

М.Ю. Андреев

Банк России; РАНХиГС, Москва

А.В. Полбин

Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара; РАНХиГС,
Москва

Исследование эффекта финансового акселератора в DSGE-модели с описанием производства экспортного продукта¹

Аннотация. В работе рассматривается динамическая стохастическая модель общего равновесия для малой открытой экспортно-ориентированной экономики. Модель отличает наличие финансовых трений — механизма финансового акселератора, а также наличие двух секторов производства: экспортного продукта и внутреннего промежуточного продукта. На уровне функций импульсного отклика показано, что наличие механизма финансового акселератора существенно влияет на инвестиции и несущественно — на выпуск. В модели эффект финансового акселератора (ЭФА) проявляется несимметрично: данный механизм может усиливать, а может и ослаблять действие шоков в зависимости от вида шоков и формы денежно-кредитной политики (ДКП). Показано, что финансовые трения, обусловленные наличием издержек мониторинга проходящих процедуру банкротства предпринимателей, усиливают влияние шока нефтяных цен как в режиме управляемого обменного курса, так и плавающего. Когда финансовые трения ослабляют действие шока, причиной ослабления является слабый рост стоимости производственных активов, в силу чего у предпринимателей-агентов, через описание которых реализован механизм финансового акселератора, ухудшается состояние финансового баланса. В работе показано, что эффект финансового акселератора усиливается при снижении роли «земли» — уникального фактора производства экспортного продукта.

Ключевые слова: динамические стохастические модели общего равновесия (ДСМОП), финансовый акселератор, шок цен на нефть, производство экспорта, денежно-кредитная политика, правило Тейлора, условия торговли.

Классификация JEL: D58, E13, E27, E32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-44-41

1. Вступление

Динамические стохастические модели общего равновесия (ДСМОП, DSGE) являются перспективным и быстро развивающимся направлением в современном макроэкономическом анализе. ДСМОП, как правило, предназначены для изучения факторов делового цикла и анализа последствий денежно-кредитной и фискальной политик, в связи с чем данные модели широко используются центральными банками разных стран (Erceg et al., 2006; Clinton et al., 2011), в том числе и в России (Бородин и др., 2008; Крепцев, Селезнев, 2017).

Особенностью существующих ДСМОП в соответствии с концепцией неокейнсианской экономической теории является моделирование механизмов, приводящих к нетривиальной макроэкономической динамике. Часть этих механизмов также приводит к несовершенству

¹ Программный код для воспроизведения результатов настоящей статьи может быть выслан при обращении с запросом на почту m.andreyev@inbox.ru.

экономических равновесий и рационализирует вмешательство государства для корректировки возникающей неэффективности. Среди таких механизмов – жесткости заработных плат и продуктовых цен, привычки в потреблении домохозяйств, издержки на производство капитала. Инструментом, описывающим несовершенство в области кредитно-денежных отношений, служит механизм финансового акселератора (Kiyotaki, Moore, 1997; Bernanke et al., 1999). *Финансовый акселератор* – это экономический механизм, вызванный наличием несовершенств финансового рынка, увеличивающий амплитуду и/или продолжительность воздействия шоков на экономику. В последнее десятилетие в связи с мировым финансовым кризисом 2007–2009 гг. все больше исследователей склоняются к необходимости введения финансовых отношений и механизма финансового акселератора в математические модели экономики (Motto et al., 2010). По мнению ряда исследователей, наличие данного акселератора позволяет улучшить качество моделей в плане объяснения исторической динамики и построения прогнозов (Linde et al., 2016). Улучшение качества прогноза при учете финансовых отношений отмечена также и при моделировании российской экономики (Иващенко, 2013)².

Однако степень влияния механизма финансового акселератора на экономику исследователи оценивают по-разному. Если в первых работах исследователи заявляли о значительном усилении влияния шоков на экономику при наличии механизма финансового акселератора, то более поздние оценки его влияния оказались скромнее (подробнее см., например, (Андреев, Полбин, 2016)). Так, в работе (Christensen, Dib, 2008) авторы пришли к мнению, что усиливаются шоки, действующие на экономику со стороны спроса, тогда как шоки со стороны предложения, наоборот, гасятся. Для экспортно-ориентированных экономик, к которым относится и экономика России, наиболее важным шоком является шок условий торговли, который упрощенно можно понимать как шок цен на нефть. Однако к какому типу шоков относятся шоки условий торговли – к шокам спроса или предложения, – не совсем ясно. С одной стороны, улучшение условий торговли способствует росту благосостояния отечественных экономических агентов, так как по существу происходит трансферт богатства со стороны внешнего мира: за тот же объем экспортируемого продукта при улучшении условий торговли можно приобрести больше импортных благ. А это, в свою очередь, увеличивает агрегированный спрос. С другой стороны, улучшение условий торговли стимулирует накопление капитала благодаря росту доходности инвестирования в экспортно-ориентированном секторе, а также росту финансовых ресурсов, которые можно направить на накопление капитала, что актуально в условиях неабсолютной мобильности капитала. Увеличение капитала в экономике, в свою очередь, сдвигает кривую производственных возможностей вправо.

² Работа (Иващенко, 2013) опирается на иной подход описания финансовых отношений, в рамках которого фирмы сталкиваются с постулируемым квадратичным штрафом за дефолт части своего долга. Для фирм оптимально в каждый момент времени объявлять дефолт по некоторой части своего долга. Мы же опираемся на механизм финансовой премии, предложенный в работе (Bernanke et al., 1999). В такой постановке задачи дефолт объявляют только те предприниматели, чья индивидуальная доходность оказалась настолько низкой, что привела к превышению долга над стоимостью капитала.

В данной работе мы рассматриваем двухсекторную модель открытой экономики с описанием производства экспортного продукта и механизмом финансового акселератора. Предметом исследования является воздействие шоков на экономику (в первую очередь шока условий торговли) в зависимости от денежно-кредитной политики (ДКП) и наличия механизма финансового акселератора.

В научной литературе описан ряд моделей открытых экономик с механизмом финансового акселератора, или шоком условий торговли, или с тем и другим. Например, в работе (Gertler et al., 2007) авторы рассмотрели шок премии за риск для модели с малым набором жесткостей. Они пришли к выводу, что механизм финансового акселератора сильнее усиливает шок премии за риск при ДКП в форме поддержки номинального обменного курса, чем при ДКП в форме правила Тейлора. В работе (Devereux et al., 2006) рассматривалась модель с содержательным описанием производства экспортной продукции и механизмом финансового акселератора. В соответствии с описанием механизма предприниматели занимали средства за рубежом, и их долги были номинированы в иностранной валюте. Авторы обнаружили, что в ответ на положительный шок условий торговли внутреннее производство падало при отсутствии механизма финансового акселератора и росло при наличии механизма в силу обесценивания стоимости займов заемщиков и улучшения состояния их баланса. При этом авторы работы (Devereux et al., 2006) заключили, что наличие механизма финансового акселератора качественно не меняет воздействия режимов ДКП на экономику. Наконец, в работе (Крепцев, Селезнев, 2017) была рассмотрена модель для российской экономики с финансовым акселератором и фиксированным производством нефти. Авторы пришли к выводу, что добавление к базовой модели механизма финансового акселератора и описания банковского сектора замедляет рост выпуска и инвестиций в ответ на положительный шок цен на нефть. В представленной нами модели, напротив, – механизм финансового акселератора усиливает рост выпуска и инвестиций в ответ на шок условий торговли (цен на нефть).

Приведенная в нашей статье модель имеет следующие отличительные черты. Во-первых, в модели описано производство экспортного продукта, ассоциируемого с нефтью. Одним из факторов производства экспорта является стоимость аренды, которую производитель выплачивает потребителям (или государству, в более широкой трактовке) (так называемая «земля»). Данная особенность позволяет считать представляемую нами теоретическую модель более адекватной для изучения экспортно-ориентированных экономик. В ней часть дополнительного дохода от роста нефтяных цен получают предприниматели в форме рентных платежей за капитал, что улучшает их финансовый баланс, а часть дохода – домохозяйства. Во-вторых, деятельность предпринимателей в модели не привязана к какому-либо

конкретному сектору. Мы предполагаем, что предприниматели могут владеть активами как в экспортно-ориентированном секторе, так и в домашнем. В данном предположении заложена идея того, что нефтедобывающие компании могут иметь непрофильные активы и с ростом цен на нефть может увеличиться спрос не только на капитал сырьевого сектора, но и на капитал внутреннего сектора, тем самым повысив его стоимость. В-третьих, в отличие от работы (Devereux et al., 2006), близкой к приводимой нами модели, мы вводим в модель жесткие номинальные заработные платы и издержки на изменение труда в экспортно-ориентированном секторе, а также предполагаем номинировать долги в отечественной валюте, что является достаточно стандартным предположением.

При рассмотрении результатов моделирования мы уделили особое внимание воздействию шока цены на нефть – как наиболее значимого для российской экономики, количественной оценке эффекта финансового акселератора (ЭФА) и объяснению различий в его работе при различных режимах ДКП и некоторых шоках.

2. Описание теоретической модели

2.1. Схема модели

Представленная в этом разделе динамическая стохастическая модель общего равновесия описывает экономику как результат взаимодействия нескольких типов экономических агентов (рис. 1). В модели два сектора производства: производство внутреннего продукта и производство экспортного продукта. Оба сектора в качестве факторов производства используют труд, предоставляемый домохозяйствами, и произ-

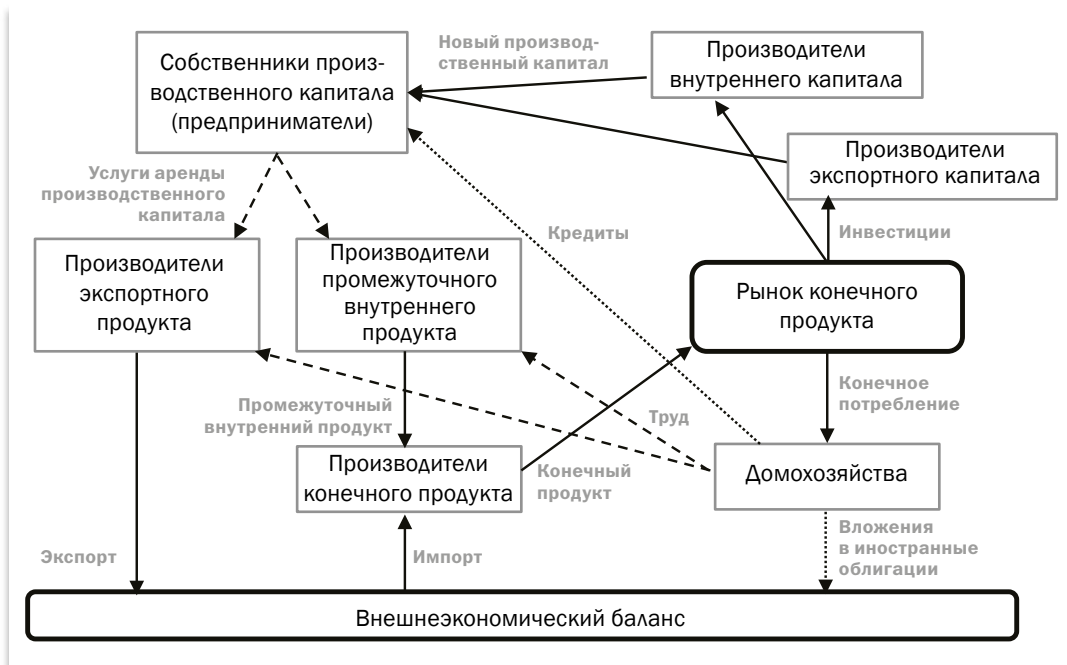


Рис. 1

Схема модели: продуктовые, трудовые и некоторые финансовые потоки

водственный капитал, которые они арендуют на конкурентных рынках труда и капитала. В секторе производства экспортного продукта в качестве третьего фактора производства выступает «земля». С экономической точки зрения существование данного ресурса объясняется более низкой долей затрат на труд и капитал в секторе экспортного продукта по отношению к сектору производства внутреннего продукта.

Производственный капитал, сдаваемый в аренду производителям, принадлежит предпринимателям, которые для покупки производственного капитала используют как собственные, так и заемные финансовые средства. Заемные средства предоставляются домохозяйствами. Домохозяйства также имеют возможность вкладывать средства в иностранные облигации.

2.2. Домохозяйства

Предполагается, что континуум домохозяйств однороден. Каждое домохозяйство i , $i \in [0;1]$, выбирает траектории реального потребления $C_t(i)$, номинальной заработной платы $W_t(i)$ за предоставляемые трудовые услуги, номинальный объем предоставляемых предпринимателям кредитов $Loan_t(i)$ и номинальный объем вложений в облигации нерезидентов $Df_t(i)$ таким образом, чтобы максимизировать функцию полезности с учетом соблюдения бюджетного ограничения.

Предполагается, что домохозяйства обладают монопольной властью на рынке трудовых услуг. Отдельное домохозяйство продает свой дифференцированный труд $L_t(i)$ по номинальной цене $W_t(i)$ совершенно конкурентной репрезентативной фирме – некоторому «Агентству занятости». Это «Агентство занятости» трансформирует услуги труда в единый гомогенный труд L_t , который далее продает по номинальной цене W_t производителю промежуточного внутреннего продукта. Трансформация в гомогенный труд осуществляется согласно технологии Диксита–Стиглица $L_t = \left[\int_0^1 L_t(i)^{(\eta-1)/\eta} di \right]^{\eta/(\eta-1)}$. «Агентство занятости», минимизируя издержки, получает нулевую прибыль; а функция спроса на труд отдельного домохозяйства в данном случае имеет вид $L_t(i) = (W_t(i) / W_t)^{-\eta} L_t$. Домохозяйства знают функцию спроса на свой труд, поэтому максимизируют свою функцию полезности исходя из вида функции спроса.

