

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российская академия народного хозяйства и государственной службы при
Президенте Российской Федерации»

На правах рукописи

**Теоретические и методологические основы макроэкономического
моделирования экономических систем с высокой зависимостью от
углеводородов**

Специальности: 5.2.1. «Экономическая теория», 5.2.2. «Математические,
статистические и инструментальные методы в экономике»

Диссертация в виде научного доклада
на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Полбин Андрей Владимирович

Москва, 2025 год

Работа выполнена в Институте прикладных экономических исследований Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации».

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	25
1. Анализ налогообложения выбросов парниковых газов на основе интегрированных моделей климата и экономики с перекрывающимися поколениями	25
2. Эконометрический анализ параметров потребительского поведения и поведения на рынке труда домохозяйств на основе данных РМЭЗ	28
3. Моделирование взаимосвязи ВВП, потребления домохозяйств, валового накопления основного капитала с условиями торговли (ценами на нефть)	32
4. Оценка долгосрочных темпов роста российского ВВП в условиях замедления экономического роста и наличия высокой зависимости динамики выпуска от цен на нефть.....	48
5. Оценка параметров DSGE модели для российской экономики.....	62
6. Анализ трансмиссии шоков условий торговли при альтернативных режимах денежно-кредитной политики	77
7. Моделирование меняющейся во времени взаимосвязи реального обменного курса рубля и ВВП с ценами на нефть	82
8. Анализ асимметричного воздействия макроэкономических шоков на экономику с высокой зависимостью от экспорта нефти в условиях наличия периодически срабатывающих ограничений	90
9. Особенности функционирования экономики в условиях ограничений на движение капитала.....	100
10. Моделирование российской экономики на основе моделей общего равновесия с гетерогенными агентам	128
11. Оценка влияния специфичных шоков на мировом рынке, определяющих динамику мировых цен на нефть, на российские макроэкономические показатели.....	130

12. Построение эконометрических моделей для прогностической аналитики, прогнозирования и наукастинга российских макроэкономических показателей	133
СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ	146
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	154

ВВЕДЕНИЕ

Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 5.2.1. «Экономическая теория» и по специальности 5.2.2. «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике» – комплексное исследование по структурному моделированию кросс-корреляционных взаимосвязей между российскими макроэкономическими показателями в условиях высокой зависимости от экспорта углеводородов с помощью моделей общего равновесия и эконометрических моделей временных рядов для макроэкономического прогнозирования и оценки влияния тех или иных мер макроэкономической политики, а также по моделированию развития мировой экономики в условиях наличия рисков глобального потепления и регулирования выбросов парниковых газов от использования углеводородов в народнохозяйственной деятельности.

Актуальность темы диссертации. В современных условиях при выработке эффективных мер экономической политики используются формальные экономико-математические модели, на основе которых осуществляется аналитическая поддержка принятия решений органами власти. Ключевым модельным аппаратом в макроэкономическом анализе для отечественной и зарубежных экономик являются структурные векторные авторегрессии и динамические стохастические модели общего равновесия. Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью развития данного модельного аппарата для макроэкономического анализа и прогнозирования российской экономики в условиях высокой зависимости от условий торговли (цен на нефть) и интенсификации структурных сдвигов в долгосрочных темпах роста и в кросс-корреляционных взаимосвязях между макроэкономическими показателями. Последние могут быть обусловлены изменением в режимах денежно-кредитной политики (например, при переходе от режима управляемого курса рубля к режиму таргетирования инфляции и плавающего курса весьма вероятно изменение взаимосвязи обменного курса, инфляции и экономической активности с ценами на нефть), бюджетно-

налоговой политики, влиянием санкций и ответных мер органов государственной власти Российской Федерации, что необходимо принимать во внимание при прогнозировании и планировании экономической политики.

Для своевременного реагирования на экономические вызовы и для принятия эффективных решений в области экономической политики крайне важно иметь точные оценки текущих экономических тенденций и надёжные прогнозы макроэкономических показателей на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу, выверенные подходы к идентификации фазы делового цикла и динамики потенциального роста, оценки влияния альтернативных инструментов денежно-кредитной и бюджетно-налоговой политики в различных условиях функционирования экономики. Развитию инструментария для решения такого рода задач, а также углублению теоретического понимания происходящих в российской экономике процессов на макроэкономическом уровне, и посвящено настоящее диссертационное исследование.

Кроме того, актуальность темы связана с растущими рисками глобального потепления и необходимостью регулирования выбросов парниковых газов на глобальном уровне. В условиях глобального энергетического перехода и стремления к декарбонизации экономики России, как крупного экспортёра углеводородов, необходимо учитывать риски, связанные с сокращением спроса на традиционные энергоресурсы. Моделирование сценариев энергетического перехода может помочь в разработке стратегий диверсификации экономики и адаптации к изменяющимся условиям.

Результаты исследования могут быть использованы органами государственной власти при разработке и реализации макроэкономической политики, а также научными и образовательными учреждениями при проведении исследований в области экономической теории и математических методов в экономике. Это способствует повышению эффективности

управления экономикой и обеспечению устойчивого развития страны в долгосрочной перспективе.

Степень разработанности научной проблемы. К настоящему времени проведено большое количество исследований по изучению деловых циклов, по построению динамических стохастических моделей общего равновесия и отдельных блоков моделей данного класса, по эмпирической верификации DSGE моделей в рамках численного имитационного и эконометрического анализа, по структурному анализу макроэкономической динамики на основе векторных авторегрессий, по разработке методов оценки авторегрессионных моделей с меняющимися во времени параметрами и со структурными сдвигами. Среди важных зарубежных исследований по данным направлениям необходимо отметить работы Д. Алтига, М. Бакстер, Д. Бакуса, Б. Бернанке, Э. Берндта, М. Ватсона, Р. Воутерса, Д. Вуда, М. Вудфорда, Д. Гали, Дж. Гринвуда, Д. Джоргенсона, Г. Кальво, Ф. Кидланда, Л. Килиана, Р. Кинга, Т. Кларка, Л. Кристиано, М. Кручини, Т. Кугли, С. Ледука, Дж. Линда, Дж. Лонга, Р. Лукаса, М. Обстфельда, П. Перрона, М. Песарана, Г. Пирсмена, Ч. Плоссера, Э. Прескотта, Г. Примисери, С. Ребелло, К. Рогоффа, Х. Ротемберга, Дж. Сакса, К. Сато, К. Сила, К. Симса, Ф. Сметса, Дж. Стока, Р. Солоу, Дж. Тейлора, Х. Улига, М. Урибе, Ф. Хайаши, Дж. Хамилтона, Г. Хансена, А. Харви, Г. Хафмана, Ч. Эванса, М. Эйхенбаума, К. Эрроу и многих других.

Многие центральные банки и другие институты, как развитых, так и развивающихся экономик имеют собственные DSGE модели для анализа вопросов экономической политики и прогнозирования. Примерами могут служить модели Банка Канады — ToTEM и BoC-GEM, ФРС США — SIGMA, Европейского центрального банка — NAWM, NCMC и EAGLE, Европейской комиссии — QUEST III, Международного валютного фонда — GEM и GIMF, Банка Англии — BEQM, центрального банка Чили — MAS, Банка Израиля — MOISE, Банка Норвегии — NOME, центрального банка Бразилии — SAMBA, центрального банка Перу — MEGA-D, Банка Швеции — RAMSES,

центрального банка Австралии — MARTIN, центрального банка Новой Зеландии — NZSIM и другие.

Работы отечественных экономистов по построению экономико-математических макроэкономических моделей и анализу циклических колебаний экономических систем включают труды Э. Автуховича, С. Айвазяна, М. Андреева, А. Анчишкина, М. Атаманчука, Б. Бродского, А. Ведева, Н. Волчковой, И. Воскобойникова, А. Вотинова, Е. Гурвича, В. Данилова, С. Дробышевского, Э. Ершова, О. Замулина, С. Иващенко, Л. Канторовича, М. Карева, А. Кнобеля, А. Козловской, Н. Кондратьева, Л. Кудрина, О. Лугового, В. Макарова, О. Малаховской, С. Мерзлякова, А. Минабутдинова, Н. Пильника, С. Пекарского, Ю. Перевышина, А. Петрова, В. Полтеровича, А. Пономаренко, И. Поспелова, И. Поспеловой, С. Селезнева, С. Синельникова-Мурылева, А. Скроботова, О. Солнцева, К. Сосунова, А. Сотскова, И. Станкевича, К. Стырина, П. Трунина, М. Туган-Барановского, Н. Турдыевой, М. Турунцевой, М. Хохлова, Б. Чокаева, Н. Шагас, А. Шананина, А. Шульгина, Р. Энтова, К. Юдаевой, Ю. Яременко и других.

Проблема антропогенного воздействия на климат, вопросы налогообложения выбросов парниковых газов и задачи разработки интегрированных моделей климата и экономики нашли свое отражение в работах Д. Аджемоглу, И. Башмакова, М. Витзмана, А. Голуба, К. Голиера, Д. Гордеева, Д. Дасгупты, В. Клайна, А. Кокорина, А. Колпакова, Дж. Лайтнера, О. Лугового, И. Макарова, В. Нордхауса, Дж. Стиглица, С. Пальцева, В. Поташников, С. Рауша, А. Резаи, Р. Толла, Н. Турдыевой, Б. Хеджидры, Р. Ховарха, А. Широ, К. Эрроу, З. Янга и других.

Настоящая работа опирается на результаты пятнадцатилетнего опыта автора в проведении подобного рода исследований в Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации и представляет комплексное исследование в области теоретических и методологических подходов макроэкономического

моделирования российской экономики и мировой экономики в условиях высокой зависимости от углеводородов.

Цель и задачи исследования. Основной целью диссертации является теоретическое обоснование и разработка комплексного подхода к макроэкономическому моделированию российской экономики в условиях высокой зависимости от экспорта углеводородов с помощью моделей общего равновесия и эконометрических моделей временных рядов, а также к моделированию развития мировой экономики в условиях наличия рисков глобального потепления и регулирования выбросов парниковых газов от использования углеводородов в народнохозяйственной деятельности для последующей оценки макроэкономических последствий для России. Для достижения данной цели в работе решаются следующие задачи:

1) Обобщение и критический анализ теоретических и методологических подходов к разработке DSGE и VAR моделей для макроэкономического моделирования и прогнозирования, а также анализа денежно-кредитной и фискальной политики развитых и развивающихся экономик.

2) Разработка методологических подходов к построению моделей временных рядов, актуальных для описания и прогнозирования российской экономики в условиях высокой зависимости от экспорта углеводородов и при наличии структурных сдвигов в долгосрочных темпах роста и в кросс-корреляционных взаимосвязях между макроэкономическими показателями.

3) Разработка теоретических оснований комплекса DSGE моделей для российской экономики, принимающих во внимание высокую зависимость отечественной экономики от экспорта нефти.

4) Разработка методологии построения и калибровки параметров DSGE моделей для российской экономики, в том числе с привлечением информации из микроэкономических данных РМЭЗ о поведении домохозяйств.

5) Проведение комплексного теоретического и практического анализа влияния фундаментальных макроэкономических шоков на российскую экономику с исследованием соответствующих трансмиссионных механизмов и реальных экономических взаимосвязей между основными макроэкономическими показателями российской экономики, а также анализа влияния фискальной и денежно-кредитной политики на отечественную экономику.

6) Выявление теоретических и практических особенностей функционирования российской экономики в условиях наличия ограничений на движение капитала и санкционного давления.

7) Разработка методологии построения моделей общего равновесия с гетерогенными по доходу (в связи с гетерогенностью по способностям, эффективности или уровню квалификации) агентами для российской экономики, позволяющих анализировать эффекты от проводимой макроэкономической политики в условиях наличия существенного неравенства по доходам и богатству.

