}^J(i)}{p_t^J(i)} - \bar{\pi} \right) Y_{t+1}^J \right] = 0
 \end{aligned} \tag{51}$$

Множитель Лагранжа $Q_t^J(i)$ может интерпретироваться как теневая стоимость единицы капитала, а множитель $\Lambda_t^J(i)$ – как теневые предельные издержки. Введем для удобства также понятие теневой рентной цены капитала $R_{K,t}^J(i) = \Lambda_t^J(i) F_1^J(u_t^J(i) K_t^J(i), L_t^J(i), E_t^J(i))$, которое нужно интерпретировать в том смысле, что если бы существовал рынок загруженного капитала и фирмы трактовали $R_{K,t}^J(i)$ как экзогенную переменную, то оптимальный выбор объема загруженного капитала был бы таким же, как и в случае, когда капитал принадлежит фирмам.

В симметричном равновесии все фирмы одной отрасли идентичны, поэтому они принимают те же самые решения. Таким образом, индекс i в уравнениях (46)–(51) пропадает, и значения переменных выбора отдельной фирмы отрасли (инвестиций, труда и др.) будут совпадать с агрегированными значениями соответствующих отраслевых переменных, так как последние определяются интегрированием по всему континууму фирм рассматриваемой отрасли.

Из уравнения (46) следует, что теневая стоимость единицы физического капитала положительно зависит от ожидаемой стоимости в будущем периоде с учетом амортизации и от ожидаемой будущей теневой рентной цены, умноженной на интенсивность загрузки физического капитала. Уравнения (47) и (48) определяют оптимальный выбор труда и энергии. Уравнение (49) определяет оптимальный уровень загрузки капитальных мощностей, при котором предельные издержки загрузки единицы капитала равны реальной теневой рентной цене. Уравнение (50) определяет динамику инвестиций. Если его лог-линеаризовать относительно долгосрочного

равновесия, то, как и в задаче домохозяйства для динамики потребления, получим, что отклонение инвестиций от долгосрочного равновесия в текущем периоде положительно зависит от взвешенного среднего отклонения инвестиций в прошлом периоде и от ожидаемого отклонения инвестиций в следующем периоде. Инвестиции также положительно зависят от разрыва между теневой стоимостью единицы капитала и ценой единицы инвестиционного блага. Параметр ψ_I определяет степень чувствительности к данному разрыву. Чем он больше, тем дольше экономика сходится к долгосрочному равновесию. Также оптимальный выбор инвестиций положительно зависит от их эффективности.

Из уравнения (51) следует, что в долгосрочном равновесии цена товара превышает теневые предельные издержки в $\frac{\eta_J}{\eta_J - 1}$ раз. Та-

ким образом, чем больше дифференцированы товары отдельной отрасли, т.е. чем меньше эластичность спроса на товар отдельной фирмы в данной отрасли, тем больше величина маржи в данной отрасли. Если лог-линеаризовать уравнение (47), то получим неокейнсианскую кривую Филлипса, в которой инфляция в текущем периоде положительно зависит от ожидаемой инфляции и от разрыва в реальных теневых предельных издержках от долгосрочного уровня.

При спецификации технологий в торгуемом и неторгуемом секторах предполагаем, что производственная функция является слабосепарабельной по загруженному капиталу и энергии, что согласуется с эконометрическими оценками Берндта и Вуда (*Berndt, Wood, 1975*) для США. Данное предположение подразумевает, что энергия необходима именно для эксплуатации загруженного капитала, и данные два фактора более близки в производстве. Свойство слабой сепарабельности означает, что оптимальный выбор между этими факторами не зависит от выбора количества используемого труда. При выборе функциональной формы будем следовать работам Бакуса и Кручини (*Backus, Crucini, 2000*) и Кима и Лоунгани (*Kim, Loungani, 1992*) и зададим следующую спецификацию:

$$F^J(u_t^J K_t^J, L_t^J, E_t^J) = A_t^J \zeta_{Z,t}^J (L_t^J)^{\alpha_L^J} \times \left[(\alpha_K^J)(u_t^J K_t^J)^{\frac{\eta_{EJ}-1}{\eta_{EJ}}} + (1-\alpha_K^J)(E_t^J)^{\frac{\eta_{EJ}-1}{\eta_{EJ}}} \right]^{\frac{(1-\alpha_L^J)\eta_{EJ}}{\eta_{EJ}-1}}, \quad (52)$$

где α_L^J – эластичность выпуска по количеству используемого труда; η_{EJ} – эластичность замещения между загруженным капиталом и энергией; α_K^J – параметр доли загруженного капитала; A_t^J – перманентный уровень совокупной факторной производительности; $\zeta_{Z,t}^J$ – стохастическая компонента совокупной факторной производительности.

Если эластичность замещения между загруженным капиталом и энергией стремится к нулю, то вложенная функция от загруженного капитала и энергии стремится к функции Леонтьева, что будет соответствовать ситуации, когда на единицу загруженного капитала необходимо фиксированное пропорциональное количество энергии. Если эластичность замещения стремится к единице, то производственная функция $F^J(\bullet)$ переходит в стандартную функцию Кобба–Дугласа с тремя факторами производства.

Будем предполагать, что динамика стохастической компоненты совокупной факторной производительности описывается следующим AR(1) процессом:

$$\log(\zeta_{Z,t}^J) = \rho_Z^J \log(\zeta_{Z,t-1}^J) + u_{Z,t}^J, \quad (53)$$

где ρ_Z^J – параметры автокорреляции; $u_{Z,t}^J \sim N(0, \sigma_{Z,J}^2)$ – шок совокупной факторной производительности.

Таким образом, в настоящей работе будем рассматривать как перманентные технологические изменения совокупной факторной производительности, которые будут моделироваться в виде сдвигов в экзогенной переменной A_t^J , так и краткосрочные шоки $u_{Z,t}^J$ совокупной факторной производительности.

1.3. Производство нефти

В настоящей работе мы абстрагируемся от производственного процесса нефти и будем предполагать, что совокупный объем добытой нефти в каждый период задан на экзогенном уровне. Как отмечают Камхоф и др. (*Kumhof et al., 2010*) при построении модели GIMF МВФ, ценовая эластичность предложения нефти находится на предельно низком уровне. Соответственно, если производственные мощности полностью загружены, нефтедобывающие фирмы не могут значительно увеличить объем добычи в среднесрочной перспективе при росте мировой цены на нефть. Разведка же новых запасов нефти, бурение и обустройство месторождений занимают достаточно продолжительное время. Рассмотрение данных факторов сильно бы усложнило данную модель. Вместе с тем при падении цены на нефть нефтедобывающие фирмы могли бы снизить интенсивность загрузки существующих производственных мощностей, скажем, временно приостановив работу скважин с высокими издержками добычи. Но данный аспект также выходит за рамки настоящей работы.

Таким образом, в модели предполагается, что в каждый период времени фирмы сталкиваются с экзогенным количеством нефти \overline{Oil}_t и принимают решение об объеме поставок на внешний и на внутренний рынки. Фирмы воспринимают цены на международном финансовом рынке как заданные. При этом нефть, идущая на экспорт, облагается таможенной пошлиной $\tau_{Oil,t}^{Ex}$, которая является линейной функцией от цены нефти $p_{Oil,t}^{Ex}$:

$$\tau_{Oil,t}^{Ex} = \tau_0^{Ex} + \tau_1^{Ex} p_{Oil,t}^{Ex}. \quad (54)$$

В настоящей работе фирмы не наделяются какой-либо монополистической властью на внутреннем рынке и не несут издержек по транспортировке нефти, что приводит к следующему определению цены на нефть на внутреннем рынке $p_{Oil,t}^D$:

$$p_{Oil,t}^D = S_t(p_{Oil,t}^{Ex} - \tau_{Oil,t}^{Ex}). \quad (55)$$

И экспорт нефти определяется как разница между совокупным объемом добычи и внутренним спросом на нефть.

В базовой версии модели мы предполагаем, что мировая цена на нефть является стационарным AR(1) процессом:

$$\log p_{Oil,t}^{Ex} = (1 - \rho_{Oil}) \log \bar{p}_{Oil}^{Ex} + \rho_{Oil} \log p_{Oil,t-1}^{Ex} + u_t^{Oil}, \quad (56)$$

где ρ_{Oil} – параметр автокорреляции; \bar{p}_{Oil}^{Ex} – долгосрочный уровень мировых цен на нефть; $u_t^{Oil} \sim N(0, \sigma_{Oil}^2)$ – шок цен на нефть на международном рынке.

Данное предположение является крайним упрощением для описания динамики мировых цен на нефть. В частности, может быть подвержено критике предположение о стационарности цен на нефть. В большинстве работ (см., например, *Maslyuk, Smyth, 2008; Pindyck, 1999*) авторы приходят к выводу, что стохастический процесс цен на нефть имеет единичный корень. Тем не менее спецификация динамики экзогенных процессов в DSGE моделях в виде стационарных AR(1) процессов принята в научных публикациях, и аналогичная спецификация для цен на нефть использовалась, например, в работах (*Lama, Medina, 2012; Leduc, Sill, 2004*).

Предполагается, что фирмы в торгуемом и неторгуемом секторах преобразуют нефть в энергию без каких-либо издержек, это соответствует равенству цены на нефть на внутреннем рынке цене на энергию. Также предполагается, что нефтедобывающие фирмы принадлежат домохозяйствам и после выплаты таможенной пошлины распределяют прибыль между домохозяйствами в виде дивидендов.

1.4. Внешний сектор

Предполагаем, что в дополнение к спросу на нефть внешний сектор предъявляет спрос на отечественные торгуемые товары:

$$Y_{Ex,t}^{TD} = \left(\frac{p_t^{TD}}{S_t p_t^*} \right)^{-\eta^f} Y_t^f \zeta_t^F, \quad (57)$$

где $Y_{Ex,t}^{TD}$ – экспорт торгуемого отечественного товара; p_t^* – мировой уровень цен; Y_t^f – перманентный уровень спроса на отечественный товар внешнего спроса; η^f – эластичность спроса по

цене на отечественный товар; ζ_t^F – стохастическая компонента уровня мирового спроса, отражающая временные сдвиги в спросе на отечественные торгуемые товары.

Будем предполагать, что динамика стохастической компоненты уровня внешнего спроса описывается следующим AR(1) процессом:

$$\log(\zeta_t^F) = \rho_F \log(\zeta_{t-1}^F) + u_t^F, \quad (58)$$

где ρ_F – параметры автокорреляции; $u_t^F \sim N(0, \sigma_F^2)$ – шок мирового спроса.

Совокупный экспорт в терминах иностранной валюты определяется выражением:

$$Ex_t = \frac{p_t^{TD}}{S_t} Y_{Ex,t}^{TD} + p_{Oil,t}^{Ex} Oil_t^{Ex}. \quad (59)$$

Весьма важной характеристикой российской экономики является эффект неполного переноса изменений номинального обменного курса в цены импортных товаров на отечественном рынке (см., например, *Добрынская 2007; Салицкий, 2010; Шмыкова и Сосунов, 2005*). Чтобы учесть данный эффект, мы предполагаем, что цены в отечественной валюте на импортные товары обладают некоторой жесткостью. Величина данной жесткости определяет степень влияния изменений номинального обменного курса на цены импортных товаров в отечественной валюте, что, в свою очередь, в значительной мере определяет степень импортозамещения, которая важна при анализе мер денежно-кредитной и валютной политики (*Кадочников и др., 2003; Кадочников, 2006*).

В работах (*Кадочников и др., 2003; Кадочников, 2006*) авторы приходят к выводу, что девальвация 1998 г. оказала значительное влияние на такую макроэкономическую динамику, как резкое сокращение импорта, рост выпуска и переключение тенденции спада на тенденцию экономического роста. Данные выводы достаточно хорошо согласуются с гипотезой о высоком эффекте переноса изменений номинального обменного курса в цены импортных товаров и о высокой степени импортозамещения. В случае же когда цены на импортные товары в отечественной валюте обладают достаточно высокой жесткостью, что кажется более приемлемой

предпосылкой для современной ситуации в российской экономике, степень импортозамещения в краткосрочном периоде будет достаточно ограниченной.

Чтобы формализовать процесс ценообразования на импортные товары на отечественном рынке, в модели предполагается, что существует континуум $i \in [0, 1]$ импортирующих фирм, которые покупают однородный импортный товар на внешнем рынке, дифференцируют его, т.е. выделяют существенные особенности товара по сравнению с товарами других фирм, после чего продают на внутреннем рынке. В данной модели предполагается, что импортирующие фирмы не несут каких-либо дополнительных издержек на производство своего промежуточного продукта, кроме затрат на покупку данного товара на внешнем рынке, которые равны произведению номинального обменного курса S_t на уровень цен импортных товаров на внешнем рынке p_t^* .

Также предполагается, что отдельная импортирующая фирма продает свой дифференцированный товар $Im_t(i)$ совершенно конкурентной репрезентативной фирме (ритейлеру), которая трансформирует данные товары в агрегированный импорт Im_t , используя технологию Диксита–Стиглица:

$$Im_t = \left[\int_0^1 (Im_t(i))^{\frac{\eta_{lm}-1}{\eta_{lm}}} di \right]^{\eta_{lm}/(\eta_{lm}-1)}, \quad (60)$$

где η_{lm} – эластичность замещения между товарами импортирующих фирм.

Из оптимизационной задачи ритейлера вытекает следующая функция спроса на товары каждой импортирующей фирмы:

$$Im_t(i) = \left(\frac{p_t^{lm}(i)}{p_t^{lm}} \right)^{-\eta_{lm}} Im_t, \quad (61)$$

где $p_t^{lm}(i)$ – цена i -й импортирующей фирмы.

И можно показать, что агрегированный уровень цен импортных товаров на отечественном рынке определяется выражением:

$$p_t^{\text{lm}} = \left[\int_0^1 (p_t^{\text{lm}}(i))^{1-\eta_{\text{lm}}} di \right]^{\frac{1}{1-\eta_{\text{lm}}}}. \quad (62)$$

Для импортирующих фирм мы вводим жесткость цен по Ротембергу (*Rotemberg, 1982*), предполагая, что изменение цены отдельной фирмы по сравнению с долгосрочным ростом цен $\bar{\pi}$ связано с некоторыми издержками, которые могут быть формализованы в виде выпуклой квадратичной функции:

$$\Psi_{\text{lm},t}^P \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_{t-1}^{\text{lm}}(i)} \right) = \frac{\Psi_{\text{lm}}^P}{2} \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_{t-1}^{\text{lm}}(i)} - \bar{\pi} \right)^2 p_t^{\text{lm}} \text{Im}_t. \quad (63)$$

Данные издержки связаны с реальными расходами на приобретение импортных товаров и услуг в размере

$$\frac{\Psi_{\text{lm}}^P}{2} \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_{t-1}^{\text{lm}}(i)} - \bar{\pi} \right)^2 \text{Im}_t.$$

Задача импортирующей фирмы по выбору цены на свою продукцию сводится к максимизации своей ожидаемой стоимости, которая определяется следующим выражением:

$$V_t^{\text{lm}}(i) = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{R}_{t,t+s} \left[p_{t+s}^{\text{lm}}(i) \left(\frac{p_{t+s}^{\text{lm}}(i)}{p_{t+s}^{\text{lm}}} \right)^{-\eta_{\text{lm}}} \text{Im}_{t+s} - S_t p_{t+s}^* \left(\frac{p_{t+s}^{\text{lm}}(i)}{p_{t+s}^{\text{lm}}} \right)^{-\eta_{\text{lm}}} \text{Im}_{t+s} - \Psi_{\text{lm},t+s}^P \left(\frac{p_{t+s}^{\text{lm}}(i)}{p_{t+s-1}^{\text{lm}}(i)} \right) \right]. \quad (64)$$

Выражение в квадратных скобках является выручкой импортирующей фирмы за вычетом издержек на покупку импортного товара на внешнем рынке и издержек на изменение своей цены. Здесь так же, как и при описании деятельности фирмы в торгуемом и неторгуемом секторах, предполагается, что фирмы действуют в интересах домохозяйств. Множитель $\tilde{R}_{t,t+s} = \beta^s \frac{\lambda_{t+s}^c p_t^c}{\lambda_t^c p_{t+s}^c}$ является стохастическим дисконт-фактором, который отражает текущую ценность

для домохозяйства дополнительного рубля, который будет получен в момент времени $t + s$.

Условие оптимальности задачи импортирующей фирмы по выбору цены на свою продукцию принимает вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_t^{\text{lm}}(i)}{\partial p_t^{\text{lm}}(i)} = 0 \Rightarrow (1 - \eta_{\text{lm}}) \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_t^{\text{lm}}} \right)^{-\eta_{\text{lm}}} \text{Im}_t + \\ + \eta_{\text{lm}} \frac{S_t p_t^*}{p_t^{\text{lm}}(i)} \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_t^{\text{lm}}} \right)^{-\eta_{\text{lm}}} \text{Im}_t - \psi_{\text{lm}}^p \frac{p_t^{\text{lm}}}{p_{t-1}^{\text{lm}}(i)} \left(\frac{p_t^{\text{lm}}(i)}{p_{t-1}^{\text{lm}}(i)} - \bar{\pi} \right) \text{Im}_t + . \quad (65) \\ + \psi_{\text{lm}}^p E_t \left[\tilde{R}_{t,t+1} \frac{p_{t+1}^{\text{lm}} p_{t+1}^{\text{lm}}(i)}{p_t^{\text{lm}}(i)} \left(\frac{p_{t+1}^{\text{lm}}(i)}{p_t^{\text{lm}}(i)} - \bar{\pi} \right) \text{Im}_{t+1} \right] = 0 \end{aligned}$$

В симметричном равновесии все импортирующие фирмы идентичны, поэтому они принимают те же самые решения. Таким образом, и цены на товар отдельной импортирующей фирмы будут совпадать с агрегированным уровнем цен на импортный товар на отечественном рынке (индекс i в уравнении (65) отсутствует). Также из уравнения (65) следует, что в долгосрочном равновесии цена импортных товаров на отечественном рынке превышает предельные издержки $S_t p_t^*$ в $\frac{\eta_{\text{lm}}}{\eta_{\text{lm}} - 1}$ раз.

Определение счета текущих операций CA_t в иностранной валюте имеет вид:

$$CA_t = Ex_t - p_t^* \text{Im}_t + (R_{t-1}^* - 1)(B_{t-1}^* - D_{t-1}^*), \quad (66)$$

где Im_t – совокупный спрос на импортный товар со стороны отечественной экономики, который равен сумме спросов на импортные товары на потребление домашними хозяйствами и государственным сектором, на инвестиции и на издержки, связанные с размещением (покупкой) облигаций на внешнем рынке и изменением цен импортных товаров на отечественном рынке; D_t^* – государственный долг на внешнем рынке.

1.5. Центральный банк

Предполагается, что центральный банк следует политике управляемого номинального обменного курса. Для описания деятельности центрального банка в модели предполагаем, что номинальный обменный курс является экзогенной переменной, динамика которой описывается следующим стохастическим процессом:

$$\pi_t^S = \frac{S_t}{S_{t-1}} = \bar{\pi}^S (1 + u_t^S), \quad (67)$$

где π_t^S – темп роста номинального обменного курса; $\bar{\pi}^S$ – некоторый долгосрочный темп роста обменного курса; $u_t^S \sim N(0, \sigma_S^2)$ – шок обменного курса.

Данное предположение является серьезным упрощением из-за сложности описания политики Банка России с помощью некоторых инструментальных правил политики, учитывающих эндогенную реакцию денежно-кредитных властей на ситуацию в экономике. Использование в модели таких правил особенно затруднено при вероятной несимметричной реакции Банка России на положительные и отрицательные шоки экономики. Спецификация уравнения с шоком обменного курса в целом позволяет более гибко моделировать рассматриваемую переменную и, например, проводить анализ одновременного падения мировых цен на нефть и девальвации рубля.

Эконометрические работы по анализу правил денежно-кредитной политики Банка России (см., например, *Вдовиченко и Воронина, 2004; Дробышевский и Козловская, 2002; Дробышевский и др., 2009; Юдаева и др., 2010*) не дают¹ убедительных свидетельств, что ЦБ РФ придерживался какого-либо инструментального правила денежно-кредитной политики.

Например, в работе (*Дробышевский и др., 2009*) на основе оценок векторных авторегрессий на периоде 1999–2007 гг. и изучения функций импульсных откликов возможных промежуточных целей денежно-кредитной политики на шоки конечных целей показано, что в качестве статистически значимой промежуточной цели денежно-кредитной политики могут выступать лишь остатки на корреспондентских счетах коммерческих банков. Переменная ставки

¹ В рамках интерпретации результатов оценивания авторами настоящей работы.

процента на рынке, в качестве которой использовалась ставка межбанковского кредитования (МБК), оказалась статистически незначимой промежуточной целью ДКП. В целом данные результаты согласуются с нашей спецификацией политики управляемого обменного курса.

Так, в рамках спецификации уравнения (67) номинальный процент на внутреннем рынке определяется из непокрытого паритета процентных ставок на уровне международной процентной ставки с учетом стохастической динамики переменной премии за риск и, соответственно, не зависит от шоков «целевых» переменных. Статистически значимая реакция остатков на корреспондентских счетах коммерческих банков на шоки «целевых» переменных может быть следствием базовых макроэкономических закономерностей (*Дробышевский и др., 2009*) в рамках управления номинальным обменным курсом.

Следует отметить, что в работе (*Юдаева и др., 2010*) авторы приходят к выводу, что в кризис 2008 г. политика Банка России изменилась, и роль обменного курса как фактора политики снизилась, повысилась роль инфляции и особенно выпуска. Авторы также отмечают, что о переходе к инфляционному таргетированию Банка России на момент написания работы говорить было еще рано.

При построении DSGE моделей зарубежных экономик стандартной практикой является спецификация только инструментального правила в виде правила Тейлора для номинальной процентной ставки и игнорирование уравнения спроса на деньги (см., например, *Adolfson et al., 2007; Erceg et al., 2006; Smets, Wouters, 2003; 2005; 2007*)¹. Предполагается, что центральный банк за счет интер-

¹ Следует отметить, что после мирового финансового кризиса возник интерес к построению DSGE моделей с детализированным описанием активов ЦБ (см., например, *Curdia, Woodford, 2009; Dedola et al., 2013; Gertler, Kiyotaki, 2010; Gertler, Karadi, 2011*) для анализа вопросов, связанных с нетрадиционными мерами денежно-кредитной политики (такими как операции на рынке долгосрочных частных финансовых активов), проводимыми рядом развитых стран. Вопрос о необходимости проведения аналогичных мер денежно-кредитного стимулирования для российской экономики является весьма неоднозначным. Как отмечается в работе (*Горюнов, Трунин, 2013*), использование нетрадиционных инструментов ДКП в ряде развитых стран для стабилизации делового цикла обусловлено неэффективностью традиционного инструмента политики управления краткосрочной процентной ставкой ввиду того, что она «достигла» нижней нулевой границы (для России данная проблема на сегодняшний день не является актуальной), в России же в экономических и политических кругах бытует мнение о необходимости аналогичного денежного смягчения

венций на денежном рынке может всегда достичь целевого уровня процента, который и определяет решения экономических агентов. Соответственно, дополнительное уравнение спроса на деньги в рамках модели определяет динамику одной дополнительной переменной – денежной массы и не оказывает никакого влияния на остальные переменные модели. Таким образом, рассмотрение уравнения спроса на деньги необходимо только в том случае, если ставится дополнительная задача моделирования динамики денежной массы.

В настоящей работе мы будем придерживаться аналогичной логики. В целом управление номинальным обменным курсом в рамках спецификации уравнения (67) может достигаться за счет операций как на валютном, так и на денежном рынке. Несомненно, более релевантными российской действительности являются интервенции на валютном рынке. Если же рассмотреть «идеальную» ситуацию с абсолютной мобильностью капитала, в которой центральный банк может эффективно проводить интервенции как на валютном, так и на денежном рынке, тем самым влияя на номинальную процентную ставку в отечественной экономике, то единственным отличием данных интервенционных политик будет являться различная структура отечественных и зарубежных активов у центрального банка и частного сектора. Влияние же на реальную экономику и на ценовые показатели, которые являются объектом исследования настоящей работы, не будет наблюдаться.

Учитывая данную эквивалентность и абстрагируясь от второстепенных эффектов, а также поскольку в настоящей работе мы не ставим задачу моделирования переменной накопления золотовалютных резервов, в модели будем предполагать, что центральный банк управляет обменным курсом за счет интервенций на денежном рынке, изменяя ставку процента. И, следуя далее стандартной практике по построению DSGE моделей для зарубежных экономик, мы не будем специфицировать отдельное уравнение для спроса на деньги. Если провести связь модели с реальностью, то при введенных предпосылках совокупные накопления домохозяйств на внешнем рынке в модели будут также содержать золотовалютные резервы центрального банка.

При необходимости анализа переменных денежного обращения в модель можно ввести функцию спроса на деньги на основе существующих эконометрических оценок функции спроса на деньги для

для стимулирования экономического роста, что выходит за рамки целей денежно-кредитной политики в традиционной экономической теории.

российской экономики (см., например, *Дробышевский и др., 2010; Синельникова-Мурылева, 2011; Korhonen, Mehrotra, 2010; Sosunov, 2012*).

1.6. Фискальный сектор

В рассматриваемой версии модели ограничимся только двумя типами налогов: таможенной пошлиной на экспорт нефти и чистыми налогами, которые платят домохозяйства. Взимание чистого налога именно с домохозяйств обусловлено тем, что они являются собственниками фирм. Так, сокращение налога с домохозяйств за счет введения в модель НДС для нефтедобывающих фирм сократило бы дивиденды, которые получают домохозяйства, в результате совокупный доход не изменился бы.

Дефицит государственного бюджета DG_t в каждый момент времени складывается из расходов на конечное потребление товаров и услуг и расходов на обслуживание государственного долга за вычетом налоговых поступлений:

$$DG_t = P_t^G G_t - T_t - S_t \tau_{Oil,t}^{Ex} Oil_t^{Ex} + (R_{t-1} - 1)D_{t-1} + S_t (R_{t-1}^* - 1)D_{t-1}^* \quad (68)$$

где $P_t^G G_t$ – номинальные расходы государства; D_t, D_t^* – долг перед национальными и внешними инвесторами.

Дефицит бюджета финансируется за счет выпуска долговых обязательств на внешнем и на внутреннем рынках:

$$(D_t - D_{t-1}) + S_t (D_t^* - D_{t-1}^*) = DG_t \quad (69)$$

Чтобы система стала замкнутой, необходимо описать поведение фискального сектора: сформулировать правило накопления внутреннего и внешнего долга, чистых налогов и государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг. Так как одна из четырех переменных однозначно выражается из остальных трех ввиду выполнения условий баланса фискального сектора, то нам необходимо ввести три правила. Причем данные три правила должны обеспечивать условие отсутствия игры Понци.

Вместе с тем текущая версия модели обладает свойствами рикарданской эквивалентности, которая утверждает, что способ фи-

нансирования государственных расходов не имеет значения. Он не оказывает влияния ни на потребление экономических агентов, ни на инвестиционные решения. То есть финансирование расходов за счет либо выпуска облигаций на внешнем финансовом рынке, либо накопления внутреннего долга, либо повышения чистых налогов приводит к эквивалентным результатам.

Данное свойство модели обусловлено тем, что мы рассматриваем одно репрезентативное домохозяйство, которое максимизирует свое благосостояние на бесконечном отрезке времени. Таким образом, если государство снижает налоги и финансирует получившийся дефицит за счет выпуска долговых бумаг, домохозяйства просто увеличат свои сбережения на внешнем рынке на ту же величину, так как принимают во внимание, что данный государственный долг будет погашаться за счет увеличения налогов в будущем.

Отметим, что в последние годы появилось достаточно много работ, в которых авторы отступают от гипотезы существования рикардianской эквивалентности. Данное направление исследований является достаточно обширным, поэтому мы не будем останавливаться на детальном обзоре литературы, а приведем лишь несколько примеров. В модели Банка Канады ToTEM (*Murchison, Rennison, 2006*) рассматриваются два типа домохозяйств, которые различаются возможностью доступа на финансовый рынок. Первым типом являются «рикардianские» домохозяйства, которые могут свободно сберегать и занимать на финансовом рынке для перераспределения своего потребления во времени. Другими словами, «рикардianские» домохозяйства принимают решение о потреблении на основе ожидаемого совокупного дохода, который они заработают в течение своего периода жизни (который является бесконечным, как в стандартной модели роста Рамсея). Также предполагается, что данные индивиды владеют отечественными компаниями и являются получателями всех дивидендов.

Вторым типом являются домохозяйства, «ограниченные ликвидностью». Предполагается, что данный тип не имеет доступа к финансовым рынкам и полностью тратит свой текущий доход, состоящий из доходов от труда и трансфертов со стороны государства на потребление в текущем периоде. Также предполагается, что данный тип домохозяйств не владеет фирмами и не получает никаких дивидендов.

Другим примером является модель Международного валютного фонда GIMF (*Kumhof et al., 2010*). В данной работе еще сильнее отходят от предпосылки рикардianской эквивалентности: наряду с

домохозяйствами, «ограниченными ликвидностью», в модель вводятся перекрывающиеся поколения в формулировке, предложенной Бланшаром (*Blanchard, 1985*). Таким образом, вторым рассматриваемым типом домохозяйств являются индивиды, которые сталкиваются с экзогенной вероятностью смерти в каждый период времени.

Соответственно, второй тип домохозяйств имеет конечный горизонт планирования. В связи с этим политика увеличения государственных расходов будет иметь различие в ситуациях, когда дополнительные расходы финансируются за счет либо повышения налогов, либо увеличения государственного долга. Увеличение государственного долга уже не будет приводить к эквивалентному увеличению сбережений частного сектора для покрытия налогового бремени в будущем. Часть данного налогового бремени будет ложиться на будущие поколения и не влиять на решения ныне живущих поколений (если не предполагается альтруистических связей между поколениями).

С точки зрения фискальной политики модели данного класса позволяют вводить множество фискальных инструментов. В них могут быть проанализированы последствия увеличения (или уменьшения) трансфертов отдельным группам домохозяйств, изменения отдельных видов государственных расходов на покупку товаров и услуг, изменения налоговых ставок на различные типы доходов. Особую актуальность направление исследований по построению моделей без учета гипотезы о существовании рикарданской эквивалентности получило в связи с последним финансовым кризисом в рамках анализа той или иной стимулирующей фискальной политики. Данное направление работ является основным нашим приоритетом при дальнейшем расширении предлагаемой динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики.

Вернемся к описанию фискального блока в предлагаемой в настоящей работе модели. Как было отмечено выше, нам нужно ввести три правила для фискального сектора. Первым является правило, описывающее государственные расходы на конечное потребление товаров и услуг. В базовом сценарном анализе будем предполагать следующую зависимость:

$$\left(\frac{P_t^g G_t}{P_t Y_t} \right) = \left(\frac{\overline{P_g G}}{\overline{PY}} \right) = const. \quad (70)$$

Данное равенство предполагает, что государственное потребление товаров и услуг является постоянным в долях ВВП. В рамках сценарного анализа мы будем проводить анализ эффектов альтернативных правил государственных расходов. Например, как изменится реакция экономики в ответ на шок цен на нефть, если государство всю дополнительную выручку от таможенных сборов будет тратить на конечное потребление товаров и услуг. Учитывая гипотезу о рикарданской эквивалентности, мы не будем рассматривать политику накопления внутреннего и внешнего государственного долга и рассмотрим сбалансированный бюджет, при котором все дополнительные расходы финансируются за счет изменения чистых налогов. Таким образом, предполагается равенство нулю внутреннего и внешнего государственного долга.