Бюджетное ограничение домохозяйства:

$$\begin{aligned}
 C_t(i) + \frac{Loan_t(i)}{P_t} + \frac{Df_t(i)S_t}{P_t} = L_t \frac{W_t(i)}{P_t} \left(\frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\eta} + \\
 + \frac{N_t land(i)}{P_t} + R_{t-1}^l \frac{Loan_{t-1}(i)}{P_t} + \\
 + R^f \frac{Df_{t-1}(i)S_t}{P_t} + \frac{\Pi_t^{fiz}}{P_t} + \frac{\Pi_t^{ent}}{P_t} + \frac{\Pi_t^d}{P_t} + \frac{\Pi_t^{ex}}{P_t} - dY^{ss} - \Psi_t^L \frac{W_t(i)}{W_{t-1}(i)} - \Psi_t^{Df} (Df_t(i)),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где P_t – индекс цен на конечный продукт экономики; S_t – номинальный обменный курс; $land(i)$ – земля, принадлежащая домохозяйству и сдаваемая в аренду производителю экспортного продукта; N_t – стоимость аренды единицы земли; R_t^l – номинальная брутто-ставка по кредитам, предоставленным предпринимателям; R^f – номинальная брутто-ставка по облигациям нерезидентов, номинированным в единицах иностранной валюты, считающаяся постоянной; Π_t^{fz} , Π_t^{ent} , Π_t^d , Π_t^{ex} – прибыль, перечисляемая домохозяйствам производителями производственного капитала, предпринимателями и производителями двух видов продукта соответственно; dY^{ss} – дотации домохозяйств предпринимателям; Y^{ss} – значение внутреннего конечного продукта в долгосрочном равновесии; $\Psi_t^L(W_t(i)/W_{t-1}(i))$, $\Psi_t^{Df}(Df_t(i))$ – издержки, которые несет домохозяйство при изменении номинальной оплаты труда и при вложениях в облигации нерезидентов. Издержки, в соответствии с работой (Rotemberg, 1982), предполагаются квадратичными возрастающими функциями аргументов и равными нулю в долгосрочном равновесии:

$$\Psi_t^L = 0,5w(W_t(i)/W_{t-1}(i) - 1)^2 \frac{W_t L_t}{P_t}, \quad \Psi_t^{Df} = 0,5d_s(Df_t(i)S_t/P_t Y_t)^2 Y_t.$$

Целевая функция домохозяйства отражает удовольствие домохозяйства от потребления и неудовольствие от труда:

$$U_{t_0}(i) = E_{t_0} \sum_{t=t_0}^{+\infty} \beta^{t-t_0} \left(\ln(C_t(i) - H_t) - \frac{\sigma_L}{1+l_{-el}} \left((W_t(i)/W_t)^{-\eta} L_t \right)^{1+l_{-el}} \right).$$

В данном выражении β характеризует межвременные предпочтения потребителей; E_t – оператор математического ожидания по всем случайным исходам, начиная с периода времени $t_0 + 1$; H_t – привычки потребления, в соответствии с работой (Smets, Wouters, 2003), равны $H_t = habit C_{t-1}$.

Обозначив множитель Лагранжа при бюджетном ограничении домохозяйства через $\beta^{t-t_0} \Lambda_t$ и отбросив индекс домашнего хозяйства в рамках анализа симметричного равновесия (домохозяйства ничем не отличаются друг от друга), получим следующие необходимые условия оптимальности по потреблению, кредитам предпринимателям, вложениям в облигации и заработной плате:

$$\Lambda_t = 1 / (C_t - habit C_{t-1}), \quad (2)$$

$$\Lambda_t = \beta R_t^l E_t \Lambda_{t+1} / \pi_{t+1}, \quad (3)$$

$$\Lambda_t = \beta R^f E_t \Lambda_{t+1} \frac{S_{t+1}}{\pi_{t+1} S_t} - \Lambda_t \frac{P_t}{S_t} \frac{\partial \Psi_t^{Df}}{\partial Df_t}, \quad (4)$$

$$\sigma_L (L_t)^{l_{-el}} = \frac{\eta - 1}{\eta} \Lambda_t \frac{W_t}{P_t} - \frac{W_t}{\eta L_t} \Lambda_t \frac{\partial \Psi_t^L}{\partial W_t} - \beta \frac{W_t}{\eta L_t} E_t \Lambda_{t+1} \frac{\partial \Psi_{t+1}^L}{\partial W_t}. \quad (5)$$

В выражениях (3), (4) $\pi_t = P_t/P_{t-1}$ – это отношение номинальных цен на конечную продукцию в периоды t и $t - 1$ в домашней экономике в национальной валюте.

2.3. Производители конечного продукта

Производители конечного продукта описаны в соответствии с работами (Карев, 2011; Полбин, 2014). Предполагается, что производители действуют на рынке совершенной конкуренции и занимаются тем, что покупают импортные товары Imp_t на внешнем рынке по цене P_t^f и дифференцированный продукт $Y_t^d(j)$ – у каждого производителя j , $j \in [0;1]$, промежуточного внутреннего продукта по номинальной цене $P_t^d(j)$. Затем производители агрегируют дифференцированные продукты согласно технологии Диксита–Стиглица:

$$Y_t^d = \left[\int_0^1 (Y_t^d(j))^{\frac{\sigma_d-1}{\sigma_d}} dj \right]^{\frac{\sigma_d}{\sigma_d-1}} -$$

и производят конечный продукт Y_t для внутреннего потребления в соответствии с производственной функцией Кобба–Дугласа:

$$Y_t = (Imp_t)^\omega (Y_t^d)^{1-\omega} / \left[\omega^\omega (1-\omega)^{1-\omega} \right], - \quad (6)$$

который продают на рынке конечного продукта по цене P_t .

Целью деятельности производителя конечного продукта является максимизация прибыли $P_t Y_t - S_t P_t^f Imp_t - \int_0^1 P_t^d(j) Y_t^d(j) dj$. В результате решения задачи максимизации прибыли при технологических ограничениях оказывается, что функция спроса на продукцию производителя i промежуточного внутреннего продукта имеет вид:

$$Y_t^d(j) = Y_t^d \left(P_t^d(j) / P_t^d \right)^{-\sigma_d}, \quad (7)$$

где $P_t^d = \left[\int_0^1 (P_t^d(j))^{-(\sigma_d-1)} dj \right]^{-1/(\sigma_d-1)}$. Далее из предположения о симметричности равновесия получим, что цены $P_t^d(j)$ всех производителей $j \in [0;1]$ одинаковы, $P_t^d = P_t^d(j)$, а оставшуюся часть решения задачи можно записать как

$$P_t^d Y_t^d / P_t = (1-\omega) Y_t, \quad (8)$$

$$(S_t P_t^f / P_t) Imp_t = \omega Y_t. \quad (9)$$

Следствием соотношений (6), (8), (9) является связь ценовых показателей

$$P_t = (P_t^d)^{1-\omega} (S_t P_t^f)^\omega - \quad (10)$$

цена на конечную продукцию зависит от внутренних и внешних цен.

2.4. Производители продуктов: промежуточного внутреннего и экспортного

Будем предполагать, что производители промежуточного внутреннего продукта действуют на рынке монополистической конкуренции, а производители экспортного продукта – на рынке совершенной конкуренции. И тех, и других производителей – континуум, будем нумеровать их индексами $j \in [0;1]$ и $\kappa \in [0;1]$ соответственно.

Оба типа производителей в качестве факторов производства в период времени t используют труд в количествах $L_t^d(j)$, $L_t^x(\kappa)$ ³, кото-

³ Далее индекс “d” соответствует производителю внутреннего продукта, “ex” – экспортного.

рый они покупают на общем рынке по цене W_t , и производственный капитал $K_{t-1}^d(j)$, $K_{t-1}^{ex}(\kappa)$, который они арендуют на отдельных рынках у предпринимателей по номинальным арендным ставкам r_t^d , r_t^{ex} . Производители экспортного продукта, в отличие от производителей внутреннего продукта, используют еще и третий фактор производства – землю в объеме $Land_t(\kappa)$. За это они выплачивают домохозяйствам номинальную величину $N_t Land_t(\kappa)$. Спецификация производственной функции для сырьевых секторов с землей в качестве фактора производства также применялась в ДСМОР Банка Канады «ToTEM» (Murchison, Rennison, 2006). Данное предположение позволяет учитывать различное наделение природными ресурсами: чем больше фактора «земля» в экономике, тем ниже издержки добычи заданного объема ресурсов. Данная спецификация позволяет учитывать убывающую отдачу от капитала и труда в сырьевом секторе, т.е. при фиксированном объеме месторождений при увеличении труда и капитала в $n > 1$ раз объем производства увеличится менее чем в n раз.

Производственные функции для производителей промежуточного внутреннего и экспортного продуктов имеют вид:

$$Y_t^d(j) = a_d e^{Z_t^d} (K_{t-1}^d(j))^{\alpha_d} (L_t^d(j))^{1-\alpha_d}, \quad (11)$$

$$Y_t^{ex}(\kappa) = a_{ex} e^{Z_t^{ex}} (K_{t-1}^{ex}(\kappa))^{\alpha_{ex}} (L_t^{ex}(\kappa))^{1-\alpha_{ex}-\gamma_{ex}} (Land_t(\kappa))^{\gamma_{ex}}, \quad (12)$$

где Z_t^d, Z_t^{ex} – экзогенные уровни совокупной факторной производительности, описываемые процессами

$$Z_t^d = \rho_d Z_{t-1}^d + \varepsilon_t^d + \varepsilon_t^{com}, \quad Z_t^{ex} = \rho_{ex} Z_{t-1}^{ex} + \varepsilon_t^{ex} + \varepsilon_t^{com}. \quad (13)$$

Случайные величины ε_t^d , ε_t^{ex} , ε_t^{com} – шоки совокупной факторной производительности – для разных периодов времени являются независимыми и одинаково распределенными. Шоки ε_t^d и ε_t^{ex} являются специфичными для рассматриваемых секторов, шок ε_t^{com} отражает повсеместное изменение производительности.

Отметим, что производители принимают решение о выборе переменных физического капитала $K_{t-1}^d(j)$, $K_{t-1}^{ex}(\kappa)$ в период t . Сдвиг назад во времени в обозначениях связан с тем, что, как предполагается, предприниматель может сдавать производителям в аренду лишь тот физический капитал, который был произведен к концу периода $t-1$. Данное предположение позволяет учитывать запаздывание ввода в действие инвестиций.

Задачи производителей внутреннего промежуточного продукта и производителей экспортного продукта заключаются в максимизации ожидаемого приведенного дохода

$$E_t \sum_{t=t_0}^{+\infty} \left(\beta^{t-t_0} \Lambda_t \frac{\Pi_t^d(j)}{P_t} \right), \quad E_t \sum_{t=t_0}^{+\infty} \left(\beta^{t-t_0} \Lambda_t \frac{\Pi_t^{ex}(\kappa)}{P_t} \right),$$

где доходы определяются из выражений:

$$\begin{aligned} \Pi_t^d(j) &= P_t^d(j) Y_t^d(j) - W_t L_t^d(j) - r_t^d K_{t-1}^d(j) - \\ &- 0,5k (P_t^d(j) / P_{t-1}^d(j) - 1)^2 P_t^d Y_t^d, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \Pi_t^{ex}(\kappa) = & S_t P_t^{ex} Y_t^{ex}(\kappa) - W_t L_t^{ex}(\kappa) - r_t^{ex} K_{t-1}^{ex}(\kappa) - \\ & - N_t Land_t(\kappa) - 0,5w_{ex} \left(L_t^{ex}(\kappa) / L_{t-1}^{ex}(\kappa) - 1 \right)^2 W_t L_t^{ex}. \end{aligned} \quad (15)$$

Квадратичные члены в выражениях отражают издержки, вызванные изменениями объема нанимаемого труда $L_t^{ex}(\kappa)$ и номинальной цены $P_t^d(j)$, в соответствии с работой (Rotemberg, 1982), и реализуют механизм жесткости данных показателей.

Издержки в связи с изменением объема нанимаемого труда являются не самым распространенным механизмом ДСМОР. Как правило, авторы моделей ограничиваются механизмом жесткости заработных плат. Если в представленной здесь модели ограничиться механизмом жесткости заработных плат, то в экспортирующем секторе возникает резкий рост нанимаемого труда в ответ на положительный шок цены на нефть, поскольку фирмам становится выгодно привлекать дешевый труд и увеличивать экспортные поставки. По нашему мнению, наращивание производства экспортного продукта за счет дешевого труда является нереалистичным и не согласуется со статистикой. Как замечает ряд исследователей (см., например, (Гимпельсон и др., 2017)), российский рынок труда отличается от рынка труда развитых стран тем, что в последних вследствие экономических шоков происходит подстройка занятости, тогда как на российском рынке происходит подстройка стоимости труда. В 1990-х годах этому способствовала задержка выплат заработной платы и инфляционные процессы, тогда как в 2000-х – неформальные выплаты работникам. В силу изложенных причин в модель и был введен механизм издержек в связи с изменением труда.

Решение задачи производителя экспортного продукта после перехода к агрегированным переменным может быть выражено условиями оптимальности первого порядка по капиталу, труду и земле:

$$r_t^{ex} K_{t-1}^{ex} = \alpha_{ex} S_t P_t^{ex} Y_t^{ex}, \quad (16)$$

$$\begin{aligned} W_t L_t^{ex} + w_{ex} \left(\frac{L_t^{ex}}{L_{t-1}^{ex}} - 1 \right) \frac{L_t^{ex}}{L_{t-1}^{ex}} W_t L_t^{ex} - \beta w_{ex} E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{L_{t+1}^{ex}}{L_t^{ex}} - 1 \right) \frac{L_{t+1}^{ex}}{L_t^{ex}} W_{t+1} L_{t+1}^{ex} = \\ = (1 - \alpha_{ex} - \gamma_{ex}) S_t P_t^{ex} Y_t^{ex}, \end{aligned} \quad (17)$$

$$Land_t N_t = \gamma_{ex} S_t P_t^{ex} Y_t^{ex}, \quad (18)$$

где P_t^{ex} – внешняя цена на экспортируемый продукт. Предполагается, что динамика условий торговли P_t^{ex}/P_t^f описывается процессом

$$\ln(P_t^{ex}/P_t^f) = \rho_{oil} \ln(P_{t-1}^{ex}/P_{t-1}^f) + \varepsilon_t^{oil}, \quad (19)$$

где ε_t^{oil} – шок условий торговли, ассоциируемый в случае российской экономики с шоком цены на нефть.