8) Обобщение и критический анализ теоретических и методологических подходов к построению интегрированных моделей климата и экономики и к анализу политики в области налогообложения выбросов парниковых газов.

9) Разработка методологии построения интегрированных моделей климата и экономики с перекрывающимися поколениями и оптимального налогообложения выбросов парниковых газов на основе критерия оптимальности по Парето, в том числе в условиях наличия неопределенности.

Объект и предмет исследования. Объектом данного диссертационного исследования является модель хозяйственного механизма Российской Федерации. Предметом исследования являются реальные экономические взаимосвязи между основными макроэкономическими показателями Российской Федерации и макроэкономическая политика в условиях влияния внешнеэкономических факторов, включая изменения цен на энергоносители.

Теоретическая и методологическая основа исследования.

Теоретической базой диссертации являются микроэкономические основы, в рамках которых динамика экономической системы представляет собой результат оптимизационной деятельности экономических агентов, сформулированные в работах зарубежных и отечественных ученых: Д. Алтига, М. Бакстер, Б. Бернанке, Р. Воутерса, М. Вудфорда, Д. Гали, Дж. Гринвуда, Ф. Кидланда, Р. Кинга, Л. Котликоффа, Л. Кристиано, Р. Лукаса, В. Нордхауса, Ч. Плоссера, Э. Прескотта, С. Ребелло, Дж. Сакса, К. Симса, Ф. Сметса, М. Урибе, Ч. Эванса, М. Эйхенбаума, О. Замулина, С. Иващенко, С. Пекарского, И. Пospelова, К. Сосунова, А. Шульгина и др.

В диссертации используются методы оптимизации, методы решения систем нелинейных динамических уравнений условий оптимальности Каруша-Куна-Таккера, дополненных условиями равновесия, дискретные итеративные методы решения уравнений Беллмана, методы линеаризации нелинейных динамических моделей, методы разрешения линейных систем динамических уравнений с рациональными ожиданиями, методы оценки моделей с ненаблюдаемыми компонентами с использованием фильтра Калмана на основе максимизации функции правдоподобия или нахождения апостериорной оценки параметров в контексте байесовского эконометрического подхода, классические методы эконометрики временных рядов, одномерные и многомерные методы фильтрации временных рядов, панельные эконометрические методы, классические и симуляционные методы моментов, методы Монте-Карло по схеме марковских цепей для поиска квазиапостериорного распределения на основе преобразования Лапласа, численный имитационный анализ, системный подход к анализу экономических процессов.

Информационной базой исследования являются данные Федеральной службы государственной статистики, Центрального Банка Российской Федерации, Международного Валютного Фонда, Международного

энергетического агентства и расчеты автора, самостоятельно полученные в ходе исследования.

Обоснованность и достоверность результатов исследования.

Исследование опирается на обширный теоретический фундамент, включая современные подходы к макроэкономическому моделированию. Результаты исследования подкрепляются эмпирическими данными, полученными из достоверных статистических источников. Использование апробированных в ведущих рецензируемых журналах теорий и моделей, а также проверка сформулированных гипотез и моделей на реальных данных, позволяют обеспечить высокую степень обоснованности выводов. Полученные результаты прошли обсуждение на научных конференциях и семинарах, что дополнительно подтверждает их научную значимость и практическую ценность.

Положения, выносимые на защиту и имеющие научную новизну

1. Разработана методология анализа оптимального налогообложения выбросов парниковых газов на основе критерия оптимальности по Парето, для чего разработаны интегрированные модели климата и экономики с перекрывающимися поколениями с добычей нефти, газа и угля, использование которых в экономической деятельности сопряжено с выбросами парниковых газов и с глобальным потеплением, создающим ущерб для экономической деятельности. Разработаны модели глобальной экономики и мультирегиональная модель, в которой выделяется 18 регионов мира с различной чувствительностью экономик к климатическим изменениям, включающую отдельные страны (например, Россию, Китай, США и др.) и укрупненные регионы мировой экономики. На основе численного имитационного анализа при альтернативной параметризации чувствительности ущерба к глобальному потеплению показано, что политика налогообложения выбросов парниковых газов, дополненная перераспределительной политикой государства, робастно увеличивает благосостояние всех поколений, нынеживущих и будущих, что достигается за

счет трансферта богатства от будущих поколений (которые должны выиграть из-за сокращения ущерба) нынеживущим поколениям для компенсации издержек перехода на альтернативные источники энергии (п. 8., п. 9, п. 10, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 4, п. 5, п. 10, п. 12 паспорта специальности 5.2.2).

2. Разработаны практические методики эконометрического оценивания параметров потребительского поведения и поведения на рынке труда домохозяйств на основе данных РМЭЗ с целью их дальнейшего использования при калибровке моделей общего равновесия. Получены оценки параметров стохастических процессов трудовых доходов и заработных плат, возрастного профиля доходов, эластичностей предложения труда, дисконт-фактора в функции полезности и межвременной эластичности замещения потребления (п. 8 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

3. Разработана методология построения векторной модели коррекции ошибок для описания взаимосвязи ключевых российских макроэкономических показателей: ВВП, потребления домохозяйств, валового накопления основного капитала (ВНОК) и условий торговли (в качестве прокси-переменной использовались мировые цены на нефть), с теоретическим обоснованием коинтеграционных соотношений на основе двухсекторной неоклассической DSGE модели с двумя стохастическими трендами $I(1)$ – в динамике совокупной факторной производительности и условий торговли. На основе оцененной модели получены количественные оценки долгосрочных эластичностей макроэкономических показателей по ценам на нефть: 0.1 для ВВП, 0.25 для ВНОК и 0.3 для потребления домохозяйств. Приведены эмпирические свидетельства в пользу того, что перманентное изменение нефтяных цен порождало «куполообразный» отклик в динамике уровня производства товаров и услуг: влияние увеличения цен на нефть на темпы роста ВВП было положительным в краткосрочном периоде и отрицательным — в среднесрочном, то есть в ситуации увеличения нефтяных цен

наблюдались эффекты перегрева российской экономики (п. 8., п. 9, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

4. Разработана методология оценки долгосрочных темпов роста российского ВВП в условиях замедления экономического роста и наличия высокой зависимости динамики выпуска от цен на нефть, в рамках которой были предложены и теоретически обоснованы альтернативные модели для реального ВВП РФ, предполагающие, что перманентный ВВП можно представить в виде комбинации двух компонент – структурной (внутренние детерминанты экономического роста) и конъюнктурной (внешние детерминанты, аппроксимируемые динамикой цен на нефть). В предложенных эконометрических моделях внутренние детерминанты экономического роста описываются с помощью детерминированного линейного тренда со структурными сдвигами в угле наклона или на основе нестационарного процесса второго порядка интегрированности, в котором динамика долгосрочных темпов роста задается в виде процесса случайного блуждания. Согласно полученным эконометрическим оценкам, все модели робастно идентифицируют значительное замедление долгосрочных темпов роста в последнее десятилетие до 1–2% в год (п. 9, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

5. Разработана методология построения и оценки параметров неокейнсианской DSGE модели российской экономики сбалансированного роста с нестационарным процессом для условий торговли с помощью метода минимизации расстояния между теоретическими (модельными) и эмпирическими (полученными на основе оценки авторегрессионных моделей) импульсными откликами. Построенная модель достаточно точно воспроизводит влияние условий торговли на российскую экономику. Оцененная DSGE модель позволила проанализировать вклад расширенного набора шоков, идентификация которых на основе VAR моделей трудно реализуема, в динамику макроэкономических показателей РФ, и дала непротиворечивые и содержательно интерпретируемые результаты, что

говорит о практической ценности предложенной методологии для решения реальных задач макроэкономического анализа (п. 8., п. 9, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

6. Раскрыты теоретические и практические аспекты трансмиссии шоков условий торговли при альтернативных режимах денежно-кредитной политики с опорой на численный имитационный анализ на основе DSGE-моделей. Показано, что при фиксированном (управляемом) номинальном обменном курсе наблюдается значительный перегрев в экономике в краткосрочном периоде. Во-первых, это обусловлено снижением реальных процентных ставок ex-ante из-за увеличения инфляции (равновесное укрепление реального обменного курса происходит за счет роста цен на отечественные товары), что стимулирует как потребление, так и инвестиции. Во-вторых, реальный обменный курс в определенном смысле оказывается заниженным в краткосрочном периоде, что наряду с возросшим агрегированным спросом приводит к избыточному спросу на товары отечественного производства. Показано, что более крепкий обменный курс и более высокие процентные ставки в режиме ДКП плавающего курса обуславливают плавное приспособление выпуска к новому долгосрочному равновесию без эффекта перелета (п. 8., п. 9, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 12 паспорта специальности 5.2.2).

7. Разработан комплекс эконометрических моделей (включающих модели со структурными сдвигами, с марковскими переключениями режимов и с меняющимися во времени параметрами согласно процессу случайного блуждания), нацеленных на анализ изменения кросс-корреляционных взаимосвязей между обменным курсом рубля, ВВП и ценами на нефть в краткосрочном периоде. Получены эмпирические свидетельства в пользу того, что в периоды времени, когда реальный обменный курс рубля медленно приспособливался к равновесию, для реального ВВП наблюдалась более сильная реакция в ответ на шок нефтяных цен, что согласуется с теоретическим анализом из предыдущего пункта положений, выносимых на

защиту (п. 9, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

8. Разработана методология анализа асимметричного воздействия макроэкономических шоков на экономику с высокой зависимостью от экспорта нефти в условиях наличия периодически срабатывающих ограничений: нулевая нижняя граница номинальной процентной ставки (ZLB), залоговые требования к покупке недвижимости домохозяйствами и ограничение на снижение номинальных заработных плат (DWNR). В частности, при анализе роли ZLB получено, что в отличие от развитых экономик, для стран с богатыми ресурсами проблема ZLB становится актуальной в период экономического роста, когда внешние экономические условия улучшаются. Положительные внешние шоки приводят к укреплению национальной валюты, снижению инфляции и снижению процентных ставок. При этом, если экономика сталкивается с ZLB, воздействие шоков снижается, так как происходит рост реальных процентных ставок, сдерживающих увеличение потребления домохозяйств и, соответственно, совокупный спрос. Показано, что в случае наличия ZLB оптимальным является поддерживать более высокую инерционность процентных ставок и менее активно реагировать на изменения инфляции по сравнению с ситуацией, когда ZLB не учитывается (п. 8., п. 9, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 12 паспорта специальности 5.2.2).

9. Предложен методологический подход для анализа влияния санкций (в контексте ожидаемого снижения доходов от экспорта нефти) и влияния государственных расходов на российскую экономику в условиях наличия ограничений на движения капитала. Показано, что ожидания падения доходов от экспорта энергоресурсов приводят к краткосрочному и среднесрочному росту внутренних инвестиций, что говорит о важной роли в динамике инвестиций мотива сбережений, когда возможность сбережений на внешних финансовых рынках ограничена. В рамках анализа фискальной политики на основе предложенной новой спецификации DSGE модели с

функцией предпочтений Яймовича и Ребело для домохозяйств показано, что в условиях свободного движения капитала для госрасходов на конечное потребление товаров и услуг наблюдаются мультипликаторы больше единицы, если увеличение госрасходов имеет кратковременный характер (один-два квартала) или центральный банк проводит стимулирующую денежно-кредитную политику в ответ на фискальный шок. Для государственных инвестиций и трансфертов мультипликаторы систематически оказываются меньше единицы, поскольку существенная доля этих расходов направляется на импорт. При жестких ограничениях на движение капитала ситуация меняется кардинальным образом: значения мультипликаторов по всем рассмотренным видам государственных расходов при их увеличении на один год оказываются в окрестности 1.5. Однако сильная реакция ВВП на шоки госрасходов оказывается сопряжена с серьезными инфляционными последствиями (п. 8., п. 9, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 12 паспорта специальности 5.2.2).