Данные предпосылки могут показаться весьма спорными на фоне докризисного профицита и при текущей угрозе роста дефицита государственного бюджета. В то же время накопленные государственные сбережения перед кризисом 2008 г. сопровождалась значительными займами частным сектором на внешнем рынке, что в некоторой мере может свидетельствовать в пользу гипотезы о рикарданской эквивалентности.

Логика рассматриваемых предположений полностью аналогична введенным предпосылкам при описании деятельности центрального банка. В настоящей работе мы не ставим задачу моделирования переменных государственных финансов. Динамика же переменных реального сектора и показателей цен в рамках рассматриваемой модели зависит именно от влияния политики государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг. Альтернативные же непротиворечивые правила накопления внутреннего и внешнего долга приводили бы к одинаковым траекториям переменных реального сектора и показателей цен.

1.7. Условия равновесия

Ниже приводятся условия равновесия на рынках:

$$L_t = L_t^N + L_t^{TD}, \quad (71)$$

$$Oil_t^D = E_t^N + E_t^{TD}, \quad (72)$$

$$\begin{aligned}
 Y_t^{TD} &= C_t^{TD} + I_t^{TD} + G_t^{TD} + Y_{Ex,t}^{TD} + \frac{\psi_P}{2} \left(\frac{p_t^{TD}}{p_{t-1}^{TD}} - \bar{\pi} \right)^2 Y_t^{TD} + \\
 &+ \frac{\psi_W}{2} \left(\frac{W_t}{W_{t-1}} - \bar{\pi}^W \right)^2 \frac{W_t L_t^{TD}}{p_t^{TD}} + \\
 &+ \frac{\chi}{\psi_u} \left[\exp(\psi_u (u_t^{TD} - 1)) - 1 \right] K_t^{TD},
 \end{aligned} \tag{73}$$

$$\begin{aligned}
 Y_t^N &= C_t^N + I_t^N + G_t^N + \frac{\psi_P}{2} \left(\frac{p_t^N}{p_{t-1}^N} - \bar{\pi} \right)^2 Y_t^N + \\
 &+ \frac{\psi_W}{2} \left(\frac{W_t}{W_{t-1}} - \bar{\pi}^W \right)^2 \frac{W_t L_t^N}{p_t^N} + \\
 &+ \frac{\chi}{\psi_u} \left[\exp(\psi_u (u_t^N - 1)) - 1 \right] K_t^N,
 \end{aligned} \tag{74}$$

$$B_t - D_t = 0, \tag{75}$$

$$\begin{aligned}
 (B_t^* - D_t^*) - (B_{t-1}^* - D_{t-1}^*) &= Ex_t + (R_{t-1}^* - 1)(B_{t-1}^* - D_{t-1}^*) - \\
 &\frac{C_t^{lm} + I_t^{lm} + G_t^{lm} + \frac{\psi_B}{2} \left(\frac{S_t B_t^*(i)}{p_t^y Y_t} \right)^2 \frac{p_t^y Y_t}{p_t^{lm}}}{1 - \frac{\psi_{lm}^P}{2} \left(\frac{p_t^{lm}(i)}{p_{t-1}^{lm}(i)} - \bar{\pi} \right)^2}
 \end{aligned} \tag{76}$$

Уравнения (71) и (72) являются условиями равновесия на рынке факторов производства: труда и энергии. Уравнения (73) и (74) соответствуют равновесию на рынке товаров, которые отражают равенство объема произведенного продукта отрасли спросу на данный продукт и затратами данных продуктов, связанными с изменением цен, зарплат и загрузкой производственных мощностей. Уравнение (75) формализует равновесие на рынке отечественных активов, (76) – равновесие платежного баланса. Согласно введенным определениям в модели переменная B обозначает сбережения домохозяйств, а переменная D – заимствования государства. Поэтому в уравнениях (75) и (76) совокупные сбережения государства и домохозяйств представлены как разница переменных B и D .

Выражение в квадратных скобках в уравнении (76) представляет собой весь объем импорта отечественной экономики, идущий на потребление домашних хозяйств и государственного сектора, на инвестиции и на издержки, связанные с размещением (покупкой) облигаций на внешнем рынке и изменением цен импортных товаров на отечественном рынке. Издержки на установку нового капитала в уравнениях (71)–(76) не фигурируют, так как непосредственно учтены в уравнении динамики капитала.

2. Калибровка параметров модели

Параметры модели можно условно разбить на две группы. Первая группа параметров отвечает за долгосрочное равновесие и структуру экономики, вторая – за динамику модели. При калибровке первой группы параметров мы исходили из того, что модель должна в наибольшей степени отражать текущую экономическую ситуацию. Вторая группа параметров в основном калибровалась в соответствии с оценками для западных стран и с общепринятой логикой относительно приемлемого диапазона их изменения.

В качестве базового года, от которого будут проводиться численные симуляции, был выбран 2011 г. со средней экспортной ценой нефти 102 доллара за баррель. Для получения разбивки выпуска по секторам и долям расходов на энергию мы использовали последний официально публикуемый Росстатом межотраслевой баланс за 2003 г. Продукты нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности трактовались как отдельная товарная группа, соответствующая в модели товару «нефть». Из оставшихся отраслей в качестве торгуемых товаров рассматривались продукты сельского и лесного хозяйства и всех промышленных отраслей, за исключением электроэнергетики. Оставшиеся отрасли трактовались в качестве неторгуемых.

Выпуск в каждой отрасли определялся как сумма валовой добавленной стоимости и расходов на энергию, под которыми понимались расходы на продукты нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности. Итоговое отношение торгуемого сектора к неторгуемому составило 32.5%. При этом доли энергии и труда в торгуемом секторе составили 13.8 и 39.5% соответственно, доли энергии и труда в неторгуемом секторе – 9.5 и 37% соответственно.

При переходе к 2011 г. было сделано предположение, что данные отраслевые пропорции не изменились. Тем не менее на данном этапе без дополнительных предположений получить разбивку потребления по товарам отдельными экономическими агентами не представляется возможным. Так, мы предполагаем, что государство потребляет только неторгуемые товары. Согласно статистике Росстата, 36.6% совокупного импорта в 2011 г. шло на потребление, 21.4% – на инвестиции и 42.0% – на промежуточное потребление. Представленная модель не учитывает промежуточное потребление, и соответствующий импорт распределяем между потреблением домашних хозяйств и инвестициями в тех же пропорциях. Далее отечественный торгуемый выпуск за вычетом экспорта торгуемых товаров распределяем между потреблением домашних хозяйств и инвестициями в таких же пропорциях, в которых был распределен импорт на предыдущем шаге.

На последнем шаге калибровки для получения сбалансированной матрицы социальных счетов необходимо обеспечить ее соответствие непротиворечивому долгосрочному равновесию. В долгосрочном равновесии должны выполняться равенство счета текущих операций нулю и согласно предположениям модели равенство нулю чистых иностранных активов. И, так как в модели предполагается равенство импорта и экспорта, а в 2011 г. наблюдалось превышение экспорта над импортом, мы увеличиваем потребление домохозяйств на величину недостающего импорта.

Далее калибруется субъективный коэффициент дисконтирования домохозяйств. Мы предполагаем, что $\beta = 0.99$. Это соответствует реальной процентной ставке, равной 1% в квартал. Норма амортизации δ калибруется на уровне 2.5% в квартал. Выбор данных значений является стандартным в литературе (см., например, *Prescott, 1986; Smets, Wouters, 2003*). Как отмечает Прескотт (*Prescott, 1986*), в реальности разные типы капитала имеют различную норму амортизации, и доля выбытия капитала меняется в течение срока жизни любых физических активов. Это достаточно сложно учесть при построении теоретических моделей. Поэтому обычно норма амортизации калибруется к такому уровню, который наряду с заданным значением коэффициента дисконтирования обеспечивает согласованность долгосрочного соотношения инвестиций в ВВП в модели с наблюдаемым историческим соотношением в рассматриваемой экономике.

В предлагаемой в настоящей работе модели из-за предпосылки о монополистической конкуренции на товарных рынках соотноше-

ние инвестиций в ВВП в долгосрочном равновесии определяется также степенью дифференцированности товаров отдельных фирм. Мы предполагаем, что эластичности замещения между товарами отдельных фирм в торгуемом и неторгуемом секторах равны. В рамках введенных предположений относительно значений коэффициента дисконтирования и нормы амортизации эластичность замещения определяется эндогенно из построенной матрицы социальных счетов, что обеспечивает равенство модельного соотношения инвестиций в ВВП в долгосрочном равновесии фактическому соотношению в 2011 г. Полученное значение эластичности равно 7, что соответствует марже, равной 16.7%. В дальнейшем будет предполагаться такое же значение эластичности спроса на дифференцированный труд домохозяйств по зарплате.

Несомненно, присвоение значений параметрам модели на принятых для других экономик уровнях является недостатком. Тем не менее анализ на чувствительность результатов изменения данных параметров в приемлемом диапазоне при условии сбалансированности построенной матрицы социальных счетов оказывает незначительное влияние как на качественные, так и на количественные результаты численного имитационного анализа. Количественные же результаты в большей мере чувствительны к «динамическим» параметрам второй группы параметров модели.

Для калибровки эластичности замещения между загруженным капиталом и энергией в производственной функции мы следуем работе Бакуса и Кручини (*Backus, Crucini, 2000*) и предполагаем достаточно низкую эластичность замещения $\eta_{EJ} = 0.1$. Бакус и Кручини аргументируют низкое значение данного параметра тем, что DSGE модели в основном призваны для анализа колебаний в рамках делового цикла. Если снижение энергоемкости производства при росте цен на энергию рассматривать как происходящее в результате перехода на энергоэффективный капитал, то совокупный эффект снижения энергоемкости будет наблюдаться только после полной замены существующего капитала, т.е. в течение продолжительного времени.

Введенные выше предположения относительно значений ряда параметров позволяют разрешить систему долгосрочного равновесия и откалибровать соответствующие параметры первой группы по построенной матрице социальных счетов.

Перейдем к калибровке параметров, обуславливающих динамику модели. Параметр жесткости цен ψ_J^P в каждой отрасли калибру-

ется равным 35, что в стандартной лог-линеаризованной модели с ценообразованием по Кальво будет соответствовать средней продолжительности ценового контракта, равной трем кварталам. Параметр издержек изменения заработных плат калибруется на таком же уровне. В модели предполагаем относительно сильные привычки в потреблении домашних хозяйств, и считаем параметр h равным 0.85, что согласуется с калибровкой модели мировой экономики Банка Канады (*Lalonde, Muir, 2007*). Для ряда параметров будем использовать оценки, полученные Сметсом и Воутером (*Smets, Wouters, 2003*) для Европы. Так, параметр издержек на установку капитала ψ_I равен 6, параметр издержек загрузки капитала ψ_u равен 5.7, эластичность предложения труда по заработной плате $1/\psi$ равна 0.8. Параметр издержек по размещению (покупке) облигаций на международном финансовом рынке ψ_B калибруется на уровне достаточно малой величины – 0.01, но отличной от нуля для обеспечения стационарности модели. Эластичность замещения между торгуемыми отечественными и импортными товарами в CES функциях потребления и инвестиций, как и эластичность спроса внешнего сектора на торгуемые отечественные товары, была задана на уровне 2.5, эластичность замещения между неторгуемыми и торгуемыми товарами задана на уровне 0.75. Данные значения лежат в приемлемом диапазоне калибровки современных прикладных моделей общего равновесия.

3. Численный имитационный анализ

Настоящий раздел посвящен численному имитационному анализу, в рамках которого исследуются динамические функции импульсного отклика в ответ на структурные шоки экономики. Мы будем рассматривать влияние на экономику как кратковременных шоков, так и перманентных изменений экзогенных переменных. При анализе кратковременных возмущений, т.е. когда предполагается, что рассматриваемая экзогенная переменная является стационарным процессом, проводилась линеаризация исходной системы динамических нелинейных уравнений модели до первого порядка около долгосрочного равновесия, в результате чего динамика макроэкономической системы может быть представлена в виде системы линейных разностных уравнений с рациональными ожиданиями:

$$A_0 E_t \xi_{t+1} = A_1 \xi_t + B_0 u_t, \quad (77)$$

где ξ_t – вектор переменных модели в отклонениях от долгосрочного равновесия; элементы матриц A_0 , A_1 , B_0 являются нелинейными функциями от структурных параметров модели; u_t – вектор структурных шоков.

Используя подход линеаризации модели до первого порядка, мы не учитываем влияние масштабов волатильности шоков на траектории макроэкономических переменных и абстрагируемся от таких эффектов, как сбережения из-за мотива предосторожности. При детальном изучении данных вопросов можно было бы использовать методы линеаризации более высоких порядков.

Если некоторый набор параметров обеспечивает существование и единственность равновесия, что выполняется для параметризации модели в настоящей работе, то систему (77) можно разрешить, используя численные методы, и представить решение в виде векторной авторегрессии (см., например, *Anderson, Moore, 1985; Blanchard, Kahn, 1980; Klein, 2000; Sims, 2002*):

$$\xi_t = A\xi_{t-1} + Bu_t, \quad (78)$$

где матрицы A и B также являются некоторыми нелинейными функциями от структурных параметров модели.

Для разрешения линеаризованной модели в настоящей работе использовался алгоритм Кристофера Симса (*Sims, 2002*). Представление решения модели в виде векторной авторегрессии позволяет строить динамические функции импульсного отклика макроэкономических переменных в ответ на структурные экономические шоки.

При анализе перманентных изменений экзогенных переменных модель решалась в рамках подхода «совершенного предвидения», при котором ищется решение исходной нелинейной системы динамических уравнений на конечном отрезке времени при заданных граничных условиях и при предположении, что экономические агенты с достоверностью знают траектории экзогенных переменных (см., например, *Juillard, 1996*). Исходная же задача сформулирована на бесконечном отрезке времени, но согласно теореме о магистрале при стремлении длины отрезка к бесконечности полученное решение стремится к истинному. Отметим, что линеаризованная модель до первого порядка, по существу, также решается в рамках подхода «совершенного предвидения» из-за выполнения принципа стохастической эквивалентности для линейных систем уравнений.

Все вычисления проведены в программной платформе Dynare (*Adjemian et al., 2011*) с использованием Matlab.

3.1. Шок мировых цен на нефть

Данная часть работы посвящена анализу влияния изменения мировых цен на нефть на российскую экономику в рамках предлагаемой динамической стохастической модели общего равновесия. Сначала рассматривается базовый сценарный анализ при калибровке параметров модели, описанной в разделе 2. Далее проводится

анализ чувствительности полученных результатов по структурным параметрам модели. В частности, анализируется чувствительность по коэффициенту автокорреляции стохастического процесса мировых цен, который отражает степень инерционности цен на нефть, по эластичностям замещения между капиталом и энергией в производственных функциях торгуемых и неторгуемых производственных секторах экономики, по эластичностям спроса на торгуемые отечественные и неторгуемые товары, а также по параметру h привычек потребления. После анализа на чувствительность по параметрам рассматриваются альтернативные фискальные правила с точки зрения степени изменения расходов государственного сектора на конечное потребление товаров и услуг в ответ на изменение мировых цен на нефть.

3.1.1. Описание функций импульсного отклика

В данной части работы анализируется эффект от 10%-го шока увеличения мировой цены на нефть. При этом предполагается, что цена на нефть является стационарным AR(1) процессом с высокой автокорреляцией, который описывается уравнением (56). Зададим значение параметра ρ_{Oil} на уровне 0.95, долгосрочное значение цены на нефть задано на уровне 102 доллара за баррель, что в рамках введенных предпосылок модели является безусловным матожиданием мировой цены на нефть. Таким образом, предполагается, что экономические агенты рассматривают данное изменение цены на нефть как временный шок и ожидают, что со временем цены вернуться к долгосрочному уровню.

Перед тем как перейти к детальному описанию функций импульсного отклика, кратко сформулируем основные ожидаемые результаты. Предлагаемая модель имеет многотоварную структуру, и в ней в качестве отдельного сектора выделяется сектор производства торгуемых отечественных товаров за исключением энергоносителей.

Достаточно стандартными рассуждениями о влиянии роста мировых цен на нефть на нефтеэкспортирующую экономику является анализ в контексте «голландской болезни». Под «голландской болезнью» обычно понимается негативный эффект от укрепления национальной валюты на экономику, которое вызвано бумом в отдельном добывающем секторе, например, в секторе нефтедобычи. Бум в добывающем секторе может происходить за счет как открытия новых высокорентабельных месторождений, так и роста цен на продукцию данного добывающего сектора на мировом рынке. В

эконометрических исследованиях (*Sachs, Warner, 1995; 1997; Sala-i-Martin, 1997*) авторы приходят к выводу, что страны, обладающие большими запасами ресурсов, демонстрируют более низкие темпы экономического роста¹.

Укрепление национальной валюты происходит за счет притока иностранной валюты в экономику, что вызывает падение номинального обменного курса (удорожание) отечественной валюты и, соответственно, укрепление реального обменного курса. Но данный эффект в значительной мере определяется денежно-кредитной политикой в отечественной экономике и, например, полностью элиминируется при режиме фиксированного номинального обменного курса. Тем не менее даже при фиксированном номинальном обменном курсе будет наблюдаться укрепление реального курса за счет инфляции цен в отечественной экономике – и тем быстрее, чем больше приток валюты в страну, чем меньше покупки валюты стерилизуются Центральным банком и чем более гибкими являются цены.

Укрепление реального обменного курса, в свою очередь, снижает конкурентоспособность отечественных товаров, особенно торгуемых товаров, кроме энергоносителей, так как они в большей мере конкурируют с иностранными товарами как на отечественном, так и на внешнем рынке². Таким образом, в рамках эффекта «голландской болезни» будет наблюдаться падение выпуска торгуемых секторов, кроме энергоносителей, при росте мировых цен на нефть.

Но рассуждение о влиянии укрепления реального обменного курса на торгуемый сектор, кроме энергоносителей, во время роста мировых цен на нефть достаточно условно. Оно скрывает за собой целую цепочку механизмов, которые в результате приводят к данному укреплению курса и к падению производства торгуемого сектора за исключением энергоносителей. В рамках настоящей модели из-за роста доходов во время повышения цен на нефть происходит

¹ Подробный обзор исследований по «голландской болезни» см., например, в работах (*Гайдар, 2012, глава 3; Гуриев, Сонин, 2008*).

² Результаты эконометрических работ по изучению влияния реального обменного курса на российскую экономику не дают однозначных выводов относительно того, существует ли негативный эффект от укрепления рубля на выпуск российской промышленности, большую часть товаров которой можно отнести к торгуемой товарной группе. Например, Бродский (*Бродский, 2006*) приходит к выводу, что укрепление рубля в реальном выражении оказывало значимый негативный эффект на динамику производств в основных отраслях российской промышленности в 1995–2004 гг., Евдокимова и др. (*Евдокимова и др., 2013*) делают вывод об отсутствии значимого статистического влияния изменения реального валютного курса на совокупный объем производства отраслей российской промышленности в 2001–2008 гг.

рост спроса на все товары. Торгуемый сектор за исключением энергоносителей, в отличие от неторгуемого, в большей степени конкурирует с иностранными товарами и не может сильно изменить свои цены. Это приводит к отвлечению ресурсов из торгуемого сектора за исключением энергоносителей, в пользу более доходного неторгуемого сектора. Таким образом, будут наблюдаться рост неторгуемого и падение торгуемого сектора за исключением энергоносителей. Более детально соответствующие механизмы будут описаны при анализе функций импульсного отклика.

В дальнейшем для краткости будем называть торгуемый сектор за исключением энергоносителей просто «торгуемым сектором», что согласуется с введенными определениями модели. Энергоносители, разумеется, также являются торгуемыми товарами, но они в модели выделяются в отдельную товарную группу «нефть».

Перед анализом функций импульсного отклика следует обратить особое внимание на спецификацию предпочтений домохозяйств и вытекающих из нее последствий для рынка труда, что является достаточно дискуссионным моментом при построении моделей, аналогичных рассматриваемой в настоящей работе. Специфицированная функция полезности домохозяйств в предлагаемой модели принадлежит к классу предпочтений Кинга, Плоссера и Ребело (*King et al., 1988a*), за исключением расширения до «внешних» привычек потребления. Если для простоты абстрагироваться от привычек в потреблении и монополистической конкуренции на рынке труда, то «одномоментная» функция полезности принимает вид:

$$\underline{U}(C_t, l_t) = \log(C_t) - \frac{\phi}{1+\psi} l_t^{1+\psi}. \quad (79)$$

И можно получить следующую функцию предложения труда со стороны домохозяйств:

$$\phi l_t^\psi = \frac{w_t}{C_t}. \quad (80)$$

Таким образом, на предложение труда положительно влияет реальная заработная плата и отрицательно – реальное потребление. Второй эффект обычно называют эффектом дохода на предложение труда. Особенностью предпочтений Кинга, Плоссера и Ребело (*King et al., 1988a*) является то, что они обеспечивают существование сбалансиро-

ванной траектории долгосрочного роста. Действительно, в базовой модели экзогенного роста Рамсея реальные заработные платы и реальное потребление растут одним темпом, и эффект замещения в сторону увеличения отработанных часов из-за роста реальной заработной платы полностью компенсируется эффектом дохода.

При данной спецификации, если при некоторых экономических изменениях наблюдается продолжительное непропорциональное изменение реальных зарплат по сравнению с изменением реального потребления, будет наблюдаться продолжительное отклонение количества отработанных часов от изначального уровня. Например, в классической работе Бакстера и Кинга (*Baxter, King, 1993*) по анализу влияния государственных расходов на экономику перманентное увеличение государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг, финансируемых за счет чистых налогов на домохозяйства, приводило к перманентному увеличению количества отработанных часов. Таким образом, увеличение чистых налогов приводило к снижению потребления, что являлось положительным эффектом дохода на предложение труда и увеличивало количество отработанных часов.

В настоящей работе увеличение мировых цен на нефть в общем случае является положительным трансфертом дохода для домохозяйств, что вызывает отрицательный эффект дохода на предложение труда. И, как будет следовать из численного имитационного анализа, в среднесрочной перспективе, когда уже отсутствует влияние жесткостей номинальных показателей, рост реальных зарплат не может полностью компенсировать рост реального потребления, и будет наблюдаться некоторое небольшое падение количества отработанных часов.

Альтернативной спецификацией могли бы служить предпочтения Гринвуда, Херковица и Хафмана (*Greenwood et al., 1988*), которые рассматривали следующий тип «одномоментной» функции полезности от потребления и количества отработанных часов в период времени t :

$$\underline{U}(C_t, l_t) = U(C_t - G(l_t)), \quad (81)$$

где $U' > 0$, $U'' < 0$, $G' > 0$, $G'' > 0$.

И можно показать, что функция предложения труда со стороны домохозяйств описывается с помощью следующей формулы:

$$G'(l_t) = w_t \quad (82)$$

Ее особенностью является полное отсутствие эффекта дохода на предложение труда. И, соответственно, основной недостаток заключается в том, что без дополнительных технических предположений данный класс предпочтений не обеспечивает существование траектории сбалансированного роста, в отличие от предпочтений Кинга, Плоссера и Ребело (*King et al., 1988a*). То есть при росте реальных зарплат будет наблюдаться неограниченный рост количества отработанных часов. Некоторым промежуточным вариантом предпочтений являются предпочтения, предложенные Джеймовичем и Ребело (*Jaimovich, Rebelo, 2009*), которые позволяют масштабировать эффект дохода между двумя описанными выше классами предпочтений.

Для полноты анализа после описания функций импульсного отклика в базовой версии модели с предпочтениями Кинга, Плоссера и Ребело (*King et al., 1988a*) мы также приведем результаты численного имитационного анализа с предпочтениями Гринвуда, Херковица и Хафмана (*Greenwood et al., 1988*).

На *рис. 2* представлены функции импульсного отклика основных макроэкономических переменных в ответ на 10%-ный рост мировых цен на нефть в базовой версии модели. Временной период по оси X соответствует одному кварталу. Ось Y отражает процентное отклонение соответствующей переменной от долгосрочного равновесия. Счет текущих операций измеряется как отношение к номинальному ВВП в процентах¹.

Рост мировых цен фактически является трансфертом богатства из внешнего мира экономическим агентам отечественной экономики, который распределяется между государством и домашними хозяйствами. При этом, так как шок мировых цен является временным, домохозяйства часть своего дополнительного дохода сберегают для сглаживания потребления во времени, а оставшуюся часть тратят на потребление. То, что сбережено в виде отечественных финансовых активов или иностранных активов, может быть инвестировано. Решения об инвестициях принимаются исходя из ожидаемой доходности. Часть сбереженных средств будет инвестирована в неторгуемом секторе, потому что в нем будет высокая доходность из-за роста цен, а часть средств пойдет на увеличение потребления в будущем.

¹ Далее в тексте на всех рисунках мы будем придерживаться такого же формата построения функций импульсного отклика макроэкономических переменных в ответ на структурные шоки.

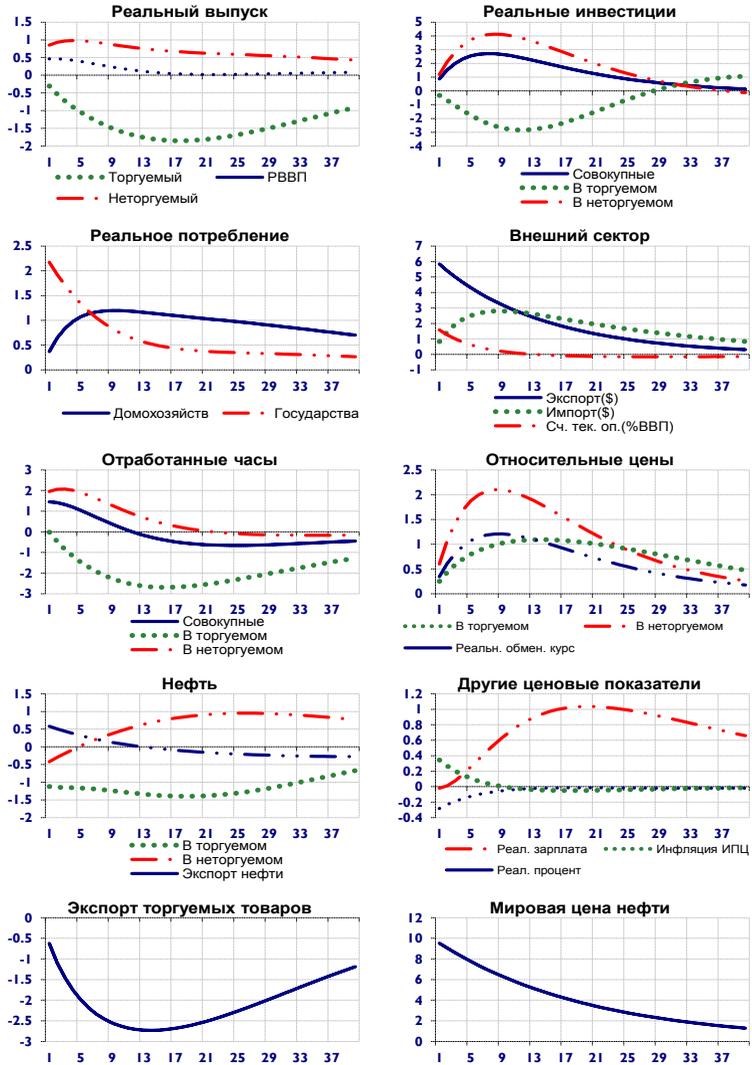


Рис. 2. Функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть

Рост расходов государства и домашних хозяйств на конечное потребление товаров и услуг соответствует росту агрегированного спроса в экономике. Данное увеличение совокупного спроса приводит к росту реального ВВП на 0.5% в течение первого года, после чего реальный ВВП постепенно приходит к начальному долгосрочному уровню. Реальные инвестиции в первый период времени увеличиваются на 1%, и этот рост достигает максимума в 2.7% примерно через 1.5 года. Потребление домашних хозяйств также имеет куполообразный отклик с изначальным ростом в 0.5% и максимумом в 1.2%. Куполообразный отклик потребления домохозяйств обусловлен привычками в потреблении, а инвестиций – временем на установку капитала. Рост агрегированного спроса непосредственно ведет к росту спроса на все факторы производства со стороны фирм. В частности, увеличивается спрос на труд, что оказывает повышающее давление на реальные заработные платы.

Дополнительное повышающее давление на заработные платы происходит из-за роста потребления домашними хозяйствами и соответствующего эффекта дохода на предложение труда, который сокращает предложение труда при любом размере реальной заработной платы. Использовать термин «предложение труда» в рамках предпосылок настоящей модели не совсем корректно, так как на рынке труда с монополистической конкуренцией не существует кривой предложения труда, а домохозяйства принимают решение о номинальных заработных платах исходя из соответствующих задач максимизации.

Как следует из раздела 1, в котором представлено описание теоретической модели, динамика инфляции зарплат описывается следующим уравнением:

$$\hat{\pi}_t^W = \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}^W + \frac{\eta_L - 1}{\psi_W \pi^W} (\widehat{mrs}_t - \hat{w}_t). \quad (83)$$

Таким образом, увеличение потребления домашними хозяйствами ведет к росту предельной нормы замещения потребления досугом, что приводит к повышающему давлению на номинальные и реальные зарплаты согласно специфицированной кривой Филлипса. Для краткости в дальнейшем будем называть соответствующие изменения в терминах изменений предложения труда.

Таким образом, наблюдается повышающее давление на реальные заработные платы со стороны как предложения, так и спроса на рынке труда. Но рост реальных заработных плат происходит постепенно, что обуславливается издержками на изменение номинальных заработных плат у домохозяйств согласно специфицированной жесткости номинальных заработных плат по Ротембергу. Так как заработная плата является одной из статей расходов фирм, данный рост оказывает повышающее давление на предельные издержки фирм. Вместе с тем рост мировых цен на нефть ведет к некоторому росту цен на нефть на внутреннем рынке. И, соответственно, происходит повышение цены другого фактора производства – энергии. Это вносит дополнительный вклад в повышение предельных издержек фирм. Но данный вклад не является таким значительным из-за наличия таможенной пошлины, с помощью которой изымается большая часть прироста мировых цен на нефть.

В ответ на рост предельных издержек фирмы вынуждены поднимать цены на свою продукцию. Таким образом, наблюдается рост цен товаров торгуемого и неторгуемого производственных секторов экономики. Здесь не происходит резкого скачка цен в связи со специфицированным в модели механизмом ценообразования по Ротембергу. В связи с чем цены в торгуемом и неторгуемом секторах по отношению к импортным товарам демонстрируют куполообразный отклик. Пик роста цен в неторгуемом секторе составляет 2.5% через два года, а пик роста цен в торгуемом секторе – 1% через три года. Таким образом, наблюдается укрепление национальной валюты.

Данный рост предельных издержек и цен оказывает отрицательный эффект на выпуск торгуемого сектора из-за того, что торгуемые товары в большей мере конкурируют с импортными товарами по сравнению с товарами неторгуемого сектора. Так, любой рост цен на торгуемые товары сопряжен с падением внешнего спроса, которое соответствует сдвигу вдоль кривой внешнего спроса. Как следует из графиков (*рис. 2*), низшая точка падения экспорта торгуемых товаров демонстрирует падение в 2.5% через 3 года.

На внутреннем же рынке наблюдается рост агрегированного спроса на торгуемый товар. Но большая часть спроса сконцентрирована в неторгуемом секторе, так как основной составляющей государственного потребления являются неторгуемые товары. И, соответственно, расширение агрегированного спроса на внутреннем рынке ввиду высокой конкуренции отечественных торгуемых товаров с импортными товарами не может компенсировать рост

цен данного продукта. Таким образом, наблюдается падение выпуска торгуемого сектора на 1.5% в среднесрочной перспективе.