Уравнение (19) задает стационарный процесс для условий торговли. Однако если, например, в качестве условий торговли рассматривать реальную цену на нефть, то в действительности данный временной ряд оказывается сильно инерционным процессом, похожим на случай-

ное блуждание, т.е. имеющим единичный корень. В эмпирической литературе встречаются широко цитируемые работы, в которых предполагается как стационарность реальных цен на нефть (см., например, (Kilian, 2009)), так и их нестационарность (см., например, (Peetsman, van Robays, 2009)). В работах, где рассматривается построение ДСМОР, стационарными полагаются как цены на нефть (Carlstrom, Fuerst, 2006; Leduc, Sill, 2004.), так и в более широком смысле – условия торговли (Devereux et al., 2006; Mendoza, 1995), что в значительной степени обусловлено относительной простотой получения решения моделей анализа именно циклических колебаний в рамках такого предположения и исходной цели. В настоящей работе мы будем придерживаться предпосылки, что условия торговли стационарны. Данная спецификация обеспечивает сопоставимость с другими исследованиями анализа влияния шоков условий торговли в рамках подхода ДСМОР. Анализ воздействия шоков нестационарного процесса условий торговли также возможен по аналогии с работами (Крепцев, Селезнев, 2018; Полбин, 2017), но данная задача достаточно трудоемкая, и мы оставляем ее для дальнейших исследований.

Максимизация целевой функции отдельного производителя внутреннего промежуточного продукта по факторам производства и цене $P_t^d(j)$ при информационном ограничении (7), производственном ограничении (11) и соотношении (14) после перехода к агрегированным переменным дает соотношения

$$Y_t^d K_{t-1}^d = \alpha_d M_{C_t} P_t^d Y_t^d, \quad (20)$$

$$W_t L_t^d = (1 - \alpha_d) M_{C_t} P_t^d Y_t^d, \quad (21)$$

$$M_{C_t} = \frac{\sigma_d - 1}{\sigma_d} + \frac{k}{\sigma_d} \left(\frac{P_t^d}{P_{t-1}^d} - 1 \right) \frac{P_t^d}{P_{t-1}^d} - \beta \frac{k}{\sigma_d} E_t \frac{\Lambda_{t+1} Y_{t+1}^d}{\Lambda_t Y_t^d} \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{P_{t+1}^d}{P_t^d} - 1 \right) \left(\frac{P_{t+1}^d}{P_t^d} \right)^2. \quad (22)$$

Величина M_{C_t} содержательно интерпретируется как предельные издержки производителя. Если, например, издержки на изменение номинальной цены продукции нулевые, т.е. $k=0$, то предельные издержки постоянны и составляют величину $(\sigma_d - 1)/\sigma_d$, $\sigma_d > 1$. Если издержки ненулевые, соотношение (22) называют в литературе новокейнсианской кривой Филлипса – зависимостью между инфляцией и предельными издержками.

2.5. Производитель производственного капитала

Производитель производственного капитала покупает на рынке конечного продукта инвестиции Inv_t^d , Inv_t^{ex} , которые он использует для создания производственного капитала DK_t^d , DK_t^{ex} с целью последующей продажи предпринимателям по номинальным ценам Q_t^d , Q_t^{ex} . Считается, что капиталы для двух секторов не являются абсолютно взаимозаменяемыми. Технология преобразования инвестиций в капитал учитывает нелинейность издержек на производство капитала и описывается уравнениями

$$DK_t^d = Inv_t^d - \Psi_t^d (Inv_t^d / Inv_{t-1}^d) Inv_t^d, DK_t^{ex} = Inv_t^{ex} - \Psi_t^{ex} (Inv_t^{ex} / Inv_{t-1}^{ex}) Inv_t^{ex}, \quad (23)$$

где

$$\Psi_t^d (Inv_t^d / Inv_{t-1}^d) = 0,5k_d (Inv_t^d / Inv_{t-1}^d - 1)^2,$$

$$\Psi_t^{ex} (Inv_t^{ex} / Inv_{t-1}^{ex}) = 0,5k_{ex} (Inv_t^{ex} / Inv_{t-1}^{ex} - 1)^2.$$

Цель деятельности производителя капитала – максимизация ожидаемой приведенной прибыли $E_t \sum_{t=t_0}^{+\infty} \beta^{t-t_0} \Lambda_t \Pi_t^{fiz} / P_t$. Выражение для прибыли текущего периода имеет вид:

$$\Pi_t^{fiz} = Q_t^d DK_t^d + Q_t^{ex} DK_t^{ex} - P_t Inv_t^d - P_t Inv_t^{ex}. \quad (24)$$

В результате максимизации ожидаемой приведенной прибыли цены производственного капитала находятся из соотношений:

$$\frac{Q_t^d}{P_t} \left(1 - \Psi_t^d - Inv_t^d \frac{\partial \Psi_t^d}{\partial Inv_t^d} \right) = 1 + \beta E_t Inv_{t+1}^d \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{Q_{t+1}^d}{P_{t+1}} \frac{\partial \Psi_{t+1}^d}{\partial Inv_{t+1}^d}, \quad (25)$$

$$\frac{Q_t^{ex}}{P_t} \left(1 - \Psi_t^{ex} - Inv_t^{ex} \frac{\partial \Psi_t^{ex}}{\partial Inv_t^{ex}} \right) = 1 + \beta E_t Inv_{t+1}^{ex} \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{Q_{t+1}^{ex}}{P_{t+1}} \frac{\partial \Psi_{t+1}^{ex}}{\partial Inv_{t+1}^{ex}}. \quad (26)$$

Если $k_d = k_{ex} = 0$, то инвестиции отождествляются с новым производственным капиталом, а цены Q_t^d , Q_t^{ex} на производственный капитал равны цене P_t конечного продукта.

2.6. Предприниматели

В модели предприниматели являются агентами, через которых реализуется механизм финансового акселератора. Финансовый акселератор – экономический механизм, увеличивающий амплитуду воздействия экономических шоков и, возможно, продолжительность их действия. Как показано в работе (Bernanke et al., 1996), существующие способы описания механизма финансового акселератора сводятся к моделированию поведения внешней финансовой премии. Данная премия определяется как разница между доходностью активов заемщика и безрисковой ставкой процента и характеризует издержки, которые несет кредитор при объявлении банкротства заемщика. Если экономика подвержена негативному шоку, то финансовое состояние заемщика ухудшается, растет вероятность банкротства и ожидаемые издержки кредитора, связанные с банкротством заемщика. Поэтому вознаграждение, которое заемщик выплачивает кредитору, также растет. Это заставляет заемщика работать с более высокой доходностью, несмотря на ухудшение экономической ситуации, что приводит к увеличению доли банкротств среди заемщиков и усилению воздействия шоков на экономику.

В данной работе описание поведения предпринимателей основано на работе (Bernanke et al., 1999) и в значительной степени его повторяет. Но в отличие от (Bernanke et al., 1999) в нашем описании:

- 1) предприниматели владеют сразу двумя типами производственного капитала;

- 2) в некоторых соотношениях переменные будут сдвинуты во времени;
- 3) итоговые соотношения вычисляемой модели имеют нелинейный и неупрощенный вид⁴;
- 4) кредитное соглашение между предпринимателем и кредитором формулируется в номинальных, а не в реальных величинах. Как отмечено в работе (Motto et al., 2010), формулировка параметров долговых отношений в номинальных величинах более приближена к действительности.

Каждый континуум предпринимателей (индекс опускаем) является собственником двух видов производственного капитала: K_t^d – для нужд производства промежуточного внутреннего продукта, K_t^{ex} – для нужд производства экспортного продукта. Предприниматель покупает на рынках капитала только что созданный физический капитал DK_t^d , DK_t^{ex} по ценам Q_t^d , Q_t^{ex} . Запасы физического капитала и потоки нового капитала связаны соотношениями:

$$DK_t^d = K_t^d - (1 - \delta_d)K_{t-1}^d, \quad DK_t^{ex} = K_t^{ex} - (1 - \delta_{ex})K_{t-1}^{ex}, \quad (27)$$

где δ_d , δ_{ex} – постоянные нормы амортизации физического капитала.

Предполагается, что приобретенный в период t капитал DK_t^d , DK_t^{ex} предприниматель может сдать в аренду только в период $t+1$. Это означает, что ввод нового капитала запаздывает на один период времени по отношению к инвестициям в создание физического капитала. Вследствие этого в период t предприниматель предоставляет производителям в аренду капиталы в размере K_{t-1}^d , K_{t-1}^{ex} по номинальным ценам r_t^d , r_t^{ex} .

Источниками формирования средств предпринимателя являются как собственные финансовые средства Cap_t предпринимателя, так и заемные $Loan_t$. Баланс активов и источников их формирования в номинальных величинах имеет вид

$$Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex} = Loan_t + Cap_t. \quad (28)$$

Далее через Rk_t^d , Rk_t^{ex} будем обозначать средние по предпринимателям брутто-доходности активов $Q_t^d K_{t-1}^d$, $Q_t^{ex} K_{t-1}^{ex}$ (определяющее соотношение для доходностей Rk_t^d , Rk_t^{ex} через ставки r_t^d , r_t^{ex} приводится далее). Тогда к концу периода t до момента выплаты процентов по заемным средствам предприниматели в среднем имеют номинальный доход $Rk_t^d Q_t^d K_{t-1}^d + Rk_t^{ex} Q_t^{ex} K_{t-1}^{ex}$. Предполагается, что все предприниматели ведут свои дела с разной степенью успешности: доход конкретного предпринимателя к концу периода t составляет величину $\omega(Rk_t^d Q_t^d K_{t-1}^d + Rk_t^{ex} Q_t^{ex} K_{t-1}^{ex})$, где ω – идиосинкратический шок, т.е. случайная величина с функцией распределения F и функцией плотности распределения f , математическим ожиданием, равным единице, и минимальным и максимальным значениями ω_{min} , ω_{max} , быть может, равными ∞ . Идиосинкратические шоки разных предпринимателей независимы между собой и одинаково распределены в разные периоды времени.

⁴ Таким образом, в нашей постановке задачи мы учитываем воздействие параметра μ (определение см. далее) на долгосрочное равновесие, которое оказывает хоть и не принципиальное, но и не нулевое влияние на отклик.

Кредитный договор в период времени t на использование предпринимателем номинальной величины кредитных средств $Loan_t$ между периодами t и $t+1$ устроен так, что если ω выше порогового значения $\bar{\omega}_{t+1}$, предприниматель передает кредитору величину $\bar{\omega}_{t+1} (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex})$ в счет выплаты кредита $Loan_t$ и процентов по нему, если ω ниже порогового значения $\bar{\omega}_{t+1}$, то он передает банку весь свой доход $\omega (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex})$, но при этом банк безвозвратно теряет долю μ дохода $\omega (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex})$.

В модели предполагается, что кредитор, отдавая в долг сумму $Loan_t$ в период t , желает получить в период $t+1$ величину $R_t^l Loan_t$, не зависящую от шоков периода $t+1$ (т.е. безрисковую брутто-доходность R_t^l) по кредитному соглашению

$$R_t^l Loan_t = (1-\mu) \int_{\omega_{\min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex}) + (1-F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex}). \quad (29)$$

Два слагаемых в правой части (29) – это величина, которую получает кредитор от отдельного кредитного договора, и усредненная по реализации идиосинкратического риска ω . Первое слагаемое в правой части (29) относится к случаю реализации низкой доходности предпринимателя $\omega \leq \bar{\omega}_{t+1}$, когда он объявляет банкротство, второе слагаемое – к случаю высокой доходности $\omega > \bar{\omega}_{t+1}$. При наступлении периода $t+1$ каждый отдельный предприниматель будет выплачивать кредитору объем средств, зависящий от реализации идиосинкратического риска ω в период $t+1$. Однако в сумме все заемщики в силу бесконечности их числа будут выплачивать кредитору сумму, не зависящую от реализаций шоков отдельных предпринимателей, а зависящую лишь от распределения случайной величины ω , что и отражено в (29).

Отметим, что о совокупности пороговых значений риска $\bar{\omega}_{t+1}$, зависящих от состояния среды в период $t+1$, и о величинах $Loan_t$, R_t^l , кредитор и заемщик договариваются в период t . Точнее, в соответствии с выражением (29), значения риска $\bar{\omega}_{t+1}$ определяются в период t в зависимости от реализации будущего дохода $Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex}$. Такого рода соглашения получили название условных контрактов, или условных товаров (state-contingent commodity), и были исследованы в (Radner, 1972).

Целью предпринимателя является максимизация ожидаемого номинального значения собственного капитала $E_t Cap_{t+1}$. Динамика собственного капитала Cap_{t+1} после взятия математического ожидания по ω может быть записана как

$$Cap_{t+1} = \left(1 - \int_{\omega_{\min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega\right) (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex}) - \quad (30)$$

$$-(1-F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex}) - \Pi_{t+1}^{ent} + P_{t+1} dY^{ss},$$

где Π_t^{ent} – выплачиваемая домохозяйствам прибыль, определяемая соотношением

$$\Pi_t^{ent} = \gamma_{ent} Cap_t. \quad (31)$$

Слагаемые в правой части (30) проще проинтерпретировать, если принять во внимание, что в случае объявления банкротства ($\omega \leq \bar{\omega}_{t+1}$) весь доход изымается в счет кредита. Тогда первое слагаемое в правой части (30) является доходом, усредненным по реализациям идиосинкратического риска, второе – расходами на погашение кредита. Третье – означает, что часть предпринимателей в каждый момент времени решает уйти из бизнеса и становится домохозяйствами, а четвертое – ответственно за инъекцию капитала со стороны домохозяйств, т.е. некоторые домохозяйства становятся предпринимателями. Данная спецификация полностью аналогична работе (Christiano et al., 2013) и обеспечивает наличие некоторого стационарного уровня собственных активов.