10. Разработана методология построения моделей общего равновесия для российской экономики с гетерогенными индивидами, сталкивающимися с идиосинкратическими шоками доходов и ограничениями на заимствования, в том числе построена модель с предпринимательским сектором, в которой индивиды, гетерогенные по способностям к предпринимательской деятельности, выбирают между занятием бизнесом и работой по найму, основываясь на максимизации ожидаемой полезности в условиях неопределенности. На основе разработанных моделей получены оценки макроэкономических эффектов от изменения внешнеэкономических условий и параметров налоговой системы. Также разработана методология построения модели с гетерогенными способностями индивидов, аппроксимируемых баллами ЕГЭ, гетерогенными несклонностью к риску и межвременного дисконтирования, на которой может основываться методика оценки стратегий развития системы образования в идеологии моделей общего равновесия. (п.

8., п. 9, п. 12, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 5, п. 12 паспорта специальности 5.2.2).

11. Разработаны практические методики для оценки влияния специфичных шоков на мировом рынке, определяющих динамику мировых цен на нефть, на российские макроэкономические показатели. В рамках эконометрического анализа установлено, что большее влияние на российские макроэкономические показатели оказывают шоки глобальной экономической активности, приводящие к изменениям цен на нефть, нежели прочие шоки на рынке нефти. Теоретически это объясняется тем, что при повышении нефтяных цен вследствие роста мировой экономики увеличивается спрос на весь российский экспорт, включая неэнергетический сектор, что смягчает последствия «голландской болезни» (п. 9, п. 10, п. 16 паспорта специальности 5.2.1, п. 3, п. 14 паспорта специальности 5.2.2).

12. Разработаны практические методики для прогностической аналитики, прогнозирования и наукастинга ВВП и его компонент, показателей динамики цен, обменного курса, а также региональных экономических показателей как на основе классических эконометрических моделей, так и на основе моделей машинного обучения. В частности, при наукастинге ВВП и его компонент показано, что если до начала квартала почти все переменные хорошо предсказываются ансамблевыми методами — RF, XGboost, то к середине и особенно к концу квартала по мере выхода статистических данных на первое место по качеству выходят методы регуляризации — LASSO, Ridge, Elastic Net. В случае прогнозирования инфляции продемонстрировано улучшение в точности прогнозов при использовании модели с меняющимися во времени параметрами с байесовским сжатием параметров (п. 3, п. 10, п. 14, п. 15 паспорта специальности 5.2.2).

Соответствие положений паспортам научных специальностей.
Диссертация соответствует паспорту научной специальности 5.2.1. «Экономическая теория»:

П. 8. «Микроэкономическая теория. Теория фирмы. Теория потребительского поведения и спроса. Теория отраслевых рынков. Теория промышленной организации. Теории предпринимательства».

В части теоретического описания поведения фирм и потребительского поведения домохозяйств в моделях общего равновесия с микроэкономическими основами (положения 1, 3, 5, 6, 8-10), разработки модели с предпринимательским сектором (положение 10), теоретического обоснования эконометрических моделей для описания потребительского поведения домохозяйств на данных РМЭЗ (положение 2).

П. 9 «Макроэкономическая теория».

В части построения теоретических экономико-математических моделей на макроуровне (положения 1, 3, 5, 6, 8-10) и теоретического обоснования макроэконометрических моделей и процедур идентификации структурных макроэкономических шоков (положения 4, 7, 11).

П. 10 «Теории международной экономики».

В части разработки теоретической мультирегиональной интегрированной модели климата и экономики (положение 1) и в части анализа специфичных шоков на мировом рынке, определяющих динамику мировых цен на нефть (положение 11).

П. 12 «Теоретический анализ экономической политики и государственного регулирования экономики».

В части разработки новых теоретических подходов к анализу оптимального налогообложения выбросов парниковых газов, базирующихся на принципах улучшения по Парето (положение 1), теоретического анализа влияния денежно-кредитной и бюджетно-налоговой политики (положения 6-9), государственной политики в сфере образования (положение 9).

П. 16 «Теоретические подходы к исследованию экономического роста, экономического развития и экономических колебаний».

В части разработки новых теоретических подходов к анализу влияния глобального потепления и налогообложения выбросов парниковых газов на

экономический рост (положение 1), к анализу влияния государственной политики в сфере образования и бюджетно-налоговой политики на экономический рост и экономическое развитие (положение 10), к анализу влияния условий торговли на экономический рост и экономические колебания (положения 3-5), к анализу стабилизирующих свойств денежно-кредитной политики для экономических колебаний (положения 6-7), к анализу асимметричного воздействия макроэкономических шоков на экономические колебания (положение 8), к анализу экономических колебаний в условиях наличия ограничений на движение капитала (положение 9), к анализу влияния шоков на мировом рынке нефти на экономические колебания (положение 11).

Диссертация соответствует **паспорту научной специальности 5.2.2. «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике»:**

П. 3 «Разработка и развитие математических и эконометрических моделей анализа экономических процессов (в т.ч. в исторической перспективе) и их прогнозирования».

В части разработки математических моделей общего равновесия (положения 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10) и эконометрических моделей (положения 2, 3, 4, 5, 7, 11, 12) анализа экономических процессов и их прогнозирования.

П. 4 «Разработка и развитие математических и компьютерных моделей и инструментов анализа и оптимизации процессов принятия решений в экономических системах».

В части разработки интегрированных моделей климата и экономики для оптимизации процессов принятия решений в области налогообложения выбросов парниковых газов (положение 1).

П. 5 «Разработка и оценка моделей общего и частичного экономического равновесия».

В части разработки моделей общего равновесия (положения 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10) и оценки параметров модели общего равновесия (положение 5).

П. 10 «Разработка и развитие математических моделей глобальной экономики, эконометрических и статистических методов отраслевого, межотраслевого, межрегионального и межстранового социально-экономического анализа».

В части разработки математических моделей общего равновесия глобальной экономики с описанием взаимосвязи экономической активности, выбросов парниковых газов, изменения климата и ущерба от глобального потепления (положение 1), развития статистических методов по идентификации гетерогенных шоков на рынке нефти в глобальной экономике (положение 11), развития статистических методов межрегионального экономического анализа (положение 12).

П. 12 «Имитационное моделирование. Разработка и оценка имитационных моделей экономических процессов».

В части разработки, развития и применения методов численного-имитационного анализа на базе разработанных моделей общего равновесия (положения 1, 6, 8, 9, 10).

П. 14 «Эконометрические и статистические методы анализа данных, формирования и тестирования гипотез в экономических исследованиях. Эконометрическое и экономико-статистическое моделирование».

В части разработки методик эконометрического оценивания параметров потребительского поведения и поведения на рынке труда домохозяйств на основе данных РМЭЗ (положение 2), параметров моделей временных рядов (положения 3, 4, 7, 11, 12), параметров DSGE модели (положение 5).

П. 15 «Методы анализа «больших данных» в экономических исследованиях».

В части разработки методик наукастинга и прогнозирования макроэкономических показателей РФ на основе моделей машинного обучения и методов регуляризации при использовании большого числа предикторов (положение 12).

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Проведенное автором диссертационное исследование позволило получить важные теоретические и практические результаты. Изложенные выше элементы научной новизны диссертации могут рассматриваться как вклад в теорию и практику макроэкономического моделирования. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке комплекса теоретических макроэкономических моделей для российской экономики, которые согласуется с современной практикой построения макроэкономических моделей и учитывают особенности российской экономики, в частности её высокую зависимость от экспорта нефти. Разработанные модели позволили проанализировать теоретические каналы трансмиссии макроэкономических шоков как в обычных условиях, так и в контексте санкций и ограничений на движение капитала, что представляет собой важный шаг в понимании динамики российской экономики.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных моделей для наукастинга, безусловного и сценарного прогнозирования ключевых макроэкономических показателей, для оценки эффективности проведения бюджетно-налоговой и денежно-кредитной политики, для оценки макроэкономических эффектов от изменения инструментов экономической политики, для выработки позиции России на международных переговорах по климатической политике. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, а также материалы, подготовленные автором на его основе за время его работы в РАНХиГС, использовались при оказании консалтинговых услуг по заказу Счетной палаты РФ и Министерства промышленности и торговли РФ. Отдельные результаты исследования направлялись в форме аналитических материалов в Аппарат Правительства РФ. Результаты диссертационной работы использовались при чтении лекций и при научном руководстве студентами и аспирантами ИЭМИТ РАНХиГС. Студенты и аспиранты с научно-исследовательскими работами,

выполненными под руководством Полбина А.В., неоднократно становились победителями и призерами конкурсов НИР РАНХиГС, НИУ ВШЭ, Европейского университета в Санкт-Петербурге, Института Гайдара, Банка России и журнала «Деньги и кредит».

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на следующих конференциях и семинарах: The Society for Computational Economics Conference «Computing in Economics and Finance», The International Economic Association World Congress, International Conference on Econometrics and Business Analytics, International Conference on Macroeconomic Analysis and International Finance, Workshop in Time Series Econometrics, International Energy Workshop, The Association for Environmental Studies and Sciences Conference «Confronting Frontiers, Borders, and Boundaries», International Input-Output Association Conference, International Istanbul Economics Research Conference, Annual Conference on Global Economic Analysis, WIOD Conference: Causes and Consequences of Globalization, Modern Econometric Tools and Applications, Финансовый конгресс Банка России, Апрельская международная научная конференция «Модернизация экономики и общества», Гайдаровский Форум, Российский экономический конгресс, Ефимовские чтения, Конгресс молодых ученых по проблемам устойчивого развития, Ежегодная научная конференция консорциума журналов экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Онлайн-семинар Банка России и журнала «Деньги и кредит», Семинар «Прикладная Эконометрика», Научный семинар «Математическая экономика» ЦЭМИ РАН под руководством В.М. Полтеровича и В.И. Данилова, Заседание Ученого совета Института Гайдара, Заседание Ученого совета РАНХиГС.

Работа выполнена лично автором, включая этапы определения цели и задач исследования, формулирования гипотез, сбора и подготовки статистических данных, построения теоретических моделей, разработки численных алгоритмов решения моделей общего равновесия, калибровки параметров построенных моделей, проведения численного имитационного

анализа, эконометрического анализа, тестирования гипотез, формулирования выводов и содержательных интерпретаций.

Публикации. По теме диссертации в виде научного доклада за последние 10 лет опубликовано 64 статьи общим объемом 72 а.л. (из них вклад автора 30.3 а.л.) в изданиях по специальностям 5.2.1. «Экономическая теория», 5.2.2. «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике», включая 48 статей в изданиях, индексируемых международными базами данных Scopus или WoS, 9 статей в изданиях, индексируемых в базе данных RSCI, 7 статей в изданиях, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК России для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук, отнесенных к категориям К-1 или К-2.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Анализ налогообложения выбросов парниковых газов на основе интегрированных моделей климата и экономики с перекрывающимися поколениями

В работе (Луговой, Полбин, 2016) предложена модификация динамической интегрированной модели климата и экономики (DICE) В. Нордхауса, в рамках которой в модель вводятся перекрывающиеся поколения (OLG) и рассматривается рыночное равновесие с государством, проводящим оптимальную политику Рамсея для снижения выбросов парниковых газов. Данная концепция позволяет различать две нормы межвременных предпочтений: субъективную (присущую отдельным индивидам) и предпочтения государства. Таким образом, модель позволяет разделить анализ затрат и выгод в области снижения выбросов парниковых газов и анализ инвестиционных решений в физический капитал. С помощью методов численного имитационного анализа показано, что введение в модель поколений при прочих равных рационализирует большее и раннее сокращение выбросов, не оказывая значительного влияния на рыночные доходности капитала. Долгосрочный выигрыш от более решительных мер в борьбе с глобальным потеплением составляет приблизительно 1 °C.