При падении выпуска торгуемого сектора происходит сокращение всех используемых факторов производства в данном секторе и перераспределение их в пользу производства неторгуемых товаров. Так, снижение числа отработанных часов составляет около 2.5% в среднесрочной перспективе, а использованной энергии – 1.3%. В свою очередь, снижение использования труда и энергии снижает поток будущих предельных продуктов капитала, что оказывает отрицательное влияние на теневую цену капитала. А превышение цены инвестиционного товара над теневой ценой капитала ведет к снижению инвестиций в торгуемом секторе. Таким образом, глубина падения инвестиций составляет около 3% в среднесрочной перспективе.

Диаметрально противоположные эффекты наблюдаются в неторгуемом секторе. Так как данный сектор в меньшей степени конкурирует с импортными товарами, рост спроса в неторгуемом секторе компенсирует рост цен в связи с увеличением предельных издержек из-за роста реальных зарплат. И выпуск данного сектора растет на 1% в среднесрочной перспективе. Рост выпуска сопровождается увеличением отработанных часов в неторгуемом секторе, который происходит за счет как роста совокупных отработанных часов в экономике, так и их перераспределения из торгуемого сектора в пользу неторгуемого сектора. Количество использованной нефти в неторгуемом секторе демонстрирует краткосрочное падение, что может объясняться замещением нефти трудом в период, пока цены на нефть еще высоки, а заработные платы еще не выросли так значительно. В дальнейшем же наблюдается рост объема использованной нефти в неторгуемом секторе.

В свою очередь, рост отработанных часов и объема использованной нефти в среднесрочной перспективе повышает поток предельных продуктов капитала во времени, что оказывает положительное воздействие на теневую цену капитала в неторгуемом секторе. Ее превышение над ценой инвестиционного товара ведет к инвестиционному буму в неторгуемом секторе. Здесь также наблюдается некоторое положительное воздействие на инвестиции из-за присутствия импортных товаров в агрегированных инвестициях как для неторгуемого, так и для торгуемого сектора. Рост цен на отечественные товары сопровождается меньшим ростом цен на инвестиционные товары, так как некоторая доля последних состоит из импортных благ, цены на которые не изменяются.

Таким образом, если рассмотреть ситуацию неизменного физического предельного продукта капитала, номинальный предельный продукт капитала, под которым будем понимать произведение физического предельного продукта на цены рассматриваемой товарной группы, растет в большей мере, чем цены на инвестиционные товары. Это при прочих равных соответствует большему росту теневой цены капитала по сравнению с ценой инвестиционного блага. Данный эффект стимулирует инвестиции. Результирующий же эффект определяется направлением изменения физического продукта капитала. Так, в случае неторгуемого сектора он рос, а в случае торгуемого сектора он падал.

Следует обратить особое внимание на то, что рассматриваемые изменения в выпуске обусловлены именно изменением степени использования факторов производства. При этом в рамках модели не происходит никакого изменения в совокупной факторной производительности. В реальности же достаточно сложно измерить степень загрузки используемых факторов в производственном процессе (см., например, *Burnside et al., 1996; Cochrane, 1994; Paquet, Robidoux, 2001*), и в связи с ошибками измерения шоки цен на нефть, как и другие нетехнологические экзогенные возмущения, могут включаться в оцененную совокупную факторную производительность. В данном случае возможна ситуация, когда соответствующие изменения в совокупной факторной производительности будут трактоваться как технологические изменения, несмотря на то что в действительности таковых могло и не наблюдаться.

Что касается показателей внешней торговли, то счет текущих операций является положительным в течение первых двух лет с первоначальным ростом в 2% ВВП, после чего становится отрицательным. Положительная динамика счета текущих операций в краткосрочном периоде объясняется сглаживанием потребления домашних хозяйств во времени. Данный эффект усиливается за счет привычек в потреблении, которые обуславливают дополнительную инерционность в потреблении. Таким образом, в течение первых двух лет происходит накопление чистых иностранных активов. После чего счет текущих операций становится отрицательным, и домохозяйства расходуют на потребление накопленные активы. Совокупный экспорт в долларовом выражении растет на 7% в первый период времени, после чего начинает асимптотически выходить на долгосрочный уровень. Данная динамика в основном обусловлена динамикой мировых цен на нефть, несмотря на падение экспорта других (помимо нефти) торгуемых товаров. Импорт

же демонстрирует куполообразный отклик. Что обусловлено куполообразным откликом реального потребления и инвестиций.

В заключение описания функций импульсного отклика отметим основные результаты проведенного численного имитационного анализа. Рост мировых цен на нефть приводит к росту деловой активности в отечественной экономике. Происходит рост агрегированного выпуска, потребления и инвестиций. Также наблюдаются продолжительный профицит счета текущих операций, отток капитала и значительное увеличение импорта. Так как данные численные симуляции построены при предположении, что Центральный банк препятствует удорожанию отечественной валюты при росте цен на нефть, что может происходить за счет интервенций на валютном и денежном рынках, наблюдаются значительная инфляция в отечественной экономике и постепенное укрепление реального обменного курса.

Наблюдаются признаки «голландской болезни». Рост мировых цен на нефть приводит к значительному падению выпуска и экспорта отечественных торгуемых товаров за исключением энергоресурсов. Происходит отток ресурсов из данного сектора в более высокодоходный неторгуемый сектор. Таким образом, рост реального ВВП обусловлен именно ростом сектора производства неторгуемых товаров.

Приведем также для полноты анализа результаты модели с альтернативными предпочтениями домохозяйств Гринвуда, Херковица и Хафмана (*Greenwood et al., 1988*). В качестве функциональной формы «одномоментной» функции полезности использовалась следующая спецификация:

$$\underline{U}(C_t(i), l_t(i)) = \log \left(\frac{C_t(i) - hC_{t-1}}{1-h} - \frac{\phi}{1+\psi} l_t^{1+\psi}(i) \right). \quad (84)$$

В целом решение задачи домохозяйства с альтернативными предпочтениями полностью аналогично решению исходной задачи, поэтому здесь оно не приводится. В численном имитационном анализе мы использовали исходную калибровку параметров, за исключением величины для параметра «привычки потребления» h , для которого было выбрано значение, равное 0.5. Графики функций импульсного отклика представлены на *рис. 3*.

Как следует из графиков, в большей своей части функции импульсного отклика в случае предпочтений Гринвуда, Херковица и

Хафмана (*Greenwood et al., 1988*) демонстрируют схожую динамику с функциями импульсного отклика в базовой спецификации модели. Основным отличием при отсутствии эффекта дохода на предложение труда, как и следовало ожидать, является значительно больший рост отработанных часов. В первой спецификации пик роста совокупных отработанных часов составлял 1.5%, во второй – 3%. Что, в свою очередь, непосредственно связано с большим ростом реального ВВП. Так, пик роста реального ВВП в ответ на увеличение мировых цен на нефть в спецификации без эффекта дохода на предложение труда составляет 1%, что примерно в 2 раза превышает рост реального ВВП в исходной версии модели. Также отработанные часы демонстрируют неотрицательный отклик на всем рассматриваемом промежутке времени.

В случае отсутствия эффекта дохода на предложение труда происходит гораздо меньшее повышающее давление на реальные заработные платы. С формальной точки зрения увеличение потребления домохозяйствами не влияет на предельную норму замещения потребления досугом. В настоящей спецификации предельная норма замещения увеличивается только за счет роста количества отработанных часов, и, таким образом, наблюдается меньший разрыв между фактическими и «эффективным»¹ уровнями реальных заработных плат, что приводит к существенно меньшей инфляции номинальных заработных плат.

Как следует из графиков, наблюдается падение реальных зарплат в течение первых двух лет, что представляется достаточно странным результатом. С формальной точки зрения данный эффект объясняется значительно большей инфляцией потребительских цен по сравнению с инфляцией зарплат. Несомненно, полученная траектория в значительной мере зависит от параметров, определяющих степень жесткости номинальных зарплат, и при некотором ее уменьшении можно получить траекторию реальных зарплат, которая не будет демонстрировать данное падение.

Весьма важным вопросом при анализе конкурентоспособности отечественного торгуемого сектора за исключением энергоносителей является вопрос дефлирования номинальных зарплат. Так, если рассматривать реальную заработную плату в терминах импортных товаров, что и является показателем конкурентоспособности торгуемого сектора, то для данного показателя будет наблюдаться рост.

¹ Здесь термин «эффективный уровень реальных зарплат» используется весьма нестрого. Под ним мы понимаем такой уровень зарплат, который бы преобладал в случае отсутствия жесткостей в номинальных зарплатах.

Таким образом, будет наблюдаться негативное влияние роста мировых цен на нефть на отечественный торгуемый сектор за исключением энергоносителей. Но в случае отсутствия эффекта дохода на предложение труда наблюдается меньшее падение выпуска и экспорта товаров данного сектора.

При обеих спецификациях функций предпочтений домохозяйств был получен негативный эффект на торгуемый отечественный сектор за исключением энергоресурсов. Можно привести аргументы против полученных результатов, а именно: в течение 2000-х годов, когда наблюдался рост цен на нефть, производство промышленного сектора также показывало значительный рост. Но данные численные симуляции построены при предположении, что экономикой выводит из равновесия только шок цен на нефть при отсутствии других экзогенных возмущений.

Одной из гипотез для объяснения данного факта является то, что в России в этот период времени наблюдался значительный рост производительности за счет технологического прогресса как в торгуемом, так и в неторгуемом секторе, что компенсировало негативное влияние в промышленном секторе. В настоящей работе мы придерживаемся класса моделей экзогенного экономического роста и не будем детально описывать возможные факторы данного технологического изменения (детальный обзор по факторам экономического роста см., например, в работе *Пономарева и др., 2012*). Технологический рост мог наблюдаться, например, за счет заимствования и имитации иностранных технологий.

Наряду с рассматриваемым ростом производительности возможным объяснением того, что «голландская болезнь» не проявлялась, является восстановительный рост после трансформационного спада, который координируется с постепенным ростом загрузки производственных мощностей в 2000-е годы. Также фактором, значительно снижающим негативный эффект от роста мировых цен на нефть на торгуемый сектор за исключением энергоносителей, может являться невысокая мобильность трудовых ресурсов между отдельными секторами экономики, которая не учитывается в настоящей модели.

Кроме того, стоит также рассматривать первоисточники роста цен на нефть. Так, например, если первоисточником был значительный экономический рост и, соответственно, рост производительности в мировой экономике, в частности в Китае, то это могло повышать предельные продукты всех факторов производства и увеличивать на них спрос.

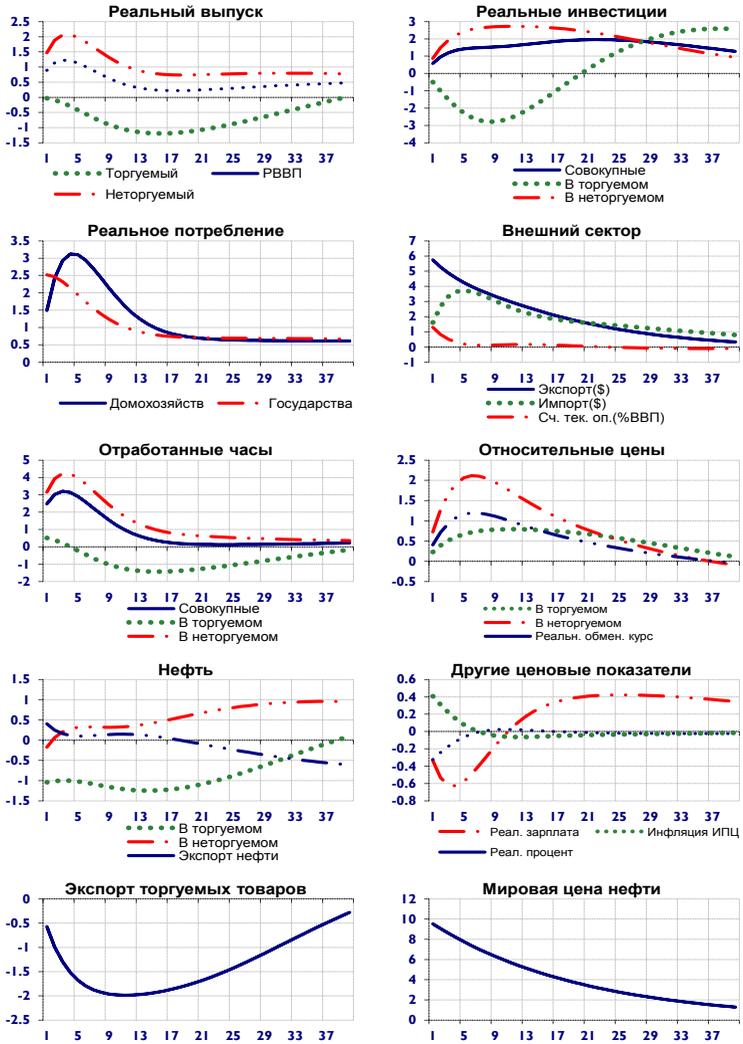


Рис. 3. Функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть со спецификацией предпочтений Гринвуда, Херковица и Хафмана (Greenwood et al., 1988)

И данный источник мог стимулировать совокупный спрос в мировой экономике как на ресурсы, так и на ряд промышленных товаров, включая товары российского производства, в том числе другие ресурсные, неэнергетические статьи отечественного экспорта. Гипотеза о том, что значительный рост мировых цен на нефть в течение 2000-х годов обусловлен прежде всего ростом мирового спроса, согласуется с работой Килиана (*Kilian, 2009*), в которой проводилась эконометрическая оценка факторов изменения мировых цен на нефть.

В работе Килиана (*Kilian, 2009*) проводилась структурная декомпозиция реальных цен на нефть по трем шокам: шоки со стороны предложения на мировом рынке нефти, шоки мирового спроса на все промышленные товары и специфические шоки спроса на рынке нефти (такие как изменения спроса на нефть из-за мотива предосторожности). Одним из результатов работы является то, что наблюдавшийся значительный рост мировых цен после 2003 г. был вызван в основном шоками мирового спроса на все промышленные товары. Следовательно, расширение мирового спроса могло компенсировать негативный эффект на российский торгуемый сектор от роста мировых цен на нефть.

Таким образом, в рамках настоящей модели ситуацию роста мировых цен на нефть, причиной которого был рост мирового спроса, следует рассматривать как одновременный шок изменения цен на нефть и спроса на торгуемые отечественные товары за исключением энергоносителей со стороны внешнего сектора. В разделе 3.5 будет представлен ряд численных экспериментов для иллюстрации механизмов, лежащих в основе описанных выше гипотез.

3.1.2. Анализ на чувствительность результатов по параметрам

В настоящей части работы проведем анализ чувствительности результатов в ответ на шок мировых цен на нефть по ряду параметров модели. При анализе на чувствительность по тому или иному параметру будем сравнивать динамические функции импульсного отклика при значении данного параметра в базовой калибровке и при некоторой его вариации. Данная стратегия позволяет проанализировать, как и насколько калибровка отдельного параметра влияет на выводы модели. Во избежание излишнего расширения настоящей работы мы приведем результаты анализа на чувствительность только для ряда параметров, которые представляют наибольший интерес и о значениях которых в литературе суще-

ствует наибольшая неопределенность. Альтернативой и дополнением могли бы служить эксперименты Монте-Карло¹, в рамках которых можно было бы проанализировать, насколько неопределенность во всех параметрах модели влияет на результаты численного имитационного анализа и каков «приемлемый» диапазон функций импульсного отклика основных макроэкономических переменных.

Сначала рассмотрим чувствительность результатов модели по коэффициенту автокорреляции $AR(1)$ процесса изменения мировых цен на нефть. Данный показатель отражает степень инерционности мировых цен на нефть и насколько соответствующие шоки являются долгоживущими. Здесь также стоит обратить внимание на первоисточник наблюдаемого изменения цен на нефть. Например, если увеличение цен было вызвано долгосрочным ростом производительности в Китае², экономика которого отличается высокой энергоемкостью, и, соответственно, ростом спроса на все факторы производства, то достаточно обоснованными могут являться ожидания экономических агентов о достаточно продолжительном росте мирового спроса на энергоресурсы и, соответственно, о длительном периоде роста мировых цен на нефть. Данная гипотеза может иметь место при условии, что эластичность предложения нефти по цене низка в среднесрочном периоде.

Если рост мировых цен на нефть вызван военным конфликтом на Ближнем Востоке и при этом ожидается, что данный конфликт разрешится в ближайшем будущем, то наиболее обоснованными будут ожидания, что рост мировых цен будет краткосрочным. В свою очередь, данное видение о долгосрочности и краткосрочности роста цен на нефть будет закладываться экономическими агентами в свои ожидания при принятии решений, что непосредственно влияет на динамику макроэкономических переменных.

¹ С концептуальной точки зрения можно для всех параметров модели задать некоторое вероятностное распределение из приемлемого диапазона их изменений. Далее провести генерацию случайных чисел из заданных распределений и для каждого набора параметров проводить симуляцию модели. На выходе получаются функции импульсного отклика для каждой реализации. То есть эксперименты Монте-Карло дают некоторый пучок функций импульсного отклика для каждой макроэкономической переменной. После чего можно построить, скажем, средние траектории, медианы и 90%-ные доверительные интервалы.

² Здесь имеется в виду фундаментальная первопричина роста спроса на нефть. Если придерживаться класса моделей с экзогенными технологическими изменениями, то экзогенный технологический прогресс и, соответственно, экзогенный рост совокупной факторной производительности (СФП), приводит к росту экономики и росту спроса на все факторы производства, в том числе на нефть.

В анализе на чувствительность результатов модели по коэффициенту автокорреляции, наряду со значением в базовой версии калибровки, равным 0.95, рассмотрим значения 0.99 и 0.85. При коэффициенте автокорреляции 0.99 стохастический процесс цен на нефть будет достаточно похож на процесс с единичным корнем: в данном случае шоки будут очень долго затухать во времени. На *рис. 1* в приложении представлены динамические функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть при различной инерционности процесса цен на нефть. Первое, что следует отметить, – это высокая чувствительность реакции потребления домашних хозяйств. Так, при базовой калибровке модели пик роста потребления составляет порядка 1.5%, при высокоинерционном процессе цен – 2.5%, при низкоинерционном процессе цен – 0.5%.

Основной причиной таких различий является то, что чем больше коэффициент автокорреляции, тем больше увеличение перманентного дохода домохозяйств. И, соответственно, чем больше увеличение перманентного дохода, тем большей является реакция текущего потребления. В случае краткосрочного роста цен домохозяйства сглаживают свое потребление во времени и значительную часть роста своего дохода сберегают. И, наоборот, в случае долго затухающего во времени роста цен домохозяйства большую часть роста своего дохода потребляют. Несомненно, здесь также существенное значение может играть высокая волатильность мировых цен на нефть, которая не рассматривается в настоящей работе. Волатильность непосредственно связана с величиной сбережений из-за мотива предосторожности. Сбережения из-за мотива предосторожности могли снижать реакцию потребления на рассматриваемый шок цен на нефть.

Инерционность динамики цен на нефть существенно влияет на амплитуду колебаний инвестиций, решения относительно которых принимаются на основе потока будущих доходностей капитала. Соответственно, чем продолжительнее рост цен, тем в большей степени изменяются все будущие предельные продукты капитала и тем больше влияние на текущую теневую цену капитала. При коэффициенте автокорреляции, равном 0.99, низшая точка падения инвестиций в торгуемом секторе достигает 10%, а пик роста инвестиций в неторгуемом секторе достигает 6%. При коэффициенте автокорреляции, равном 0.85, падение инвестиций в торгуемом секторе становится таким незначительным, что визуально не отличается от нуля при построении графиков в одном масштабе.

В целом при увеличении коэффициента автокорреляции процесса мировых цен на нефть наблюдается более значительное перераспределение факторов производства из торгуемого сектора в пользу неторгуемого сектора. Это происходит наряду с большим падением торгуемого выпуска, глубина падения которого достигает 5% при коэффициенте автокорреляции 0.99, и большим ростом неторгуемого выпуска, пик роста которого составляет 1.4%. Как было отмечено выше, при высокоинерционной динамике цен на нефть наблюдается существенно более высокий рост реального потребления домашних хозяйств, что из-за влияния эффекта дохода на предложение труда ведет к большему росту реальной заработной платы, и это непосредственно определяет рост предельных издержек. Таким образом, рост цен в торгуемом секторе по отношению к импортным товарам достигает уровня 2.5% по сравнению с пиком роста в 1% в базовой версии калибровки модели, а пик роста относительных цен в неторгуемом секторе составляет 3.5% по сравнению с пиком роста в 2% в базовой версии калибровки модели.

Что касается динамического отклика реального ВВП, то в краткосрочном периоде амплитуда роста данного показателя изменяется не так существенно в зависимости от значения коэффициента автокорреляции. Таким образом, коэффициент автокорреляции стохастического процесса цен на нефть в краткосрочном периоде в большей мере определяет интенсивность процессов перераспределения ресурсов между секторами экономики наряду с достаточно стабильной амплитудой отклика агрегированного выпуска. В долгосрочном же периоде, в случае когда стохастический процесс цен на нефть близок к процессу с единичным корнем, наблюдается существенный негативный эффект на реальный ВВП, что вызвано эффектом дохода на предложение труда. При значительном и продолжительном росте реального потребления домохозяйства достаточно сильно снижают предложение труда при каждом возможном уровне реальной заработной платы, что в динамическом равновесии через 5 лет (когда уже номинальные показатели изменились в достаточной мере) приводит к падению отработанных часов на 1%. Что, в свою очередь, соответствует падению реального ВВП на 0.3%.

Перейдем к анализу чувствительности результатов по параметру h привычек в потреблении. Здесь рассмотрим три случая: базовую версию калибровки с параметром $h = 0.85$, более низкие привычки в потреблении с параметром $h = 0.6$ и отсутствие привычек в потреблении с параметром $h = 0$. На *рис. 2* в приложении представле-

ны динамические функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть при различной величине параметра, определяющего привычки в потреблении.

Отметим, что в настоящей работе речь идет о привычках в потреблении, которые характеризуют инерционность динамики потребления домохозяйств во времени. Другим типом могут являться привычки, которые определяют структуру потребления, в том числе объем потребления импортных и отечественных товаров, но данный тип привычек в настоящей работе не рассматривается. В обоих случаях существование некоторых привычек снижает эластичность замещения между благами по их относительным ценам. В случае привычек, определяющих структуру потребления, данными благами могут выступать отечественные торгуемые и импортные товары, и, соответственно, наличие привычек будет снижать эластичность замещения между данными товарами по их относительным ценам.

В случае наличия «временных» привычек в потреблении данными благами выступают текущее и будущее потребление, а их относительной ценой является реальная ставка процента. Соответственно, с увеличением величины привычек снижается чувствительность потребления к изменениям в реальном проценте. В целом при наличии «временных» привычек в потреблении домохозяйства не любят резких изменений реального потребления во времени, что приводит к более сильному сглаживанию потребления в ответ на структурные шоки экономики.

Как следует из графиков, рассматриваемый параметр в значительной мере определяет динамику реального потребления домохозяйств. В случае отсутствия привычек в потреблении наибольший отклик реального потребления домохозяйств наблюдается в момент реализации шока и составляет порядка 2.5% по сравнению с ростом потребления на 1% при параметре $h = 0.6$ и с ростом потребления на 0.5% в базовой версии калибровки. Привычки в потреблении обеспечивают постепенный куполообразный отклик реального потребления в ответ на шок. В среднесрочной же перспективе все три траектории реального потребления демонстрируют схожую динамику, за исключением того, что калибровка с большими привычками в потреблении соответствует более высокой траектории потребления, но данное превышение не является существенным.

Наряду со сказанным масштаб роста реального потребления непосредственно определяет масштаб расширения агрегированного спроса, что влияет на амплитуду отклика выпуска. При отсутствии

привычек в потреблении рост реального ВВП превышает 1% в момент реализации шока, при базовой калибровке же реальный ВВП увеличивается только на 0.5%, но демонстрирует большой рост в среднесрочной перспективе.

Аналогичным образом, как привычки в потреблении определяют траекторию реального потребления, параметр издержек на установку капитала определяет траекторию реакции инвестиций. В некотором смысле издержки на установку капитала являются упрощением ситуации, когда необходимо время на ввод новых производственных мощностей в эксплуатацию. И чем больше параметр кривизны функции издержек, тем продолжительнее необходимое время на установку. Соответственно, если данный параметр высок, фирмы находят для себя неоптимальным увеличивать инвестиции в ответ на краткосрочные шоки. Иначе говоря, зачем строить завод, если во время его ввода в эксплуатацию спрос уже упадет.

Мы не будем останавливаться на анализе чувствительности результатов по параметру издержек на установку капитала. Перейдем к анализу чувствительности результатов по эластичности замещения между капиталом и энергией. Здесь мы рассмотрим три случая: базовая версия калибровки с эластичностью замещения, равной 0.1, и два случая с более высокими эластичностями замещения, равными 0.3 и 0.6. Значение эластичности, равное 0.6, отражает достаточно высокую заменяемость между капиталом и энергией. На наш взгляд, такое значение более подходит для анализа долгосрочных колебаний деловой активности. Соответствующие графики функций импульсного отклика представлены на *рис. 3* в приложении.

Как и следовало ожидать, данный показатель в большей мере определяет динамику используемых факторов производства. Если эластичность замещения между капиталом и энергией высока, то при росте цен на нефть на мировом рынке, что непосредственно приводит к росту цен на нефть в отечественной экономике, будет наблюдаться большее замещение нефти капиталом. При увеличении значения эластичности с 0.1 до 0.6 использование нефти в торгуемом секторе в ответ на 10%-ный шок мировых цен на нефть снижается с -1 до -4% в отклонениях от долгосрочного уровня, а в неторгуемом секторе снижение составляет от -0.5 до -2%, что в совокупности ведет к увеличению экспорта нефти с 0.5 до 2.5% в отклонениях от долгосрочного равновесия в краткосрочной перспективе. В свою очередь, более высокая величина эластичности замещения, равная 0.6, способствует более интенсивному накоплению капитала, и пик роста совокупных инвестиций составляет по-

рядка 3.5% по сравнению с ростом в 3% при эластичности замещения, равной 0.1. При этом наблюдаются меньшее падение инвестиций в торгуемом секторе и больший рост инвестиций в неторгуемом секторе.

Что касается остальных макроэкономических переменных, то их динамические отклики демонстрируют достаточную стабильность по параметру эластичности замещения между капиталом и энергией. Отметим, как увеличение эластичности влияет на выпуски в торгуемом и неторгуемом секторах: в торгуемом секторе происходит более сильное падение выпуска, а в неторгуемом – более сильный рост. Наблюдается более значительное перераспределение труда из торгуемого в неторгуемый сектор производства. Хотя разница не слишком значительна, здесь отмечается достаточно интересный эффект, который на первый взгляд может показаться противоречивым.

Как было отмечено выше, при высокой эластичности замещения между капиталом и энергией происходит существенно большее увеличение физического объема экспорта нефти. Допустим, что цена нефти на мировом рынке составляет 100 долл. за баррель, а на внутреннем рынке за вычетом таможенной пошлины – 50 долл. за баррель. Тогда уменьшение внутренних продаж нефти на 1 баррель и увеличение экспорта нефти на 1 баррель при прочих равных ведет к росту совокупного дохода домохозяйств и государства на 50 долл.

Таким образом, высвободившиеся ресурсы при высокой эластичности замещения между капиталом и энергией приводят к большему росту агрегированного дохода и, соответственно, к большему увеличению агрегированного спроса.

Соответственно, такое дополнительное увеличение дохода оказывает негативный эффект на выпуск торгуемого сектора за исключением энергоносителей и положительный эффект на выпуск неторгуемого сектора ввиду тех же механизмов, описанных в разделе 3.1.1. Несмотря на то что рост цен на энергоресурсы при большей эластичности замещения между капиталом и энергией оказывает отрицательное влияние на предельные издержки фирм, больший рост реальных заработных плат из-за эффекта дохода на предложение труда и из-за увеличения спроса на труд ведет к большему росту предельных издержек фирм и, соответственно, к большему росту относительных цен отечественных товаров по отношению к импортным товарам. Это оказывает негативное влияние на выпуск торгуемого сектора, так как он сильнее конкурирует с

импортными товарами. Для неторгуемого же сектора рост спроса компенсирует эффект замещения.

Перейдем к анализу чувствительности результатов по эластичности замещения между отечественными торгуемыми и импортными товарами. В базовой версии калибровки значение рассматриваемого параметра равно 2.5. Здесь мы рассмотрим случай с более высокой эластичностью замещения между отечественными торгуемыми и импортными товарами, равной 5, и случай с более низкой эластичностью замещения, равной 1.5.

Значение эластичности, равное 5, говорит нам о том, что отечественные торгуемые и импортные товары являются достаточно близкими субститутами и рост относительной цены на торгуемые товары на 1% ведет к падению величины мирового спроса на данный товар на 5%. На масштаб изменения внутреннего спроса на отечественный торгуемый товар дополнительно влияют сдвиги кривой агрегированного спроса. Соответствующие графики динамических функций импульсного отклика представлены на *рис. 4* в приложении.

Как следует из графиков, количественные результаты модели в значительной мере чувствительны к эластичности замещения между отечественными торгуемыми и импортными товарами. Это является ожидаемым результатом, так как данный параметр определяет конкурентоспособность отечественного торгуемого сектора как на мировом, так и на внутреннем рынке. С увеличением эластичности замещения фирмы становятся все более уязвимыми к росту предельных издержек, которые являются основным определяющим фактором роста цен.

В целом чем меньше степень замещения между торгуемыми отечественными товарами и импортными товарами, тем сильнее растут реальный ВВП и инвестиции. Что касается динамики секторальных переменных, меньшая степень замещения соответствует меньшему снижению выпуска, инвестиций, отработанных часов и использованной энергии в торгуемом секторе. Если рассмотреть количественные показатели в торгуемом секторе, то низшая точка падения выпуска торгуемых товаров с увеличением эластичности замещения с 1.5 до 5 снижается с 1 до 2.5%, а низшая точка падения инвестиций – с 1 до 5%.

В неторгуемом секторе наблюдается больший рост соответствующих показателей при снижении эластичности замещения. Таким образом, со снижением степени замещения между торгуемыми и импортными товарами наблюдается в некотором смысле

положительный внешний эффект, действующий на выпуск неторгуемого сектора. Это объясняется большим расширением производства в ответ на шок мировых цен на нефть и, соответственно, большим ростом агрегированного спроса, в частности спроса на неторгуемые товары, эластичность спроса по цене на которые достаточно мала.

Как следует из графиков, при меньшей степени замещения торгуемых отечественных и импортных товаров наблюдается больший рост количества отработанных часов. Это сопровождается большим ростом реальных заработных плат. Но при меньшей степени замещения фирмам в торгуемом секторе проще осуществить перенос роста предельных издержек в цены на свою продукцию, и пик роста относительных цен в торгуемом секторе увеличивается приблизительно в 2 раза (с 0.7 до 1.5%) при уменьшении эластичности замещения с 5 до 1.5.

Рассмотрим также чувствительность результатов по эластичности замещения между неторгуемыми товарами и корзиной торгуемых товаров. В базовой версии калибровки значение данного параметра равно 0.75. Здесь мы рассмотрим случай с более высокой эластичностью замещения, равной 0.95, что приближает исходную CES функцию потребления неторгуемых товаров и корзины торгуемых товаров к функции Кобба–Дугласа, и случай с более низкой эластичностью замещения, равной 0.5. Соответствующие графики функций импульсного отклика представлены на *рис. 5* в приложении.