Для завершения постановки задачи предпринимателя остается уяснить, как определяются доходности Rk_t^d , Rk_t^{ex} и насколько корректно определение (30) как величины собственного капитала. Для этого необходимо записать выражение для прироста собственного капитала $Cap_{t+1} - Cap_t$, усредненного по идиосинкратическому риску ω :

$$\begin{aligned} Cap_{t+1} - Cap_t = & \left(r_{t+1}^d K_t^d + r_{t+1}^{ex} K_t^{ex} \right) - \left(Q_{t+1}^d DK_{t+1}^d + Q_{t+1}^{ex} DK_{t+1}^{ex} \right) + \\ & + \left(Q_{t+1}^d K_{t+1}^d - Q_t^d K_t^d + Q_{t+1}^{ex} K_{t+1}^{ex} - Q_t^{ex} K_t^{ex} \right) - \Pi_{t+1}^{ent} + P_{t+1} d Y^{ss} - \\ & - \left[\int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega + (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right] \left(Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex} \right) - Loan_t \end{aligned}$$

В правой части выражения в первой скобке стоит арендный доход, во второй – затраты на покупку нового капитала, в третьей – изменение стоимости активов. Выражение в квадратной скобке отражает процентные расходы по кредиту. После использования (27)–(28) для исключения DK_t^d , DK_t^{ex} , Cap_t последнее выражение приобретает вид (30), если определить доходности активов (чего ранее не было сделано) как

$$Rk_t^d = r_t^d / Q_t^d + 1 - \delta_d, \quad Rk_t^{ex} = r_t^{ex} / Q_t^{ex} + 1 - \delta_{ex}. \quad (32)$$

Данное соотношение имеет естественную интерпретацию: внутренняя доходность производителя определяется как разность между рентной ценой капитала и нормой амортизации.

Если в выражении (29) исключить переменную кредитов с помощью (28), то (29) примет вид:

$$\begin{aligned} R_t^l \left(Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex} - Cap_t \right) = \\ = \left((1 - \mu) \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega + (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right) \left(Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex} \right). \end{aligned} \quad (33)$$

Окончательно задача предпринимателя формулируется как максимизация ожидаемого значения собственного капитала $E_t Cap_{t+1}$, определяемого через (30), при ограничении (33). Таким образом, задача предпринимателя является однопериодной. Не объявивший о банкротстве предприниматель, оказавшись в следующем периоде времени, решает аналогичную задачу.

Величина собственного капитала Cap_t в соответствии с соотношением (30) будет предопределенной величиной в момент времени t . Поэтому максимизация осуществляется по размерам физического капитала K_t^d , K_t^{ex} и набору пороговых значений риска $\bar{\omega}_{t+1}$. Обозначив множители Лагранжа при ограничении (33) через λ_{t+1}^s , приведем условия оптимальности по K_t^d , K_t^{ex} , $\bar{\omega}_{t+1}$ к виду:

$$E_t \left(1 - \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right) Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d + E_t \lambda_{t+1}^s \left[\left((1 - \mu) \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega + (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right) Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d - R_t^l Q_t^d \right] = 0, \quad (34)$$

$$E_t \left(1 - \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega - (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right) Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} + E_t \lambda_{t+1}^s \left[\left((1 - \mu) \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega + (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) \bar{\omega}_{t+1} \right) Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} - R_t^l Q_t^{ex} \right] = 0, \quad (35)$$

$$(1 - F(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu \bar{\omega}_{t+1} f(\bar{\omega}_{t+1})) \lambda_{t+1}^s - (1 - F(\bar{\omega}_{t+1})) = 0. \quad (36)$$

Соотношения (27)–(32), (33)–(36) описывают поведение предпринимателей в модельной экономике.

Отметим, что в работе (Bernanke et al., 1999) авторы рассматривали производственный капитал K_t только одного типа. На основе соотношений оптимальности по физическому капиталу K_t и пороговым рискам $\bar{\omega}_{t+1}$ и соотношения, аналогичного (29), авторы доказали, что внешняя финансовая премия $E_t Rk_{t+1} - R_t^l$ может быть представлена как $E_t Rk_{t+1} - R_t^l = \left(s \left(Cap_t / (Q_t K_t) \right) - 1 \right) R_t^l$, где s – убывающая функция своего аргумента $Cap_t / (Q_t K_t)$. Внешняя финансовая премия показывает, насколько выше безрисковой ставки должна быть доходность активов предпринимателей. В соответствии с приведенным соотношением премия за риск тем выше, чем ниже доля собственных средств в валюте баланса $Cap_t / (Q_t K_t)$. Таким образом, чем ниже доля собственных средств в валюте баланса, тем с большей доходностью должен работать предприниматель. Данная зависимость усиливает воздействие шоков на экономику в соответствии со схемой, описанной в начале подраздела.

Подобная зависимость существует и в представленной здесь модели с двумя видами капитала. Она может быть получена, если проделать операции, аналогичные работе (Bernanke et al., 1999). Из системы уравнений (29), (34)–(36) на основе выражения (36) сначала исключается λ_{t+1}^s , затем из (29) определяется $\bar{\omega}_{t+1}$ как функция доли собственных средств $Cap_t / (Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex})$ и далее из (34), (35) находятся величины $Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d / Q_t^d$ и $Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} / Q_t^{ex}$. В итоге выражение для премии имеет вид

$$Prem_t = E_t Rk_{t+1}^d \frac{Q_{t+1}^d}{Q_t^d} - R_t^l = E_t Rk_{t+1}^{ex} \frac{Q_{t+1}^{ex}}{Q_t^{ex}} - R_t^l = \left(s \left(\frac{Cap_t}{Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex}} \right) - 1 \right) R_t^l. \quad (37)$$

Таким образом, премия за риск по каждому типу активов есть убывающая функция от доли собственных средств в валюте баланса $n_t = \text{Cap}_t / (Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex})$.

Если некоторый шок экономики приводит к улучшению состояния баланса предпринимателя, т.е. росту n_t , то пороговое значение $\bar{\omega}$ идиосинкратического риска и вероятность банкротства $F(\bar{\omega})$ падают в соответствии с выражением (29). При падении вероятности банкротства падает ожидаемая величина выплат кредитору в случае банкротства $\int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega \times (Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d K_t^d + Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} K_t^{ex})$. Более низкие выплаты кредитору приводят к более высоким значениям собственного капитала в будущем, а следовательно, и к инвестициям, что также позволяет предпринимателю работать с более низкой премией за риск.

Снижение премии за риск означает более низкие цены аренды r^d, r^{ex} производственного капитала. В терминах кривых спроса и предложения на производственный капитал K^d, K^{ex} в зависимости от цен аренды r^d, r^{ex} снижение премии приводит к сдвигу кривой предложения капитала влево, что в равновесии соответствует более низким ценам аренды капитала и более высоким значениям производственного капитала и соответственно инвестиций.

В описанной схеме важным звеном является улучшение состояния баланса предпринимателя. Однако, как будет видно в дальнейшем, не каждый шок, который принято считать положительно влияющим на экономику, приводит к улучшению баланса предпринимателя.

2.7. Условия баланса

Условия баланса для рынка труда, рынка земли, рынка конечного продукта и валютного рынка записываются в виде:

$$L_t = L_t^d + L_t^{ex}, \quad (38)$$

$$\int_0^1 Land_t(\kappa) d\kappa = \int_0^1 land(i) di = land, \quad (39)$$

$$C_t + Inv_t^d + Inv_t^{ex} + \mu \int_{\omega_{min}}^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega f(\omega) d\omega \times (Rk_t^d Q_t^d K_{t-1}^d + Rk_t^{ex} Q_t^{ex} K_{t-1}^{ex}) / P_t + \\ + \Psi_t^L (W_t / W_{t-1}) + 0,5k (P_t^d / P_{t-1}^d - 1)^2 P_t^d Y_t^d / P_t + \\ + 0,5w_{ex} (L_t^{ex} / L_{t-1}^{ex} - 1)^2 W_t L_t^{ex} / P_t = Y_t, \quad (40)$$

$$P_t^{ex} Y_t^{ex} + R_{t-1}^f Df_{t-1} = P_t^f Imp_t + Df_t + P_t^f \Psi_t^{Df} / S_t. \quad (41)$$

Соотношение (39) означает, что предложение земли фиксировано, поскольку объем земли, принадлежащей отдельным домохозяйствам, считается неизменным. Последние четыре слагаемых в левой части (40) – издержки, связанные с потерей кредиторов при объявлении банкротства предпринимателями и с изменением номинальных заработных плат, цен производителей и объема отработанных часов в секторе производства экспортного продукта.

2.8. Правила денежно-кредитной политики (ДКП)

В модели рассматриваются два варианта ДКП.

1 вариант. Правило стабилизации номинального обменного курса (далее – ДКП-1):

$$\pi_t^s = S_t / S_{t-1} - 1 = \text{const} . \quad (42)$$

Выражение (42) отражает стремление органа, ответственного за ДКП, оставить неизменным номинальный обменный курс.

В современных ДСМОП инструменты достижения цели обычно не моделируются, поскольку, как правило, в данных моделях конкретный способ достижения цели не влияет на макропоказатели (в реальной жизни, конечно, это может не выполняться). Например, в реальном мире при ДКП в форме правила Тейлора цель по инфляции достигается путем предоставления центральным банком кредитов коммерческим банкам под ключевую ставку процента либо – за счет покупки на открытом рынке облигаций государственного займа. Таким образом, на решения экономических агентов в моделях ДСМОП влияет именно траектория процентной ставки, а не показатели денежного рынка, в рамках динамики которых складывается динамика процентных ставок. По этой причине в ДСМОП промежуточные звенья денежного рынка попросту исключаются (безусловно, данный подход часто подвергается критике).

Мы не привязываем нашу модель к конкретной стране и к конкретному историческому эпизоду. Достижение цели в случае ДКП в форме поддержки номинального обменного курса может осуществляться за счет интервенций, как в России в 2000-е годы, а может – путем изменения ключевой процентной ставки. Например, в работе (Benigno et al., 2007) предложено инструментальное правило регулирования процентной ставкой ЦБ, в рамках которого будет достигаться режим фиксированного номинального курса. И в настоящей модели ДСМОП, как и в других базовых моделях данного класса, механизм достижения конкретных траекторий процента и курса не влияет на исходные переменные модели.

2 вариант. Правило Тейлора с разрывом выпуска (см., например, (Adolfson et al., 2014)). Далее – ДКП-2):

$$R_t^l - R^{l,ss} = \rho_y (GDP_t / GDP_t^{pot} - 1) + \rho_{inf} (\pi_t - 1), \quad (43)$$

где

$$GDP_t = Y_t^d + Y_t^{ex} - \quad (44)$$

выпуск всех отраслей экономики, GDP_t^{pot} – потенциальный выпуск, соответствующий выпуску в экономике с гибкими ценами на продукцию и труд; формально он определяется из рассматриваемой модели при $w = k = 0$. Ориентация на потенциальный выпуск теоретически обосновывается тем, что в таком случае орган власти подталкивает экономику к эффективному равновесию.

3. Нормировка, калибровка и спецификации модели

При вычислении модели переход к относительным ценам и реальным денежным величинам был осуществлен с помощью следующих переменных: $\pi_t = P_t/P_{t-1}$ – отношение цен на конечную продукцию, ассоциируемое с инфляцией; $\tilde{P}_t^d = P_t^d/P_t$, $\tilde{P}_t^{ex} = P_t^{ex}/P_t^f$, $\tilde{Q}_t^d = Q_t^d/P_t$, $\tilde{Q}_t^{ex} = Q_t^{ex}/P_t$ – относительные цены на внутренний продукт, экспортируемый продукт и на производственный капитал; $S_t^r = P_t/(S_t P_t^f)$ – реальный обменный курс; $\pi^f - 1 = P_t^f/P_{t-1}^f - 1$ – инфляция внешних цен, полагающаяся неизменной; $\tilde{W}_t = W_t/P_t$ – реальная заработная плата; $\tilde{r}_t^d = r_t^d/P_t$, $\tilde{r}_t^{ex} = r_t^{ex}/P_t$ – реальная стоимость арендной платы за производственный капитал; $\tilde{N}_t = N_t/P_t$ – реальная арендная плата за пользование землей; $\tilde{\Pi}_t^{fiz} = \Pi_t^{fiz}/P_t$, $\tilde{\Pi}_t^{ent} = \Pi_t^{ent}/P_t$, $\tilde{\Pi}_t^d = \Pi_t^d/P_t$, $Loan_t^r = Loan_t/P_t$, $Df_t^r = Df_t/P_t^f$, $Cap_t^r = Cap_t/P_t$ – реальные аналоги номинальных денежных величин.

После некоторых преобразований из модели исчезают номинальные цены и переменные в номинальных величинах. В итоговую модель входят преобразованные с учетом замены соотношения (1)–(6), (8), (9), (11)–(32), (34)–(36), (38)–(41), (44) и одно из правил ДКП. Неизвестных переменных оказывается на одну меньше числа уравнений по причине линейной зависимости ряда уравнений в силу тождества Вальраса. Поэтому бюджетное ограничение домохозяйств (1) в расчетах не участвует.

Калибровка параметров и значений переменных в долгосрочном равновесии (см. Приложение, табл. П1–П2) производилась в соответствии со следующими соображениями. Мы предполагали, что $\beta = 0,99$; нормы амортизации – $\delta_d = \delta_{ex} = 0,02$, что соответствует выбытию производственного капитала со скоростью порядка 8% в год. Выбор данных значений является стандартным в литературе (см., например, (Motto et al., 2010)). Значение безрисковой брутто-ставки R_t^f было оценено в 1,01 – в соответствии с (3). Внешняя финансовая премия, определяемая правой частью соотношения (37), была оценена в 1% в квартал. Отметим, что в работе (Bernanke et al., 1999) премия оценивалась в 0,25–0,75% в квартал. Исходя из соотношений (32) и (37), брутто-доходность активов предпринимателей и рентные ставки равны $Rk_t^d = Rk_t^{ex} = 1,02$, $r_t^d = r_t^{ex} = 0,04$.

Отношение собственных средств предпринимателей к заемным $Cap_t/Loan_t$ в работе (Motto et al., 2010) было взято равным 1,15 для экономики Европы и 3,4 – для США. Как правило, в научной литературе данное соотношение не опускается ниже 1. В настоящей работе отношение собственных и заемных средств было взято равным 1,15.