В работе (Kotlikoff, Polbin, Zubarev, 2021) предложена стилизованная модель общего равновесия с перекрывающимися поколениями (в каждый момент времени живут два поколения, молодое и старое), с ущербом от глобального потепления и с исчерпаемыми источниками энергии, и разработан численный алгоритм для ее решения. Показано, что при определенных параметрах рыночное равновесие оказывается неэффективным по Парето, за счет налогообложения выбросов парниковых газов можно увеличить благосостояние нынеживущих и будущих поколений. При этом отложенное во времени налогообложение выбросов парниковых газов может создать потери в благосостоянии из-за зеленого парадокса.

В работе (Kotlikoff, Kubler, Polbin, Sachs, Scheidegger, 2021) разработана крупномасштабная модель перекрывающихся поколений для реалистичной оценки потенциальных выигрышей для всех поколений, которые могут быть достигнуты благодаря углеродному налогообложению. Модель OLG представляется более подходящей для изучения углеродного налогообложения, чем стандартные подходы — модель социального плановика (SP) и модель бесконечно живущего агента (ILA). В рамках OLG поколения эгоистичны. Они заботятся исключительно о своем благополучии при жизни и не беспокоятся о благосостоянии своих ближайших, не говоря уже о далеких, потомках. Таким образом, наложение негативных экстерналий на будущие поколения для них естественно. Углеродное налогообложение, дополненное соответствующим межпоколенческим перераспределением, может улучшить благосостояние всех поколений, нынеживущих и будущих.

Модель OLG включает 55 перекрывающихся поколений. Единый потребительский товар производится с использованием капитала, труда и энергии. Энергия может быть чистой или грязной. Чистая энергия производится с использованием капитала, труда и фиксированных природных ресурсов (например, ветреных территорий), которые представлены землей. Труд и земля доступны в фиксированном количестве. В работе явным образом моделируется производственный процесс грязных источников энергии — угля, нефти и природного газа. Каждый из них имеет конечные запасы, и каждый подвержен увеличению затрат на добычу по мере истощения.

Расчет Парето-улучшений является стандартной процедурой для определения оптимальной политики в ответ на негативные экстерналии. В работе используется механизм перераспределения из работы (Auerbach, Kotlikoff, 1987) для поиска наибольшего равномерного (для всех текущих и будущих поколений) повышения благосостояния (UWI) за счет углеродного налога, где изменения благосостояния измеряются как компенсирующие дифференциалы потребления. В работе также рассматриваются два альтернативных способа распределения выгод от контроля выбросов CO₂.

Первый способ распределяет все выгоды равномерно между текущими поколениями (рожденными). Второй способ распределяет выгоды равномерно между будущими поколениями (нерожденными). В работе показано, что в зависимости от размера ущерба оптимальная углеродная политика может зависеть от того, как распределяются выгоды. С ростом ущерба увеличивается чувствительность оптимального налога к механизму перераспределения.

Когда показатели выбросов/температуры/ущерба калибруются в соответствии с работой (Nordhaus, 2017), оптимальный углеродный налог составляет 23\$ за тонну CO₂, увеличиваясь на 2% в год (прирост благосостояния по сравнению с BAU (Business As Usual) составляет 0.73%). В аналогичной модели ILA оптимальный налог составляет 33\$ за тонну CO₂, увеличиваясь на 2% в год. В спецификации модели с высокой чувствительностью ущерба к глобальному потеплению оптимальный налог в модели OLG составляет 70\$ за тонну CO₂, увеличиваясь на 1.5% в год (прирост благосостояния по сравнению с BAU (Business As Usual) составляет 4.68%), в модели ILA — 99\$ за тонну CO₂, увеличиваясь на 1.5% в год. Таким образом, оптимальная политика в моделях OLG и ILA может сильно различаться.

В работе (Kotlikoff, Kubler, Polbin, Scheidegger, 2021) разработан прототип модели с 12 перекрывающимися поколениями мировой экономики с неопределенностью относительно: а) будущего использования углеводородов, б) степени влияния выбросов парниковых газов на глобальное потепление и в) чувствительности ущерба к глобальному потеплению. Получено, что Парето-оптимальное налогообложение углерода способно существенно сократить общий климатический риск, включая вероятность катастрофических событий. Показано, что оптимальный налог, направленный на снижение климатических рисков, при реалистичной калибровке параметров, может оказаться существенно выше оптимального налога в детерминированной модели.

В работе (Kotlikoff, Kubler, Polbin, Scheidegger, 2024) разработана мультирегиональная модель климата и экономики с перекрывающимися

поколениями, обобщающая методологические и теоретические принципы оптимального налогообложения выбросов парников газов из (Kotlikoff, Kubler, Polbin, Sachs, Scheidegger, 2021) на мультирегиональный и многострановой аспекты. В модели выделяется 18 регионов мира, включающие отдельные страны (например, Россию, Китай, США и др.) и укрупненные регионы мировой экономики, объединяющие страны по уровню экономического развития и географическому положению. В модели рассматривается 4 сектора производства: товаров конечного потребления, нефти, газа, угля и альтернативной «зеленой» энергии, предполагается гетерогенность по регионам производственных технологий и чувствительности ущерба к глобальному потеплению. Разработан новый эффективный алгоритм для решения модели, разбивающий исходную систему уравнений модели на блоки динамических и статических уравнений и осуществляющий последовательные итерации между данными блоками до сходимости. Разработка данного алгоритма формирует методологическую базу для построения и решения моделей с существенно более высокой размерностью, содержащих большее число регионов и имеющих реалистичную многоотраслевую структуру. На основе разработанной модели показано, что даже в условиях, если глобальное потепление приносит выигрыш для производительности в отдельных регионах (Россия, Канада), за счет налогообложения выбросов парниковых газов возможно достичь улучшения по Парето – увеличения благосостояния нынеживущих и будущих поколений во всех регионах мира.

2. Эконометрический анализ параметров потребительского поведения и поведения на рынке труда домохозяйств на основе данных РМЭЗ

В работе (Koval, Polbin, 2020) оценена модель функции потребления российских домохозяйств на основе гипотезы постоянного дохода Фридмана на основе микроданных РМЭЗ НИУ ВШЭ. В работе предложена модель, в которой потребление домохозяйств определяется как некоторая доля

постоянного дохода, оцениваемого через процесс адаптивных ожиданий. Склонность к потреблению постоянного дохода моделируется как зависимость от различных характеристик домохозяйств, таких как дециль дохода, размер семьи, количество детей, уровень образования и другие. Модель оценивалась с помощью методов OLS и IV. Результаты показывают, что склонность к потреблению снижается с ростом дохода, увеличивается с увеличением числа членов семьи, особенно детей, и выше у домохозяйств с долговыми обязательствами и собственным жильем. Оценка параметра при текущем доходе в процессе адаптивных ожиданий для оценки перманентного дохода составила 0.57 при оценивании с помощью OLS и 0.54 при оценивании IV. Оценки параметров предложенной модели имеют практическую ценность для калибровки агентных макроэкономических моделей.

В работе (Коваль, Полбин, 2020) проведена оценка параметров дисперсий перманентных и транзитивных шоков дохода, а также чувствительности потребления домохозяйств к постоянным и транзитивным шокам дохода. Оценки представлены для различных типов дохода и потребления, а также социальных групп. Крупные семьи, в составе которых более пяти человек, имеют пониженную чувствительность к постоянному шоку и повышенную — к транзитивному. Домохозяйства, глава которых старше 60 лет, демонстрируют повышенную чувствительность к постоянным шокам дохода. Реакция потребления городского населения меньше в случае транзитивных шоков и больше — в случае постоянных. Домохозяйства, у которых глава семейства имеет высшее образование, менее чувствительны к шокам постоянного дохода по сравнению с теми, где глава высшего образования не имеет.

В работе (Коваль, Полбин, 2022) построены возрастные профили потребления домохозяйств РФ и на их основе оценены параметры дисконтирования будущего и относительного неприятия риска с помощью симуляционного метода моментов. Возрастные профили имеют горбообразную форму, пик уровня потребления достигается в 38—40 лет.

Важной детерминантой горбообразной формы является состав домохозяйства: при пересчете потребления для среднего индивида в домохозяйстве горбообразная форма становится менее выраженной. В среднем домохозяйства имеют высокий коэффициент относительного неприятия риска и низкий дисконт. Такая конфигурация параметров свидетельствует о важной роли мотива предосторожности в потребительском поведении домохозяйств.

В работе (Koval, Polbin, Sinelnikov-Murylev, 2025) оценены гетерогенные параметры потребительского выбора домохозяйств в РФ на основе модели скрытых классов при предпосылке о наличии у домохозяйств адаптивных ожиданий. Основными оцениваемыми параметрами являлись предельная склонность к потреблению и параметр адаптивных ожиданий. Для получения данных параметров производилась оценка модели скрытых классов на панельных данных о потреблении и доходе домохозяйств. Среднее значение оценки параметра предельной склонности к потреблению равно 0.57 со стандартным отклонением 0.17, среднее значение параметра адаптивных ожиданий равно 0.52 со стандартным отклонением 0.11. В работе также представлен анализ параметров потребительского выбора при различных социальных характеристиках домохозяйств и различных субъектов Российской Федерации. Полученные оценки чувствительности потребления к изменению дохода могут быть применены для оценки макроэкономических эффектов от проводимой экономической политики, а также для построения и калибровки агентных макроэкономических моделей с гетерогенными предпочтениями домохозяйств. В работе была построена упрощенная агентная модель для сравнения фискальных мультипликаторов социальных трансфертов домохозяйствам.

В работе (Мартьянова, Полбин, 2022) дан широкий спектр оценок параметров стохастического процесса заработной платы на основе микроданных РМЭЗ с AR(1) процессом для стохастической компоненты заработной платы. В зависимости от спецификации и выборки оценка коэффициента авторегрессии колеблется в интервале от 0.89 до 0.93, что

несколько ниже оценок, полученных в аналогичных спецификациях на данных США. Это говорит о том, что трудовые доходы в России менее устойчивы. Кроме того, дисперсия шоков стохастической составляющей доходов выше для российских домохозяйств, из чего можно сделать вывод, что они сталкиваются с большей неопределенностью трудовых доходов. Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных оценок при калибровке моделей общего равновесия с гетерогенными агентами, что продемонстрировано в рамках оценки макроэкономических эффектов от гипотетических налоговых маневров на базе канонической модели с гетерогенными агентами.

В работе (Замниус, Полбин, 2021) проведен эконометрический анализ функции предложения труда замужних женщин в России на основе данных РМЭЗ по методологии (Heckman, MaCurdy, 1980), в которой решения о выходе на рынок труда и об интенсивности работы принимаются из динамической оптимизационной задачи. Показано, что досуг мужа и число детей, проживающих в домохозяйстве, отрицательно влияют на отработанные часы женщины. Оценка эластичности предложения труда по Фришу составила 0.16. В работе (Замниус, Полбин, Синельников-Мурылев, 2022) получены оценки эластичностей предложения труда по заработной плате у женатых мужчин в России на основе эконометрического анализа уравнения предельной нормы замещения труда потреблением. Оценки уравнения отработанных часов подтверждают, что предложение труда мужчин в российской экономике очень слабо реагирует на перманентные шоки заработных плат в отличие от транзитивных. Более того, изменение отработанных часов в ответ на отрицательный перманентный шок заработных плат является положительным, что свидетельствует о преобладании эффекта дохода над эффектом замещения. На основе проделанных расчетов были получены оценки интенсивных компонент эластичностей предложения труда по Фришу (0.139), Хиксу (0.119) и Маршаллу (−0.029) для мужчин. Оценки параметров эластичностей предложения труда по Фришу имеют практическую ценность

для калибровки параметров функции предпочтений домохозяйств, используемых в DSGE моделях.