С уменьшением эластичности замещения между торгуемыми и неторгуемыми товарами также наблюдается расширение производства. Происходит больший рост неторгуемого выпуска, реального ВВП, совокупных инвестиций и инвестиций в неторгуемом секторе, количества используемых факторов производства в неторгуемом секторе. Сильнее повышаются цены в обоих секторах экономики. Со снижением же меры замещения между неторгуемыми товарами и корзиной торгуемых товаров наблюдается отрицательный эффект на производство торгуемого сектора, выпуск и инвестиции которого наряду с количеством отработанных часов и используемой энергии демонстрируют более сильное падение. Что в данном случае объясняется дополнительной конкуренцией между торгуемым и неторгуемым секторами за факторы производства и перераспределением ресурсов в пользу последнего.

3.1.3. Анализ фискальных правил

Настоящий раздел посвящен анализу фискальных правил, описывающих динамику государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг. Здесь мы задаемся вопросом: как та или иная политика относительно государственного потребления влияет на динамику макроэкономических переменных в ответ на шок мировых цен на нефть? Будем рассматривать три правила фискальной политики:

$$\left(\frac{P_t^g G_t}{P_t Y_t} \right) = \left(\frac{\overline{P_g G}}{\overline{P Y}} \right) = const \quad (85)$$

$$G_t = \overline{G} = const \quad (86)$$

$$P_t^G G_t = \overline{T} + S_t \tau_{Oil,t}^{Ex} Oil_t^{Ex} \quad (87)$$

Первое правило соответствует постоянной доле государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг в номинальном ВВП. Это означает, что в каждый период времени государство расходует на производимые госуслуги фиксированную долю от произведенного номинального ВВП и финансирует соответствующие расходы за счет чистых налогов и таможенных сборов от экспорта нефти. Данное правило специфицировано в базовой версии модели.

Второе правило соответствует постоянному объему реального государственного потребления. То есть государство никак не изменяет свое реальное потребление в ответ на шок мировых цен на нефть. Номинальные же расходы здесь могут меняться, что может быть вызвано изменением цен на производимые госуслуги.

Третье правило соответствует ситуации, когда государство потребляет все дополнительные доходы от изменения таможенных сборов в связи с изменением цен на нефть. Здесь не учитываются дополнительные изменения налоговых сборов, таких как налог на добычу полезных ископаемых и акциз, а также доходов бюджета, связанных с влиянием шоков цен на нефть на деловую активность, изменения которой, в свою очередь, в значительной мере определяют налоговые поступления в бюджет. Мы будем абстрагироваться от данного эффекта.

Графики динамических функций импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть при различных правилах фискальной политики представлены на *рис. 4*.

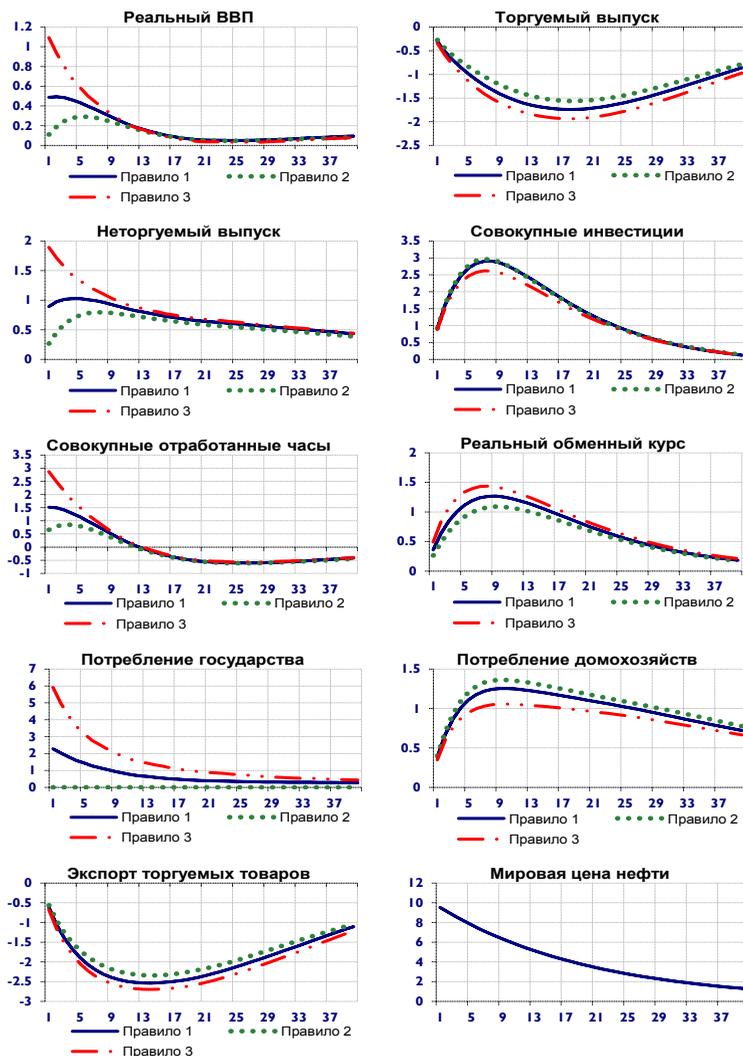


Рис. 4. Альтернативные правила фискальной политики

Все правила откалиброваны таким образом, чтобы соответствовать одному и тому же долгосрочному равновесию. Их спецификация только определяет динамику экономики в ответ на шок. Как видно из графиков, правило постоянной доли государственного потребления в ВВП является некоторым промежуточным вариантом между другими двумя правилами. Часть дополнительных таможенных сборов государство тратит на увеличение объема производимых госуслуг, а оставшуюся часть направляет населению в виде трансфертов. Данные пропорции определяются эндогенно из решения модели.

Наименьшие колебания деловой активности в ответ на шоки мировых цен на нефть отмечаются при соблюдении в фискальной политике правила постоянного реального государственного потребления. При данном правиле динамика реального ВВП демонстрирует куполообразный отклик с пиком роста в 0.3% по сравнению с ростом реального ВВП в 0.5% в первый период времени при базовой калибровке модели, соответствующей постоянной доле государственных расходов в номинальном ВВП. Если же государство следует третьему правилу фискальной политики, рост выпуска превышает 1%. Соответствующий рост реального ВВП в 1% может показаться достаточно привлекательным свойством третьего правила фискальной политики. Но при реализации отрицательного шока цен на нефть падение выпуска также будет значительным.

С одной стороны, альтернативные фискальные правила ведут к различному по масштабу расширению совокупного спроса в экономике и к различному изменению располагаемого дохода домохозяйств в связи с различным увеличением реального государственного потребления. Так, в случае третьего фискального правила объем производимых госуслуг растет на 6%, а в случае фискального правила в базовой версии модели – на 2.5%. При этом меньшие государственные расходы соответствуют большему располагаемому доходу домохозяйств, которые, в свою очередь, сглаживают свое потребление во времени и часть дополнительного дохода сберегают. Таким образом, меньшее увеличение государственных расходов в ответ на рост мировых цен на нефть ведет к меньшему расширению агрегированного спроса в экономике.

С другой стороны, альтернативные фискальные правила сказываются на секторальном перераспределении ресурсов. Так как в основном государство потребляет неторгуемые блага, более экспансивные правила фискальной политики с точки зрения увеличения государственных расходов приводят к дополнительной экспан-

сии именно неторгуемого сектора и к перераспределению ресурсов из торгуемого сектора в пользу неторгуемого сектора.

Таким образом, наблюдается сильный негативный эффект на производство в торгуемом секторе. Так, торгуемый выпуск падает на 2% при третьем фискальном правиле по сравнению с 1.5%-ным падением при втором фискальном правиле. Рост неторгуемого же выпуска составляет 2% при третьем фискальном правиле, при втором фискальном правиле увеличение его выпуска не превышает 1%.

В модели наблюдаются два противоположно направленных эффекта от изменения фискального правила на реальные заработные платы и на количество отработанных часов в экономике. С одной стороны, чем больше государство потребляет товаров и услуг, тем меньше реальное потребление домохозяйств. Это, в свою очередь, уменьшает эффект дохода на предложение труда, и оно сокращается в меньшей мере. С другой стороны, дополнительное расширение агрегированного спроса приводит к дополнительному росту спроса на труд со стороны фирм, что оказывает дополнительное повышающее давление на заработные платы. В целом доминирует последний эффект, и наблюдается рост реальных заработных плат. Это оказывает дополнительное давление на цены.

Таким образом, более экспансивное фискальное правило с точки зрения конечного потребления товаров и услуг приводит к дополнительному ускорению инфляции потребительских цен и номинальных заработных плат и к росту цен торгуемых и неторгуемых товаров по отношению к импортным товарам. Соответственно, наблюдается более сильное укрепление национальной валюты.

3.2. Шоки совокупной факторной производительности

В настоящей части работы анализируются эффекты от технологического шока, который приводит к росту совокупной факторной производительности. Сначала описываются динамические функции импульсного отклика на одновременный шок производительности в обоих производственных секторах. Далее рассматривается шок производительности только в торгуемом секторе и анализируется эффект Балассы–Самуэльсона (*Balassa, 1964; Samuelson, 1964*).

Шоки совокупной факторной производительности занимают очень важное место в макроэкономическом анализе по изучению источников деловых циклов, и проведено многочисленное количество исследований, посвященных изучению влияния данного шока

на экономику и его места в объяснении колебаний деловой активности. Перед тем как перейти к описанию функций импульсного отклика на данный шок, представляется целесообразным для интерпретации полученных результатов настоящей работы привести краткий обзор дискуссии в экономической литературе о влиянии рассматриваемого шока на отработанные часы.

Дискуссия в экономической литературе о влиянии технологических шоков на отработанные часы

В контексте теории реального бизнес-цикла (см., например, *Christiano, 1988; King et al., 1988a; 1988b; Kydland, Prescott, 1982; 1988; Long, Plosser, 1983; Plosser, 1989*), согласно которой шоки производительности являются основной движущей силой делового цикла, рост производительности должен приводить к росту отработанных часов. Это обусловлено ростом предельного продукта труда и соответствующим повышением спроса на труд со стороны фирм.

В целом модели реального бизнес-цикла достаточно хорошо объясняют динамику большинства макроэкономических переменных и их взаимную корреляцию. Но выводы теории реального бизнес-цикла (РБЦ) относительно корреляции между реальной заработной платой и отработанными часами достаточно плохо согласуются с данными. Так, согласно модели корреляция между рассматриваемыми переменными должна быть порядка единицы. Рост СФП увеличивает предельный продукт труда, что повышает спрос на труд, и происходит движение вдоль кривой предложения, наблюдается рост отработанных часов и рост реальной заработной платы. Но только из данных рассуждений невозможно определить степень коррелированности. Корреляция получается из динамики всей системы в целом и зависит от спецификаций предпочтений и технологий, стохастического процесса для совокупной факторной производительности.

При изучении согласованности моделей РБЦ с эмпирическими данными исследователи, как правило, проводили правдоподобную калибровку параметров и далее запускали модели в рамках экспериментов Монте-Карло с правдоподобным стохастическим процессом для СФП, получали корреляции в рамках теоретических моделей, очень хорошо согласующиеся с эмпирическими корреляциями по большему числу переменных. Для отработанных часов и реальной заработной платы модельная корреляция не соответствовала эмпирической.

Для решения данной проблемы рядом авторов рассматривались дополнительные механизмы и движущие силы, такие как неделимый труд (*Hansen, 1985; Rogerson, 1988*), шок государственных расходов (*Christiano, Eichenbaum, 1992*), шок предпочтений домохозяйства (*Bencivenga, 1992*). Это позволяло снизить корреляцию между отработанными часами и реальной заработной платой и обеспечить большую согласованность с данными, не отходя при этом от концепции реального бизнес-цикла.

Гали (*Gali, 1999*) поставил под сомнение всю концепцию теории реального бизнес-цикла. В данной работе Гали строил структурную векторную авторегрессию, идентификация которой проводилась при предположении, что только технологический шок может оказывать долгосрочное влияние на производительность труда. На основе эконометрических оценок Гали приходит к выводам, что основные корреляции отработанных часов и производительности труда отрицательны для технологических шоков и положительны для нетехнологических шоков, таких как шоки спроса, при этом отработанные часы демонстрируют отрицательный инерционный отклик в ответ на положительный технологический шок. При этом полученный результат имел место для большинства стран «большой семерки», для которых и проводился эконометрический анализ.

Данные выводы полностью противоречат концепции реального бизнес-цикла и ставят под сомнение важность шоков технологии в объяснении делового цикла. В качестве обоснования полученных результатов Гали (*Gali, 1999*) приводит теоретическую модель с номинальными жесткостями, в рамках которой при росте совокупной факторной производительности происходит снижение отработанных часов. Идея заключается в том, что при жесткости цен фирмы не могут продать увеличившийся объем товаров из-за роста производительности по существующим ценам, и они вынуждены снижать объем используемого труда. И рост выпуска из-за роста производительности будет происходить наряду с падением используемых факторов производства.

Таким образом, эконометрические результаты Гали (*Gali, 1999*) способствовали развитию моделей с номинальными жесткостями, которые могут воспроизводить падение отработанных часов в ответ на положительный шок технологий.

К аналогичным выводам приходят Басу и др. (*Basu et al., 1999; 2006*), используя принципиально другую методику. В отличие от Гали (*Gali, 1999*), который идентифицировал технологический шок

на основе векторной авторегрессии, в данной работе использовался наблюдаемый ряд изменений агрегированного уровня производительности, который был построен с учетом эффектов агрегации, меняющейся загрузки капитала и труда, непостоянной отдачи от масштаба и несовершенной конкуренции.

В результате эконометрического оценивания авторы приходят к выводу, что положительный шок технологии приводит к падению отработанных часов в течение первого года с последующим ростом. В качестве основной причины первоначального падения отработанных часов авторы также рассматривали жесткость цен. В другой эмпирической работе Марчетти и Нуччи (*Marchetti, Nucci, 2007*) уже попытались провести связь между жесткостью цен и падением отработанных часов, используя данные репрезентативной выборки фирм промышленного сектора Италии. Авторы приходят к выводам, что падение отработанных часов является более сильным для фирм, у которых более жесткие цены, и оказывается слабым или незначимым для фирм, у которых цены менее жесткие. То есть чем меньше жесткость цен (например, продолжительность ценовых контрактов), тем сильнее и быстрее фирмы могут снизить свои цены и продать больший объем товаров, тем самым приближаясь к естественному уровню своих производственных возможностей.

Результаты Гали (*Gali, 1999*) и других авторов вызвали широкую дискуссию и критику в литературе. Улиг (*Uhlig, 2004*) критикует используемый Гали (*Gali, 1999*) подход к идентификации технологического шока, при котором предполагается, что только технологические шоки могут оказывать долгосрочный эффект на производительность труда. Согласно Улигу (*Uhlig, 2004*), могут быть и другие шоки, которые могут оказывать долгосрочное влияние на производительность труда, такие как изменения налога на доходы капитала, демонстрировавшие значительную амплитуду колебаний для США в XX в.

В ответ на данную критику Гали (*Gali, 2004*) анализирует корреляцию между технологическим шоком, полученным в результате оценки векторной авторегрессии, и изменением налога на доходы капитала. Из оценки корреляции следовало, что она статистически значимо не отличается от нуля. Корреляция же между идентифицированным технологическим шоком и изменением технологий Басу и др. (*Basu et al., 1999*), которая была получена с помощью другой методики, статистически значимо отличается от нуля и положительна. Как отмечает Гали (*Gali, 2004*), данные тесты свидетель-

ствуют о соответствии эмпирическим данным гипотезы о том, что идентифицированные шоки в работе (*Gali, 1999*) отражали сдвиги в границе производственных возможностей, т.е. являлись технологическими шоками.

Другой причиной для критики стало то, что временной ряд отработанных часов в работах Гали (*Gali, 1999*) и Басу и др. (*Basu et al., 1999; 2006*) использовался в первых разностях (динамика отработанных часов демонстрирует нестационарность). Согласно же работам Кристиано и др. (*Christiano et al., 2003; 2004*), статистические тесты на единичный корень не дают достаточно уверенных свидетельств ни в пользу стационарности отработанных часов, ни в пользу нестационарности. Соответственно, авторы использовали при эконометрическом анализе временной ряд отработанных часов в уровнях и получили положительный отклик в ответ на шок роста технологий, что также ставило под сомнение выводы Гали (*Gali, 1999*) и Басу и др. (*Basu et al., 2006; 1999*).

В ответ на данную критику Ферналд (*Fernald, 2007*) показывает, что если учесть статистически и экономически значимые структурные сдвиги в тренде производительности, то отработанные часы падают в ответ на положительный шок производительности при обеих спецификациях отработанных часов в векторной авторегрессии. К аналогичным выводам приходят Фива и Гвай (*Feve, Guay, 2009*), используя двухшаговую структурную векторную авторегрессию, на первом шаге которой оценивалась векторная авторегрессия со стационарными переменными, но без учета отработанных часов. На втором шаге оценивался отклик отработанных часов на состоятельно оцененный технологический шок.

При обеих спецификациях труда, как в уровнях, так и в первых разностях, отработанные часы демонстрируют краткосрочное падение в ответ на положительный технологический шок. Авторы приводят аргументы в пользу использования двухшаговой процедуры оценивания, так как при одношаговом оценивании структурной авторегрессии с долгосрочными ограничениями с переменной, корень характеристического уравнения которой достаточно близок к единице, оценка технологического шока является несостоятельной, что было показано в работе (*Gospodinov, 2010*).

В целом к результатам структурных векторных авторегрессий с долгосрочными ограничениями стоит относиться достаточно осторожно, что было показано в ряде работ (см., например, *Cooley, Dwyer, 1998; Chari et al., 2008; Erceg et al., 2005*), где тестировались свойства полученных оценок с помощью экспериментов Монте-

Карло, в которых оценивание проводилось на искусственно сгенерированных данных из DSGE моделей. Например, Хари и др. (*Chari et al., 2008*) ставят под сомнение пригодность структурной авторегрессии с долгосрочными ограничениями для построения моделей делового цикла. Авторы тестируют способность структурной векторной авторегрессии с долгосрочными идентификационными ограничениями проводить качественное оценивание при имеющейся продолжительности временных рядов, используя искусственные данные, полученные в результате симуляций DSGE модели. Авторы приходят к выводу, что рассматриваемая спецификация векторной авторегрессии может быть пригодна только тогда, когда основная доля делового цикла объясняется именно технологическими шоками.

Когда же значительная часть делового цикла обусловлена нетехнологическими шоками, структурная векторная авторегрессия может приводить к некорректным результатам и не способна различить модели реального делового цикла и модели с номинальными жесткостями. Полученные оценки могут свидетельствовать в пользу отрицательного статистически значимого отклика отработанных часов в ответ на положительный технологический шок, хотя истинный процесс генерации данных DSGE модели был специфицирован с положительным откликом.

Также авторы утверждают, что при построении моделей делового цикла более пригодным может являться метод *business cycle accounting* (*Chari et al., 2007*), в котором ставится задача разложения делового цикла на искажения эффективности, труда, инвестиций и государственных расходов. Соответствующие искажения, в свою очередь, аналогичны многим «несовершенствам» и «жесткостям», используемым на практике при построении более детализированных моделей общего равновесия. Данный метод является более гибким и может использоваться в качестве альтернативы структурных векторных авторегрессий для предварительного тестирования данных и выбора соответствующего класса теоретических моделей.

Таким образом, в современной экономической литературе нет единой точки зрения о том, как влияют технологические шоки на динамику отработанных часов, и революционные результаты Гали (*Gali, 1999*) и Басу и др. (*Basu et al., 1999; 2006*) достаточно часто подвергаются критике. Тем не менее рассматриваемые работы дали толчок интенсивному развитию DSGE моделей с номинальными

жесткостями, к которым относится и предлагаемая в настоящей работе модель.

Одновременный шок производительности в торгуемом и неторгуемом секторах

В данном численном эксперименте рассматриваются эффекты на основные макроэкономические переменные от одновременного роста совокупной факторной производительности на 5% в торгуемом и неторгуемом секторах. При этом анализируются два случая. В первом предполагается, что процесс для совокупной факторной производительности является стационарным AR(1) процессом с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9. Таким образом, шок производительности имеет временный характер и в долгосрочном периоде затухает. Данному сценарию соответствует *рис. 5*. Во втором случае анализируется перманентное увеличение совокупной факторной производительности.

Рассмотрим временный рост производительности. Рост производительности приводит к моментальному росту выпуска в торгуемом и неторгуемом секторах и к росту ВВП. Рассматриваемые функции импульсного отклика демонстрируют явный куполообразный вид. Пик роста выпуска достигается приблизительно через полтора года и составляет 3.5% для реального ВВП, 6% – для выпуска в торгуемом секторе и 4% – в неторгуемом секторе.

Рост агрегированного дохода приводит к увеличению конечного потребления со стороны как домохозяйств, так и государственного сектора. Пик роста для конечного потребления домохозяйств составляет 1.5% и для потребления государства – 4%, что соответствует специфицированному фискальному правилу, при котором постоянно доля государственных расходов на производимые госуслуги в номинальном ВВП. При этом потребление домохозяйств демонстрирует более инерционный характер.

Так, даже после истечения 10 лет потребление остается на полпроцента выше по сравнению с изначальным уровнем. Это связано со сглаживанием потребления домохозяйствами во времени.

Экспорт торгуемых товаров также растет с пиком в 6% через один год после реализации шока, что вызвано снижением цен на отечественные торгуемые товары и, соответственно, увеличением спроса со стороны внешнего сектора (сдвиг вдоль кривой спроса). Совокупный экспорт в долларовом выражении в первое время увеличивается на 1.8%.

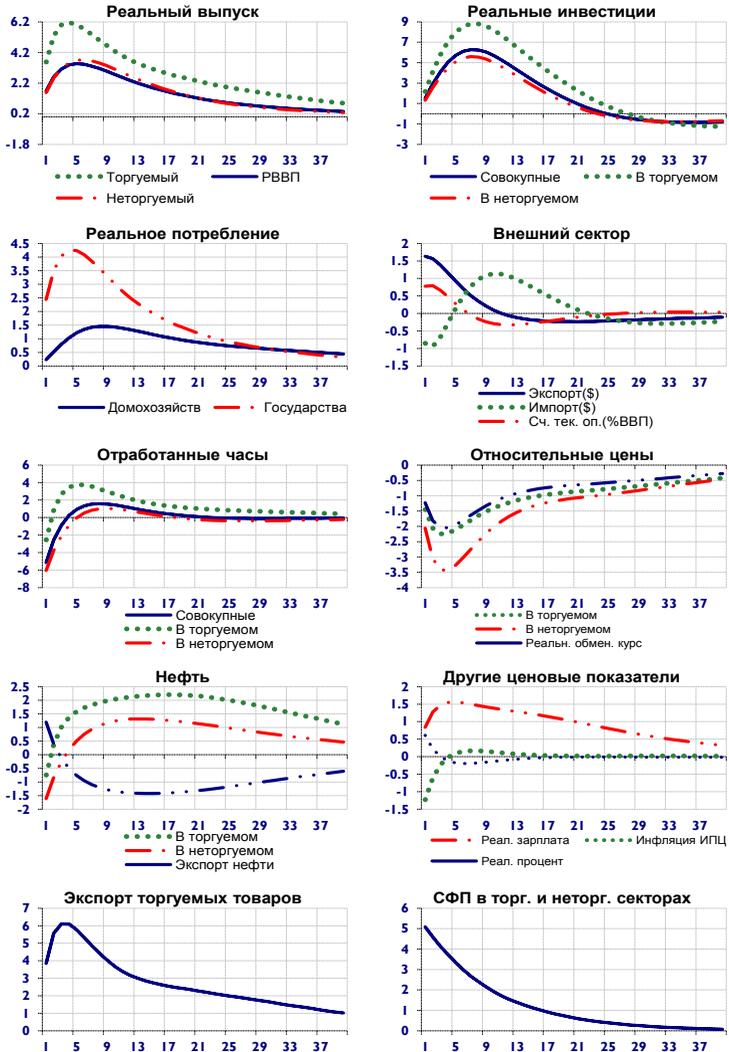


Рис. 5. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост СФП в торгуемом и неторгуемом секторах

Что касается счета текущих операций, то он оказывается положительным в первые полтора года, после чего становится отрица-

тельными. Динамика рассматриваемой переменной обусловлена двумя противоположно направленными эффектами. С одной стороны, шок производительности приводит к временному увеличению дохода домохозяйств, которые сглаживают свое потребление во времени, и, соответственно, увеличивают свои сбережения в начале рассматриваемого периода. Значительное усиление данного эффекта происходит за счет привычек в потреблении, при котором домохозяйство не любит резких изменений в потреблении, что обуславливает постепенную реакцию потребления на шоки экономики.

С другой стороны, рост производительности приводит к инвестиционному буму, который повышает спрос на иностранные импортные товары, что могло бы привести к отрицательному счету текущих операций и к чистым заимствованиям на внешнем рынке.

Но данный эффект ослабляется за счет издержек на установку капитала и за счет того, что импортные товары не являются абсолютными субститутами по отношению к отечественным товарам при формировании инвестиционного блага. Соответственно, результирующее воздействие роста производительности на счет текущих операций является положительным в течение первого времени.

Рост производительности приводит к снижению предельных издержек у фирм в обоих производственных секторах экономики, что, в свою очередь, оказывает понижающее давление на цены. Таким образом, наблюдается снижение инфляции относительно долгосрочного уровня в обоих производственных секторах экономики, что, в свою очередь, приводит к снижению инфляции потребительских цен. Цены по отношению к импортным товарам в обоих секторах падают. Минимум падения относительных цен в торговом секторе составляет 2.2%, в неторговом секторе – 3.5%. Таким образом, происходит ослабление национальной валюты, которое также можно проследить при анализе реального эффективного обменного курса национальной валюты, минимум падения которого составляет 2% через один год.

Рассмотрим функции импульсного отклика отработанных часов и использованной энергии в ответ на шок производительности. Так как в модели предполагается жесткость цен, фирмы не могут быстро снизить свои цены до эффективного уровня, и в связи с этим в первое время наблюдается снижение использования рассматриваемых факторов производства, несмотря на то что при росте совокупной факторной производительности повышается предельный продукт всех факторов производства. Действительно, при росте

производительности необходимо меньшее количество факторов для производства того же объема выпуска. Совокупные отработанные часы изначально падают на 5%, в торгуемом секторе падение труда происходит до 2.5%, в неторгуемом – до 6%. Но достаточно быстро падение сменяется ростом отработанных часов относительно долгосрочного уровня, после того как фирмы подстраивают цены в достаточной мере. Аналогичная динамика происходит и с используемой нефтью. Она демонстрирует краткосрочное падение, которое сменяется продолжительным превышением над долгосрочным уровнем. Экспорт нефти же в среднесрочной перспективе снижается, так как для производства отечественных товаров необходим больший объем энергии.

Противоположную динамику демонстрирует третий фактор производства – капитал, что обусловлено издержками на установку капитала. Шок производительности приводит к достаточно продолжительному во времени росту предельного продукта капитала, и, соответственно, теневая цена капитала растет. Превышение теневой цены капитала над ценой единицы инвестиционного блага приводит к инвестиционному буму, который наблюдается в обоих секторах экономики. При этом из-за издержек на установку капитала инвестиции реагируют на шок постепенно, демонстрируя куполообразный отклик с пиком через 1.5–2 года.

Перейдем к анализу перманентного роста производительности, функции импульсного отклика которого изображены на *рис. 6*. Данные функции импульсного отклика получены следующим образом. Задается траектория экзогенной переменной СФП, которая превышает исходный уровень на 5%. Далее решается система нелинейных динамических уравнений модели на конечном отрезке времени при заданных траекториях экзогенных переменных и начальных условиях, и из данного решения получаем траектории эндогенных переменных.

Перманентный рост совокупной факторной производительности в торгуемом и неторгуемом секторах на 5%, в отличие от предыдущей численной имитации, уже соответствует изменению самого долгосрочного состояния, и представленные графики отражают динамическую траекторию перехода от первоначального долгосрочного уровня к новому – более высокому с точки зрения уровня благосостояния – стационарному уровню экономики. Функции импульсного отклика представлены для 40 периодов, что соответствует 10 годам.

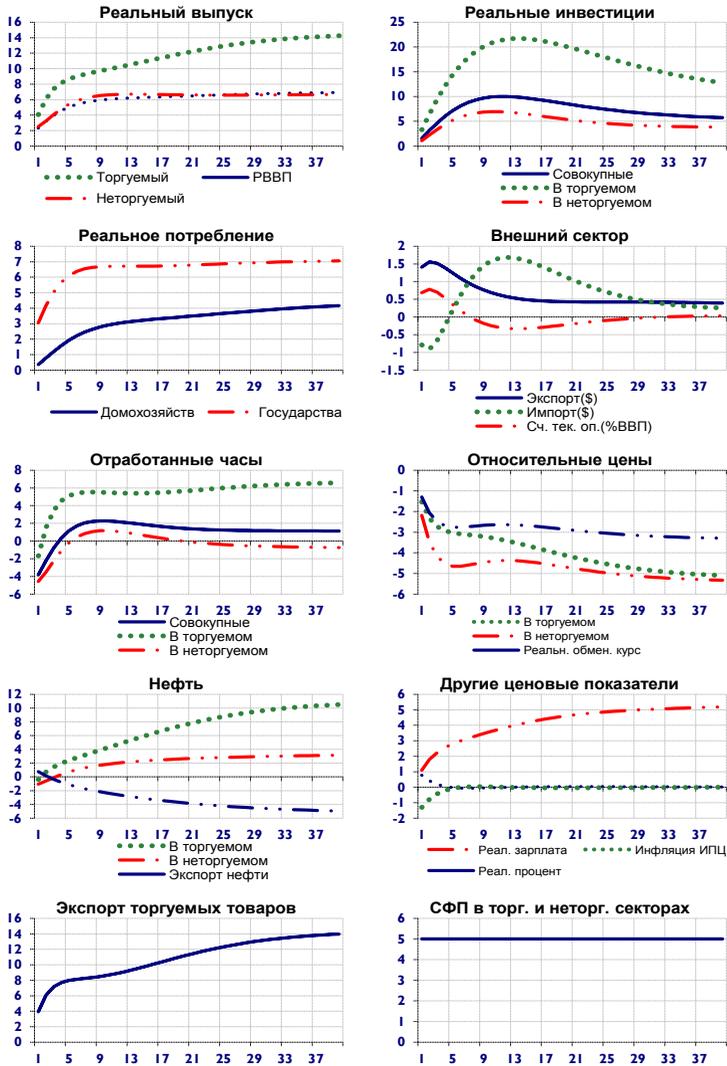


Рис. 6. Функции импульсного отклика на 5%-ный перманентный рост СФП в торгуемом и неторгуемом секторах

Как следует из графиков, одномоментный рост совокупной факторной производительности на 5% приводит к экономическому росту в течение всего рассматриваемого периода. Реальный ВВП демонстрирует достаточно быстрый рост в первые два года, который достигает уровня в 6%, после чего продолжается постепенный рост до 7% в течение последующих 8 лет. Динамика неторгуемого выпуска достаточно быстро выходит на новый стационарный уровень за 2 года и растет на 6.5%. Торгуемый выпуск же демонстрирует продолжительный рост в течение всех 10 лет и достигает уровня в 15%.

Наблюдаемая инерционная динамика обусловлена достаточно продолжительным периодом накопления физического капитала. Действительно, динамика инвестиций демонстрирует сильный инерционный отклик с пиком через 3–4 года. Пик роста агрегированных инвестиций составляет 10% в отклонениях от начального равновесного уровня, инвестиций в торгуемом секторе – 20% и инвестиций в неторгуемом секторе – 7%.

Потребление домохозяйств демонстрирует принципиально другую динамику по сравнению со случаем затухающего роста производительности, при котором они (домохозяйства) сглаживали свое потребление во времени, и, соответственно, рост потребления был не таким значительным.