Показатель μ потерь при объявлении банкротства предпринимателя брался, как и в работе (Christiano et al., 2013), равным 0,275. Идиосинкратический риск ω , как и в работах (Bernanke et al., 1999; Motto et al., 2010), считался распределенным логнормально⁵ с пара-

метрами $\ln \omega \sim N(-0,5\sigma_\omega^2, \sigma_\omega^2)$. Параметр σ_ω на основе соотношений модели был оценен в 0,293; а $\bar{\omega}$ – в 0,461. Данным параметрам соответствует средняя вероятность банкротства предпринимателя за квартал $F(\bar{\omega}) = 0,0063$, что близко к аналогичному значению в работе (Christiano et al., 2013).

Отношение экспорта к совокупному выпуску Y_t^{ex}/GDP_t варьирует в широких диапазонах в зависимости от модели: в работе (Gertler et al., 2007) для Южной Кореи оно было взято равным 0,4; в (Devereux et al., 2006) для абстрактной экономики – 0,45, а в (Benkhodja, 2014) – от 0,078 для Индонезии до 0,64 для Ливии. В нашей работе мы приняли его значение 0,25 – как соответствующее российской экономике. В долгосрочном равновесии импорт считался равным экспорту.

Параметры эластичности для производственной функции производства внутреннего продукта (11) были приняты, как в работе (Полбин, 2014): $\alpha_d = 0,35$, $1 - \alpha_d = 0,65$. Относительно параметров эластичности для производственной функции экспортного продукта (12) предполагалось, что затраты на факторы производства (труд и капитал) в секторе производства экспортного продукта делятся в такой же пропорции $\alpha_{ex}/(1 - \alpha_{ex} - \gamma_{ex})$, как и в секторе производства внутреннего продукта $\alpha_d/(1 - \alpha_d) = 0,35/0,65$.

Параметры жесткостей модели w , k , d_s , k_d , k_{ex} были взяты из (Дробышевский, Полбин, 2015). Параметры автокорреляции ρ_d , ρ_{ex} , ρ_{oil} назначались близкими к средним значениям между априорными и апостериорными оценками аналогичных параметров в работе (Полбин, 2014), а параметр издержек на изменение объема нанимаемого труда w_{ex} – в диапазоне между значениями – из (Dib, 2003; Ambler et al., 2012).

Первым направлением изменения модели стало варьирование параметра γ_{ex} . Оно бралось равным 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1. Значение $\gamma_{ex} = 0$ соответствует экономике, в которой земля не служит фактором производства экспортного продукта. При $\gamma_{ex} = 1$, наоборот, единственным фактором производства экспортного продукта является земля. Можно сказать, что производство экспортного продукта ничего не стоит экономике, а всю выручку получает население. Изменение параметра γ_{ex} позволяет сравнить, как сильно изменяется проявление эффекта финансового акселератора в экономиках с разными уровнями издержек (на труд и капитал) на производство экспортного продукта.

Переключение между наличием и отсутствием механизма финансового акселератора является вторым направлением изменения модели. Механизм присутствует, если $\mu = 0,275$, и отсутствует, если $\mu = 0$. При $\mu = 0$ уравнения (34)–(36) приводят к соотношениям

$$E_t Rk_{t+1}^d Q_{t+1}^d / Q_t^d = E_t Rk_{t+1}^{ex} Q_{t+1}^{ex} / Q_t^{ex} = R_t^l, \quad (45)$$

которые означают, что ожидаемая доходность активов предпринимателя перестает зависеть от доли собственного капитала в валюте баланса, а премия за риск оказывается нулевой. Премия за риск перестает проциклично влиять на экономику.

⁵ Что позволяет в итоговой формулировке модели перейти к нормальному распределению согласно М. Del Negro, F. Schorfheide “Notes on New-Keynesian Models”.

Наконец, третья вариация модели – изменение правил ДКП между вариантами стабилизации номинального обменного курса (42) и таргетирования инфляции (43).

Предметом сравнения спецификаций модели являются функции импульсного отклика на шоки ε_t^d , ε_t^{ex} , ε_t^{com} , ε_t^{oil} , представленные в соотношениях (13), (19).

4. Влияние шока цен на нефть

Один из наиболее значимых шоков для экспортно-ориентированной экономики – шок цен на нефть (условий торговли) ε_t^{oil} . Функции импульсного отклика на данный шок представлены на рис. 2–3 для двух различных правил ДКП. Здесь и далее по оси X отобраны кварталы, по оси Y – процентные отклонения анализируемых переменных от исходной траектории развития без реализации шока. При положительном шоке от цен на нефть ε_t^{oil} в первую очередь растет спрос на труд L^{ex} , капитал K^{ex} и инвестиции Inv^{ex} в секторе производства экспортного продукта. В силу улучшения благосостояния потребителей увеличивается спрос на внутреннюю продукцию, поэтому растет спрос на труд L^d , капитал K^d и инвестиции Inv^d . Вслед за повышением спроса на факторы производства растут и их стоимости: арендные ставки \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} и оплата труда \tilde{W} . Увеличение экспортной выручки в первые периоды времени приводит к увеличению вложений домохозяйств в иностранные облигации Df . Наблюдаемый отток капитала в краткосрочном периоде можно объяснить транзитностью шока (transitory shock) условий торговли: домохозяйства трактуют рост экспортных доходов как временный шок дохода и увеличивают свои сбережения, тем самым сглаживая динамику своего потребления во времени. Также важны межвременные привычки потребления, которые ограничивают реакцию потребления на изменение дохода в краткосрочном периоде. Таким образом, увеличившиеся доходы от роста условий торговли в краткосрочном периоде направляются в большей степени на рост сбережений, а не потребления. Из-за наличия издержек на установку нового капитала для фирм оптимальным является постепенное изменение капитала, а не его резкий рост, что приводит к превышению сбережений в отечественной экономике над инвестициями и, соответственно, – к улучшению позиции по чистым иностранным активам.

Из-за альтернативности вложений средств населения в иностранные облигации Df и внутреннее кредитование $Loan$ внутренние ожидаемые доходности по этим инструментам равны (см. левые части уравнений (3), (4)). Отсюда следует совпадение отклика кредитных ставок R^l и динамики ожидаемого темпа роста номинального обменного курса π^s с поправкой на ценовые издержки вложений в иностранные облигации. Дальнейшее объяснение реакции переменных на шок зависит от формы ДКП.

При ДКП-1, как следует из уравнений (3) и (4), процентная ставка R^l слабо падает в силу постоянства курса, увеличения вложений в иностранные облигации Df и падения премии за риск, отраженной в квадратичном штрафе уравнения (4). Снижение ставки R^l можно интерпретировать как результат сохранения процентного паритета и улучшения внешней валютной позиции страны.

Постоянство обменного курса и связь внутренних и внешних цен (10) приводят к тому, что цены P^d , P , \tilde{P}^d ведут себя одинаковым образом и растут в силу увеличения спроса на промежуточную продукцию. Поэтому инфляция π оказывается положительной в первые периоды времени. Рост внутренних цен усиливает спрос производителей конечного продукта на импорт как более дешевый фактор производства, а также замедляет рост предложения экспорта через рост стоимости факторов производства.

При ДКП-2 в ответ на улучшение условий торговли, что соответствует притоку валюты в страну, происходит резкое укрепление номинального обменного курса. Данный эффект согласуется с экономической интуицией из базового курса макроэкономики, опирающегося на модель IS-LM-BP. Поскольку во внутреннем производстве имеется много издержек, а также издержек от изменения внутренних цен, то в первую очередь на рост агрегированного потребления в связи с оттоком капитала и снижением процентных ставок реагирует импорт (увеличением). Для обеспечения роста потребления импорта по отношению к потреблению внутреннего продукта происходит резкое укрепление номинального обменного курса, и, соответственно, реального курса, что обеспечивает равновесие на внутреннем и внешнем рынках.

Однако в ДСМОР оказывается не столь тривиально проследить конкретные каналы трансмиссии на номинальный обменный курс. В моделях общего равновесия укрепление номинального обменного курса происходит для обеспечения внутреннего и внешнего макроэкономического баланса. Улучшение условий торговли соответствует увеличению богатства домохозяйств, что должно привести к росту их потребления в среднесрочной перспективе. Для увеличения потребления должно произойти снижение реальных процентных ставок в рамках уравнения Эйлера для потребления (которое получается подстановкой множителя Лагранжа из уравнения (2) в уравнение (3)). В режиме фиксированного курса реальный процент падает при росте инфляции и снижении номинальной процентной ставки. В режиме плавающего курса и правила Тейлора (43) номинальная процентная ставка и инфляция должны двигаться в идентичном направлении. А поскольку ρ_{inf} больше единицы, в равновесии номинальная ставка процента и инфляция должны снизиться, что и приведет к уменьшению реального процента. Однако цены на продукцию отечественного производства имеют тенденцию расти, а не падать, так как в ответ на улучшение условий торговли в результате эффекта дохода (домохозяй-

ства увеличивают спрос как на товары конечного производства, так и на досуг) растут заработные платы (издержки для фирм). Следовательно, снижение инфляции должно произойти именно за счет падения цен на импортные товары (уравнение (10)), что происходит в равновесии за счет номинального укрепления обменного курса (данный эффект рассматривается в работе (Дробышевский, Полбин, 2015)). Приводимая

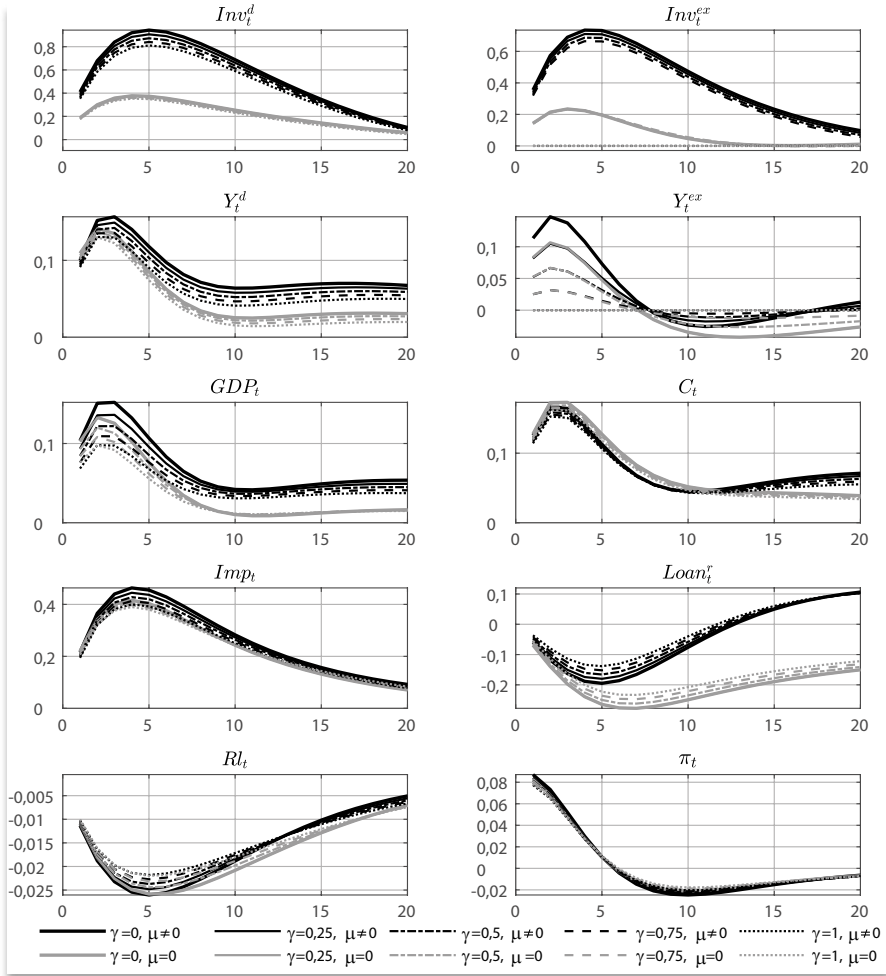


Рис. 2

Отклик основных переменных модели на 1%-ный положительный шок ε_t^{oil} цены на нефть при ДКП-1

Примечание. Здесь и далее в легенде метка $\mu \neq 0$ означает наличие механизма финансового акселератора. Переменные $GDP, Y^d, Y^{ex}, C, Inv, Inv^d, Inv^{ex}, Imp, Loan^r, Cap^r, L, L^d, L^s, \bar{w}, Mc, \bar{W}, \pi, S^r, \bar{P}^d, \bar{P}^{ex}, \bar{Q}^d, \bar{Q}^{ex}$ указаны в процентном отклонении от долгосрочного равновесия. Для переменных $Df^r, R^d, R^s, \bar{r}^d, \bar{r}^s, Rk^d, Rk^s, \pi^s, n, gap, Prem$ приведено значение отклонения от долгосрочного равновесия, умноженное на 100.

Источник: расчеты авторов.

интерпретация не воспроизводит всего механизма модели, — а он достаточно сложный.