В работе (Замниус, Полбин, Синельников-Мурылев, 2023) оценивается зависимость величины заработной платы от возраста индивидов на основе микроданных РМЭЗ НИУ ВШЭ за период 2000—2019 гг. в России. Предполагается квадратичная зависимость заработной платы от возраста индивида для кросс-секционных моделей, сдвиги кросс-секционных кривых во времени описываются динамикой валового регионального продукта. Параметры модели оцениваются для различных социальных групп, разделенных по полу и уровню образования, на основе модели со случайными индивидуальными эффектами, что позволяет получить наиболее эффективные оценки параметров на основе как внутригрупповой, так и межгрупповой вариации в данных. Полученные оценки имеют практическую ценность для калибровки моделей общего равновесия с перекрывающимися поколениями для калибровки возрастного профиля производительности домохозяйств. Рассмотрена проблема снижения заработной платы по мере приближения к пенсионному возрасту и обсуждаются возможные причины этого. Получены оценки темпов экономического роста, при которых заработная плата не убывает по мере достижения индивидом пенсионного возраста. Минимальные темпы экономического роста, при которых заработная плата в среднем не должна убывать вплоть до наступления пенсионного возраста в России, составляют примерно 2% в год.

3. Моделирование взаимосвязи ВВП, потребления домохозяйств, валового накопления основного капитала с условиями торговли (ценами на нефть)

В работе (Полбин, 2016) проведен эконометрический анализ влияния нефтяных цен на ВВП и валовое накопления основного капитала (ВНОК) России, в работе (Полбин, Андреев, Зубарев, 2018) оценивается взаимосвязь ВВП, потребления домохозяйств и ВНОК России и других стран-членов ЕАЭС с общим фактором в динамике цен множества сырьевых товаров (нефть, газ,

алюминий, медь, сталь, золото, зерно). В качестве эконометрического инструментария использовалась модель векторной авторегрессии с экзогенной переменной. Результаты анализа, представленные в этих работах, включая оценки функций импульсного отклика, говорят о наличии положительного и статистически значимого влияния изменения цен на сырьевые товары на ключевые макроэкономические показатели России. При этом установлено, что воздействие на потребление домохозяйств и ВНОК оказывается более сильным по сравнению с влиянием на ВВП.

Для более точной оценки долгосрочных эластичностей ВВП, потребления и ВНОК по условиям торговли (реальным ценам на нефть), а также для анализа переходных траекторий к долгосрочному равновесию, в работе (Полбин, 2017б) была разработана методология построения векторной модели коррекции ошибок для описания взаимосвязи ВВП, потребления домохозяйств, ВНОК с условиями торговли с теоретическим обоснованием коинтеграционных соотношений¹ на основе двухсекторной неоклассической DSGE модели с двумя стохастическими трендами $I(1)$ – в динамике совокупной факторной производительности и условий торговли.

Основная цель данной работы заключалась в тестировании гипотезы о куполообразном влиянии нефтяных шоков на периоде управляемого обменного курса рубля на выпуск российской экономики, в рамках которого в ответ на положительный прирост цен на нефть сначала наблюдается экономический бум, который с течением времени сменяется фазой спада, когда экономика растет замедленными темпами по сравнению с долгосрочными. Такой динамике, во-первых, могла поспособствовать

¹ Хорошей практикой при построении VECM моделей является вывод долгосрочных коинтеграционных соотношений на основе теоретических моделей (см., например, Garrat et al., 2012), особенно в условиях малого количества наблюдений. Сугубо статистический подход определения ранга коинтеграции и дальнейшая оценка параметров модели условно на выбранном ранге может приводить к значительным искажениям результатов эмпирического анализа ввиду слабой мощности тестов на единичные корни на коротких временных рядах и наличия проблемы предварительного тестирования (см., например, Canova, 2007, ch.4; Gospodinov et al., 2013).

проводимая денежно-кредитная политика. До конца 2014 г. Банк России придерживался политики управляемого номинального курса рубля. В частности, во время увеличения мировых цен на нефть ЦБ препятствовал укреплению реального обменного курса за счёт сдерживания укрепления номинального. И увеличение агрегированного спроса по причине улучшения условий торговли приводило к расширению спроса как на импортные, так и на отечественные товары. По мере же укрепления реального обменного курса за счёт инфляции конкурентоспособность отечественного производства ухудшалась, и агрегированный спрос в большей мере перераспределялся в пользу потребления импортных товаров, тем самым снижая темпы роста экономики по сравнению с долгосрочными в рамках перехода из состояния перегрева в стационарное равновесие.

Во-вторых, природа процесса накопления капитала также может порождать некоторые циклические колебания. Когда в экономике происходят значительные изменения (технологическое улучшение, увеличение нефтяных цен), обуславливающие более высокую потребность в капитале в долгосрочном периоде², инвестиции растут ускоренными темпами, чтобы обеспечить ввод новых производственных мощностей. Но вслед за этим, когда необходимые капитальные мощности введены в эксплуатацию, необходимость в столь большом объеме инвестиций отпадает, и уровень инвестиционной активности значительно снижается, что может оказать отрицательное влияние на ВВП, так как инвестиции являются компонентой агрегированного спроса.

При разработке методологии автор диссертации опирался на работу (King et al., 1991). В работе (King et al., 1991) была предложена односекторная модель закрытой экономики сбалансированного роста, в которой логарифм экзогенного показателя совокупной факторной производительности

2 Высокие цены на нефть увеличивали рентабельность капитала не только в нефтедобывающем секторе и смежных отраслях, но и в других — сфере услуг, строительстве и т.д. К тому же дополнительные доходы от экспорта нефти тоже часто шли на инвестиции.

описывался с помощью процесса случайного блуждания со сносом. Данный экзогенный процесс в модели порождал общий стохастический тренд в логарифмах выпуска, валового накопления основного капитала и потребления домохозяйств, а потребление и валовое накопление в долях ВВП являлись стационарными переменными. Соответственно, из предложенной модели для векторного процесса из логарифмов ВВП, потребления и инвестиций следовало представление в виде векторной модели коррекции ошибок с двумя коинтеграционными соотношениями: разность логарифмов потребления и выпуска и разность логарифмов инвестиций и выпуска.

В модельной экономике (Полбин, 2017б) предполагается, что репрезентативное домохозяйство максимизирует свое ожидаемое благосостояние:

$$U_t = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \left(\log(C_{t+s}) - \frac{\mu}{1+\sigma_L} (L_{t+s})^{1+\sigma_L} \right), \quad (1)$$

где E_t — оператор условного математического ожидания на основе всей доступной информации на момент времени t , σ_L — обратная величина к эластичности предложения труда по реальной заработной плате, μ — нормировочная константа, β — субъективный коэффициент дисконтирования, C_t — потребление домохозяйства, L_t — отработанные часы.

Динамическое бюджетное ограничение домохозяйств:

$$P_t(C_t + I_t) + B_t^* = R_t K_t + W_t L_t + R_{t-1}^* B_{t-1}^* - \frac{\psi_B}{2} \left(\frac{B_t^*}{P_t Y_t} \right)^2 P_t Y_t, \quad (2)$$

где P_t — цена товаров конечного потребления, I_t — инвестиции, R_t — рентная цена капитала, K_t — объем капитала, W_t — ставка заработной платы, B_t^* — объем иностранных облигаций, R_t^* — валовая доходность по иностранным облигациям, Y_t — выпуск товаров конечного внутреннего потребления, ψ_B — параметр издержек по размещению (покупке) облигаций на внешнем рынке.

Последнее слагаемое в уравнении (2), издержки по размещению (покупке) облигаций на внешнем рынке, обеспечивает стационарность чистых иностранных активов в долях выпуска. Процесс накопления капитала описывается следующим уравнением:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t, \quad (3)$$

где δ — норма амортизации.

Задача домохозяйств заключается в максимизации функции благосостояния (1) при динамических ограничениях (2) и (3).

Репрезентативная фирма, производящая товар конечного внутреннего потребления Y_t , агрегирует промежуточные импортные товары M_t и товары ВОС Y_t^D с помощью следующей производственной функции Кобба-Дугласа:

$$Y_t = \frac{(M_t)^\omega (Y_t^D)^{1-\omega}}{\omega^\omega (1-\omega)^\omega}, \quad (4)$$

где ω — эластичность агрегированного конечного выпуска по импорту.

Данная фирма действует на рынке совершенной конкуренции, максимизирует свою прибыль и воспринимает цены ВОС P_t^D , импортные цены P_t^M и цены на свою продукцию P_t как заданные. Производственный процесс для репрезентативных фирм ВОС и ЭОС описывается с помощью производственных функций (5) и (6), соответственно:

$$Y_t^D = (K_t^D)^\alpha (A_t L_t^D)^{1-\alpha}, \quad (5)$$

$$Y_t^E = (K_t^E)^\alpha (A_t L_t^E)^{1-\alpha}, \quad (6)$$

где Y_t^E — выпуск ЭОС, α — эластичность выпуска ВОС и ЭОС по капиталу, K_t^D, K_t^E — объем арендуемого капитала ВОС и ЭОС, соответственно, L_t^D, L_t^E — объем арендуемого труда ВОС и ЭОС, соответственно, A_t — эффективность труда.

Предполагается, что логарифм эффективности труда описывается с помощью процесса случайного блуждания со сносом:

$$\log(A_t) = g + \log(A_{t-1}) + \varepsilon_t, \quad (7)$$

где ε_t — случайная нормально распределенная ошибка.

Репрезентативные фирмы ВОС и ЭОС действуют на рынке совершенной конкуренции и максимизируют свою прибыль, воспринимая цены на свою продукцию P_t^D и P_t^E , рентную цену капитала R_t и ставку заработной платы W_t как заданные. При этом в модели в рамках предпосылки о малой открытой экономике цены на экспортные и импортные товары заданы на внешнем

рынке. Предполагается, что динамика для условий торговли, отношения цен экспортных товаров к импортным товарам на внешнем рынке, описывается с помощью процесса случайного блуждания:

$$\log \left(\frac{P_t^E}{P_t^M} \right) = \log \left(\frac{P_{t-1}^E}{P_{t-1}^M} \right) + u_t, \quad (8)$$

где u_t — случайная нормально распределенная ошибка.

Условия равновесия на рынке товаров конечного внутреннего потребления, на рынках капитала и труда, а также условие равновесия платежного баланса определяются как:

$$Y_t = C_t + I_t, \quad (9)$$

$$K_t = K_t^D + K_t^E, \quad (10)$$

$$L_t = L_t^D + L_t^E, \quad (11)$$

$$B_t^* = R_{t-1}^* B_{t-1}^* + P_t^E Y_t^E - P_t^M M_t - \frac{\psi_B}{2} \left(\frac{B_t^*}{P_t Y_t} \right)^2 P_t Y_t. \quad (12)$$

Для простоты будем предполагать, что показатель реальной доходности от вложений на внешних рынках $R_t^* \frac{P_t^M}{P_{t+1}^M}$ неизменен и равен $\exp(g)/\beta$.

Определим также реальный ВВП в экономике как сумму выпуска ВОС и ЭОС:

$$GDP_t = Y_t^D + Y_t^E. \quad (13)$$

Условия оптимального поведения экономических агентов наряду с условиями равновесия и динамикой экзогенных переменных формируют динамическую стохастическую модель общего равновесия. Результирующая система уравнений не будет иметь устойчивого равновесия, поскольку наличие стохастических трендов в экзогенных переменных будет приводить к нестационарному поведению эндогенных переменных. Однако для переменных данной системы уравнений можно провести определенную нормировку, которая позволит привести систему к стационарному виду.