В случае же перманентного роста производительности потребление увеличивается на 3% в течение первых двух лет и через 8 лет достигает роста в 4%. Схожие результаты можно было бы получить и при высокоинерционном AR(1) процессе для совокупной факторной производительности, предположив, скажем, что коэффициент автокорреляции равен 0.99. Таким образом, инерционность роста производительности, как, впрочем, и других шоков, оказывает определяющее влияние на динамику переменных. Это является естественным, так как экономические агенты оптимизируют свои целевые функции на бесконечном отрезке времени.

Также наблюдается более резкое падение относительных цен. В долгосрочном периоде относительные цены торгуемых и неторгуемых отечественных товаров к импортным товарам падают приблизительно на 6%, и происходит перманентное ослабление национальной валюты. Что касается отработанных часов, то они в краткосрочном периоде демонстрируют схожую динамику со стационарным случаем, только с меньшей амплитудой. В первом периоде отработанные часы падают на 4% по сравнению с падением в 5% при временном шоке производительности.

Шок производительности в торгуемом секторе

В данной части работы мы проанализируем эффект Балассы–Самуэльсона (*Balassa, 1964; Samuelson, 1964*), для чего рассмотрим шок роста совокупной факторной производительности только в торгуемом секторе. Как следовало из предыдущей части работы, шок производительности в обоих секторах производства товаров и услуг приводил к ослаблению национальной валюты. Многоварианная же модель экономики позволяет рассмотреть влияние шока, который увеличивает производительность только в одном из секторов экономики. В случае шока производительности только в торгуемом секторе согласно эффекту Балассы–Самуэльсона (*Balassa, 1964; Samuelson, 1964*) должно происходить укрепление национальной валюты, чему и посвящен данный имитационный анализ. Как следует из эконометрических оценок Гурвича и др. (2008), Соцунова и Ушакова (2009), Трунина и др. (2010), Черемухина (2005), эффект Балассы–Самуэльсона является важным детерминантом динамики реального обменного курса рубля в российской экономике. Здесь также будут рассматриваться два случая: кратковременный и перманентный рост производительности на 5%. Функции импульсного отклика для стационарного и перманентного шока представлены на *рис. 7, 8* соответственно.

Рассмотрим сначала краткосрочный шок производительности. Здесь предполагается, что совокупная факторная производительность в торгуемом секторе описывается стационарным AR(1) процессом с коэффициентом автокорреляции 0.9, и происходит положительный шок производительности, равный 5%.

Рост совокупной факторной производительности приводит к немедленному значительному росту выпуска в торгуемом секторе с пиком в 5.5% через один год. Наблюдается также положительное влияние на неторгуемый выпуск из-за роста совокупного спроса, пик выпуска которого составляет порядка 0.5%. Реальный ВВП увеличивается на 1.5% к долгосрочному уровню через один год.

Рост производительности приводит к увеличению агрегированного дохода, что, в свою очередь, ведет к росту спроса на все товары, включая неторгуемые. Это оказывает повышающее давление на цены неторгуемых товаров. С формальной точки зрения, конечно, будет наблюдаться повышающее давление на цены торгуемых товаров из-за роста спроса. Но преобладающим эффектом для торгуемого сектора будет рост производительности, который ведет к

снижению предельных издержек у фирм и к соответствующему снижению цен.

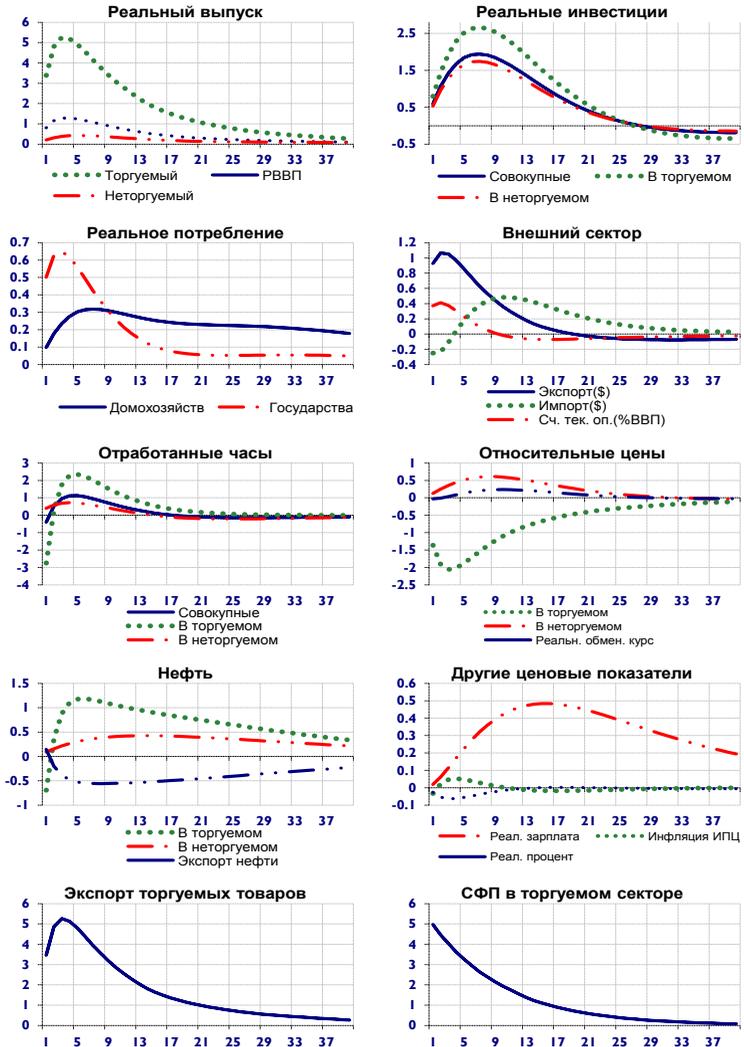


Рис. 7. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост СФП в торговом секторе

Рост производительности увеличивает предельный продукт всех факторов производства в торгуемом секторе, включая труд. Но из-за жесткости цен в первое время количество отработанных часов в торгуемом секторе снижается, так как фирмы не могут реализовать увеличившийся выпуск по прежней цене. После некоторого непродолжительного адаптационного периода, в течение которого фирмы в торгуемом секторе снижают свои цены до достаточно низкого уровня, фирмы начинают увеличивать спрос на труд, тем самым стимулируя рост реальных заработных плат.

Вместе с тем из-за эффекта дохода домохозяйства снижают предложение труда при каждом возможном уровне реальной заработной платы, что еще сильнее увеличивает реальные заработные платы. Наличие эффекта дохода на рынке труда обеспечивает существование траектории сбалансированного роста. Если бы он отсутствовал, то при перманентном росте производительности на траектории сбалансированного роста, что приводит к перманентному росту предельного продукта труда, происходило бы перманентное увеличение количества отработанных часов.

Таким образом, происходит рост предельных издержек в неторгуемом секторе, это приводит к росту относительных цен неторгуемых товаров с пиком роста в 0.5%, что является показателем укрепления национальной валюты. Если рассматривать реальный эффективный обменный курс, то наблюдается краткосрочное ослабление национальной валюты, так как в первоначальный момент времени инфляция потребительских цен ниже долгосрочного уровня. Это вызвано тем, что цены торгуемых товаров упали, а цены неторгуемых еще не успели измениться до эффективного уровня. В дальнейшем реальный эффективный курс национальной валюты превышает долгосрочный уровень, но данный эффект затухает достаточно быстро ввиду малой инерционности шока производительности.

Если же рассмотреть перманентное увеличение производительности в торгуемом секторе на 5% (рис. 8), то первоначального ослабления реального эффективного курса рубля уже не будет наблюдаться, и при этом реальный курс укрепляется перманентно. В данном сценарии относительные цены неторгуемых товаров к импортным товарам растут на 1% в долгосрочном периоде с некоторым пиком в 1.8% в течение переходной траектории. Относительные цены же торгуемых товаров падают приблизительно на 1.5%.

В случае перманентного шока торгуемый выпуск растет в долгосрочном периоде на 10%, реальный ВВП увеличивается на 2,5%, неторгуемый выпуск повышается на 1%. При этом наблюдается рост инвестиций в обоих секторах экономики. Пик инвестиций в торгуемом секторе составляет 11%, в неторгуемом секторе – 4%, агрегированные инвестиции растут приблизительно на 6%.

Главным фактором роста инвестиций в неторгуемом секторе является превышение цены неторгуемого товара над ценой инвестиционного товара. Действительно, высокая траектория цен неторгуемого товара соответствует высоким номинальным предельным продуктам капитала, что соответствует высокой номинальной теневой цене капитала. Одной же из составляющих корзины инвестиционных товаров являются торгуемые товары, номинальные цены которых демонстрируют значительное падение. Таким образом, номинальная теневая цена капитала превышает номинальную цену инвестиционного блага, что стимулирует инвестиции в физический капитал до тех пор, пока соответствующие цены не выравняются за счет снижения физического предельного продукта капитала.

Приведенный в настоящей части работы анализ демонстрирует важный эффект, при котором наблюдается укрепление реального обменного курса в ответ на шок производительности в торгуемом секторе за исключением энергоресурсов, что нельзя было бы получить в рамках построения односекторальной модели общего равновесия. Данное укрепление обменного курса сопровождается значительным ростом торгуемого сектора и некоторым небольшим ростом неторгуемого сектора. Таким образом, укрепление национальной валюты не является губительным для торгуемого сектора, что отличает эффект Балассы–Самуэльсона от «голландской болезни», и при анализе реальной экономической ситуации российской экономики необходимо разграничивать отмеченные механизмы укрепления рубля.

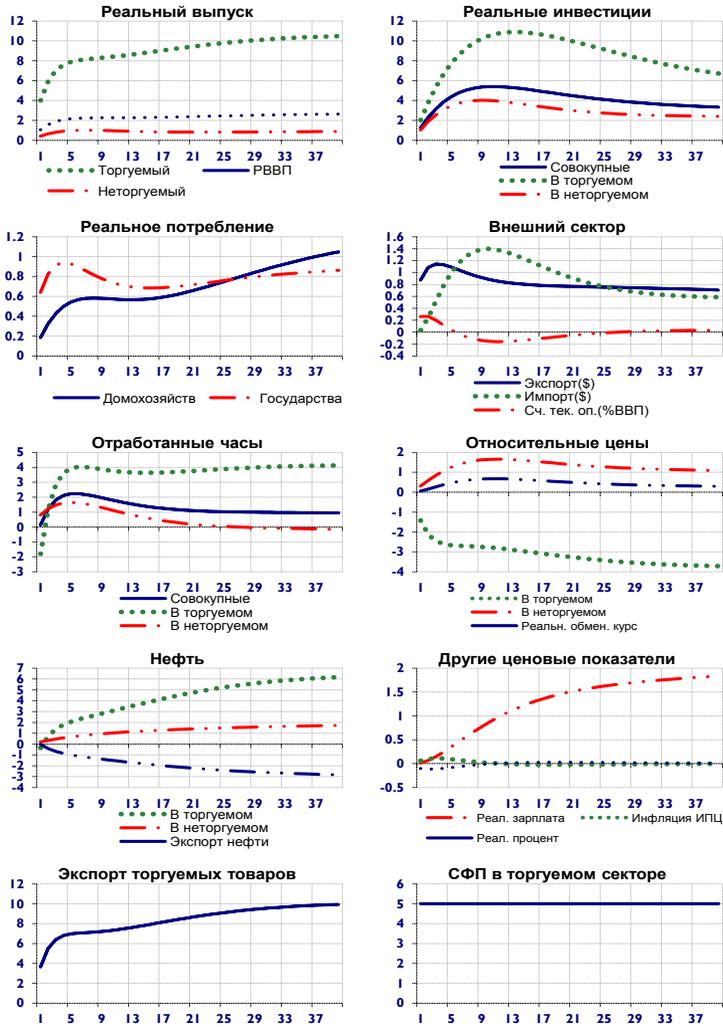


Рис. 8. Функции импульсного отклика на 5%-ный перманентный рост СФП в торгуемом секторе

3.3. Шок эффективности инвестиций

В настоящей части работы анализируются последствия положительного шока эффективности инвестиций. Особое внимание на изменение эффективности инвестиций как отдельного источника флуктуаций и роста экономики в контексте динамических моделей общего равновесия обратили Гринвуд и др. (*Greenwood et al., 1988*), анализируя влияние шока эффективности инвестиций в теоретической модели общего равновесия, построенной в неоклассических традициях реального бизнес-цикла. Как отмечают Гринвуд и др. (*Greenwood et al., 1988*), важность шока эффективности инвестиций как источника флуктуаций выпуска отмечалась еще в работах Кейнса (*Keynes, 1936*).

Данный шок имеет принципиальное отличие от нейтрального по Хиксу изменения технологии, которое оказывает непосредственное влияние на производительность капитала и труда. При моделировании же шока эффективности инвестиций предполагается, что текущие технологические изменения оказывают влияние только на производительность вновь установленного капитала, оставляя без изменений производительность капитала, накопленного к текущему времени.

Таким образом, положительный шок эффективности инвестиций увеличивает производительность капитала и труда только с течением времени по мере накопления нового более производительного капитала и амортизации существующего менее производительного капитала. В рассматриваемом контексте изменение производительности факторов производства становится эндогенным, так как динамика производительности определяется из инвестиционных решений о накоплении капитала. И, следовательно, механизм влияния на экономику шока эффективности инвестиций отличается от влияния нейтрального по Хиксу технологического шока в теории реального бизнес-цикла.

Что касается вклада изменения эффективности инвестиций в динамику экономики, Гринвуд и др. (*Greenwood et al., 1997*) на основе симуляций откалиброванной динамической модели общего равновесия приходят к выводу, что примерно 60% послевоенного роста производительности экономики США может быть отнесено именно к росту эффективности инвестиций. При анализе краткосрочных колебаний Гринвуд и др. (*Greenwood et al., 2000*) делают вывод, что шоки эффективности инвестиций обуславливают около 30% вариации выпуска.

К аналогичным выводам приходит Фишер (*Fisher, 2006*), оценивая структурную векторную авторегрессию, идентификация которой проводится на основе теоретической модели общего равновесия, также построенной в неоклассических традициях реального бизнес-цикла. На основе эконометрического анализа Фишер заключает, что нейтральные по Хиксу технологические шоки и шоки эффективности инвестиций совместно объясняют 73% вариации отработанных часов и 44% вариации выпуска в период до 1982 г., после 1982 г. – 38% вариации отработанных часов и 80% вариации выпуска. Причем большая часть вариации была обусловлена шоками эффективности инвестиций.

В дальнейшем исследовании шоков эффективности инвестиций получили широкое распространение как при построении DSGE моделей закрытых экономик (см., например, *Ireland, Schuh, 2008; Justiniano et al., 2010; 2011; Schmitt-Grohe, Uribe, 2011; Khan, Tsoukalas, 2011*), так и при анализе международных деловых циклов (см., например, *Ireland, 2011; Mandelman et al., 2011; Raffo, 2010*). Стоит также отметить, что в моделях с номинальными жесткостями растет число отработанных часов в ответ на положительный шок эффективности инвестиций по сравнению с нейтральным по Хиксу технологическим изменением. Канова и др. (*Canova et al., 2010*), используя структурную векторную авторегрессию, тестируют на эмпирических данных экономики США влияние на выпуск и отработанные часы шока эффективности инвестиций и нейтрального по Хиксу технологического шока. Тестируя множество альтернативных спецификаций, авторы приходят к выводу, что отработанные часы робастно растут в ответ на первый шок и робастно падают в ответ на второй.

Перейдем к анализу функций импульсного отклика на шок эффективности инвестиций в предлагаемой в настоящей работе DSGE модели для российской экономики. Рассматриваемый шок оказывает влияние на эффективность инвестиций в обоих секторах конечного производства. При имитационном анализе предполагается, что динамика рассматриваемого типа технологического изменения описывается стационарным AR(1) процессом с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9.

На *рис. 9* представлены графики функций импульсного отклика на шок эффективности инвестиций, равный 5%. Рассматриваемый шок представляет собой технологическое изменение, которое увеличивает производительность вновь установленного капитала, оставляя без изменений производительность капитала, накопленно-

го к моменту реализации шока. В рамках модели данный процесс моделируется таким образом, что каждая дополнительная единица реальных инвестиций начинает увеличивать «эффективный» капитал в некоторой большей пропорции, что, конечно, является сильным упрощением реальности.

Рост эффективности инвестиций увеличивает доходность от инвестирования в капитал, что приводит к инвестиционному буму. Динамика инвестиций демонстрирует куполообразный отклик с пиком порядка 5% через 1.5–2 года, что соответствует значительному накоплению эффективного капитала. При росте объемов использования капитала в производстве увеличивается предельный продукт труда и нефти, и, соответственно, фирмы увеличивают спрос на данные два фактора производства.

Потребление домашних хозяйств падает в краткосрочном периоде, и глубина падения составляет около 0.5%, что происходит в связи с межвременным замещением текущего потребления и досуга в пользу будущего, вызванного ростом доходности от инвестирования в физический капитал и ростом реального процента. В дальнейшем наблюдается рост потребления на 0.5% относительно долгосрочного равновесия, который сохраняется в течение достаточно продолжительного периода времени, и совокупное благосостояние домашних хозяйств растет. Также наблюдается рост выпуска торгуемых и неторгуемых товаров и реального ВВП. Пик роста реального ВВП составляет 0.8% через 2.5 года, торгуемого выпуска – 2% через 5 лет, неторгуемого – 0.9% через 2 года.

Снижение потребления в течение первого периода является «отрицательным» эффектом дохода на предложение труда, что соответствует росту предложения труда. Это одновременно с ростом спроса на труд со стороны фирм ведет к увеличению отработанных часов в обоих секторах экономики.

В результате количество отработанных часов увеличивается в обоих секторах производства конечного продукта и, соответственно, в целом по экономике в краткосрочном периоде. При этом реальная зарплата растет на большей части рассматриваемого периода. Это означает, что в целом эффект роста спроса на труд превалирует над эффектом роста предложения труда, наблюдаемым в течение первого времени. Пик роста отработанных часов в торгуемом секторе составляет порядка 1.5%, в неторгуемом секторе – 1%, в целом по экономике – 0.9%. При этом совокупные отработанные часы остаются выше долгосрочного уровня в течение всего рас-

смаатриваемого промежутка времени, и их прирост асимптотически затухает к нулю.

Отработанные часы в неторгуемом секторе демонстрируют снижение по отношению к стационарному равновесию через 3 года, т.е. происходит перераспределение трудовых ресурсов в пользу торгуемого сектора, что означает большую отдачу труда в торгуемом секторе в среднесрочной перспективе при одинаковом увеличении эффективности инвестиций в обоих секторах производства товаров конечного потребления.

Стоит отметить, что рассматриваемый технологический шок не приводит к какому-либо росту совокупной факторной производительности в первый момент времени. Рост выпуска наблюдается исключительно за счет экстенсивного увеличения использования факторов производства. Так, увеличиваются загрузка установленного капитала, объем использованной энергии и количество отработанных часов. Рост эффективности инвестиций по мере накопления нового капитала увеличивает производительность факторов производства, что, в свою очередь, снижает предельные издержки у фирм. Понижение предельных издержек ведет к снижению темпов роста цен относительно долгосрочного уровня. В отличие от шока совокупной факторной производительности, инфляция потребительских цен не демонстрирует первоначального резкого снижения, а демонстрирует плавное снижение со значением в низшей точке, равным -0.08% в квартал через два года, что составляет около 0.3% в годовом исчислении.

Данная инерционная динамика обусловлена тем, что предельные издержки у фирм снизятся только в будущем, но фирмы находят для себя оптимальным снижать свои цены постепенно в течение достаточно продолжительного периода времени в связи с жесткостью ценовых показателей. Падение относительных цен торгуемых и неторгуемых товаров по отношению к импортным товарам составляет порядка 1% . Таким образом, наблюдается ослабление обменного курса.

Снижение цен отечественных торгуемых товаров приводит к росту спроса на них со стороны внешнего сектора (движение вдоль кривой спроса), что вызывает рост экспорта торгуемых товаров. Здесь не наблюдается скачка в момент реализации шока, а динамика торгуемого экспорта демонстрирует достаточно инерционное постепенное увеличение с пиком в 2.5% через 5 лет. Совокупный же экспорт в долларовом выражении падает, что вызвано падением экспорта нефти, так как из-за расширения внутреннего производ-

ства произошло увеличение потребления нефти на внутреннем рынке.

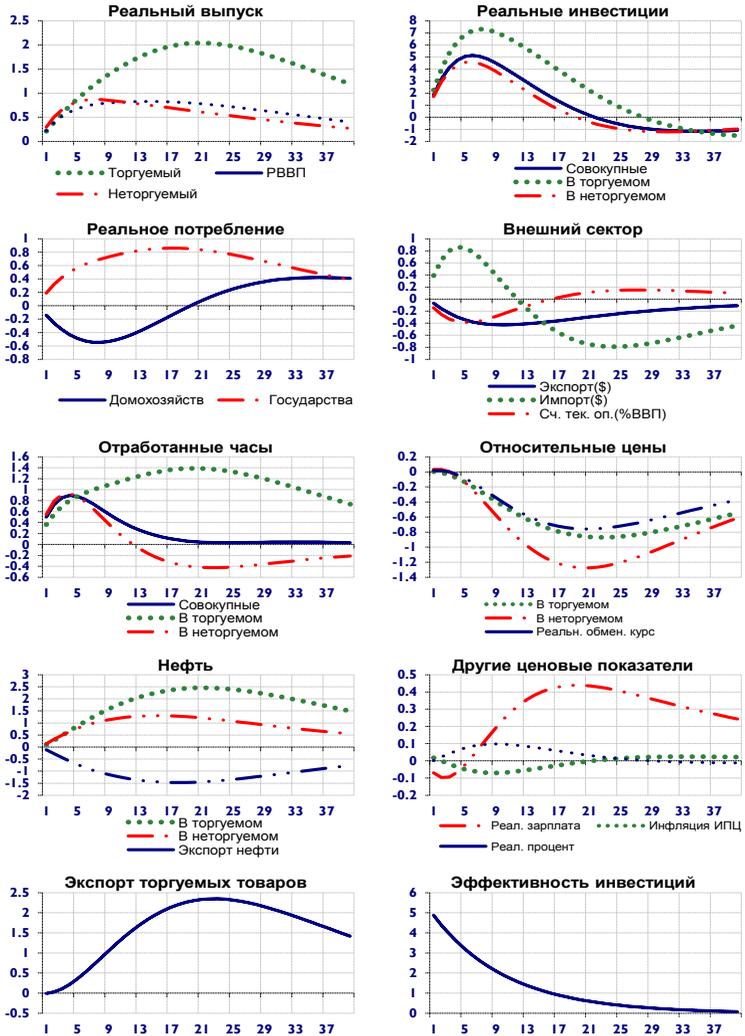


Рис. 9. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост эффективности инвестиций

В отличие от шока совокупной факторной производительности, положительный шок эффективности инвестиций приводит к отрицательному сальдо счета текущих операций в краткосрочном периоде, и наблюдается снижение чистых иностранных активов. Это соответствует падению совокупного экспорта наряду с увеличением импорта в первые 2.5 года. Несмотря на то что потребление домохозяйств падает в начале периода, импорт растет, что обусловлено инвестиционным бумом и в том числе ростом спроса на импортные торгуемые товары для формирования инвестиционного блага.

В заключение к описанию динамических функций импульсного отклика в ответ на шок эффективности инвестиций отметим, что характер поведения экономики в ответ на данный шок значительно отличается от стандартного в теории реального бизнес-цикла технологического изменения – шока совокупной факторной производительности. Здесь шок совокупной факторной производительности рассматривается в контексте предлагаемой модели с номинальными жесткостями.

Прежде всего, принципиальное отличие наблюдается в динамике отработанных часов. При положительном шоке совокупной факторной производительности происходит первоначальное падение отработанных часов, напротив, шок эффективности инвестиций приводит к их росту. Также динамические функции импульсного отклика в целом демонстрируют более инерционную и адаптивную динамику. Ключевым источником данных различий является то, что такое технологическое изменение, как рост эффективности инвестиций, не оказывает непосредственного влияния на производительность факторов производства в момент реализации шока, а увеличивает производительность только по мере накопления более эффективного капитала. То есть данный шок может более естественно отражать внедрение новых технологий в экономике.

Также наблюдается первоначальное падение потребления в ответ на положительный шок эффективности инвестиций, что и послужило основной критикой Барро и Кингом (*Barro, King, 1984*) того, что шок эффективности инвестиций не может являться основным источником делового цикла, так как не приводит к одностороннему движению макроэкономических переменных. Гринвуд и др. (*Greenwood et al., 1988*) показывают, что если специфицировать предпочтения домохозяйств без эффекта дохода на предложение труда, о которых уже говорилось при описании функций импульсного отклика в ответ на шоки мировых цен на нефть, и использовать спецификацию динамики накопления капитала, при

которой норма выбытия капитала зависит от интенсивности загрузки капитала, то можно получить положительный отклик потребления в ответ на шок эффективности инвестиций.

3.4. Шок спроса со стороны внешнего сектора

В данной части работы проанализируем эффект от роста спроса на отечественные торгуемые товары со стороны внешнего сектора, который может быть вызван ростом дохода мировой экономики или (при более детальном рассмотрении) ростом дохода в странах, которые являются основными торговыми партнерами России. Шок спроса может быть обусловлен не только ростом дохода, но и другими факторами, такими как шоки предпочтений домохозяйств, увеличивающие предельную полезность текущего потребления по сравнению с будущим, шоки денежно-кредитной политики. Другими источниками могут являться технологические шоки, такие как шок роста совокупной факторной производительности либо шок роста эффективности инвестиций. В свою очередь, данные источники роста спроса на отечественный торгуемый товар могут оказывать влияние на другие внешние переменные модели – на мировую процентную ставку и на цены импортных товаров. Причем может наблюдаться их диаметрально противоположный эффект на внешние переменные в зависимости от того, были ли первоисточниками роста спроса на отечественный торгуемый товар шоки спроса или шоки предложения. В нашем имитационном анализе мы абстрагируемся от такого более детального анализа и рассматриваем только рост внешнего спроса на отечественные товары.

На *рис. 10* представлены графики динамических функций импульсного отклика на шок внешнего спроса, который приводит к росту мирового спроса на отечественные торгуемые товары за исключением энергоресурсов на 5% при каждом возможном уровне цены на отечественную продукцию.

Здесь также предполагается стационарный AR(1) процесс для соответствующей экзогенной переменной внешнего спроса с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9. Рост внешнего спроса приводит к росту экспорта торгуемых товаров на 4% и к росту торгуемого выпуска на 2% в момент реализации шока, которые затухают со временем. Ввиду номинальных жесткостей фирмы в торгуемом секторе не могут резко изменить свои цены и вынуждены удовлетворять весь спрос, почти не изменяя цены на свою продукцию, несмотря на рост предельных издержек.

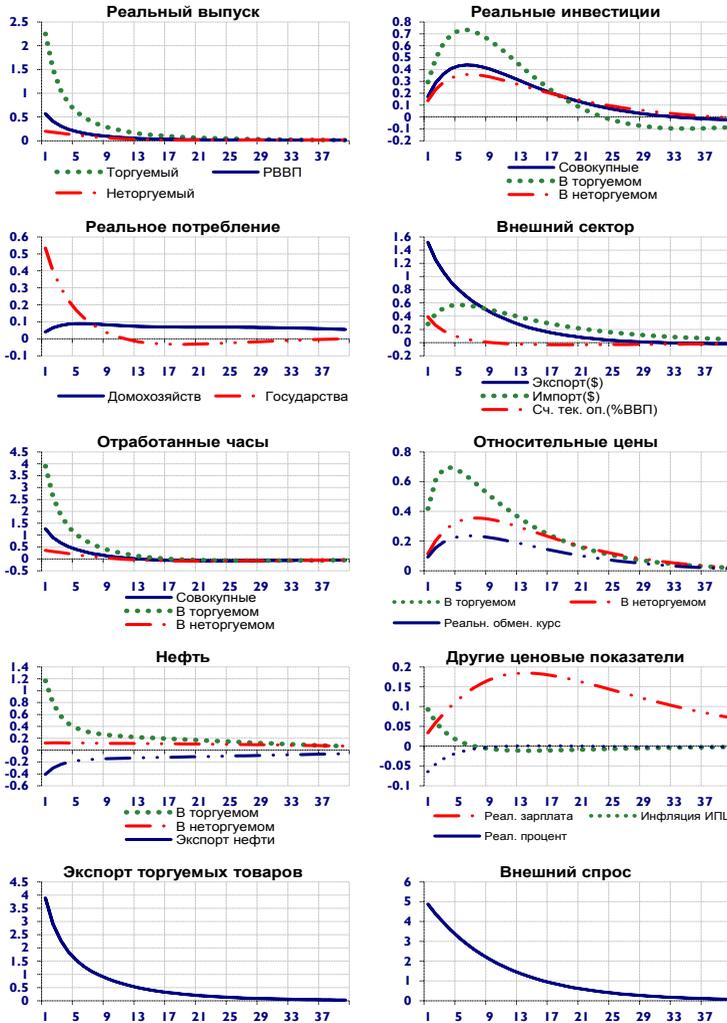


Рис. 10. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост внешнего спроса на отечественные товары

Соответственно, расширение выпуска происходит за счет более интенсивной загрузки факторов производства: загрузки капитала, использования энергии и количества отработанных часов. Более

интенсивная загрузка капитала связана с дополнительными затратами, что ведет к немедленному росту предельных издержек. А увеличение спроса на труд ведет к росту реальной заработной платы. Но изменение зарплаты домохозяйств также связано с издержками, что приводит к плавной динамике роста реальной заработной платы. Соответственно, увеличение предельных издержек фирм не является таким резким, что, в свою очередь, уменьшает рост цен в торгуемом секторе. Пик роста относительных цен торгуемых товаров по отношению к импортным товарам составляет около 1%, который наблюдается через 1 год.

Увеличение цен в неторгуемом секторе, как и увеличение использования труда и энергии, ведет к росту предельных продуктов капитала, выраженных в терминах цены выпускаемой продукции, в течение продолжительного периода времени. Это, в свою очередь, ведет к росту теневой цены капитала. Поскольку инвестиционный товар формируется из торгуемых, неторгуемых и импортных товаров, постольку цена инвестиционного товара растет в меньшей степени, чем цена торгуемых товаров. Соответственно, превышение теневой цены капитала над ценой инвестиционного товара ведет к росту инвестиций в торгуемом секторе с пиком роста в 0.7% через 1 год.

Также наблюдается положительное воздействие от роста внешнего спроса на выпуск неторгуемого сектора, что происходит из-за роста всех составляющих спроса на данный товар. Во-первых, из-за роста своих доходов домохозяйства увеличивают спрос на все товары, которые входят в их потребительскую корзину. Во-вторых, как было отмечено выше, фирмы в торгуемом секторе увеличивают спрос на инвестиции, одной из компонент которых являются неторгуемые товары. Государство также увеличивает спрос, что определяется спецификацией правила фискальной политики.

Таким образом, в неторгуемом секторе также наблюдается увеличение спроса, и здесь действуют механизмы, аналогичные торгуемому сектору, только с гораздо меньшим эффектом. Так, рост выпуска в неторгуемом секторе составляет 0.2% по сравнению с 2%-ным ростом в торгуемом. Количество отработанных часов увеличивается на 0.4% по сравнению с 4%-ным увеличением в торгуемом секторе. А пик инвестиций неторгуемого сектора составляет 0.4% по сравнению с ростом инвестиций в торгуемом секторе в 0.7%, что в совокупности приводит к росту агрегированных инвестиций на 0.5% через 1 год. Отметим, что столь малое увеличение инвестиций обусловлено специфицированной в модели низкой

инерционностью процесса для внешнего спроса, где коэффициент автокорреляции равен 0.9.