Кредиты $Loan$ в первые периоды времени после шока снижаются в случае ДКП в форме поддержки номинального обменного курса, а при ДКП в форме правила Тейлора превышают значение в долгосрочном равновесии (рис. 2–3). Различия в реакции связаны с тем, что политика в форме правила Тейлора замедляет рост выпуска в экономике в краткосрочном периоде по сравнению с режимом поддержания курса. В силу этого спрос на производственный капитал, цены на аренду \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} и цены на производственный капитал \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} (связь \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} и \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} объяснена ниже) растут медленнее в случае ДКП в виде пра-

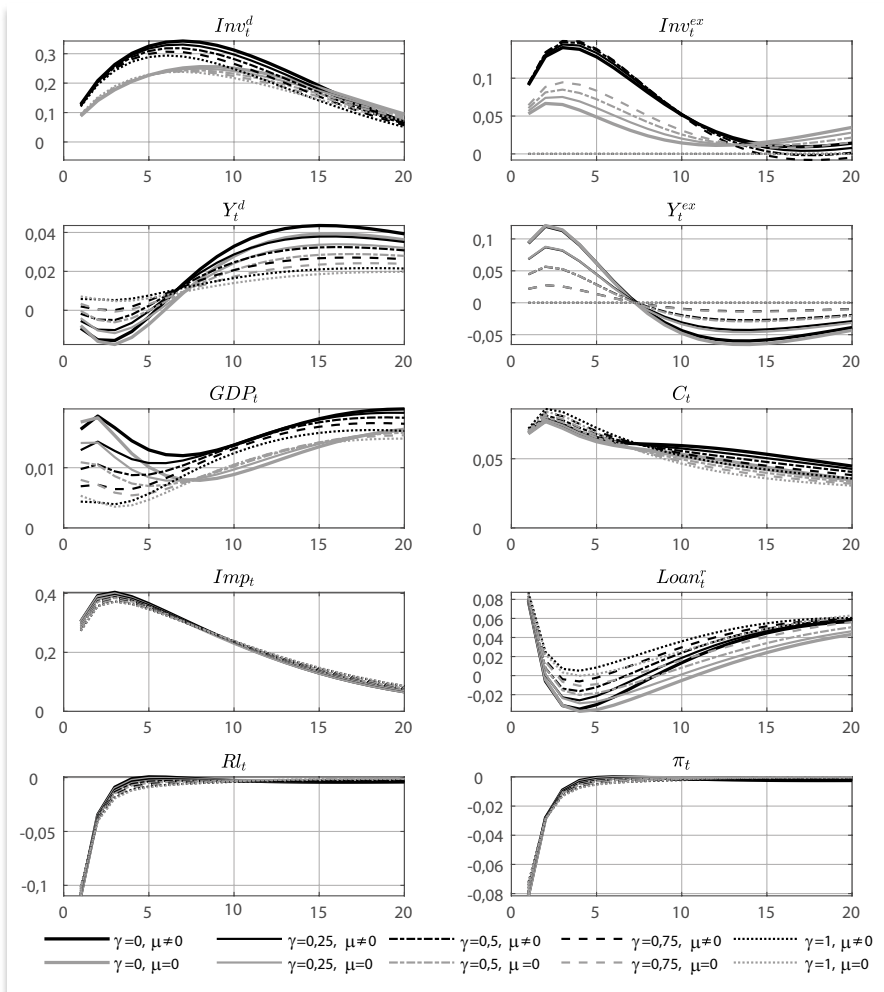


Рис. 3

Отклик основных переменных модели на 1%-ный положительный шок ε_t^{oil} цены на нефть при ДКП-2

Источник: расчеты авторов.

вила Тейлора. Такое поведение цен \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} производственных активов приводит к более медленному росту прибыли предпринимателя за счет переоценки стоимости собственных активов $\tilde{Q}^d K_t^d + \tilde{Q}^{ex} K_t^{ex}$, что влечет финансирование расширения спроса на инвестиции за счет заемных средств, а не за счет собственных.

Следует отметить, что отклики переменных (и прежде всего – выпуска) меньше в случае ДКП в виде правила Тейлора, чем при ДКП в виде поддержки номинального обменного курса. Для построенной нами модели это демонстрирует работоспособность правила Тейлора и режима плавающего курса как механизма, сглаживающего воздействие шоков на экономику. Во-первых, в рамках правила Тейлора происходит резкое укрепление номинального и, как следствие, реального обменного курса, что приводит к замещению роста совокупного спроса на отечественные товары спросом на импортные товары. Соответственно, спрос на отечественные товары при правиле Тейлора повышается не так сильно, как в режиме фиксированного курса. Во-вторых, при правиле Тейлора реальная процентная ставка в экономике хотя и снижается, но оказывается выше, чем при правиле поддержки номинального обменного курса. Более высокая реальная процентная ставка приводит к меньшему расширению агрегированного спроса. Укрепление реального обменного курса и увеличение реальных заработных плат оказывается достаточно продолжительным во времени, что обуславливает переход отклика экспорта из положительной области в отрицательную в среднесрочной перспективе, когда отклик условий торговли в достаточной мере затухает, а рост цен на продукцию не может компенсировать роста издержек производства.

5. Оценка величины ЭФА и роли фактора «земля»

Оказывается, что само наличие механизма финансового акселератора значительно усиливает воздействие шока цены на нефть только на те переменные, которые напрямую связаны с кредитно-денежными отношениями: инвестиции, кредиты, собственный капитал предпринимателей (см. рис. 2 и 3). Например, при наличии механизма финансового акселератора при $\gamma_{ex} = 0,25$ и при 10%-ном положительном шоке цены на нефть суммарные инвестиции в пиковый момент растут на 8,6% в случае ДКП в виде правила поддержки обменного курса и на 2,8% – в случае ДКП в виде правила Тейлора. Аналогичные значения (суммарных инвестиций в пиковый момент) при отсутствии механизма финансового акселератора составляют меньшую величину: 3,4 и 2,0%.

На другие переменные, в том числе выпуск, механизм финансового акселератора влияет незначительно. Выпуск обеих отраслей *GDP* при механизме финансового акселератора при 10%-ном положительном шоке на нефть увеличивается в пиковый момент на 1,36% в случае ДКП в виде правила поддержки обменного курса и на 0,19% – в случае

ДКП в виде правила Тейлора. Если же механизм финансового акселератора отсутствует, то значения роста выпуска оказываются близкими: 1,33 и 0,16%.

Переменной, по которой в классических работах судили о наличии ЭФА, выступали инвестиции в производство. Для точного измерения величины ЭФА введем показатель на основе отклика инвестиций в производство мощностей для сектора внутренней продукции Inv_t^d на некоторый шок ε_t :

$$Ef^{\varepsilon} = \max_{t \geq 1} \left| \left. Inv_t^d \right|_{\mu \neq 0} \right| / \left| \left. Inv_t^{d,ss} \right|_{\mu \neq 0} \right| - \max_{t \geq 1} \left| \left. Inv_t^d \right|_{\mu=0} \right| / \left| \left. Inv_t^{d,ss} \right|_{\mu=0} \right|,$$

где $Inv_t^{d,ss} \Big|_{\mu \neq 0}$, $Inv_t^{d,ss} \Big|_{\mu=0}$ – значения инвестиций в долгосрочном равновесии при наличии и отсутствии механизма финансового акселератора; первая и вторая дроби – долевые отклонения максимальных значений инвестиций от значений в долгосрочном равновесии в случаях ЭФА ($\mu \neq 0$) и без него ($\mu = 0$). Для рис. 2 и 3 величина эффекта финансового акселератора Ef^{ε} равна расстоянию по вертикали между горбами двух кривых. Соответственно, ЭФА проявляется, если $Ef^{\varepsilon} > 0$, иначе возникает деакселерирующий эффект. Результаты вычислений эффекта приведены в табл. 1–2.

Как видно из данных, представленных в табл. 1–2, наличие ЭФА зависит от вида шока и вида ДКП. ЭФА проявляется при всех представленных шоках в случае ДКП-2. Для ДКП-1 эффект проявляется в случаях шоков эффективности производства экспортного продукта ε_t^{ex} , цены на нефть ε_t^{oil} , а деакселерирующий эффект – в случае шока ε_t^d эффективности внутреннего производства. Данная интересная особенность объяснена в следующем разделе.

При росте параметра γ_{ex} , отражающего степень влияния фактора «земля» в производстве экспорта, ЭФА ослабевает для всех пред-

Таблица 1

Величина ЭФА при 1%-ных шоках при ДКП-1, %

Шок	γ_{ex}					Наличие эффекта	Ослабление эффекта с ростом γ_{ex}
	0	0,25	0,5	0,75	1,0		
ε_t^{com}	0,210	0,149	0,087	0,021	-0,052	Не всегда	Да
ε_t^d	-0,359	-0,383	-0,421	-0,464	-0,514	Нет	Да
ε_t^{ex}	0,566	0,529	0,505	0,481	0,458	Да	Да
ε_t^{oil}	0,566	0,529	0,505	0,481	0,458	Да	Да

Источник: расчеты авторов.

Таблица 2

Величина ЭФА при 1%-ных шоках при ДКП-2, %

Шок	γ_{ex}					Наличие эффекта	Ослабление эффекта с ростом γ_{ex}
	0	0,25	0,5	0,75	1,0		
ε_t^{com}	0,521	0,501	0,475	0,443	0,404	Да	Да
ε_t^d	0,404	0,391	0,376	0,357	0,334	Да	Да
ε_t^{ex}	0,085	0,081	0,076	0,068	0,057	Да	Да
ε_t^{oil}	0,087	0,082	0,075	0,066	0,055	Да	Да

Источник: расчеты авторов.

ставленных видов шока. Для объяснения ослабления эффекта с ростом γ_{ex} можно, например, рассмотреть шок цен на нефть ε_t^{oil} . Отметим, что предприниматель в качестве арендной платы за предоставление производственного капитала K_{t-1}^{ex} производителю экспортного продукта получает долю экспортной выручки $\alpha_{ex} = 0,35(1 - \gamma_{ex})$. Тогда при высоких значениях γ_{ex} практически вся дополнительная выручка от экспорта, образовавшаяся в результате шока, поступает не предпринимателям, а домохозяйствам, что влияет на предпринимателей только опосредованно – через расширение спроса на неторгуемые товары и рост их цен. При низких значениях γ_{ex} дополнительная выручка от экспорта в большей мере попадает к предпринимателям, поэтому их собственный капитал растет быстрее, поэтому снижается премия за риск. Предпринимателям становится легче занимать, что способствует росту спроса на новый производственный капитал.

6. Объяснение некоторых эффектов, возникающих в модели

Далее мы рассмотрим два наиболее интересных эффекта, проявляющихся в модели на уровне функций импульсного отклика. В целях симметрии изложения будем сравнивать воздействие двух шоков – шока ε^d совокупной факторной производительности в секторе производства внутреннего промежуточного продукта и шока ε^{ex} совокупной факторной производительности в секторе производства экспортного продукта (далее – шоки ε^d и ε^{ex}). Влияние шока ε^{ex} во многом схоже с влиянием шока цены на нефть ε^{oil} , поэтому изложенную ниже интерпретацию воздействия шока ε^{ex} можно перенести и на шок ε^{oil} .

Первый эффект – различие масштабов отклика производства в двух секторах на собственный шок эффективности производства. Производство Y^{ex} экспортной продукции в ответ на 1%-ный положительный шок ε^{ex} эффективности производства Z^{ex} (Приложение,

рис. П1, П2) растет на 1,07–1,08% (в зависимости от ДКП) в пиковый период, а производство Y^d промежуточного внутреннего продукта – на 0,49–0,66% в ответ на 1%-ный положительный шок ε^d эффективности производства Z^d в секторе производства промежуточного внутреннего продукта.

Существует три причины меньшего масштаба отклика сектора производства внутреннего продукта на шок во внутренне-ориентированном секторе. В отличие от рынка экспортного продукта рынок промежуточного внутреннего продукта имеет эластичный спрос, монопольную власть производителей и механизм жесткости цен. Данные причины приводят к сдвигу равновесного объема производства влево.

Второй эффект – несимметричность проявления ЭФА: он не проявляется в случае шока ε^d при правиле ДКП-1, тогда как в случае шока ε^{ex} при том же правиле ДКП-1 и при обоих шоках ε^d , ε^{ex} в случае ДКП-2 проявляется (Приложение, табл. П1, П2, рис. П1, П2).

Для объяснения этого факта отметим, что производителю экспортного продукта становится выгодно дополнительно увеличить выпуск Y^{ex} при шоке ε^{ex} . Это приводит к росту спроса на труд L^{ex} и капитал K^{ex} , в силу чего увеличивается арендная стоимость капитала \tilde{r}^{ex} . Арендная стоимость \tilde{r}^d капитала K^d для нужд производителей промежуточного внутреннего продукта тоже растет при шоке ε^{ex} , так как спрос на капитал K^d повышается в силу роста благосостояния потребителей и увеличения спроса на конечную продукцию. Но при шоке ε^d арендная стоимость \tilde{r}^d падает в силу снижения спроса на капитал K^d , возникающего из-за слабого роста спроса. При увеличении производительности во внутреннем секторе несильно увеличившийся спрос можно удовлетворить за счет использования меньшего объема факторов производства.

Динамика арендных стоимостей \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} вместе с номинальной доходностью R^l определяет динамику цен \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} производственного капитала. Данная зависимость может быть проиллюстрирована соотношениями (45), которые с учетом (32) преобразуются в $Q_t^d = E_t(r_{t+1}^d + (1 - \delta_d)Q_{t+1}^d) / R_t^l$, $Q_t^{ex} = E_t(r_{t+1}^{ex} + (1 - \delta_d)Q_{t+1}^{ex}) / R_t^l$. При рекуррентной подстановке эти соотношения показывают, что цены капитала \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} являются приведенной стоимостью будущих арендных стоимостей \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} .

В случае ДКП-1 номинальная доходность R^l меняется слабо, а цены \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} производственного капитала определяются арендными стоимостями \tilde{r}^d , \tilde{r}^{ex} и качественно их повторяют. Поэтому цены производственного капитала \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} при шоке ε^{ex} растут быстрее, а увеличение стоимости активов $Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex}$ предпринимателей перекрывает потребность в новых кредитах. В силу этого финансовый капитал предпринимателей $Cap_t = Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex} - Loan_t$ растет быстрее, чем кредиты $Loan_t$, и доля собственного капитала в валюте баланса $n_t = Cap_t / (Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex})$ увеличивается.

Если же рассматривать шок ε^d , то повышение цен \tilde{Q}^d , \tilde{Q}^{ex} производственного капитала невелико, а рост стоимости активов $Q_t^d K_t^d + Q_t^{ex} K_t^{ex}$ меньше роста кредитов $Loan_t$. В результате доля собственного капитала в валюте баланса n_t падает. В силу описанного механизма финансового акселератора (37) условия функционирования предпринимателей улучшаются в случае шока ε^{ex} и ухудшаются в случае шока ε^d . Поэтому при положительном шоке ε^{ex} наблюдается эффект акселератора, и предприниматели предъявляют больший спрос на инвестиции при наличии ЭФА, чем без него, а при шоке ε^d — наоборот.