В рамках введенных предпосылок цены в теоретической модели настоящей работы определены с точностью до множителя, соответственно, в равновесии определены только относительные цены. Поэтому проведем нормировку всех ценовых показателей P_t^D , P_t^E , P_t , W_t и R_t на цену импортных

товаров P_t^M и обозначим данные нормированные переменные как $\tilde{P}_t^D$, $\tilde{P}_t^E$, $\tilde{P}_t$, $\tilde{W}_t$ и $\tilde{R}_t$, соответственно.

Далее, опираясь на широкий пласт литературы по работе с нестационарными моделями сбалансированного роста (см., например, Aguiar, Gopinath, 2007; King et al., 1991), проведём следующую нормировку

$$\begin{aligned} \text{переменных модели: } y_t &= \frac{Y_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \quad k_t^D = \frac{K_t^D}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \quad k_t^E = \frac{K_t^E}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \\ k_t &= \frac{K_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \quad i_t = \frac{I_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \quad c_t = \frac{C_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\omega}{1-\alpha}}}, \quad \tilde{W}_t = \frac{\tilde{W}_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{1+\frac{\alpha\omega}{1-\alpha}}}, \\ gdp_t &= \frac{GDP_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\alpha\omega}{1-\alpha}}}, \quad y_t^D = \frac{Y_t^D}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\alpha\omega}{1-\alpha}}}, \quad y_t^E = \frac{Y_t^E}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{\alpha\omega}{1-\alpha}}}, \quad m_t = \\ &= \frac{M_t}{A_{t-1}(\tilde{P}_{t-1}^E)^{\frac{1-\alpha(1-\omega)}{1-\alpha}}}, \quad \tilde{P}_t^D = \frac{\tilde{P}_t^D}{\tilde{P}_{t-1}^E}, \quad \tilde{P}_t = \frac{\tilde{P}_t}{(\tilde{P}_{t-1}^E)^{1-\omega}}, \quad \tilde{R}_t = \frac{\tilde{R}_t}{(\tilde{P}_{t-1}^E)^{1-\omega}}. \end{aligned}$$

Введем также обозначение b_t^* для объема облигаций в долях выпуска для внутреннего конечного потребления $\frac{B_t^*}{P_t Y_t}$. В таблице 1 представлена полная система уравнений двухсекторной модели для переменных в нормированном виде. Для переменных в нормированном виде разностная система уравнений будет иметь единственное локально устойчивое долгосрочное равновесие.³

Таблица 1 – Полная система уравнений DSGE модели в стационарном виде

$\beta E_t \left[\frac{c_t}{c_{t+1}} \left(1 - \delta + \frac{\tilde{r}_{t+1}}{\tilde{P}_{t+1}^E} \right) \exp \left(-g - \varepsilon_t - \frac{\omega}{1-\alpha} u_t \right) \right] = 1$	$\mu L_t^{\sigma_L} c_t = \frac{\tilde{W}_t}{\tilde{P}_t}$
$E_t \left[\frac{c_t}{c_{t+1}} \frac{\tilde{P}_t}{\tilde{P}_{t+1}^E} \frac{1}{1 + \psi_B b_t^*} \exp \left(-\varepsilon_t - \left(1 + \frac{\alpha\omega}{1-\alpha} \right) u_t \right) \right] = 1$	$y_t = c_t + i_t$
$b_t^* = \frac{1}{\beta} b_{t-1}^* \frac{\tilde{P}_{t-1} Y_{t-1}}{\tilde{P}_t Y_t} \exp \left(-\varepsilon_{t-1} - \left(1 + \frac{\alpha\omega}{1-\alpha} \right) u_{t-1} \right) + \frac{y_t^E \exp(u_t) - m_t}{\tilde{P}_t Y_t} - \frac{\psi_B}{2} (b_t^*)^2$	$gdp_t = y_t^D + y_t^E$
$k_{t+1} \exp \left(g + \varepsilon_t + \frac{\omega}{1-\alpha} u_t \right) = (1 - \delta) k_t + i_t$	$k_t = k_t^D + k_t^E$
$y_t^D = (k_t^D)^\alpha (L_t^D)^{1-\alpha} \exp((1-\alpha)(g + \varepsilon_t))$	$L_t = L_t^D + L_t^E$

3 Система уравнений была протестирована на стабильность в рамках лог-линеаризации её около долгосрочного равновесия и проверки выполнения условий (Blanchard, Kahn, 1980) при широком наборе альтернативных параметров.

$y_t^E = (k_t^E)^\alpha (L_t^E)^{1-\alpha} \exp((1-\alpha)(g + \varepsilon_t))$	$\tilde{p}_t = (\tilde{p}_t^D)^{1-\omega}$
$\alpha y_t^E \exp(u_t) = \tilde{r}_t k_t^E$	$\alpha \tilde{p}_t^D y_t^D = \tilde{r}_t k_t^D$
$(1-\alpha)y_t^E \exp(u_t) = \tilde{w}_t L_t^E$	$(1-\alpha)\tilde{p}_t^D y_t^D = \tilde{w}_t L_t^D$
$\tilde{p}_t^D y_t^D = (1-\omega)\tilde{p}_t y_t$	$m_t = \omega \tilde{p}_t y_t$

Из построенной модели следует, что следующие комбинации макроэкономических переменных являются стационарными:

$$\log C_t - \log GDP_t - \omega \log \tilde{P}_t^E \sim I(0), \quad (14)$$

$$\log I_t - \log GDP_t - \omega \log \tilde{P}_t^E \sim I(0). \quad (15)$$

В оригинальной работе (King et al., 1991) было получено, что разность логарифмов потребления и выпуска и разность логарифмов инвестиций и выпуска являются стационарными временными рядами. Процесс случайного блуждания со сносом в эффективности труда порождает общий стохастический тренд в выпуске, потреблении и инвестициях. В представленном же расширении данной теоретической модели на соотношения потребления и инвестиций в долях ВВП влияют условия торговли. При увеличении условий торговли увеличивается богатство отечественных экономических агентов, за вырученные деньги от продажи того же объема экспортных товаров отечественные домохозяйства могут купить и потребить больший объем импортных товаров. Таким образом, при неизменном объеме отечественного производства улучшение условий торговли будет способствовать увеличению потребления в долях ВВП за счёт эффекта богатства и роста физических объемов импорта.

На отечественный объем производства товаров и услуг условия торговли также будут влиять положительно, но в меньшей степени по сравнению с потреблением, что и отражено в уравнении (14). Положительное влияние условий торговли на выпуск в долгосрочном периоде происходит через канал накопления капитала, причем в обоих производственных секторах экономики. Это обусловлено тем, что увеличение экспортных цен по отношению к импортным ценам также приводит и к увеличению цен внутренне-ориентированного сектора по отношению к импортным ценам. Как

было отмечено выше, положительный шок условий торговли приводит к росту агрегированного дохода и приводит к увеличению спроса как на импортные товары, так и товары ВРС. В условиях того, что импортные товары и товары ВРС являются неабсолютными субститутами, то относительные цены товаров ВРС будут увеличиваться в ответ на увеличение агрегированного спроса, так как кривая предложения импортных товаров горизонтальна, а кривая предложения товаров ВРС имеет положительный наклон из-за ограниченности внутренних факторов производства, в частности, трудовых ресурсов.

Таким образом, положительный шок условий торговли увеличивает цены товаров ВРС и ЭОС по отношению к импортным товарам, тем самым увеличивая доходность инвестирования в данные сектора экономики. Экономическим агентам становится выгодным купить некоторый объем импортных товаров (скажем, оборудование), цены на которые низкие, скомбинировать его с некоторым объемом товаров отечественного производства (скажем, недвижимость), цены на которые высокие, и получить единицу капитала, от использования которого в производстве получить продукцию для реализации либо на внутреннем, либо на внешнем рынках по высоким ценам.

В процессе накопления капитала его предельный продукт будет снижаться, что выравнивает доходность от вложения в отечественный капитал и в зарубежные активы, а экономическая система в ответ на увеличение условий торговли сойдется в равновесие с более высоким уровнем капитала, инвестиций, выпуска и потребления домохозяйств. Долгосрочная эластичность капитала и инвестиций по условиям торговли в модели составляет $\frac{\omega}{1-\alpha}$. Выпуск же оказывается менее эластичным по условиям торговли, так как они не оказывают влияние на труд, а эластичность выпуска по капиталу составляет α . Соответственно, получаем, что долгосрочная эластичность выпуска по условиям торговли составляет $\frac{\alpha\omega}{1-\alpha}$.

Из данного параметра следует, что, во-первых, с увеличением эластичности производства инвестиций (товара конечного потребления) по импорту увеличивается эластичность выпуска по условиям торговли, то есть чем легче трансформировать дополнительные доходы от увеличившихся условий торговли в инвестиции за счет импортных товаров, тем сильнее влияние на выпуск. Во-вторых, чем больше эластичность выпуска по капиталу, то есть чем легче нарастить выпуск за счет увеличения капиталовооруженности, тем больше эластичность выпуска по условиям торговли.

Понятно, что приведенная теоретическая модель является значительным упрощением реальности, однако она позволяет получить явные коинтеграционные соотношения для эмпирического анализа. Уравнения (14) и (15) показывают, что при наличии ограниченных факторов производства соотношения реальных потребления и инвестиций в долях ВВП положительно зависят от условий торговли. Положительные шоки условий торговли стимулируют выпуск, но не так сильно как потребление и инвестиции. В эмпирическом анализе допускается, что параметры долгосрочных эластичностей по условиям торговли в уравнениях (14) и (15) различны.

Эмпирический анализ в работе (Полбин, 2017б) проводится на квартальных данных за период с 1 кв. 1999 г. по 3 кв. 2014 г. При выборе левого конца временного отрезка для эконометрического анализа автор диссертации исходил из того, что до кризиса 1998 г. в российской экономике наблюдался трансформационный спад и высокая интенсификация структурных сдвигов, что может обуславливать нестабильность в параметрах эмпирической модели. Эмпирический анализ ограничен на периоде по 3 кв. 2014 г., так как после Банк России перешел к режиму плавающего курса рубля и таргетирования инфляции. Согласно критике Лукаса (Lucas, 1976) при изменении режима ДКП динамические взаимосвязи между макроэкономическими показателями могли измениться. При этом исходная цель настоящего исследования

заключается в оценке влияния нефтяных цен на российскую экономику в режиме управляемого курса рубля.

Безусловно, на рассматриваемом промежутке времени режим денежно-кредитной политики не являлся абсолютно однородным (Пестова, 2017). В частности, непосредственно перед кризисом 2008-2009 гг. Банк России фактически фиксировал номинальный обменный курс к бивалютной корзине, и на данном историческом эпизоде, вероятно, наблюдалось наиболее агрессивное сдерживание укрепления реального обменного курса в ответ на рост нефтяных цен. Однако в 4 кв. 2014 г. произошло кардинальное изменение денежно-кредитной политики, от которого нельзя абстрагироваться. Как показано в работе (Полбин, 2017а), если до ноября 2014 г. для корректировки 50-процентного разрыва реального обменного курса рубля в связи с изменением цен на нефть в среднем требовался примерно год, то с ноября 2014 г. реальный обменный курс приспосабливался к изменению внешних условий практически мгновенно.

Некоторые отклонения от средней реакции Банка России на фундаментальные макроэкономические переменные в режиме управляемого курса рубля можно трактовать как шоки денежно-кредитной политики. Например, в работе (Ващелюк и др., 2014) агрессивное сдерживание укрепления реального обменного курса в ответ на рост нефтяных цен перед кризисом 2008-2009 гг. трактуется в качестве экспансивного шока ДКП, оказавшего положительное временное влияние на выпуск и поспособствовавшего перегреву в экономике. Таким образом, период с 1 кв. 1999 г. по 3 кв. 2014 г. будет трактоваться в качестве относительно однородного режима ДКП управляемого курса рубля.