При увеличении значения данного параметра наблюдается повышение амплитуды функций импульсного отклика. Но на качественном уровне динамика не меняется. В реальности же шоки внешнего спроса могут быть как краткосрочными, так и длящимися в течение продолжительного времени, что может быть вызвано различными первоисточниками рассматриваемого роста внешнего спроса. Здесь мы не будем останавливаться на анализе более инерционного процесса внешнего спроса, так как в разделе 3.5 будет представлена численная симуляция с перманентным ростом внешнего спроса.

Несмотря на сокращение экспорта нефти, которое вызвано ростом внутреннего спроса на энергию, совокупный экспорт увеличивается за счет значительного расширения экспорта торгуемых товаров. Наблюдается профицит счета текущих операций. С одной стороны, домохозяйства сглаживают свое потребление во времени. С другой стороны, у домохозяйств есть привычки в потреблении. В совокупности это приводит к постепенному увеличению потребления, в частности, потребления импортных товаров. Инерционный рост инвестиций соответствует постепенному увеличению инвестиционного спроса на импортные товары. В результате агрегированный импорт имеет куполообразный отклик с пиком роста через 1 год в 0.5% и остается ниже роста экспорта в краткосрочном периоде, что соответствует профициту счета текущих операций и росту чистых иностранных активов национальной экономики.

3.5. Одновременный шок цен на нефть, производительности и спроса

В разделе 3.1.1 был приведен ряд гипотез, объясняющих, почему во время роста цен на нефть на мировом рынке в 2000-е годы не наблюдалось падения выпуска торгуемого сектора. В настоящей части работы мы приводим ряд численных экспериментов для иллюстрации механизмов, лежащих в основе данных гипотез. Здесь будет рассматриваться одновременное увеличение мировых цен на нефть, внешнего спроса на отечественные торгуемые товары и совокупной факторной производительности в торгуемом и неторгуемом секторах экономики. Сначала рассмотрим затухающие во времени шоки, далее перейдем к анализу перманентных изменений рассматриваемых экзогенных переменных. Предлагаемый численный имитационный анализ не призван описать реальные процессы,

происходившие в российской экономике, здесь лишь ставится задача демонстрации на качественном уровне соответствующих процессов.

На *рис. 11* и *12* представлены динамические функции импульсного отклика в случае затухающих во времени шоков и в случае перманентных изменений соответственно. Сплошная линия соответствует ситуации, в которой происходит только рост мировых цен на нефть на 30%. Средние экспортные цены сырой нефти Российской Федерации с I квартала 2000 г. по III квартал 2008 г. увеличились примерно в 5 раз. Конечно, данное увеличение было постепенным и не являлось одномоментным шоком на мировом рынке нефти. Однако с III по IV квартал 2008 г. падение цены составило порядка 40%. В данном иллюстративном эксперименте мы полагаем, что 30%-ное изменение цены является некоторым промежуточным, экономически интерпретируемым вариантом для анализа.

Линия, маркированная на рисунках точками, соответствует ситуации, в которой в дополнение к росту мировых цен наблюдается рост совокупной факторной производительности в торгуемом и неторгуемом секторах на 7.5%¹. Данное значение выбрано, чтобы продемонстрировать границу перехода, при которой рост произво-

¹ Данное значение в целом лежит в приемлемом диапазоне оценок годовых изменений СФП в российской экономике в период между кризисами 1998 и 2008 гг. (см., например, оценки СФП Бессонова (2003; 2004) для начала 2000-х годов). Но при работе с реальными данными возникает проблема измерения «истинной» СФП, очищенной от меняющейся загрузки факторов производства. В некотором смысле значительный рост СФП в российской экономике в данный период времени можно интерпретировать как восстановительный рост, при котором выпуск увеличивается без роста факторов производства за счет их большей загрузки. В модели же в настоящей работе рассматривается некоторая «истинная» СФП, которая меняется только за счет технологических изменений, и, соответственно, не совсем корректно проводить связь между измеренными на реальных данных изменениями СФП и соответствующей модельной переменной. Но технологические изменения, на наш взгляд, также имели место для российской экономики. Например, большая часть российских металлургических заводов, согласно ряду экспертных оценок, в настоящее время используют передовые мировые технологии. Отдельной достаточно интересной задачей является моделирование восстановительного роста. Но данную задачу сложно имплементировать. Одной из причин является неопределенность в начальных условиях. Например, стандартная предпосылка, при которой в экономике недостаточно капитальных мощностей и экономика находится на траектории ускоренного роста и накопления капитала в рамках перехода к долгосрочному равновесию, является достаточно сомнительной. Важными аспектами при моделировании восстановительного роста могут являться наличие большого, но морально и физически устаревшего капитала, низкая мобильность факторов производства в более эффективные отрасли, достаточно адаптивное приспособление спроса, обучение на собственном опыте (learning by doing), заимствование и адаптация технологий и др.

дительности компенсирует отрицательный эффект роста мировых цен на торгуемый сектор в среднесрочной перспективе. Линия штрихов соответствует ситуации, когда в дополнение к предыдущим двум шокам наблюдается рост внешнего спроса на отечественные торгуемые товары на 15%.

Для затухающих во времени шоков предполагается, что динамика экзогенных переменных описывается стационарными AR(1) процессами с коэффициентами автокорреляции, равными 0.95.

В случае затухающих шоков, как следует из *рис. 10*, рост производительности на 7.5% компенсирует падение выпуска в торгуемом секторе, вызванное 30%-ным ростом мировых цен на нефть. Для него наблюдается положительный отклик на всем рассматриваемом промежутке времени с пиком роста через 1 год на 7%. Экспорт товаров торгуемого сектора также демонстрирует рост в первые два года с пиком в 5%, после чего торгуемый экспорт показывает некоторую незначительную отрицательную динамику.

Таким образом, в случае затухающих шоков рост совокупной факторной производительности значительно меньше роста мировых цен на нефть способен приводить к расширению выпуска торгуемых товаров в краткосрочной перспективе и компенсировать негативное воздействие на торгуемый сектор в среднесрочной перспективе.

Если рассмотреть перманентные изменения, то рост производительности на 7.5% также приводит к росту выпуска и экспорта торгуемых товаров в краткосрочной перспективе. В среднесрочной перспективе воздействие на данные переменные будет отрицательным. Экспорт торгуемых товаров демонстрирует отрицательную динамику по отношению к изначальному уровню, начиная с 5-го квартала, а выпуск торгуемого сектора – через 4 года. Данная динамика обусловлена тем, что в случае перманентного роста мировых цен на нефть наблюдается более значительное увеличение перманентного дохода домохозяйств по сравнению со «стационарным» случаем, и домохозяйства в большей мере расширяют свой спрос на товары и услуги, что оказывает дополнительное повышающее давление на реальные заработные платы ввиду следующих механизмов.

С одной стороны, дополнительное расширение агрегированного спроса на товары и услуги приводит к росту совокупного спроса на труд со стороны фирм. С другой стороны, большее потребление домохозяйств соответствует большему эффекту дохода на предложение труда. Оба эффекта ведут к значительному росту реальных

заработных плат, что повышает предельные издержки фирм. Данный рост предельных издержек прежде всего оказывает отрицательный эффект на торгуемый сектор, который в большей мере конкурирует с импортными товарами.

Повышение совокупной факторной производительности соответствует снижению предельных издержек фирм, что улучшает конкурентоспособность производителей отечественной продукции. Но во втором случае данного роста производительности недостаточно для того, чтобы погасить отрицательное воздействие на отечественный торгуемый сектор роста мировых цен на 30%. Рассматриваемые эффекты можно проследить также из анализа динамики реального обменного курса.

Как следует из раздела 3.2, одновременный рост производительности в торгуемом и неторгуемом секторах ведет к понижающему давлению на цены в обоих производственных секторах экономики, что, в свою очередь, ослабляет реальный обменный курс национальной валюты. Соответственно, если в дополнение к росту мировых цен на нефть происходит рост совокупной факторной производительности в обоих секторах, то последний шок сдвигает кривую реального обменного курса вниз, что можно видеть на *рис. 11* и *12*. При этом в случае стационарных шоков реальный обменный курс ослабляется в течение первых 6 кварталов, после чего наблюдается его укрепление. Изначального ослабления национальной валюты могло не наблюдаться, скажем, если бы рассматривался рост производительности только в торгуемом секторе, или если бы рост производительности в торгуемом секторе значительно превышал рост производительности неторгуемого сектора, что соответствует случаю возникновения эффекта Балассы–Самуэльсона (*Balassa, 1964; Samuelson, 1964*). Но в случае перманентных изменений, как отобразено на *рис. 11*, ослабления национальной валюты не наблюдается.

Рост внешнего спроса оказывает дополнительный положительный эффект на торгуемый сектор. И в случае перманентных изменений экзогенных переменных, если в дополнение к росту производительности и цен на нефть происходит рост внешнего спроса на отечественные торгуемые товары на 15%, то наблюдается рост выпуска и экспорта торгуемых товаров, как в краткосрочной, так и в среднесрочной перспективе. При этом, например, в случае затухающих во времени шоков дополнительное увеличение экспорта торгуемых товаров составляет порядка 10%, а выпуска торгуемого

сектора – порядка 7%. Также рост внешнего спроса приводит к дополнительному укреплению национальной валюты.

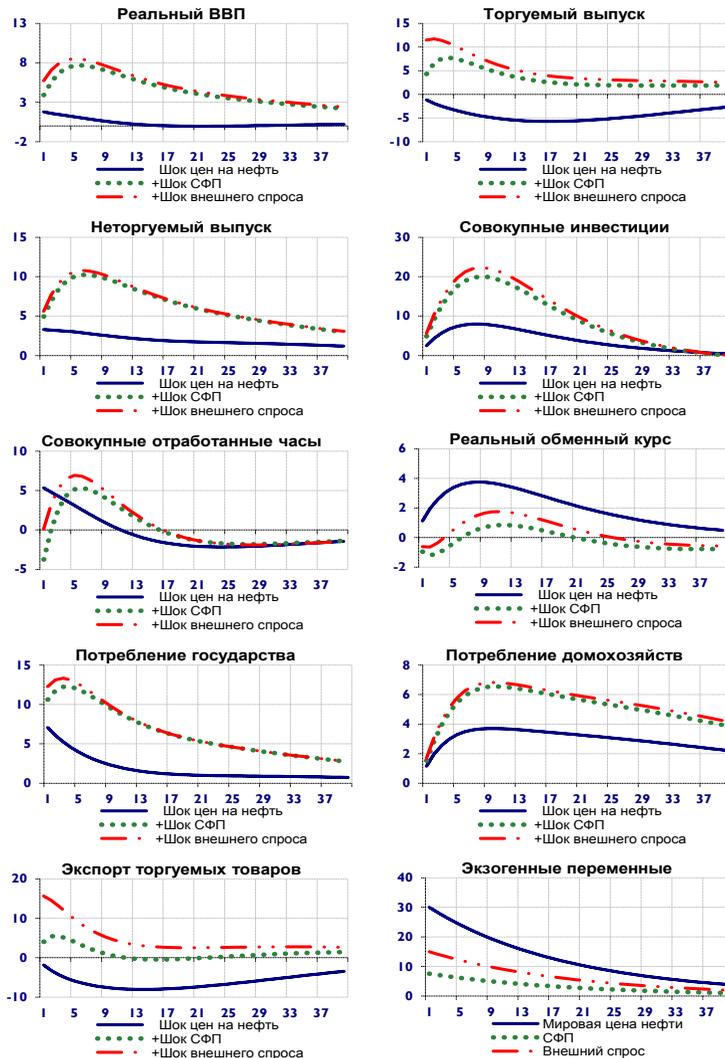


Рис. 11. Временный рост мировых цен на нефть (30%), производительности (7.5%) и мирового спроса (15%) на отечественные торгуемые товары

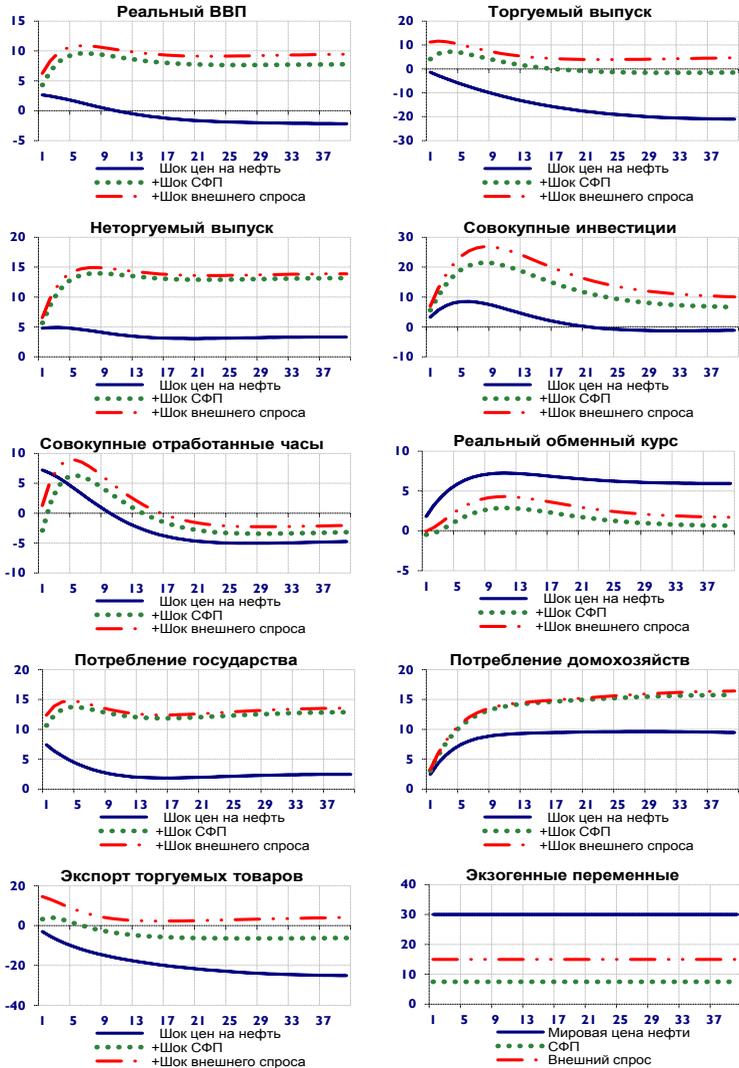


Рис. 12. Перманентный рост мировых цен на нефть (30%),
производительности (7.5%) и мирового спроса (15%)
на отечественные торгуемые товары

Что касается остальных рассматриваемых переменных, таких как реальный ВВП, потребление, инвестиции, то рост внешнего

спроса не оказывает на них такого значительного эффекта, а в большей мере определяет динамику торгуемого сектора. Динамика реального ВВП, неторгуемого выпуска, инвестиций и потребления в данном численном эксперименте в большей мере обусловлена изменением совокупной факторной производительности и мировых цен на нефть.

Таким образом, в настоящем разделе был предложен ряд численных экспериментов, которые демонстрируют, почему могло не наблюдаться падения российского выпуска и экспорта торгуемых товаров за исключением энергоресурсов во время значительного роста мировых цен на нефть. В качестве дополнительных движущих сил российской экономики были проанализированы шоки совокупной факторной производительности и шоки внешнего спроса на отечественные торгуемые товары. Данные шоки не являются единственными возможными объяснениями наблюдаемых фактов. В рамках имитационного анализа модель способна воспроизводить одновременный рост мировых цен на нефть, экспорта и выпуска торгуемых товаров, реальное укрепление национальной валюты, что на качественном уровне согласуется с динамикой российских макроэкономических переменных в 2000-е годы. Актуальной является задача: воспроизвести развитие экономики России в данный период времени с помощью некоторой последовательности описанных выше шоков. Это станет объектом дальнейших исследований.

3.6. Шок спроса со стороны домохозяйств

В настоящем и следующем разделах анализируем шоки предпочтений домохозяйств, которые сдвигают кривые предельных полезностей потребления и досуга. Особое внимание шоки предпочтений домохозяйств как отдельные источники макроэкономических колебаний получили, например, в работах Бакстер и Кинга (*Baxter, King, 1991*), Бенчивенги (*Bencivenga, 1992*), Паркина (*Parkin, 1988*) и Холла (*Hall, 1997*).

Сначала рассмотрим шок предпочтений, сдвигающий кривую предельной полезности потребления. В численном имитационном анализе рассмотрим шок, увеличивающий предельную полезность текущего потребления при прочих равных на 5%, который затухает со временем. Здесь, как и в предыдущем анализе, будет предполагаться стационарный AR(1) процесс с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9.

Рассматриваемый шок предпочтений увеличивает ценность текущего потребления по сравнению с будущим. И, соответственно, будет наблюдаться межвременное замещение между будущим и текущим потреблением в пользу последнего. Следовательно, данный шок можно трактовать как шок спроса со стороны домохозяйств. На *рис. 13* представлены графики динамических функций импульсного отклика на рассматриваемый шок спроса. Несмотря на то что наибольший рост предельной полезности соответствует первому периоду и в дальнейшем затухает, динамика потребления домашними хозяйствами демонстрирует куполообразный вид с пиком через 1 год в 1.5%. Это в большей степени обусловлено привычками в потреблении по сравнению со случаем без куполообразного отклика при отсутствии привычек.

Шок предельной полезности потребления ведет к росту спроса на все товары, которые входят в потребление домохозяйств: отечественные торгуемые, неторгуемые и импортные товары. Что в краткосрочной перспективе приводит к росту выпуска в неторгуемом секторе на 0.6%, торгуемого – на 0.1% и к росту реального ВВП на 0.4%. Доминирующим фактором роста выпуска является увеличение отработанных часов.

Действительно, увеличение предельной полезности потребления ведет к снижению предельной нормы замещения потребления досугом, что, в свою очередь, ведет к росту предложения труда домохозяйствами. Реальная заработная плата и отработанные часы демонстрируют противоположно направленную динамику, при которой низшая точка падения реальной заработной платы составляет – 0.4%, а пик роста отработанных часов равен 1%.

Оптимальный выбор фирм между факторами производства при падении реальной заработной платы приводит к замещению капитала и энергии трудом. Таким образом, рост потребления сопровождается вытеснением инвестиций. Так, глубина падения агрегированных инвестиций и инвестиций в торгуемом и неторгуемом секторах составляет около 2%, а падение объема используемой нефти в торгуемом и неторгуемом секторах – около 0.5%.

Часть роста спроса домашних хозяйств финансируется из-за границы за счет снижения позиции по чистым иностранным активам. Наблюдается дефицит платежного баланса, и глубина падения счета текущих операций составляет около 0.3% ВВП через 1 год. Это в большей мере обусловлено ростом импорта. Агрегированный экспорт также в целом демонстрировал положительную динамику, несмотря на падение экспорта торгуемых товаров, которое вызвано

ростом их относительных цен. Данное падение компенсировалось ростом в среднесрочной перспективе экспорта нефти.

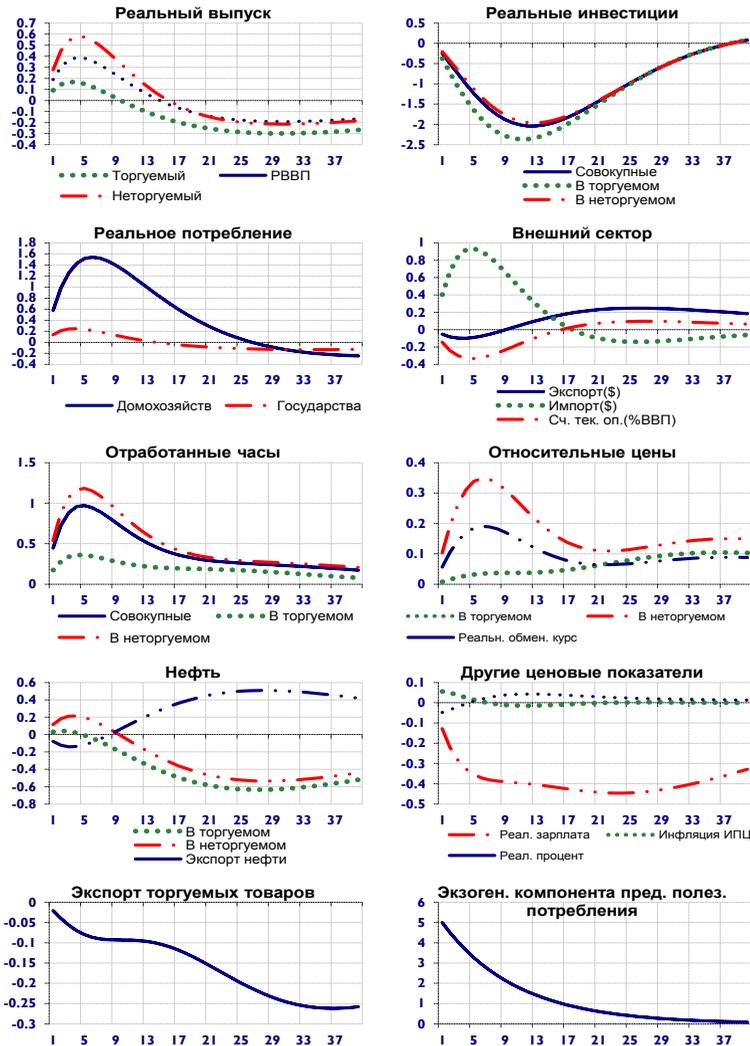


Рис. 13. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост предельной полезности потребления

3.7. Шок предложения труда

В настоящем разделе исследуем шок предельной полезности досуга домохозяйств. В численном имитационном анализе рассмотрим шок, увеличивающий предельную полезность досуга в текущий момент времени при прочих равных на 5%, который затухает со временем. Здесь, как и в предыдущем анализе, будет предполагаться стационарный AR(1) процесс с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9. Данное возмущение фактически является отрицательным шоком предложения труда. Действительно, увеличение предельной полезности досуга ведет к росту предельной нормы замещения потребления досугом, что, в свою очередь, ведет к падению предложения труда домохозяйствами. То есть для домохозяйств досуг становится более ценным, и они готовы отказаться от дополнительной единицы досуга только при большем увеличении потребления. Вместе с тем необходима более высокая величина реальной заработной платы, чтобы при таком же уровне потребления обеспечить тот же уровень предложения труда.

На *рис. 14* представлены графики динамических функций импульсного отклика на рассматриваемый шок предложения труда. Отрицательный шок предложения труда оказывает повышающее давление на реальные зарплаты. Однако из-за жесткостей номинальных показателей реальная заработная плата демонстрирует куполообразный отклик с пиком через 2.5 года в 1%. Рост цен одного из факторов производства заставляет фирмы увеличивать свои цены и сокращать производство.

Сокращение производства усиливается за счет падения агрегированного спроса. Так, наблюдается падение спроса со стороны домохозяйств из-за падения их перманентного дохода. Фирмы замещают более дорогой труд другими факторами производства. Общее же падение выпуска снижает использование всех факторов производства. Это, в свою очередь, снижает накопление капитала, и инвестиционный спрос на отечественные товары падает. Потребление государства также падает в соответствии со специфицированным правилом фискальной политики. Низшая точка падения потребления составляет 0.3%, агрегированных инвестиций – 1%, государственного потребления – 0.8%.

Отрицательный шок предложения труда оказывает более значительное негативное влияние на торгуемый выпуск по сравнению с неторгуемым. Так, неторгуемый выпуск падает на 0.7%, а торгуемый – на 1.1%. Это вызвано тем, что торгуемые товары сильнее конкурируют с импортными товарами, цены которых не измени-

лись. Соответственно, при росте цен, который связан с ростом предельных издержек, происходит большее замещение торгуемых товаров импортными товарами. Пик увеличения цен торгуемых товаров по отношению к импортным товарам составляет 0.4%, неторгуемых товаров – 0.6%. Таким образом, данный шок предпочтений ведет к укреплению национальной валюты.

Что касается показателей внешней торговли, то совокупный экспорт в долларовом выражении падает приблизительно на 0.2% через 1 год. Динамика данного показателя обусловлена двумя противоположно направленными эффектами. С одной стороны, фирмы в торгуемом и неторгуемом секторах используют меньше энергии, что ведет к росту экспорта нефти с пиком через 5 лет в 0.4%. С другой стороны, рост цен в торгуемом секторе снижает спрос на отечественные товары со стороны внешнего мира, и экспорт торгуемых товаров снижается с глубиной падения в 1% через 2 года. Результирующий эффект на совокупный экспорт оказывается отрицательным.

Импорт также в целом демонстрирует отрицательную динамику с глубиной падения в 0.2% через 3 года, что вызвано падением агрегированного спроса отечественной экономики. Но данное падение импорта не является таким сильным по сравнению с падением производства внутри страны ввиду замещения отечественных торгуемых и неторгуемых товаров импортными. Наблюдается дефицит счета текущих операций в течение первых 2.5 года, и экономика аккумулирует заимствования на иностранном финансовом рынке, после чего счет текущих операций становится положительным и внешний долг начинает уменьшаться.

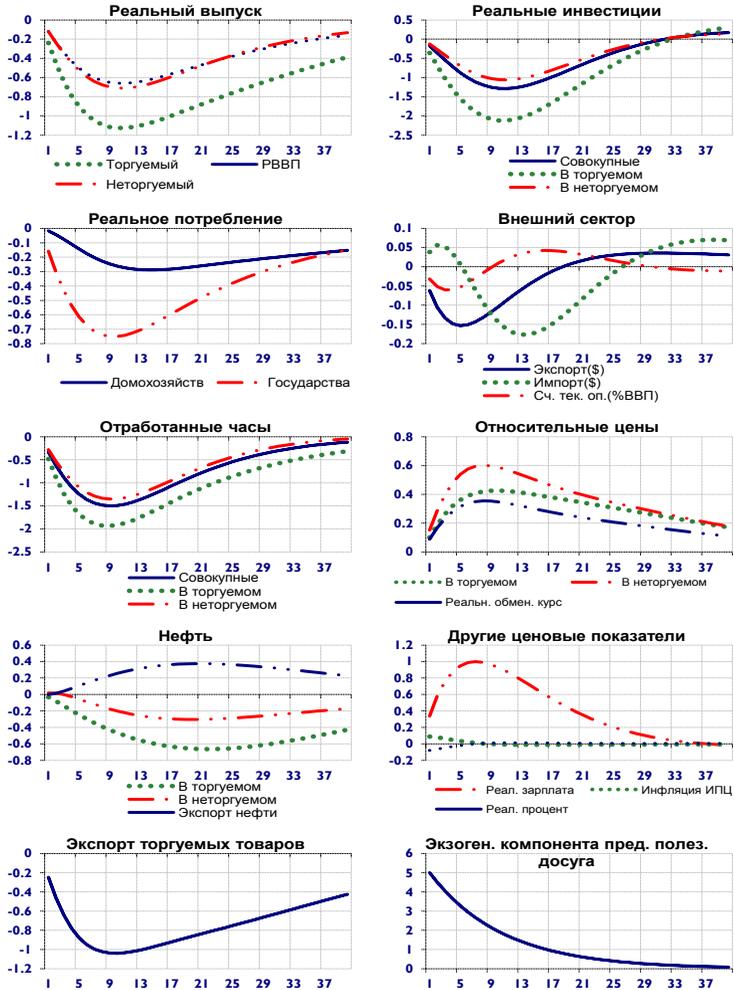


Рис. 14. Функции импульсного отклика на 5%-ный рост предельной полезности досуга

3.8. Шок премии за риск

В настоящем разделе рассмотрим шок премии за риск, связанный с вложениями в отечественные активы. Анализ возмущения

такого характера является актуальным для российской экономики, так как наблюдается достаточно высокая волатильность потоков капитала и премий за риск. Оба кризиса 1998 и 2008 гг. сопровождались значительным оттоком капитала из России и ростом премии за риск. Если в качестве индикатора данной премии использовать индекс «EMBI+ Россия спред», то в результате кризиса 1998 г. рост данного индекса составил около 50%, а в результате кризиса 2008 г. – несколько процентов. Несомненно, влияние одного и того же изменения премии за риск на экономику было различным ввиду намного меньшей интеграции России во время кризиса 1998 г. в мировой финансовый рынок.

Эконометрические оценки Дробышевского (*Дробышевский, 2011, глава 5*) на периоде 1999–2007 гг. свидетельствуют в пользу статистически значимого влияния потоков капитала на макроэкономические показатели российской экономики, в том числе на темпы роста отечественного ВВП и инвестиции в основной капитал. При этом роль потоков капитала в объяснении динамики макроэкономических переменных России значительно усилилась со временем. Так, в рамках эконометрического оценивания на периоде 1995–2004 гг. (*Дробышевский, Трунин, 2006*) не было обнаружено статистически значимой зависимости темпов роста отечественного ВВП и инвестиций в основной капитал от притока инвестиций в нашу страну.

Следует отметить, что часть изменения потоков капитала и спредов процентных ставок могла быть эндогенной и вызванной внутренними фундаментальными факторами, а другая часть – экзогенным изменением настроения инвесторов. В работе (*Neumeier, Perri, 2005*) тестируются две альтернативные спецификации при анализе делового цикла Аргентины. В первой спецификации предполагается, что премия за риск является экзогенной переменной для рассматриваемой экономики. Во второй спецификации рассматривается диаметрально противоположное предположение о том, что премия за риск полностью обусловлена фундаментальными переменными. Авторы строят динамическую модель общего равновесия и приходят к выводу, что вторая спецификация лучше согласуется с эмпирическими закономерностями делового цикла Аргентины.

Уриб и Юэ (*Uribe, Yue, 2006*) исследуют влияние шоков премии за риск на деловой цикл в развивающихся экономиках, а также то, насколько деловой цикл в рассматриваемых странах обуславливает динамику премий за риск. В работе оценивается структурная век-

торная авторегрессия по 6 развивающимся странам. Авторы приходят к выводу, что порядка 12% делового цикла по рассматриваемой выборке стран объясняется экзогенными шоками в премии за риск. При этом экзогенные шоки премии за риск объясняют порядка 60% самой вариации переменной премии за риск. Это означает, что 40% вариации данной переменной обусловлено фундаментальными экономическими шоками, такими как шоки производительности рассматриваемых экономик и шоки мировых процентных ставок. Также в работе предлагается динамическая модель общего равновесия для объяснения полученных результатов.

В работе (*Garcia-Cicco et al., 2010*) авторы приходят к выводу, что включение в модель реального бизнес-цикла малой открытой экономики шоков предпочтений и шоков премии за риск может значительно улучшить согласованность модели с эмпирическими данными бизнес-цикла Аргентины. При этом шоки премии за риск объясняют порядка 60% вариации роста инвестиций и порядка 80% вариации торгового баланса в долях в ВВП.

Таким образом, экзогенные изменения в премии за риск, которые могут быть вызваны, например, изменениями в предпочтениях инвесторов и изменениями в политической ситуации рассматриваемой экономики, могут в значительной мере обуславливать деловой цикл. Но существенная часть премии за риск может сама значительно зависеть от фундаментальных переменных рассматриваемой экономики.

В численном имитационном анализе рассмотрим шок, увеличивающий премию за риск на 0.25% в квартал в рамках специфицированной продолжительности одного периода времени в модели, что соответствует 1% годовых. Здесь, как и в предыдущем анализе, будет предполагаться стационарный AR(1) процесс с коэффициентом автокорреляции, равным 0.9. Динамические функции импульсного отклика отображены на *рис. 14*. Шок премии за риск делает менее привлекательными вложения в отечественные ценные бумаги по сравнению с зарубежными активами. При неизменной процентной ставке на мировом финансовом рынке наблюдается рост номинального процента в отечественной экономике.