В случае ДКП-2 (43), с одной стороны, рост производительности во внутреннем секторе снижает предельные издержки, что, согласно неокейнсианской кривой Филлипса, приводит к падению темпов роста цен товаров внутреннего сектора и, соответственно, снижению темпов роста цен товаров конечного внутреннего потребления. С другой стороны, при росте производительности из-за жесткости цен, как отмечалось выше, фирмы внутреннего сектора не могут быстро увеличить выпуск продукции до эффективного уровня, что порождает отрицательный разрыв в выпуске. В итоге номинальная доходность R^l значительно падает, реагируя на ослабление инфляции и отрицательный разрыв выпуска при реализации шока, что стимулирует рост \tilde{Q}^d .

В результате состояние баланса предпринимателей улучшается, они предъявляют повышенный спрос на новый производственный капитал при наличии ЭФА. Таким образом, в случае ДКП-2 (43) эффект акселератора на шок начинает проявляться.

Следует также отметить, что в рассмотренных сценариях возникает стандартный эффект Балассы–Самуэльсона: при положительном шоке производительности в экспортно-ориентированном секторе (т.е. при увеличении дифференциала производительности торгуемого сектора по отношению к неторгуемому) реальный обменный курс укрепляется. При положительном же шоке производительности в неторгуемом секторе (т.е. при снижении дифференциала производительности торгуемого сектора по отношению к неторгуемому) реальный обменный курс снижается. В режиме ДКП плавающего курса совместно с правилом Тейлора, естественно, происходит более резкое изменение реального курса, так как часть корректировки происходит за счет изменения номинального курса.

7. Заключение

Как отмечалось в работе (Андреев, Полбин, 2016), в ранних трудах, посвященных моделированию финансовых несовершенств и механизму финансового акселератора, сообщалось о значительном усилении воздействия шоков на экономику при наличии данного механизма. В более поздних работах авторы чаще всего приходили к выводу, что ЭФА не всегда проявляется в сильном виде, а иногда может наблюдаться и деакселерирующий эффект (*attenuator effect*) в ответ на неко-

торые шоки. В рассмотренной здесь модели оказалось, что, во-первых, добавление в модель финансового акселератора существенно изменяет переменные, относящиеся к кредитно-денежным отношениям, тогда как выпуск меняется незначительно. А при некоторых условиях может проявляться деакселерирующий эффект: например при шоке эффективности производства в секторе производства промежуточного внутреннего продукта при форме поддержки номинального обменного курса.

В этом случае деакселерирующий эффект проявился в силу медленного роста цен на производственные активы предпринимателей. Расширение деятельности предпринимателей осуществляется за счет опережающего роста заемных средств, вместо того чтобы расширяться за счет роста собственного финансового капитала. Это ухудшает состояние финансового баланса предпринимателя и приводит к замедлению положительных тенденций в экономике, в том числе к меньшему росту предложения производственного капитала.

Можно заключить, что наличие или отсутствие акселерирующего эффекта в моделях с механизмом, введенным в соответствии с работой (Bernanke, Gertler, Gilchrist, 1999), определяется поведением собственного финансового капитала предпринимателей, который сильно зависит от ценовых показателей, а следовательно, и от вида экономического шока, и от вида ДКП.

В статье показано, что в рассмотренной двухсекторной экономике в ответ на положительный шок цен на нефть наблюдается акселерирующий эффект, что не всегда справедливо для других моделей.

Удалось установить, что с падением роли фактора «земля» в производстве экспорта и, соответственно, с ростом роли факторов «труд» и «капитал» ЭФА усиливается практически при всех видах шоков и независимо от варианта ДКП. Данный эффект объясняется перераспределением выручки от экспорта в пользу предпринимателей. В связи с этим можно ожидать, что в экспортирующих экономиках, в которых производства экспортируемого продукта более капиталоемкие, ЭФА сильнее.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

Параметры модели при $\gamma_{ex} = 0,25$

R^f	1,01	Y^{ss}	1	k_d	4	ρ_y	0,5
a_d	0,5	μ	0,275/0	k_{ex}	4	ρ_{inf}	1,5
a_{ex}	0,462	δ_d	0,02	d_s	0,05	π^f	1
σ_ω	0,35	δ_{ex}	0,02	<i>habit</i>	0,6	w_{ex}	6
σ_L	1,115	β	0,005	<i>land</i>	1	R^f	1,01
d	0,018	α_d	0,35	ρ_d	0,8		
$1 - \alpha_{ex} - \gamma_{ex}$	0,4875	<i>l_el</i>	0,3	ρ_{ex}	0,8		
α_{ex}	0,2625	η	4	ρ_{oil}	0,8		
ω	0,3	k	24	γ_{ent}	0,03		
σ_d	5	w	47	$R^{l,ss}$	1,01		

Источник: расчеты авторов.

Таблица П2

Значения переменных модели в долгосрочном равновесии при $\gamma_{ex} = 0,25$ при наличии ЭФА ($\mu \neq 0$) и без него ($\mu = 0$)

Переменная	$\mu \neq 0$	$\mu = 0$	Переменная	$\mu \neq 0$	$\mu = 0$
Z^d	0	0	Rk^d	1,02	1,01
Z^{ex}	0	0	Rk^{ex}	1,02	1,01
$\tilde{\Pi}^d$	0,14	0,14	C	0,858	0,858
$\tilde{\Pi}^{fiz}$	0	0	Y^{ex}	0,3	0,3
$\tilde{\Pi}^{ent}$	0,128	0,165	Imp	0,3	0,3
π	1	1	Y^d	0,7	0,7
π^s	0	0	Y	1	1
Λ	2,913	3,06	$Loan^r$	2,53	3,66
R^l	1,01	1,01	Cap^r	4,28	5,5

Окончание таблицы П2

Переменная	$\mu \neq 0$	$\mu = 0$	Переменная	$\mu \neq 0$	$\mu = 0$
DK^d	0,097	0,13	Df^r	0	0
DK^{ex}	0,039	0,0525	\tilde{r}^d	0,04	0,03
Inv^d	0,097	0,13	\tilde{r}^{ex}	0,04	0,03
Inv^{ex}	0,039	0,0525	\tilde{P}^d	1	1
K^d	4,86	6,53	\tilde{Q}^d	1	1
K^{ex}	1,95	2,63	\tilde{Q}^{ex}	1	1
$\bar{\omega}$	0,368	0,4	\tilde{P}_t^{ex}	1	1
\tilde{W}	0,51	0,51	Sr	1	1
Mc	0,8	0,8	L^d	0,713	0,713
\tilde{N}	0,075	0,075	L^{ex}	0,287	0,287
$Land$	1	1	L	1	1
λ^s	1,0155	1			

Источник: расчеты авторов.

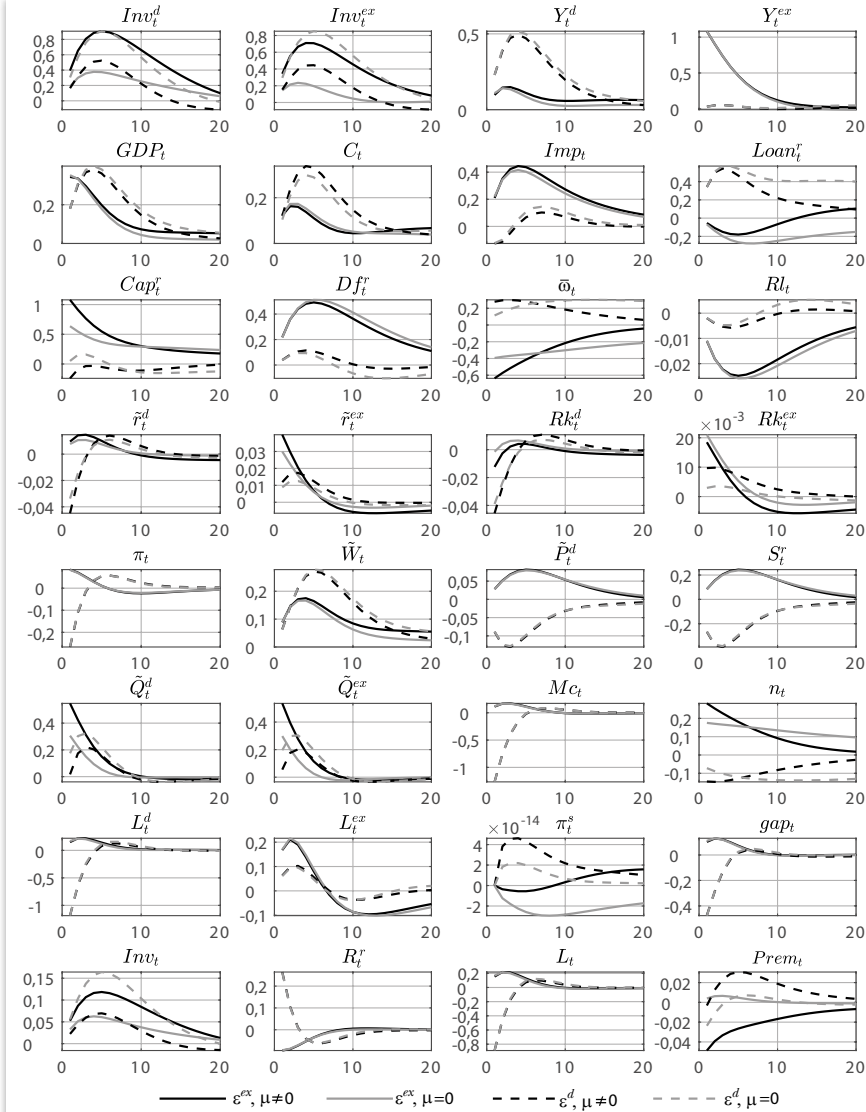


Рис. П1

Отклик переменных модели на 1%-ные положительные шоки ε_t^{ex} , ε_t^d совокупной факторной производительности при $\gamma_{ex} = 0,25$ и ДКП-1

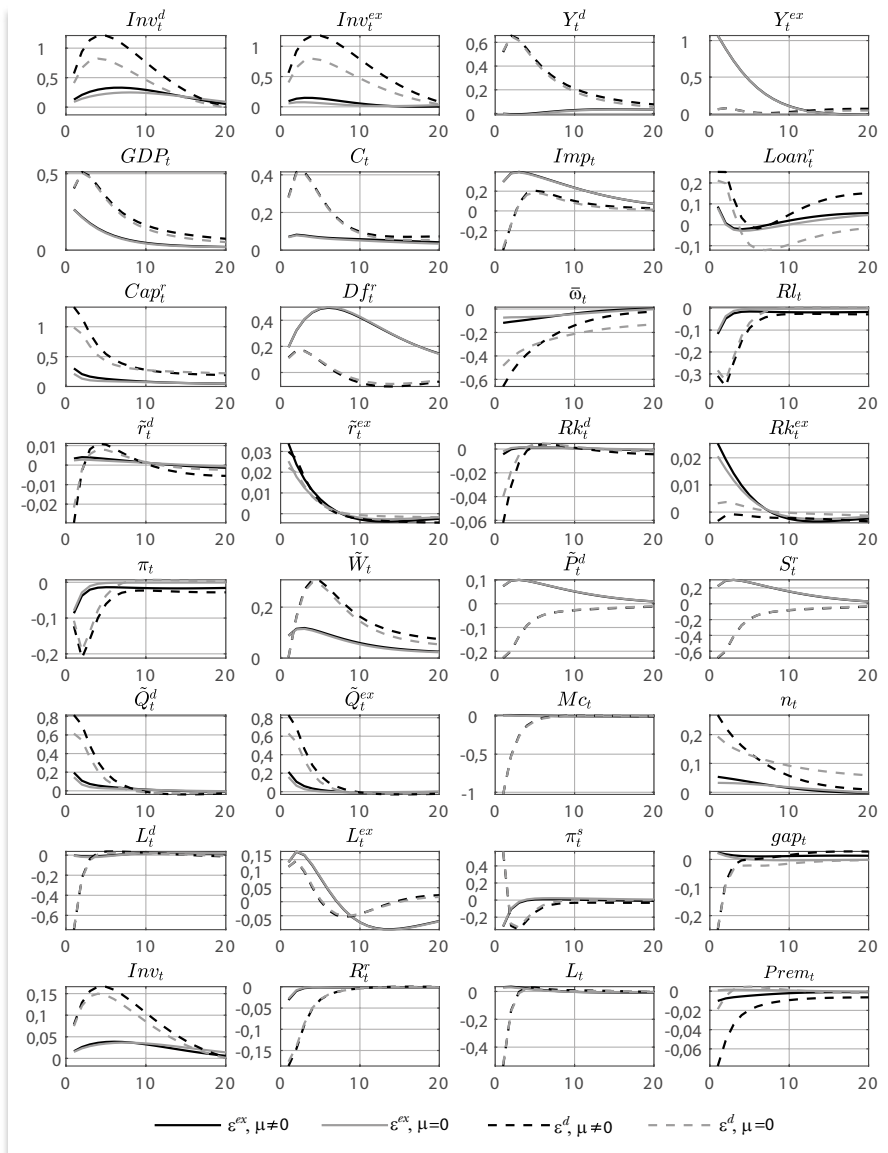


Рис. П2

Отклик переменных модели на 1%-ные положительные шоки ε_t^{ex} , ε_t^d совокупной факторной производительности при $\gamma_{ex} = 0,25$ и ДКП-2

ЛИТЕРАТУРА

Андреев М.Ю., Полбин А.В. (2016). Моделирование кредитно-денежных отношений в рамках динамических стохастических моделей общего равновесия: систематизация подходов // *Журнал экономической теории*. № 4. С. 7–18.

Бородин А.Д., Горбова Е.А., Плотников С.В., Плущевская Ю.Л. (2008). Оценка потенциального выпуска и других ненаблюдаемых переменных в рамках

модели трансмиссионного механизма монетарной политики (на примере России). *Проблемы выбора эффективной денежно-кредитной политики в условиях переходной экономики: Сборник докладов II Международной научно-практической конференции*. Минск: Национальный банк Республики Беларусь.