Эмпирический анализ в работе (Полбин, 2017б) строится с использованием четырех макроэкономических показателей: выпуск, потребление, инвестиции и реальные цены на нефть в качестве прокси-переменной для условий торговли. В качестве потребления и инвестиций использовались расходы на конечное потребление домашних хозяйств и

валовое накопление основного капитала в постоянных ценах 2008 года. Следуя работе (King et al., 1991), в качестве показателя выпуска использовался ВВП за исключением расходов на конечное потребление государственного управления в постоянных ценах. Дезагрегация ВВП проводилась с учетом того, что реальный ВВП в статистике представляет собой цепной индекс, построенный с использованием индекса Ласпейреса (подробнее о методе дезагрегации см: Дубовский и др., 2015, приложение; Whelan, 2002). Сезонная компонента удалена с помощью фильтра X-12-ARIMA.

Показатель расходов на конечное потребление государственного управления в постоянных ценах в значительной степени измеряется количеством занятых в госсекторе и является инерционным временным рядом. Соответственно, его наличие в агрегированном выпуске может заглушить амплитуду краткосрочной вариации отечественного производства в ответ на нефтяные шоки. В качестве реальной цены на нефть использовалось отношение номинальной цены нефти марки Brent к индексу потребительских цен США.

На первом шаге было протестировано наличие долгосрочной связи потребления и инвестиций в долях выпуска с реальными ценами на нефть с помощью подхода Энгла и Грейнджера (Engle, Granger, 1987), для чего были оценены с помощью МНК следующие регрессии:

$$\log C_t - \log GDP_t = \gamma_1 + \beta_1 \log p_t^{oil} + v_{1,t}, \quad (16)$$

$$\log I_t - \log GDP_t = \gamma_2 + \beta_2 \log p_t^{oil} + v_{2,t}. \quad (17)$$

Далее тестируется наличие единичного корня в остатках. Тестовая статистика ADF-теста наряду с критическими значениями (MacKinnon, 2010) представлена в таблице 2. Как показано в таблице, нулевая гипотеза об отсутствии коинтеграции между рассматриваемыми переменными отвергается на 5%-ном уровне значимости.

Таблица 2 – Тестирование наличия единичного корня в остатках коинтегрирующей регрессии

Тестовая статистика для инвестиций	-4.03**
Тестовая статистика для потребления	-3.45**
1% критическое значение	-4.08
5% критическое значение	-3.44
10% критическое значение	-3.11

Цены на нефть полагаются экзогенными, и в данных условиях VECM модель с двумя коинтеграционными соотношениями записывается в виде:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log GDP_t \\ \Delta \log I_t \\ \Delta \log C_t \end{pmatrix} = \lambda + \Phi \begin{pmatrix} \log C_{t-1} - \log GDP_{t-1} - \beta_1 \log p_{t-1}^{oil} \\ \log I_{t-1} - \log GDP_{t-1} - \beta_2 \log p_{t-1}^{oil} \end{pmatrix} + \\ + \sum_{i=1}^p A_i \begin{pmatrix} \Delta \log GDP_{t-i} \\ \Delta \log I_{t-i} \\ \Delta \log C_{t-i} \end{pmatrix} + \sum_{i=0}^p B_i \Delta \log p_{t-i}^{oil} + v_t, \quad (18)$$

Оценка параметров данной модели проводится методом максимального правдоподобия. На основе информационных критериев Акаике и Шварца была выбрана модель с одним лагом. В таблице 3 приведены оценки параметров коинтеграционных соотношений. Оценки стандартных ошибок получены на основе остаточного бутстрапа с длиной бутстраповской выборки, равной 2000. Оба параметра долгосрочных эластичностей потребления и инвестиций в долях выпуска по реальным ценам на нефть оказались статистически значимыми на 1%-ном уровне. При этом оценки параметров статистически неотличимы друг от друга, что свидетельствует в пользу релевантности приведенной в настоящей работе теоретической модели.

Таблица 3 – Оценка параметров долгосрочного соотношения

Параметр	Точечная оценка	Стандартная ошибка
β_1	0.244***	0.070
β_2	0.245***	0.058

На рисунке 1 представлены функции импульсного отклика уровней выпуска, инвестиций и потребления на 10%-ное перманентное увеличение реальных цен на нефть. Сплошные линии отражают точечные оценки

импульсных откликов, пунктирные — границы 68-процентного бутстраповского доверительного интервала. В работе (Sims, Zha, 1999) рекомендуют использовать 68% доверительный интервал, так как он обеспечивает более точную оценку вероятности «накрытия» истинных импульсных откликов по сравнению с 95% доверительным интервалом.

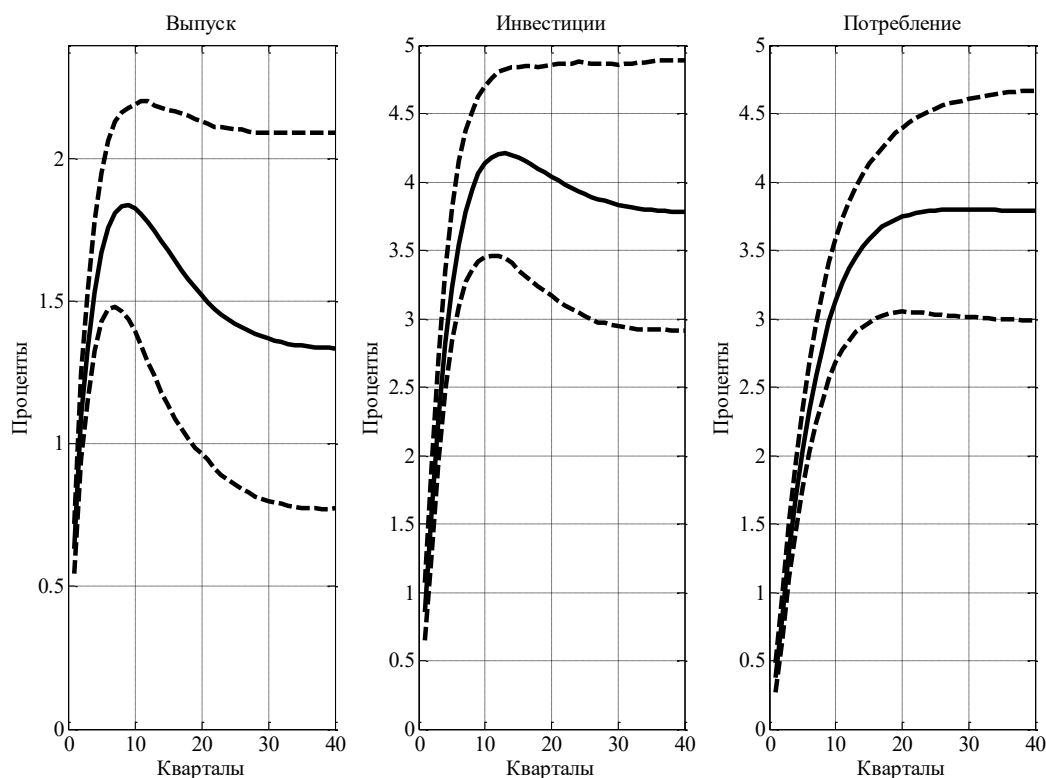


Рисунок 1— Функции импульсного отклика на 10-процентное перманентное увеличение реальных цен на нефть в модели без структурного сдвига

Как видно на рисунке, выпуск и инвестиции демонстрировали куполообразный отклик в ответ на шок нефтяных цен. Расширение производства наблюдалось в течение первых двух с половиной лет, и пик увеличения выпуска в ответ на 10%-ное увеличение нефтяных цен составлял 1.8%, после чего уровень деловой активности в российской экономике начинал снижаться, и выпуск асимптотически снижался к своему долгосрочному уровню 1.3%. Долгосрочный эффект на потребление и инвестиции составил приблизительно 3.8%.

Согласно предпосылкам модели динамика внутренних факторов долгосрочного экономического развития задается с помощью процесса

случайного блуждания со сносом, что является достаточно гибким описанием действительности. Однако критика к проведенному анализу может заключаться в том, что в работе не учитывается вероятный структурный сдвиг в долгосрочных темпах роста российской экономики, характеризующий окончание фазы более быстрого восстановительного роста после трансформационного спада (Полбин, Скроботов, 2016).

Чтобы проконтролировать возможное влияние структурного сдвига на оценки параметров разработанной VECM модели, в качестве регрессора в уравнение (18) была включена дамми-переменная, равная единице до даты сдвига включительно и нулю после. Сама дата сдвига выбиралась на основе максимизации функции правдоподобия, и её максимум был достигнут в 1-ом кв. 2006 г., то есть к данному моменту времени факторы восстановительного роста были исчерпаны, и начиная со 2-го кв. 2006 г. компонента выпуска, связанная с не нефтяными факторами экономического развития, стала расти с меньшими темпами. Непосредственно перед кризисом цены на нефть сильно выросли, что стимулировало выпуск и тем самым препятствовало идентификации замедления темпов роста внутренних факторов экономического развития. В работе (Замулин, 2016) также отмечалось, что структурные проблемы российской экономики начались раньше кризиса 2008-2009 гг. и что эксперты обсуждали проблему замедления экономики ещё до падения нефтяных цен в 2008 г., однако во время кризиса все данную проблему забыли.

Функции импульсного отклика на 10-процентное перманентное увеличение реальных цен на нефть в модели со структурным сдвигом представлены на рисунке 2. Как видно на рисунке, в условиях наличия структурного сдвига в долгосрочных темпах роста амплитуда воздействия шока нефтяных цен на российские макроэкономические показатели снижается. Долгосрочный эффект шока реальных цен на нефть на выпуск составляет 1%, на инвестиции — 2.5%, на потребление домохозяйств — 3%.

Однако общий вывод о куполообразном отклике остается прежним, и перегрев выпуска на пике по отношению к долгосрочному равновесию составляет 0.5%.

Наряду с построением доверительных интервалов в качестве дополнительного подтверждения о куполообразном влиянии нефтяных цен на выпуск российской экономики была рассчитана доля векторов параметров в бутстраповской выборке, порождающих куполообразный импульсный отклик выпуска на рассматриваемый шок. В модели без структурного сдвига данная доля оказалась равна 82.5%, а в модели со структурным сдвигом – 90%.

Согласно результатам настоящего исследования зависимость отечественного выпуска от цен на нефть в долгосрочном периоде оказалась достаточно умеренной, и оценки долгосрочной эластичности составили 0.13 и 0.1 в двух рассмотренных эконометрических спецификациях. В работах (Beck et al., 2007; Kuboniwa, 2014; Rautava, 2013) были получены более высокие оценки долгосрочной эластичности, равные приблизительно 0.2. В данных исследованиях отклик выпуска в ответ на шок нефтяных цен на пике мог восприниматься в качестве долгосрочной зависимости.