В свою очередь, рост процентных ставок снижает внутренние компоненты спроса, чувствительные к проценту: потребление домашних хозяйств и инвестиции. Это ведет к падению реального ВВП на 0.2%. Падение совокупных инвестиций и инвестиций в торгуемом и неторгуемом секторах составляет около 1%. Потребление домашних хозяйств падает на 0.4%.

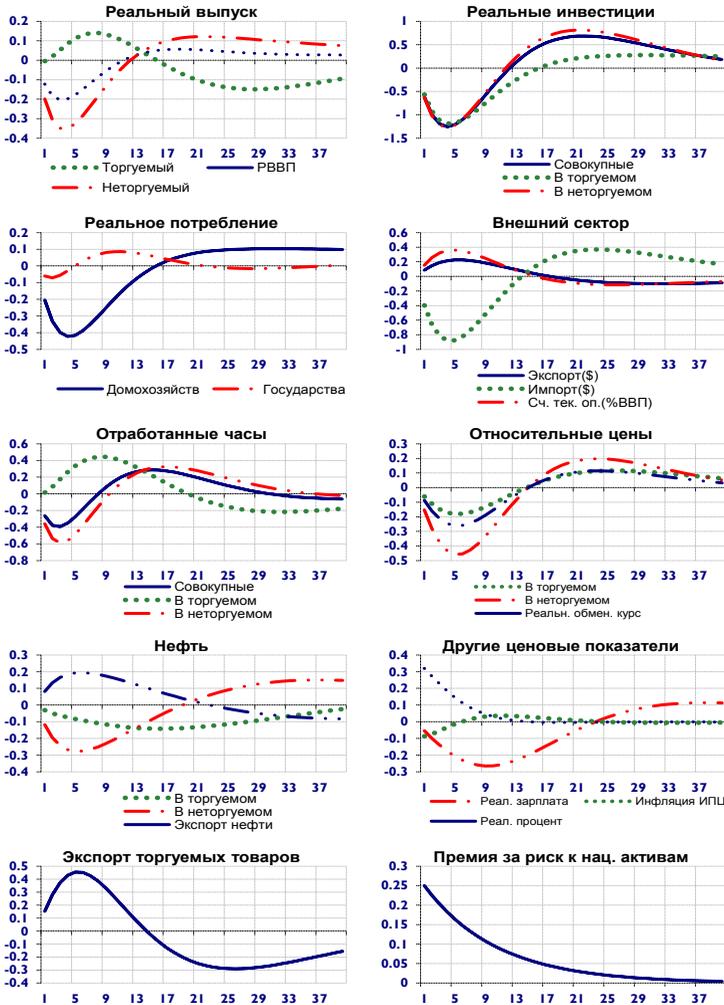


Рис. 15. Функции импульсного отклика на 0.25%-ный рост премии за риск к национальным активам

Спад агрегированного спроса соответствует меньшей загрузке факторов производства, так как для производства меньшего объема выпуска необходим меньший объем всех факторов производства.

Падение агрегированных отработанных часов составляет 0.4%. Однако из-за снижения потребления наблюдается положительный эффект дохода на предложение труда. Это наряду со снижением спроса на труд оказывает понижающее давление на заработные платы. Глубина падения реальных заработных плат составляет около 0.2% через 2.5 года. Это, в свою очередь, отрицательно влияет на предельные издержки фирм и оказывает понижающее давление на цены. Относительные цены в неторгуемом секторе по отношению к импортным товарам падают на 0.5%, а в торгуемом секторе – на 0.2%. Таким образом, наблюдается ослабление национальной валюты.

Снижение цен на отечественные торгуемые товары увеличивает их конкурентоспособность на мировом рынке, и внешний спрос на них растет, что соответствует движению вдоль кривой внешнего спроса. Пик экспорта отечественных торгуемых товаров составляет 0.5%, что гасит отрицательный эффект от падения внутреннего спроса, и торгуемый выпуск растет на 0.2%. Неторгуемый выпуск падает на 0.4%.

Наблюдается рост отработанных часов в торгуемом секторе при их падении в неторгуемом секторе и на агрегированном уровне экономики в целом. Пик роста отработанных часов в торгуемом секторе составляет 0.5%, что наряду с падением использованной энергии и инвестиций в торгуемом секторе соответствует замещению других факторов производства более дешевым трудом.

Что касается показателей внешней торговли, то совокупный экспорт в долларовом выражении растет на 0.2%, это происходит за счет одновременного роста экспорта нефти и торгуемых товаров. Совокупный же импорт падает почти на 1%, что вызвано как падением совокупного агрегированного спроса в отечественной экономике, так и импортозамещением, при котором импортные товары замещаются более дешевыми отечественными товарами. В результате наблюдается профицит счета текущих операций в течение четырех лет, пик которого составляет около 0.4% ВВП. Чистые иностранные активы увеличиваются примерно на 3% ВВП через 3 года, после чего данный показатель начинает снижаться.

Заключение

В настоящей работе предложена динамическая стохастическая модель общего равновесия для российской экономики. На основе откалиброванной модели проанализировано влияние на экономику ряда фундаментальных шоков, исследование которых получило широкое распространение в литературе по построению моделей деловых циклов, в том числе детально рассматривается эффект от изменения мировых цен на нефть.

В рамках численного имитационного анализа при исследовании эффекта от изменения мировых цен на нефть был проведен анализ чувствительности результатов по параметрам модели и изучены стабилизирующие свойства альтернативных правил фискальной политики относительно государственных расходов на конечное потребление товаров и услуг.

В работе был приведен ряд гипотез, почему во время значительного роста цен на нефть на мировом рынке в 2000-е годы не наблюдалось падения выпуска и экспорта торгуемого сектора из-за эффекта «голландской болезни». В рамках имитационного анализа модель способна воспроизводить одновременный рост мировых цен на нефть, увеличение экспорта и выпуска торгуемых товаров, реальное укрепление национальной валюты, если в дополнение к росту мировых цен на нефть рассмотреть повышение совокупной факторной производительности и рост внешнего спроса на отечественные торгуемые товары.

Кроме изменения мировых цен на нефть, в работе проанализировано влияние на российскую экономику таких фундаментальных шоков, как шоки совокупной факторной производительности, в том числе рассмотрен эффект Балассы–Самуэльсона, шоки эффективности инвестиций, шоки спроса со стороны внешнего сектора, шо-

ки предпочтений домохозяйств, шоки премии за риск, связанный с вложениями в отечественные активы.

Полученные результаты в рамках численных симуляций приводят к разумным и непротиворечивым выводам, которые качественно согласуются с российской действительностью. Для получения более точных количественных оценок необходима непосредственная оценка модели на исторических данных. Актуальным является вопрос о том, насколько хорошо модель способна описывать кризис 2008 г. Здесь было бы интересно получить разложение падения выпуска и других макроэкономических переменных по ряду экзогенных шоков.

Перспективным направлением дальнейших исследований является построение модели с детализированным фискальным сектором и с широким набором фискальных инструментов политики, что может позволить лучше приблизить модель к реальности и проводить анализ актуальных аспектов российской фискальной политики.

Литература

1. Андреев М.Ю., Поспелов И.Г., Поспелова И.И., Хохлов М.А. Технология моделирования экономики и модель современной экономики России. М.: МИФИ, 2007.
2. Бессонов В.А. О динамике совокупной факторной производительности в российской переходной экономике // Энтов. Р., Луговой О., Астафьева Е., Бессонов В., Воскобойников И., Турунцева М., Некипелов Д., Факторы экономического роста российской экономики. Раздел 2. Научные труды № 70Р. М.: ИЭПП, 2003.
3. Бессонов В.А. О динамике совокупной факторной производительности в российской переходной экономике // Экономический журнал ВШЭ. 2004. № 8 (4). С. 512–587.
4. Бобылев Ю.Н., Идрисов Г.И., Синельников-Мурылев С.Г. Экспортные пошлины на нефть и нефтепродукты: необходимость отмены и сценарный анализ последствий. Научные труды № 161. М.: Изд-во Института Гайдара, 2012.
5. Бродский Б.Е. О влиянии реального обменного курса рубля на российскую экономику // Прикладная эконометрика. 2006. № 4 (4). С. 90–104.
6. Вдовиченко А.Г., Воронина В.Г. Правила денежно-кредитной политики Банка России. М.: ЕЕРС, 2004.
7. Гайдар Е.Т. Собрание сочинений в 15 т. Т. 4. М.: Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2012.
8. Горюнов Е., Трунин П. Банк России на перепутье: нужно ли смягчать денежно-кредитную политику? // Вопросы экономики. 2013. № 6. С. 1–16.

9. Гурвич Е., Соколов В., Улюкаев А. Оценка вклада эффекта Балассы–Самуэльсона в динамику реального обменного курса рубля // Вопросы экономики. 2008. № 7. С. 12–30.
10. Гуриев С., Сонин К. Экономика «ресурсного проклятия» // Вопросы экономики. 2008. № 4.
11. Добрынская В.В. Эффект переноса и монетарная политика в России: что изменилось после кризиса 1998 г.? // Экономический журнал ВШЭ. 2007. № 11 (2). С. 213–233.
12. Дробышевский С., Козловская А. Внутренние аспекты денежно-кредитной политики России. Научные труды № 45Р. М.: ИЭПП, 2002.
13. Дробышевский С., Козловская А., Трунин П. Выбор денежно-кредитной политики в стране – экспортере нефти. Научные труды № 77Р. М.: ИЭПП, 2006.
14. Дробышевский С., Трунин П. Взаимодействие потоков капитала и основных макроэкономических показателей в Российской Федерации. Научные труды № 94Р. М.: ИЭПП, 2006.
15. Дробышевский С.М., Трунин П.В., Каменских М.В. Анализ правил денежно-кредитной политики Банка России в 1999–2007 гг. Научные труды № 127Р. М.: ИЭПП, 2009.
16. Дробышевский С., Кузмичева Г., Синельникова Е., Трунин П. Моделирование спроса на деньги в российской экономике в 1999–2008 гг. Научные труды № 136Р. М.: ИЭПП, 2010.
17. Дробышевский С.М. Количественные измерения денежно-кредитной политики Банка России. М.: Изд-во «Дело» РАНХиГС, 2011.
18. Евдокимова Т.В., Зубарев А.В., Трунин П.В. Влияние реального обменного курса рубля на экономическую активность в России. Научные труды № 165Р. М.: Изд-во Института Гайдара, 2013.
19. Иващенко С. Динамическая стохастическая модель общего экономического равновесия с банковским сектором и эндогенными дефолтами фирм. Европейский университет в Санкт-Петербурге. Препринт Ес-02/13, 2013.
20. Идрисов Г.И. Факторы спроса на импортные товары инвестиционного назначения в России. Научные труды № 138Р. М.: Ин-т Гайдара, 2010.
21. Кадочников П., Синельников-Мурылев С., Четвериков С. Импортозамещение в Российской Федерации в 1998–2002 гг. Научные труды № 62Р. М.: ИЭПП, 2003.

22. Кадочников П. Анализ импортозамещения в России после кризиса 1998 года. Научные труды № 95. М.: ИЭПП, 2006.
23. Казакова М.В., Синельников-Мурылев С.Г., Кадочников П.А. Анализ структурной и конъюнктурной составляющих налоговой нагрузки в российской экономике. Научные труды №129Р. М.: ИЭПП, 2009.
24. Казакова М.В., Синельников-Мурылев С.Г. Конъюнктура мирового рынка энергоносителей и темпы экономического роста России // Экономическая политика. 2009. № 5. С. 118–135.
25. Карев М.Г. Инфляция, реальный обменный курс и денежная политика в экономике с ограниченной эластичностью потока капитала по процентной ставке // Экономический журнал ВШЭ. 2009. № 13 (3). С. 329–359.
26. Карев М.Г. Задача выявления предпочтений Банка России. Имитационный подход // Журнал новой экономической ассоциации. 2011. № 9. С. 72–97.
27. Макаров В.Л., Афанасьев А.А., Лосев А.А. Вычислимая имитационная модель денежного обращения российской экономики // Экономика и математические методы. 2011. № 47 (1). С. 3–27.
28. Мельников Р.М. Влияние динамики цен на нефть на макроэкономические показатели российской экономики // Прикладная эконометрика. 2010. № 17 (1). С. 20–29.
29. Пекарский С.Э., Атаманчук М.А., Мерзляков С.А. Модель макроэкономической политики в экспортоориентированной экономике // Экономический журнал ВШЭ. 2008. № 12 (3). С. 337–364.
30. Пономарева Е.А., Божечкова А.В., Кнобель А.Ю. Факторы экономического роста: научно-технический прогресс. М.: Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2012.
31. Салицкий И. Перенос обменного курса рубля в цены импорта Российской Федерации // Экономическая политика. 2010. № 6. С. 176–195.
32. Сосунов К.А., Ушаков Н.Ю. Определение реального курса рубля и оценка политики долгосрочного таргетирования реального курса валюты // Журнал Новой экономической ассоциации. 2009. № 3–4. С. 97–121.
33. Трунин П., Князев Д., Кудюкина Е. Анализ факторов динамики обменного курса рубля. Научные труды № 144Р. М.: ИЭП им. Е.Т. Гайдара, 2010.

34. Турунцева М., Юдин А., Дробышевский С., Кадочников П., Пономаренко С., Трунин П. Некоторые подходы к прогнозированию экономических показателей. Научные труды № 89. М.: ИЭПП, 2005.
35. Синельникова-Мурылева Е. Инновации в сфере денежных платежей и спрос на деньги в России. Научные труды № 157Р. М.: Изд-во Института Гайдара, 2011.
36. Черемухин А. Паритет покупательной способности и причины отклонения курса рубля от паритета. Научные труды № 92Р. М.: ИЭПП, 2005.
37. Шмыкова С.В., Сосунов К.А. Влияние валютного курса на потребительские цены в России // Экономический журнал ВШЭ. 2005. № 9 (1). С. 3–16.
38. Юдаева К., Иванова Н., Каменских М. Что таргетирует Банк России? Обзор Центра макроэкономических исследований Сбербанка России. 2010. URL: http://www.sbrf.ru/common/img/uploaded/files/pdf/press_center/Review_100805.pdf
39. Abel A.B. Asset prices under habit formation and catching up with the Joneses // American Economic Review. 1990. Vol. 80 (2). P. 38–42.
40. Adjemian A., Bastani H., Juillard M., Mihoubi F., Perendia P., Ratto M., Villemot S. Dynare: reference manual, version 4: Dynare Working Papers № 1. CEPREMAP. 2011.
41. Adolfson M., Laseen S., Linde J., Villani M. Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through // Journal of International Economics. 2007. Vol. 72 (2). P. 481–511.
42. Adolfson M., Laseen S., Linde J., Villani M. Evaluating an estimated new Keynesian small open economy model // Journal of Economic Dynamics and Control. 2008. Vol. 32 (8). P. 2690–2721.
43. Altig D., Christiano L.J., Eichenbaum M., Linde J. Firm-specific capital, nominal rigidities and the business cycle // Review of Economic Dynamics. 2011. Vol. 14 (2). P. 225–247.
44. Anderson G., Moore G. A linear algebraic procedure for solving linear perfect foresight models // Economic Letters. 1985. Vol. 17 (3). P. 247–252.
45. Arrow K.J., Chenery H.B., Minhas B.S., Solow R.M. Capital-labor substitution and economic efficiency // Review of Economics and Statistics. 1961. Vol. 43 (3). P. 225–250.

46. Backus D.K., Crucini M.J. Oil prices and terms of trade // *Journal of International Economics*. 2000. Vol. 50. P. 185–213.
47. Balassa B. The purchasing power parity doctrine: a reappraisal // *Journal of Political Economy*. 1964. Vol. 72 (6). P. 584–596.
48. Barro R., King R. Time-separable preferences and intertemporal-substitution models of business cycles // *Quarterly Journal of Economics*. 1984. Vol. 99 (4). P. 817–839.
49. Basu S., Fernald J.G., Kimball M.S. Are technology improvements contractionary? Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Paper 625. 1999.
50. Basu S., Fernald J.G., Kimball M.S. Are technology improvements contractionary? // *American Economic Review*. 2006. Vol. 96 (5). P. 1418–1448.
51. Baxter M., King R.G. Productive externalities and business cycles. Federal Reserve Bank of Minneapolis. Institute for Empirical Macroeconomics Discussion Paper 53. 1991.
52. Baxter M., King R.G. Fiscal Policy in General Equilibrium // *American Economic Review*. 1993. Vol. 83 (3). P. 315–334.
53. Bencivenga V. An econometric study of hours and output variation with preference shocks // *International Economic Review*. 1992. Vol. 33(2). P. 449–471.
54. Berndt E.R., Christensen L.R. The internal structure of functional relationships: separability, substitution and aggregation // *Review of Economic Studies*. 1973. Vol. 40 (3). P. 403–410.
55. Berndt E.R., Wood D.O. Technology, prices, and the derived demand for energy // *Review of Economics and Statistics*. 1975. Vol. 57 (3). P. 259–268.
56. Berndt E.R., Wood D.O. Engineering and econometric interpretations of energy-capital complementarity // *American Economic Review*. 1979. Vol. 69 (3). P. 342–354.
57. Bilal M., Klenow P. Some evidence on the importance of sticky prices // *Journal of Political Economy*. 2004. Vol. 112. P. 947–985.
58. Blanchard O.J. Debt, deficits, and finite horizons // *Journal of Political Economy*. 1985. Vol. 93 (2). P. 223–247.
59. Blanchard O.J., Gali J. Labor markets and monetary policy: a new Keynesian model with unemployment // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2010. Vol. 2 (2). P. 1–30.
60. Blanchard O.J., Kahn C.M. The solution of linear difference models under rational expectations // *Econometrica*. 1980. Vol. 48 (5). P. 1305–1311.

61. Burnside A.C., Eichenbaum M.S., Rebello S.T., Sectoral Solow residuals // *European Economic Review*. 1996. Vol. 40 (3–5). P. 861–869.
62. Caballero R.J. Macroeconomics after the crisis: time to deal with the pretense-of-knowledge syndrome // *Journal of Economic Perspectives*. 2010. Vol. 24 (4). P. 85–102.
63. Calvo G.A. Efficient and optimal utilization of capital services // *American Economic Review*. 1975. Vol. 65 (1). P. 181–186.
64. Calvo G.A. Staggered prices in a utility-maximizing framework // *Journal of Monetary Economics*. 1983. Vol. 12. P. 383–398.
65. Campbell J.Y., Cochrane J.H. By force of habit: a consumption-based explanation of aggregate stock market behavior // *Journal of Political Economy*. 1999. Vol. 107 (2). P. 205–251.
66. Canova F., Lopez-Salido D., Michelacci C. The effects of technology shocks on hours and output: a robustness analysis // *Journal of Applied Econometrics*. 2010. Vol. 25 (5). P. 755–773.
67. Carlstrom C.T., Fuerst T.S. Oil price, monetary policy, and counterfactual experiments // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2006. Vol. 38 (7). P. 1945–1958.
68. Chari V.V., Kehoe P.J., McGrattan E.R. Business cycle accounting // *Econometrica*. 2007. Vol. 75 (3). P. 781–836.
69. Chari V.V., Kehoe P.J., McGrattan E.R. Are structural VARs with long-run restrictions useful in developing business cycle theory? // *Journal of Monetary Economics*. 2008. Vol. 55 (8). P. 1337–1352.
70. Chari V.V., Kehoe P.J., McGrattan E.R. New Keynesian models: not yet useful for policy analysis // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2009. Vol. 1 (1). P. 242–266.
71. Christiano L.J. Why does inventory investment fluctuate so much? // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 21 (2–3). P. 247–280.
72. Christiano L.J., Eichenbaum M. Current real-business-cycle theories and aggregate labor market fluctuations // *American Economic Review*. 1992. Vol. 82 (3). P. 430–450.
73. Christiano L.J., Eichenbaum M., Evans C. Nominal rigidities and the dynamic effect of a shock to monetary policy. NBER Working Paper 8403. 2001.
74. Christiano L.J., Eichenbaum M., Evans C. Nominal rigidities and the dynamic effect of a shock to monetary policy // *Journal of Political Economy*. 2005. Vol. 113 (1). P. 1–45.

75. Christiano L.J., Eichenbaum M., Vigfusson R. What happens after a technology shock? Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Paper 768. 2003.
76. Christiano L.J., Eichenbaum M., Vigfusson R. The response of hours to a technology shock: evidence based on direct measures of technology // *Journal of the European Economic Association*. 2004. Vol. 2 (2–3). P. 381–395.
77. Christoffel K., Coenen G., Warne A. The New Area-Wide Model of the Euro Area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis. ECB Working Paper 944. 2008.
78. Cochrane J.H. Shocks. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 41. 1994. P. 295–364.
79. Cooley T., Dwyer M. Business cycle analysis without much theory: a look at structural VARs // *Journal of Econometrics*. 1998. Vol. 83 (1–2). P. 57–88.
80. Curdia V., Woodford M. Conventional and unconventional monetary policy. Federal Reserve Bank of New York and Columbia University, Mimeo, 2009.
81. Deaton A., Muellbauer J. *Economics and Consumer Behavior*. Cambridge University Press, 1980.
82. Dedola L., Karadi P., Lombardo G. Global implications of national unconventional policies // *Journal of Monetary Economics*. 2013. Vol. 60 (1). P. 66–85.
83. Detemple J.B., Zapatero F. Asset prices in an exchange economy with habit formation // *Econometrica*. 1991. Vol. 59 (6). P. 1633–1657.
84. De Walque G., Smets F., Wouters R. Firm-specific production factors in a DSGE model with Taylor price setting // *International Journal of Central Banking*. 2006. Vol. 2 (3). P. 107–154.
85. Erceg C.J., Guerrieri L., Gust C.J. Can long-run restrictions identify technology shocks? // *Journal of the European Economic Association*. 2005. Vol. 3 (6). P. 1237–1278.
86. Erceg C.J., Guerrieri L., Gust C. SIGMA: a new open economy model for policy analysis // *International Journal of Central Banking*. 2006. Vol. 2 (1). P. 111–144.
87. Erceg C.J., Henderson D.W., Levin A.T. Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts // *Journal of Monetary Economics*. 2000. Vol. 46 (2). P. 281–313.
88. Faust J. DSGE models: I smell a Rat (and it smells good) // *International Journal of Central Banking*. 2012. Vol. 8 (1). P. 53–64.

89. Feve P., Guay A. The response of hours to technology shock: a two-step structural VAR approach // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2009. Vol. 41 (5). P. 987–1013.
90. Fernald J. Trend breaks, long-run restrictions, and contractionary technology improvements // *Journal of Monetary Economics*. 2007. Vol. 54 (8). P. 2467–2485.
91. Finn M.G. Perfect competition and the effects of energy price increases on economic activity // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2000. Vol. 32 (3). P. 400–416.
92. Fisher J.D.M. The dynamic effect of neutral and investment-specific technology shocks // *Journal of Political Economy*. 2006. Vol. 114 (3). P. 413–451.
93. Fuhrer J.C. Habit formation in consumption and its implication for monetary-policy models // *American Economic Review*. 2000. Vol. 90 (3). P. 367–390.
94. Gali J. Technology, employment, and the business cycle: do technology shocks explain aggregate fluctuation? // *American Economic Review*. 1999. Vol. 89 (1). P. 249–271.
95. Gali J. On the role of technology shocks as a source of business cycles: some new evidence // *Journal of the European Economic Association*. 2004. Vol. 2 (2–3). P. 372–380.
96. Gali J., Getler M., Lopez-Salido D. European inflation dynamics // *European Economic Review*. 2001. Vol. 45 (7). P. 1237–1270.
97. Garcia-Cicco J., Pancrazi R., Uribe M. Real business cycle in emerging countries? // *American Economic Review*. 2010. Vol. 100 (5). P. 2510–2531.
98. Getler M., Sala L., Trigari A. An estimated monetary DSGE model with unemployment and staggered nominal wage bargaining // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2008. Vol. 40 (8). P. 1713–1764.
99. Gertler M., Kiyotaki N. Financial intermediation and credit policy in business cycle analysis. In: Friedman B.M., Woodford M. (eds) // *Handbook of Monetary Economics*. 2010. Vol. 3. North-Holland. P. 547–599.
100. Gertler M., Karadi P. A model of unconventional monetary policy // *Journal of Monetary Economics*. 2011. Vol. 58 (1). P. 17–34.
101. Golosov M., Lucas R.E. Menu costs and Phillips curves // *Journal of Political Economy*. 2007. Vol. 115 (2). P. 171–199.

102. Gospodinov N. Inference in nearly nonstationary SVAR models with long-run identifying restrictions // *Journal of Business and Economic Statistics*. 2010. Vol. 28 (1). P. 1–12.
103. Greenwood J., Hercowitz Z., Huffman G.W. Investment, capacity utilization, and the real business cycle // *American Economic Review*. 1988. Vol. 78 (3). P. 402–417.
104. Greenwood J., Hercowitz Z., Krusell P. Long-run implications of investment-specific technological change // *American Economic Review*. 1997. Vol. 87 (3). P. 342–362.
105. Greenwood J., Hercowitz Z., Krusell P. The role of investment-specific technical change in the business cycle // *European Economic Review*. 2000. Vol. 44 (1). P. 91–115.
106. Griffin J.M., Gregory P.R. An intercountry translog model of energy substitution responses // *American Economic Review*. 1976. Vol. 66 (5). P. 845–857.
107. Hall R.E. Macroeconomic fluctuations and the allocation of time // *Journal of Labor Economics*. 1997. Vol. 15 (1). P. 223–250.
108. Hansen G.D. Indivisible labor and the business cycle // *Journal of Monetary Economics*. 1985. Vol. 16 (3). P. 309–327.
109. Hayashi F. Tobin's marginal q and average q: a neoclassical interpretation // *Econometrica*. 1982. Vol. 50 (1). P. 213–224.
110. Horvath M. Sectoral shocks and aggregate fluctuations // *Journal of Monetary Economics*. 2000. Vol. 45 (1). P. 69–106.
111. Hudson E., Jorgenson D. U.S. energy policy and economic growth, 1975–2000 // *Bell Journal of Economics and Management Science*. 1974. Vol. 5 (2). P. 461–514.
112. Ireland P.N., Schuh S. Productivity and US macroeconomic performance: interpreting the past and predicting the future with a two-sector real business cycle model // *Review of Economic Dynamics*. 2008. Vol. 11 (3). P. 473–492.
113. Ireland P.N. Stochastic growth in the United States and Euro Area. NBER working paper 16681. 2011.
114. Ito K. The Russian economy and the oil price: a co-integrated VAR approach // *Transitory Studies Review*. 2009. Vol. 16(1). P. 220–227.
115. Jaimovich N., Rebelo S. Can news about the future drive the business cycle // *American Economic Review*. 2009. Vol. 99 (4). P. 1097–1118.
116. Jorgenson D.W. Capital theory and investment behavior // *American Economic Review*. 1963. Vol. 53. P. 47–56.

117. Jorgenson D.W., Goettle R.J., Ho M.S., Wilcoxon P.J. Energy, the environment, and U.S. economic growth. In: Dixon P.B., Jorgenson D.W. (eds) // *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*. 2012. Vol. 1A. P. 477–552. North-Holland, Amsterdam.
118. Juillard M. Dynare: a program for the resolution and simulation of dynamic models with forward variables through the use of a relaxation algorithm. CEPREMAP Working Papers (Couverture Orange) 9602. 1996.
119. Justiniano A., Primiceri G.E., Tambalotti A. Investment shocks and business cycles // *Journal of Monetary Economics*. 2010. Vol. 57 (2). P. 132–145.
120. Justiniano A., Primiceri G.E., Tambalotti A. Investment shocks and relative price of investment // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14 (1). P. 101–121.
121. Keynes J.M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. L.: Macmillan, 1936.
122. Khan H., Tsoukalas J. Investment shocks and the comovement problem // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2011. Vol. 35 (1). P. 115–130.
123. Kilian L. Not oil price shocks are alike: disentangling demand and supply shocks in the crude oil market // *American Economic Review*. 2009. Vol. 99 (3). P. 1053–1069.
124. King R., Plosser C., Rebelo S. Production growth and business cycles I. The basic neoclassical model // *Journal of Monetary Economics*. 1988a. Vol. 21 (2–3). P. 195–232.
125. King R., Plosser C., Rebelo S. Production growth and business cycles II. New directions. // *Journal of Monetary Economics*. 1988b. Vol. 21 (2–3). P. 309–341.
126. Kim I.-M., Loungani P. The role of energy in real business cycle models // *Journal of Monetary Economics*. 1992. Vol. 29. P. 173–189.
127. Klein P. Using the generalized Schur form to solve a multivariate linear rational expectations model // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2000. Vol. 24 (10). P. 1405–1423.
128. Klenow P.J., Kryvtsov O. State-dependent or time-dependent pricing: does it matter for recent U.S. inflation? // *Quarterly Journal of Economics*. 2008. Vol. 123 (3). P. 863–904.
129. Korhonen I., Mehrotra A. Money demand in post-crisis Russia: dedollarization and remonetization // *Emerging Market Finance and Trade*. 2010. Vol. 46 (2). P. 5–19.

130. Kydland F., Prescott E.C. Time to build and aggregate fluctuations // *Econometrica*. 1982. Vol. 50 (6). P. 1345–70.
131. Kydland F., Prescott E.C. The workweek of capital and its cyclical implications // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 21 (2–3). P. 343–360.
132. Kumhof M., Laxton D., Muir D., Mursula S. The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) – theoretical structure. IMF Working Paper 10/34. 2010.
133. Lalonde R., Muir D. The Bank of Canada’s version of the Global Economy Model (BoC-GEM). Bank of Canada Technical Report 98. 2007.
134. Lama R., Medina J.P. Is exchange rate stabilization an appropriate cure for the Dutch disease? // *International Journal of Central Banking*. 2012. Vol. 8 (1). P. 5–46.
135. Lee D., Wolpin K.I. Intersectoral labor mobility and the growth of the service sector // *Econometrica*. 2006. Vol. 74 (1). P. 1–46.
136. Leduc S., Sill K. A quantitative analysis of oil-price shocks, systematic monetary policy and economic downturns // *Journal of Monetary Economics*. 2004. Vol. 51 (4). P. 781–808.
137. Lombardo G., Vestin D. Welfare implications of Calvo vs. Rotemberg-pricing assumptions // *Economic Letters*. 2008. Vol. 100. P. 275–279.
138. Long J., Plosser C. Real business cycles // *Journal of Political Economy*. 1983. Vol. 91 (1). P. 39–69.
139. Lucas R.E. Adjustment costs and the theory of supply // *Journal of Political Economy*. 1967. Vol. 75 (4). P. 321–334.
140. Lucas R.E. Econometric policy evaluation: a critique // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1976. Vol. 1. P. 19–46.
141. Mandelman F., Rabanal P., Rubio-Ramirez J.F., Vilan D. Investment specific technology shocks and international business cycles: an empirical assessment // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14 (1). P. 136–155.
142. Marchetti D.J., Nucci F. Pricing behavior and the response of hours to productivity shocks // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2007. Vol. 39 (7). P. 1587–1611.
143. Maslyuk S., Smyth R. Unit root properties of crude oil spot and future prices // *Energy Policy*. 2008. Vol. 36 (7). P. 2591–2600.
144. Modigliani F., Miller M.H. The cost of capital, corporate finance and the theory of investment // *American Economic Review*. 1958. Vol. 48 (3). P. 261–297.