- Гимпельсон В., Зудина А.А., Капелюшников Р.И., Лукьянова А.Л., Ощепков А.Ю., Роцин С.Ю., Смирных Л.И., Травкин П.В., Шарунина А.В.** (2017). Российский рынок труда: тенденции, институты, структурные изменения. Гимпельсон В.Е., Капелюшников Р.И., Роцин С.Ю. (общ. ред.). М.: НИУ ВШЭ.
- Дробышевский С.М., Полбин А.В.** (2015). Декомпозиция динамики макроэкономических показателей РФ на основе DSGE-модели // *Экономическая политика*. Т. 10. № 2. С. 66–71.
- Иващенко С.М.** (2013). Динамическая стохастическая модель общего экономического равновесия с банковским сектором и эндогенными дефолтами фирм // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (19). С. 27–50.
- Карев М.Г.** (2011). Задача выявления предпочтений Банка России. Имитационный подход // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 9. С. 72–97.
- Крепцев Д.А., Селезнев С.М.** (2017). DSGE-модель российской экономики с банковским сектором // *Банк России. Серия докладов об экономических исследованиях*. № 27. С. 1–82.
- Крепцев Д.А., Селезнев С.М.** (2018). Прогнозирование российской экономики с использованием DSGE-моделей с малым количеством уравнений // *Деньги и кредит*. № 77(2). С. 51–67.
- Полбин А.В.** (2014). Эконометрическая оценка структурной макроэкономической модели российской экономики // *Прикладная эконометрика*. № 1. С. 3–29.
- Полбин А.В.** (2017). Оценка влияния шоков нефтяных цен на российскую экономику в векторной модели коррекции ошибок // *Вопросы экономики*. Т. 10. С. 27–49.
- Adolfson M., Laseen S., Linde J., Svensson L.** (2014). Monetary policy trade-offs in an estimated open-economy DSGE model // *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 42(C). P. 33–49.
- Ambler S., Guay A., Phaneuf L.** (2012). Endogenous business cycle propagation and the persistence problem: The role of labor-market frictions // *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 36(1). P. 47–62.
- Benigno G., Benigno P., Gironi F.** (2007). Interest rate rules for fixed exchange rate regimes // *Journal of Economic Dynamics and Control*. Vol. 31. No. 7. P. 2196–2211.
- Benkhodja M.** (2014). Monetary policy and the Dutch disease effect in an oil exporting economy // *International Economics*. Vol. 138. P. 78–102.
- Bernanke B.S., Gertler M., Gilchrist S.** (1996). The financial accelerator and the flight to quality // *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 78(1). P. 1–15.
- Bernanke B.S., Gertler M., Gilchrist S.** (1999). The financial accelerator in a quan-

- titative business cycle framework. In: *Handbook of macroeconomics*. Vol. 1. The Netherlands: North-Holland. P. 1341–1393.
- Carlstrom C.T., Fuerst T.S.** (2006). Oil price, monetary policy, and counterfactual experiments // *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 38. No. 7. P. 1945–1958.
- Christensen I., Dib A.** (2008). The financial accelerator in an estimated New Keynesian model // *Review of Economic Dynamics*. Vol. 11(1). P. 155–178.
- Christiano L.J., Motto R., Rostagno M.** (2013). *Risk shocks*. NBER working papers 18682. National Bureau of Economic Research.
- Clinton K., Kumhof M., Laxton D., Mursula S.** (2011). Deficit reduction: Short-term pain for long-term gain // *European Economic Review*. Vol. 55(1). P. 118–139.
- Devereux M.B., Lane P.R., Xu J.** (2006). Exchange rates and monetary policy in emerging market economies // *Economic Journal, Royal Economic Society*. Vol. 116(511). P. 478–506.
- Dib A.** (2003). An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities // *Canadian Journal of Economics*. Vol. 36(4). P. 949–972.
- Erceg C.J., Guerrieri L., Gust C.J.** (2006). SIGMA: A new open economy model for policy analysis // *International Journal of Central Banking*. Vol. 2(1). March. P. 1–50.
- Gertler M., Gilchrist S., Natalucci F.M.** (2007). External constraints on monetary policy and the financial accelerator // *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 39(2–3). P. 295–330.
- Kilian L.** (2009). Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market // *American Economic Review*. Vol. 99. No. 3. P. 1053–69.
- Kiyotaki N., Moore J.** (1997). Credit cycles // *Journal of Political Economy*. Vol. 105 (2). P. 211–248.
- Leduc S., Sill K.** (2004). A quantitative analysis of oil-price shocks, systematic monetary policy and economic downturns // *Journal of Monetary Economics*. Vol. 51. No. 4. P. 781–808.
- Linde J., Smets F., Wouters R.** (2016). Challenges for Central Banks' macro models // *Sveriges Riksbank Research Paper Series*. Vol. 323. P. 1–88.
- Mendoza E.G.** (1995). The terms of trade, the real exchange rate, and economic fluctuations // *International Economic Review*. Vol. 36(1). P. 101–137.
- Motto R., Rostagno M., Christiano L.J.** (2010). Financial factors in economic fluctuations. In: *2010 Meeting papers* (No. 141). Society for Economic Dynamics.
- Murchison S., Rennison A.** (2006). ToTEM: The Bank of Canada's new quarterly projection model // *Bank of Canada Technical Report*. No. 97. P. 1–132.
- Peersman G., van Robays I.** (2009). Oil and the euro area economy // *Economic Policy*. Vol. 24. No. 60. P. 603–651.
- Radner R.** (1972). Existence of equilibrium of plans, prices, and price expectations in a sequence of markets // *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. Vol. 40(2). P. 289–303.
- Rotemberg J.J.** (1982). Sticky prices in the United States // *Journal of Political Economy*. Vol. 90(6). P. 1187–1211.

Smets F., Wouters R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area // *Journal of the European Economic Association*. Vol. 1 (5). P. 1123–1175.

Поступила в редакцию 21.10.2019

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Adolfson M., Laseen S., Linde J., Svensson L.** (2014). Monetary policy trade-offs in an estimated open-economy DSGE model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 42(C), 33–49.
- Ambler S., Guay A., Phaneuf L.** (2012). Endogenous business cycle propagation and the persistence problem: The role of labor-market frictions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(1), 47–62.
- Andreyev M.Yu., Polbin A.V.** (2016). Modelirovanie kreditno-denezhnykh otnoshenii v ramkakh dinamicheskikh stokhasticheskikh modelei obshchego ravnovesija: sistematizatsiya podkhodov [Review of the monetary relations modeling approaches within the framework of DSGE models]. *Russian Journal of Economic Theory*, 4, 7–18 (in Russian).
- Benigno G., Benigno P., Ghironi F.** (2007). Interest rate rules for fixed exchange rate regimes. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31, 7, 2196–2211.
- Benkhodja M.** (2014). Monetary policy and the Dutch disease effect in an oil exporting economy. *International Economics*, 138, 78–102.
- Bernanke B.S., Gertler M., Gilchrist S.** (1996). The financial accelerator and the flight to quality. *The Review of Economics and Statistics*, 78 (1), 1–15.
- Bernanke B.S., Gertler M., Gilchrist S.** (1999). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. In: *Handbook of macroeconomics*, vol. 1. The Netherlands: North-Holland, 1341–1393.
- Borodin A.D., Gorbova E.A., Plotnikov S.V., Plushchevskaya Yu.L.** (2008). Otsenka potentsial'nogo vypuska i drugikh nenabljudаемых перемennykh v ramkakh modeli transmissionnogo mekhanizma monetarnoi politiki (na primere Rossii). [Estimating potential output and other unobservable variables using monetary policy]. *Effective monetary policy in a transition economy: Collection of reports of the II International Scientific and Practical Conference*. Minsk: National Bank of the Republic of Belarus (in Russian).
- Carlstrom C.T., Fuerst T.S.** (2006). Oil price, monetary policy, and counterfactual experiments. *Journal of Money, Credit and Banking*, 38, 7, 1945–1958.
- Christensen I., Dib A.** (2008). The financial accelerator in an estimated New Keynesian model. *Review of Economic Dynamics*, 11 (1), 155–178.
- Christiano L.J., Motto R., Rostagno M.** (2013). Risk shocks. NBER working papers 18682, *National Bureau of Economic Research*.
- Clinton K., Kumhof M., Laxton D., Mursula S.** (2011). Deficit reduction: Short-term pain for long-term gain. *European Economic Review*, 55 (1), 118–139.
- Devereux M.B., Lane P.R., Xu J.** (2006). Exchange rates and monetary policy in emerging market economies. *Economic Journal, Royal Economic Society*, 116 (511), 478–506.

- Dib A.** (2003). An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities. *Canadian Journal of Economics*, 36 (4), 949–972.
- Drobyshevsky S.M., Polbin A.V.** (2015). Dekompozitsija dinamiki makroekonomicheskikh pokazatelei RF na osnove DSGE-modeli [Macroeconomic indicators decomposition based on the DSGE model of russian federation economy]. *Ekonomicheskaya Politika*, 10, 2, 66–71 (in Russian).
- Erceg C.J., Guerrieri L., Gust C.J.** (2006). SIGMA: A new open economy model for policy analysis. *International Journal of Central Banking*, 2(1), March, 1–50.
- Gertler M., Gilchrist S., Natalucci F.M.** (2007). External constraints on monetary policy and the financial accelerator. *Journal of Money, Credit and Banking*, 39 (2–3), 295–330.
- Gimpelson V., Zudina A.A., Kapelyushnikov R.I., Lukyanova A.L., Oshchepkov A Yu., Roshchin S.Yu., Smirnykh L.I., Travkin P.V., Sharunina A.V.** (2017). *Rossiiskii rynek truda: tendentsii, instituty, strukturnye izmeneniya*. [Russian labor market: Trends, institutions, structural changes]. V.E. Gimpelson, R.I. Kapelyushnikov, S.Yu. Roshchin (eds). Moscow: HSE (in Russian).
- Ivashchenko S.M.** (2013). Dinamicheskaja stokhasticheskaja model' obshchego ekonomicheskogo ravnovesija s bankovskim sektorom i endogennymi defoltami firm [Dynamic stochastic general equilibrium model with banks and endogenous defaults of firms]. *Journal of the New Economic Association*, 3(19), 27–50 (in Russian).
- Karev M.G.** (2011). Zadacha vyjavlenija predpochtenii Banka Rossii. Imitatsionnyi podkhod. [Identification of the Bank of Russia's preferences. A simulation approach]. *Journal of the New Economic Association*, 9, 72–97 (in Russian).
- Kilian L.** (2009). Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *American Economic Review*, 99, 3, 1053–69.
- Kiyotaki N., Moore J.** (1997). Credit cycles. *Journal of Political Economy*, 105(2), 211–248.
- Kreptsev D.A., Seleznev S.M.** (2017). DSGE-model' rossiiskoi ekonomiki s bankovskim sektorom. [DSGE-model of the Russian economy with the banking sector]. *Bank of Russia. A Series of Reports on Economic Research*, 27, 1–82 (in Russian).
- Kreptsev D.A., Seleznev S.M.** (2018). Prognozirovanie rossiiskoi ekonomiki s ispol'zovaniem DSGE-modelei s malym kolichestvom uravnenii. [Forecasting for the Russian economy using small-scale DSGE models]. *Russian Journal of Money and Finance*, 77(2), 51–67 (in Russian).
- Leduc S., Sill K.** (2004). A quantitative analysis of oil-price shocks, systematic monetary policy and economic downturns. *Journal of Monetary Economics*, 51, 4, 781–808.
- Linde J., Smets F., Wouters R.** (2016). Challenges for Central Banks' macro models. *Sveriges Riksbank Research Paper Series*, 323, 1–88.
- Mendoza E.G.** (1995). The terms of trade, the real exchange rate, and economic fluctuations. *International Economic Review*, 36(1), 101–137.
- Motto R., Rostagno M., Christiano L.J.** (2010). Financial factors in economic fluctuations. In: *2010 Meeting papers* (No. 141). *Society for Economic Dynamics*.
- Murchison S., Rennison A.** (2006). ToTEM: The Bank of Canada's new quarterly projection model, *Bank of Canada Technical Report*, 97, 1–132.

- Peersman G., van Robays I.** (2009). Oil and the Euro area economy. *Economic Policy*, 24, 60, 603–651.
- Polbin A.V.** (2014). Ekonometricheskaja otsenka strukturnoi makroekonomicheskoi modeli rossiiskoi ekonomiki [Econometric estimation of a structural macroeconomic model for the Russian economy]. *Applied Econometrics*, 1, 3–29 (in Russian).
- Radner R.** (1972). Existence of equilibrium of plans, prices, and price expectations in a sequence of markets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 40(2), 289–303.
- Rotemberg J.J.** (1982). Sticky prices in the United States. *Journal of Political Economy*, 90(6), 1187–1211.
- Smets F., Wouters R.** (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1123–1175.

Received 21.10.2018

M.Yu. Andreyev

Bank of Russia, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

A.V. Polbin

Gaidar Institute for Economic Policy, The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Studying the financial accelerator effect in a two-sector DSGE model for an export- oriented economy

Abstract. The article analyzes the financial accelerator effect in a two-sector DSGE model for an export-oriented economy with particular attention to TOT shock and monetary policy. Capital and labor are used for non-tradable and exportable goods production, but exportable goods production requires an additional factor – the “land”. We found that the financial accelerator mechanism amplifies investment significantly and has almost no effect on the output. Amplification of the shocks is not symmetric: the fact of shocks acceleration or attenuation depends on the type of shocks and the form of monetary policy. Financial imperfections reinforce the impact of the TOT shock both under the managed exchange rate policy and under the floating exchange rate policy, but under the floating exchange rate policy the amplification is weaker. It is shown that the financial accelerator effect increases with diminishing of the role of the production factor “land” in exportable sector. We show that the attenuation effect in the presence of productivity shock in non-tradable sector is due to the weak growth of the rental price of capital. The weak growth of the rental price results in deterioration of entrepreneurs’ balance sheet and therefore the conditions for the functioning of entrepreneurs are getting worse.

Keywords: *DSGE, financial accelerator, oil price shock, export goods production, monetary policy, Taylor rule, terms of trade (TOT).*

JEL Classification: D58, E13, E27, E32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-44-4-1