145. Modigliani F., Miller M.H. Dividend policy, growth, and the valuation of shares // *Journal of Business*. 1961. Vol. 34 (4). P. 411–433.
146. Mortensen D., Pissarides C. Job creation and job destruction in the theory of unemployment // *Review of Economic Studies*. 1994. Vol. 61 (3). P. 397–415.
147. Murchison S., Rennison A. ToTEM: the Bank of Canada's new quarterly projection model. Bank of Canada Technical Report 97. 2006.
148. Neumeyer P.A., Perri F. Business cycles in emerging economies: the role of interest rates // *Journal of Monetary Economics*. 2005. Vol. 52 (2). P. 345–380.
149. Nistico S. The welfare loss from unstable inflation // *Economic Letters*. 2007. Vol. 96. P. 51–57.
150. Obstfeld M., Rogoff K. The unsustainable US current account position revisited. NBER working paper 10869. 2004.
151. Paquet A., Robidoux B. Issues on the measurement of the Solow residual and testing of its exogeneity: evidence for Canada // *Journal of Monetary Economics*. 2001. Vol. 47 (3). P. 595–612.
152. Parkin M. A method for determining whether parameters in aggregative models are structural // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1988. Vol. 29. P. 215–252.
153. Pesenti P. The Global Economy Model: theoretical framework // *IMF Staff Papers*. 2008. Vol. 55 (2). P. 243–284.
154. Pindyck R.S. The long-run evolution of energy prices // *Energy Journal*. 1999. Vol. 20 (2). P. 1–27.
155. Plosser C.I. Understanding real business cycles // *Journal of Economic Perspectives*. 1989. Vol. 3 (3). P. 51–78.
156. Polbin A. Эконометрическая оценка факторов делового цикла российской экономики (Econometric estimation of factors of the business cycle for the Russian economy). May 16, 2013. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2265718> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2265718>.
157. Prescott E.C. Theory ahead of business cycle measurement // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1986. Vol. 25. P. 11–44.
158. Raffo A. Technology shocks: novel implications for international business cycles. Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Paper 992. 2010.

159. Rautava J. The role of oil prices and the real exchange rate in Russia's economy – a cointegration approach // *Journal of Comparative Economics*. 2004. Vol. 32 (2). P. 315–327.
160. Roberts J. New Keynesian economics and the Phillips curve // *Journal of Money, Credit and Banking*. 1995. Vol. 27. P. 975–984.
161. Rogerson R. Indivisible labor, lotteries and equilibrium // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 21 (1). P. 3–16.
162. Rotemberg J. Sticky prices in the United States // *Journal of Political Economy*. 1982. Vol. 90. P. 1187–1211.
163. Rotemberg J. The new Keynesian microfoundations. NBER Chapters // *NBER Macroeconomic Annual*. 1987. Vol. 2. P. 69–116.
164. Rotemberg J., Woodford M. Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity // *Journal of Money, Credit and Banking*. 1996. Vol. 28 (4). P. 549–577.
165. Rotemberg J., Woodford M. An optimization based econometric frame-work for the evaluation of monetary policy // NBER Chapters, in: *NBER Macroeconomic Annual*. 1997. Vol. 12. P. 297–361.
166. Sachs J.D., Warner A.M. Natural resource abundance and economic growth // *NBER Working Paper 5398*. 1995.
167. Sachs J.D., Warner A.M. Fundamental sources of long-run growth // *American Economic Review Papers and Proceedings*. 1997. Vol. 87 (2). P. 184–188.
168. Sala-i-Martin X.X. I just ran two million regressions // *American Economic Review Papers and Proceedings*. 1997. Vol. 87 (2). P. 178–183.
169. Samuelson P. Theoretical notes on trade problems // *Review of Economics and Statistics*. 1964. Vol. 46 (2). P. 145–154.
170. Sato K. A two-level constant-elasticity-of-substitution production function // *Review of Economic Studies*. 1967. Vol. 34 (2). P. 201–218.
171. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Closing small open economy models // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2003. Vol. 61. P. 163–185.
172. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Business cycles with a common trend in neutral and investment-specific productivity // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14 (1). P. 122–135.
173. Shi K. Sectoral labor adjustment and monetary policy in a small open economy // *Journal of Macroeconomics*. 2011. Vol. 33 (4). P. 634–643.

174. Sims C.A. Solving linear rational expectations models // *Computational Economics*. 2002. Vol. 20 (1–2). P. 1–20.
175. Smets F., Wouters R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro Area // *Journal of European Economic Association*. 2003. Vol. 1 (5). P. 1123–1175.
176. Smets F., Wouters R. Comparing shocks and frictions in US and euro area business cycles: a Bayesian DSGE approach // *Journal of Applied Econometrics*. 2005. Vol. 20 (2). P. 161–183.
177. Smets F., Wouters R. Shocks and frictions in US business cycles: a Bayesian DSGE approach // *American Economic Review*. 2007. Vol. 97 (3). P. 586–606.
178. Solow J.L. The capital-energy complementarity debate revisited // *American Economic Review*. 1987. Vol. 77 (4). P. 605–614.
179. Sosunov K., Zamulin O. The inflationary consequences of real exchange rate via accumulation of reserves. BOFIT Discussion Papers 11/2006. 2006a.
180. Sosunov K., Zamulin O. Can oil prices explain the real appreciation of the Russian ruble in 1998–2005? CEFIR Working Papers w0083. 2006b.
181. Sosunov K.A. Estimation of the money demand function in Russia // *Working papers by NRU Higher School of Economics. Series EC “Economics”*. 2012. Vol. 20.
182. Styrin K., Zamulin O. A real exchange rate based Philips curve. CEFIR Working Papers w0179. 2012.
183. Taylor J. Aggregate dynamics and staggered contracts // *Journal of Political Economy*. 1980. Vol. 88 (1). P. 1–24.
184. Taubman P., Wilkinson M. User cost, capital utilization and investment theory // *International Economic Review*. 1970. Vol. 11 (2). P. 209–215.
185. Uhlig H. Do technology shocks lead to a fall in total hours worked? // *Journal of the European Economic Association*. 2004. Vol. 2 (2–3). P. 361–371.
186. Uhlig H. Explaining asset prices with external habits and wage rigidities in a DSGE model // *American Economic Review*. 2007. Vol. 97 (2). P. 239–243.
187. Uribe M., Yue V.Z. Country spreads and emerging countries: who drives whom? // *Journal of International Economics*. 2006. Vol. 69 (1). P. 6–36.
188. Woodford M. *Interest and Prices: Foundation of Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press, Princeton, 2003.

189. Woodford M. Firm-specific capital and the new-Keynesian Phillips curve // *International Journal of Central Banking*. 2005. Vol. 1 (2). P. 1–46.

Приложение. Анализ на чувствительность по параметрам

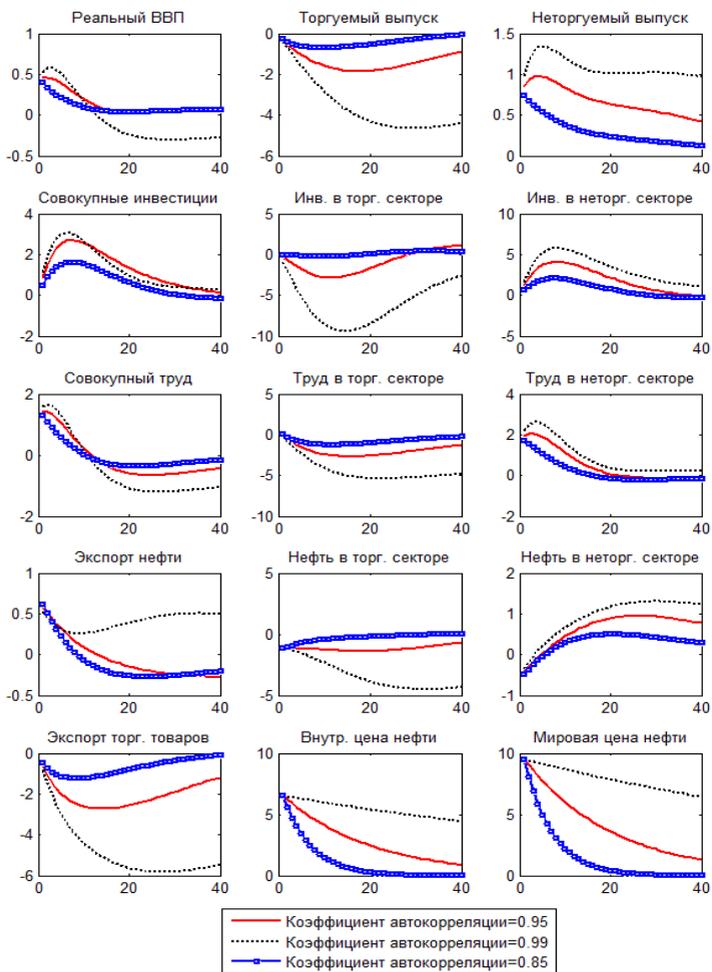


Рис. 1. Функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть при различной инерционности стохастического процесса цен на нефть

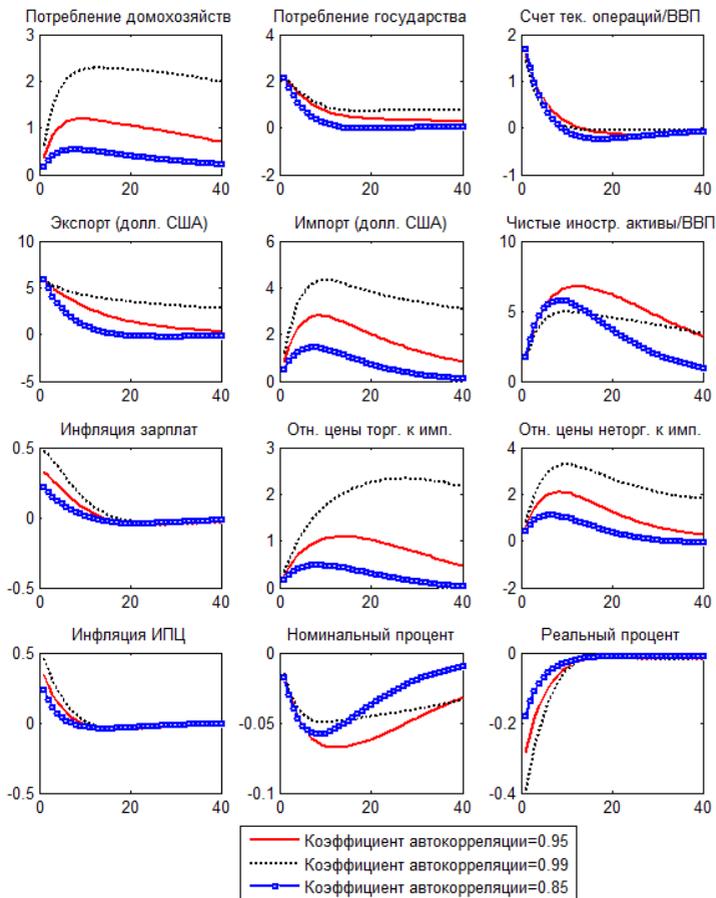


Рис. 1 (продолжение). Функции импульсного отклика на 10%-ный рост мировых цен на нефть при различной инерционности стохастического процесса цен на нефть

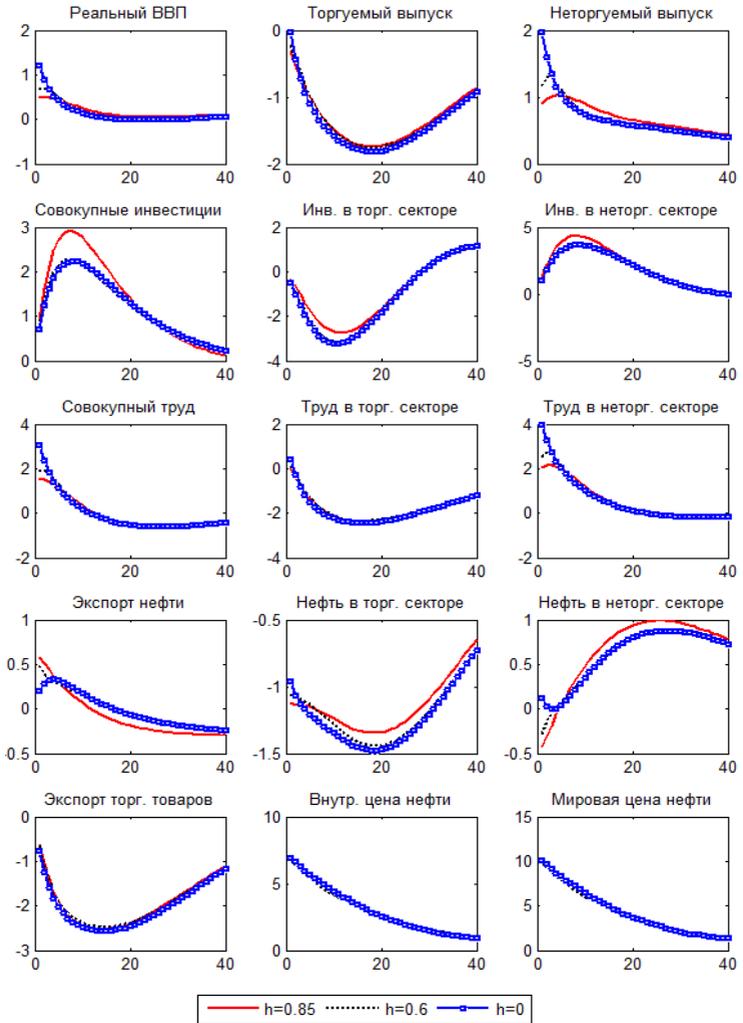


Рис. 2. Анализ чувствительности по привычкам в потреблении

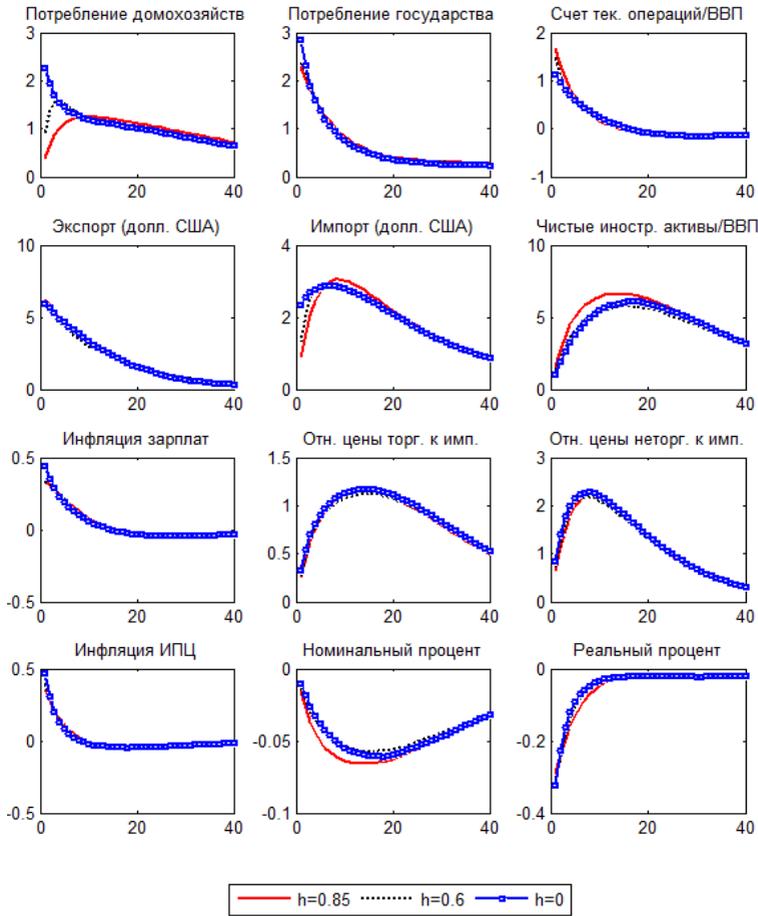


Рис. 2 (продолжение). Анализ чувствительности по привычкам в потреблении

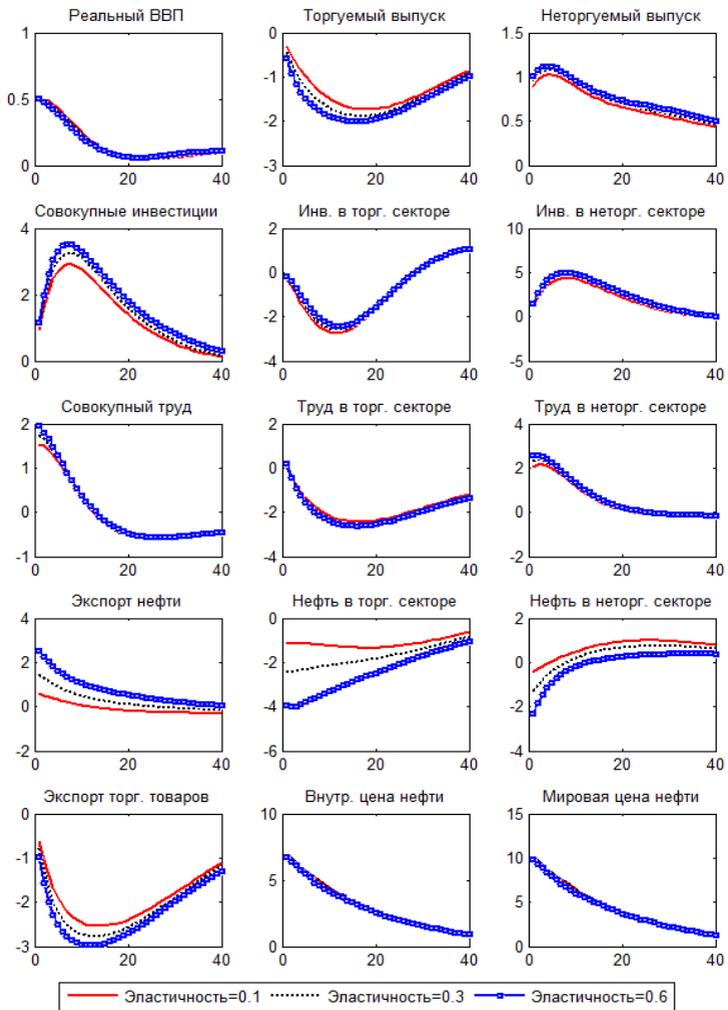


Рис. 3. Анализ чувствительности по эластичности замещения между капиталом и энергией

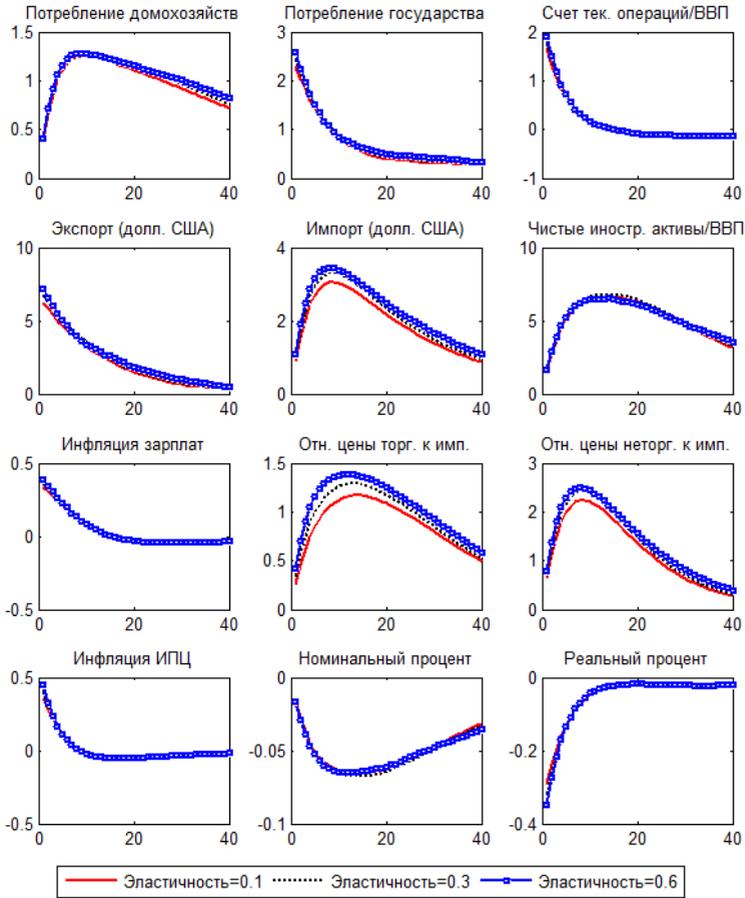


Рис. 3 (продолжение). Анализ чувствительности по эластичности замещения между капиталом и энергией

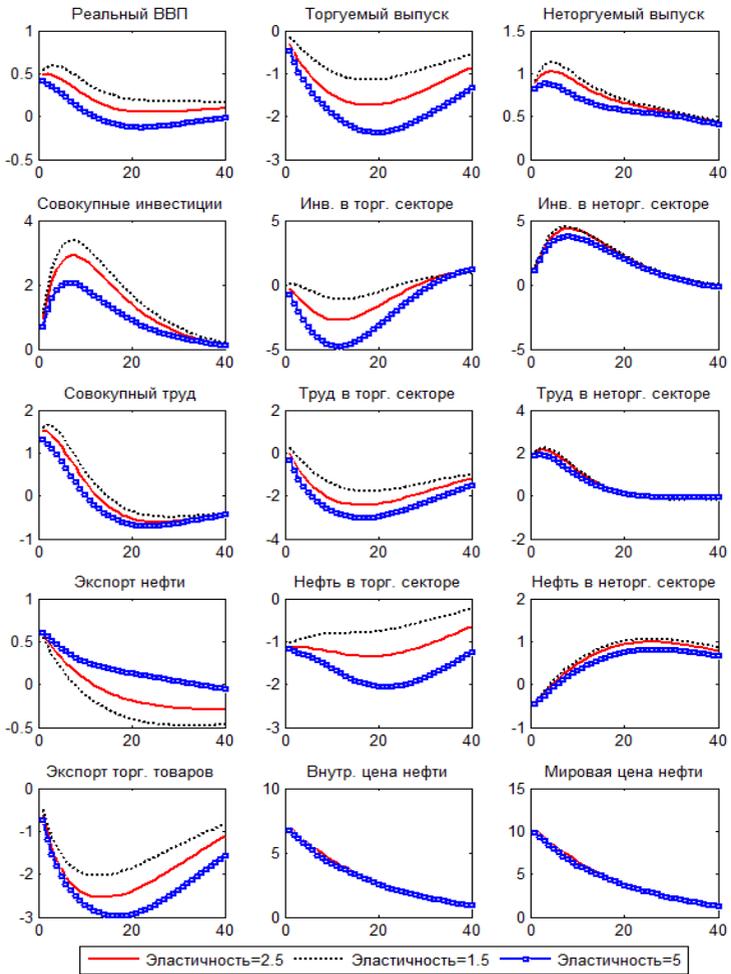


Рис. 4. Анализ чувствительности результатов по эластичности замещения между торгуемыми отечественными и импортными товарами

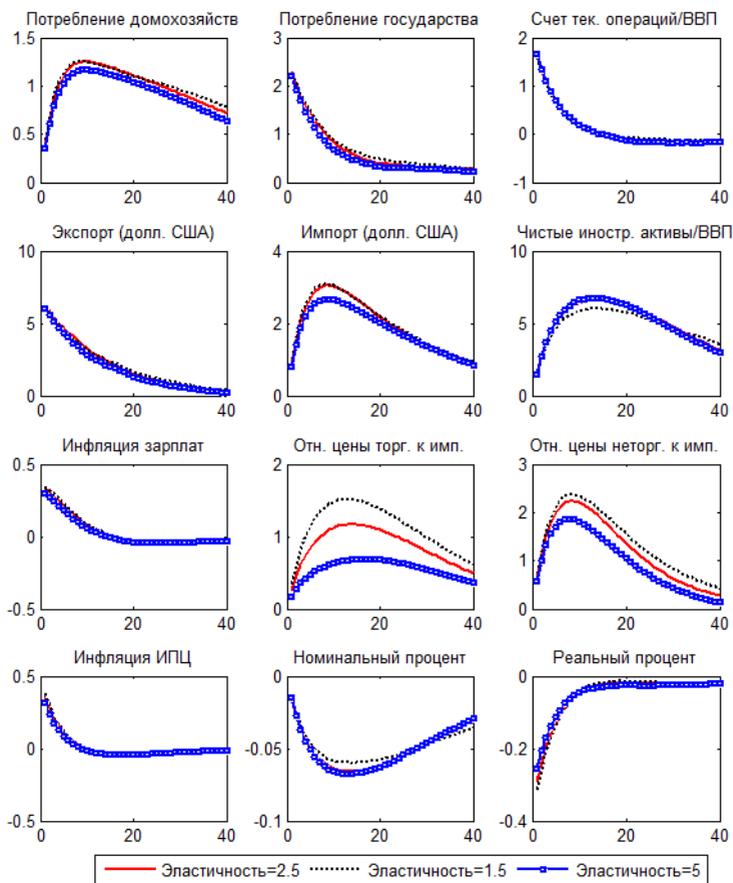


Рис. 4 (продолжение). Анализ чувствительности результатов по эластичности замещения между торгуемыми отечественными и импортными товарами

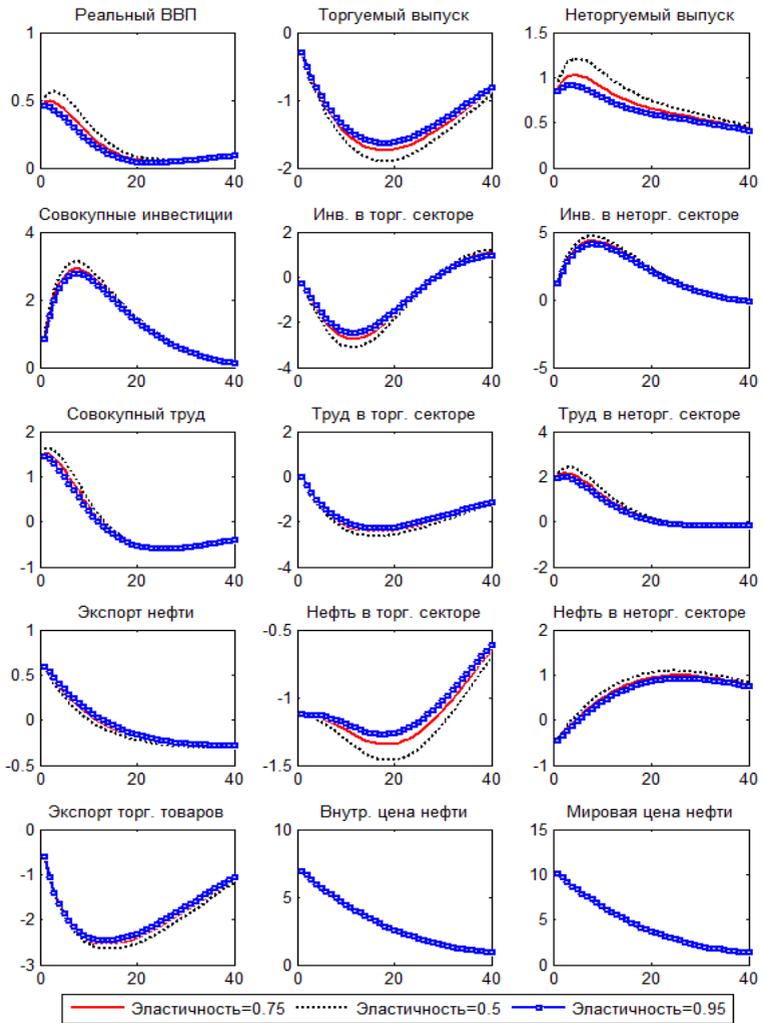


Рис. 5. Анализ чувствительности результатов по эластичности замещения между торгуемыми и неторгуемыми товарами

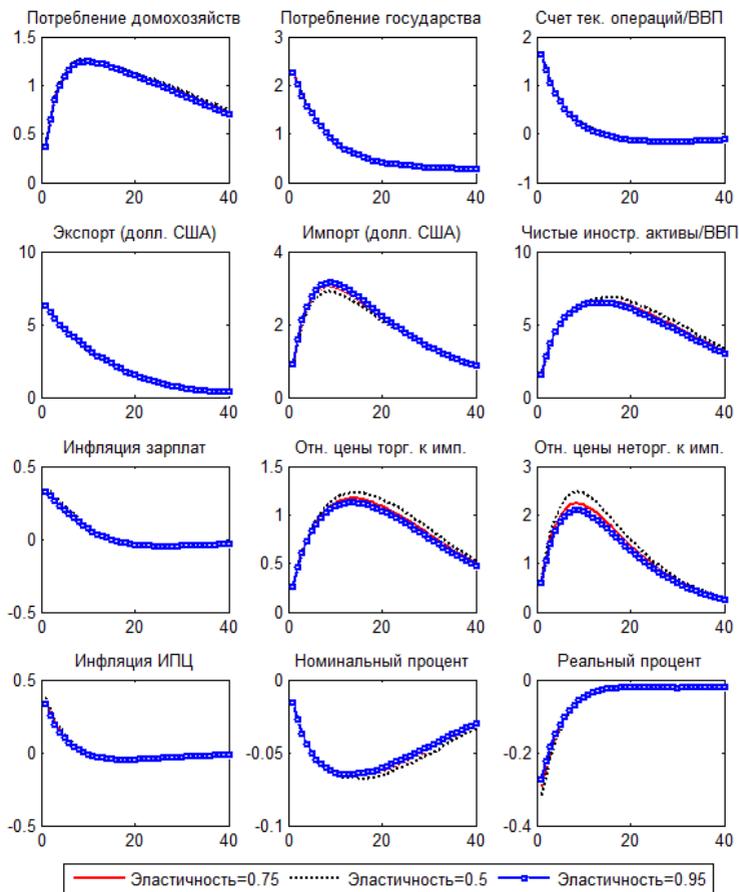


Рис. 5 (продолжение). Анализ чувствительности результатов по эластичности замещения между торгуемыми и неторгуемыми товарами

Институтом экономической политики имени Е.Т. Гайдара с 1996 года издается серия “Научные труды”. К настоящему времени в этой серии вышло в свет более 150 работ.

**Последние опубликованные работы
в серии “Научные труды”**

№165Р Т. Евдокимова, А. Зубарев, П. Трунин. *Влияние реального обменного курса рубля на экономическую активность в России. 2013.*

№164Р И. Дежина. *Технологические платформы и инновационные кластеры: вместе или порознь? 2013.*

№163Р А. Пахомов. *Экспорт прямых инвестиций из России: очерки теории и практики. 2012.*

№162Р С. Наркевич. *Резервные валюты: факторы становления и роль в мировой экономике. 2012.*

№161Р Ю. Бобылев. *Экспортные пошлины на нефть и нефтепродукты: необходимость отмены и сценарный анализ последствий. 2012.*

№ 160Р А. Ведев, Ю. Данилов. *Прогноз развития финансовых рынков РФ до 2020 года. 2011.*

№ 159Р А. Мамедов и др. *Проблемы межбюджетных отношений в России. 2011.*

№ 158Р Т. Интигринова. *Права собственности на пастбищные угодья: проблемы, дискуссии, опыт. 2011.*

№ 157Р Е. Синельникова-Мурылева. *Инновации в сфере денежных платежей и спрос на деньги в России. 2011.*

**Полбин Андрей Владимирович
Дробышевский Сергей Михайлович**

**Построение динамической
стохастической модели общего
равновесия для российской экономики**

Редакторы: Н. Главацкая, К. Мезенцева, А. Шанская
Корректор: Н. Андрианова
Компьютерный дизайн: В. Юдичев

Подписано в печать 21.01.2014
Тираж 300 экз.

125993, г. Москва, Газетный переулок, д. 3–5, стр. 1.
Тел. (495) 629–6736
Факс (495) 697–8816
www.iep.ru
E-mail: wwwiet@iet.ru

ISBN 978-5-93255-384-8



9 785932 553848