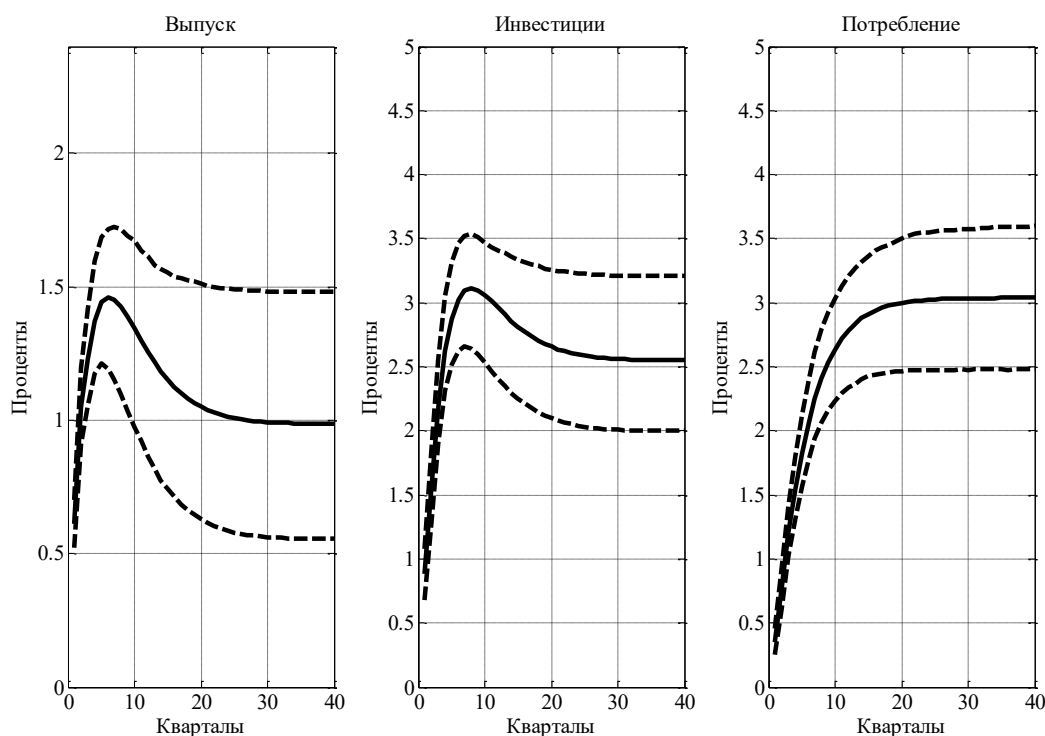


Рисунок 2 – Функции импульсного отклика на 10-процентное перманентное увеличение реальных цен на нефть в модели со структурным сдвигом

4. Оценка долгосрочных темпов роста российского ВВП в условиях замедления экономического роста и наличия высокой зависимости динамики выпуска от цен на нефть

Серия работ (Полбин, Скроботов, 2016; Полбин, 2020; Polbin, 2021; Полбин, Скроботов, 2022) посвящена оценке долгосрочных темпов роста российского ВВП в условиях замедления экономического роста и наличия высокой зависимости динамики выпуска от цен на нефть, в рамках которых были предложены и теоретически обоснованы альтернативные модели для реального ВВП РФ, предполагающие, что перманентный ВВП можно представить в виде комбинации двух компонент – структурной (внутренние детерминанты экономического роста) и конъюнктурной (внешние детерминанты, аппроксимируемые динамикой цен на нефть). В первой работе (Полбин, Скроботов, 2016) предполагалось, что влияние внутренних долгосрочных факторов на ВВП возможно описать с помощью детерминированного линейного тренда со структурными сдвигами, и, соответственно, строилась модель коинтеграции (долгосрочной связи) между логарифмами ВВП и ценами на нефть в модели с линейным трендом, имеющим гладкие структурные сдвиги в угле наклона:

$$\log G DP_t = \mu + \beta_0 t + \beta_1 DT_t(\hat{T}_1) + \dots + \beta_m DT_t(\hat{T}_m) + \gamma \log p_t^{oil} + u_t, \quad (19)$$

где $\log G DP_t$ — логарифм реального ВВП, $\log p_t^{oil}$ — логарифм реальных цен на нефть, γ — долгосрочная эластичность реального ВВП по ценам на нефть, β_i характеризуют долгосрочные темпы прироста структурной компоненты реального ВВП, u_t — стационарный стохастический процесс, T_i — даты структурных сдвигов, $DT_t(T_i) = (t - T_i)I(t > T_i)$ для $i = 1, \dots, m$.

Оценка модели проводилась на периоде с 1 кв. 1995 г. по 2 кв. 2015 г. На основе информационных критериев и статистических тестов было идентифицировано два структурных сдвига в долгосрочных темпах роста: в 3-ем квартале 1998 г. и в 3-ем квартале 2007 г. В модели с двумя структурными сдвигами гипотеза об отсутствии коинтеграции отвергается на 5% уровне значимости, а гипотеза о наличии коинтеграции не отвергается ни на одном

разумном уровне значимости. Таким образом, результаты формальных статистических тестов позволяют считать ряды ВВП и цен на нефть коинтегрированными.

Результаты оценки параметров модели представлены в таблице 4. Так как среди оцененных параметров β_i в таблице 4 только β_0 имеет интерпретацию темпов прироста, а остальные параметры отражают изменения в величине угла наклона, для данных коэффициентов проводится линейное преобразование и в таблице 5 для большей наглядности представляются оценки темпов прироста на отдельных отрезках времени (в % годовых).

Как показано в таблице 5, в коинтегрирующей регрессии оценки долгосрочных темпов роста структурной компоненты реального ВВП во всех трех режимах оказываются статистически значимыми. Результаты оценки говорят о том, что на периоде 1995Q1–1998Q3 наблюдался трансформационный спад с долгосрочным темпом прироста, приблизительно равным -1% в год. Точечная оценка долгосрочных темпов роста структурной компоненты на периоде восстановительного роста (1998Q4–2007Q3) составляет чуть более 5% в год, что на 2% меньше фактически достигнутых темпов роста реального ВВП РФ на рассматриваемом периоде времени (примерно 7% в год), которые были достигнуты за счёт роста мировых цен на нефть. Также коинтегрирующая регрессия дает положительную и статистически значимую оценку долгосрочных темпов роста после второго структурного сдвига (2007Q4–2015Q2). То есть в конце выборки для структурной компоненты, в целом, наблюдалось поступательное движение, но темпы роста были достаточно низки и составляли примерно 1.3% в год.

Не меньший интерес представляет величина долгосрочной эластичности реального ВВП по ценам на нефть. Оценка данного показателя в коинтегрирующей регрессии с двумя структурными сдвигами составляет 0.088 со стандартным отклонением 0.017, то есть при 10%-ном изменении нефтяных цен реальный ВВП в долгосрочном периоде изменяется

приблизительно на 1%. При двукратном падении нефтяных цен падение реального ВВП может составить приблизительно 6% ($0.88 \log \{0.5\} \approx -0.06$).

Таблица 4 – Оценки параметров коинтегрирующей регрессии

Параметр	Точечная оценка	Стд. ошибка
μ	8.045***	0.047
β_0	-0.003***	0.001
β_1	0.016***	0.001
β_2	-0.010***	0.001
γ	0.088***	0.017

Таблица 5 – Оценки долгосрочных темпов прироста (% годовых) структурной компоненты реального ВВП

Период	Точечная оценка	Стд. ошибка
1995Q1–1998Q3	-1.19***	0.44
1998Q4–2007Q3	5.28***	0.33
2007Q4–2015Q2	1.33***	0.30

В работе (Полбин, Скроботов, 2018) модель коинтегрирующей регрессии со структурными сдвигами использовалась для оценки компоненты бизнес-цикла в рамках следующего двухшагового подхода. На первом шаге из временного ряда логарифма ВВП удаляется нестационарная компонента, состоящая из детерминированного тренда со структурными сдвигами и компоненты, характеризующей долгосрочное влияние нефтяных цен на отечественную экономику. На втором шаге из стационарного остатка с помощью методов спектрального анализа выделяется компонента бизнес-цикла с периодичностью колебаний от 6 до 32 кварталов. Результаты оценки тренда приведены на рисунке 3, а оценки бизнес-цикла — на рисунке 4. Для сравнения на рисунках также представлены декомпозиции на базе фильтра

Ходрика-Прескотта с параметром лямбда, равным 1600, и на базе простого удаления из временного ряда реального ВВП непрерывного линейного тренда с двумя структурными сдвигами в 3 кв. 1998 г. и во 2 кв. 2008 г. Даты этих сдвигов могли бы быть выбраны исследователем, например, из простого визуального анализа графика уровня реального ВВП РФ, или на основе одномерного статистического анализа по идентификации и датировке сдвигов.

Как показано на рисунках, оценка компоненты бизнес-цикла на базе модели коинтегрирующей регрессии значительно отличается от оценок, полученных с помощью альтернативных подходов. Первое отличие наблюдается в меньшем размахе её колебаний. Так, в окрестности кризиса 2008–2009 гг. размах колебаний, полученных с помощью коинтегрирующей регрессии, составляет примерно 8%, тогда как размах колебаний в альтернативных моделях составляет примерно 14%.

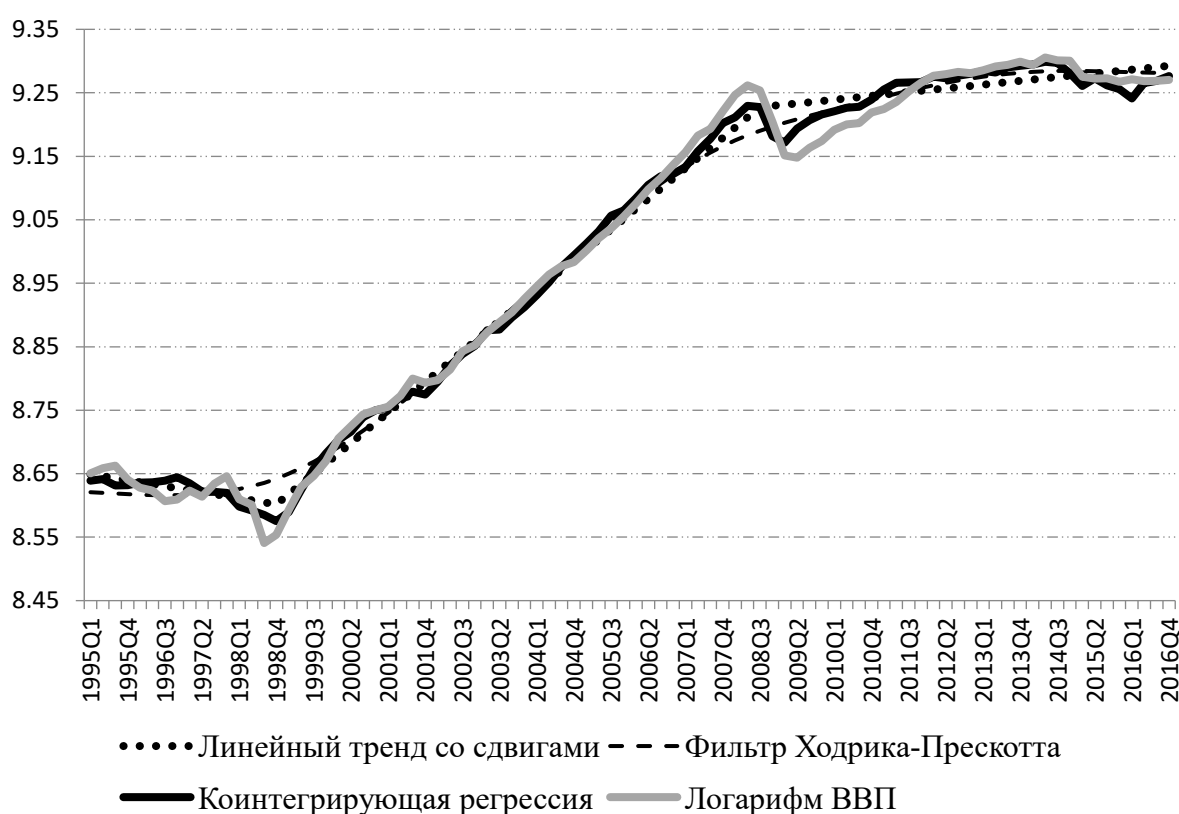


Рисунок 3 — Оценки трендовой компоненты в сопоставлении с ВВП

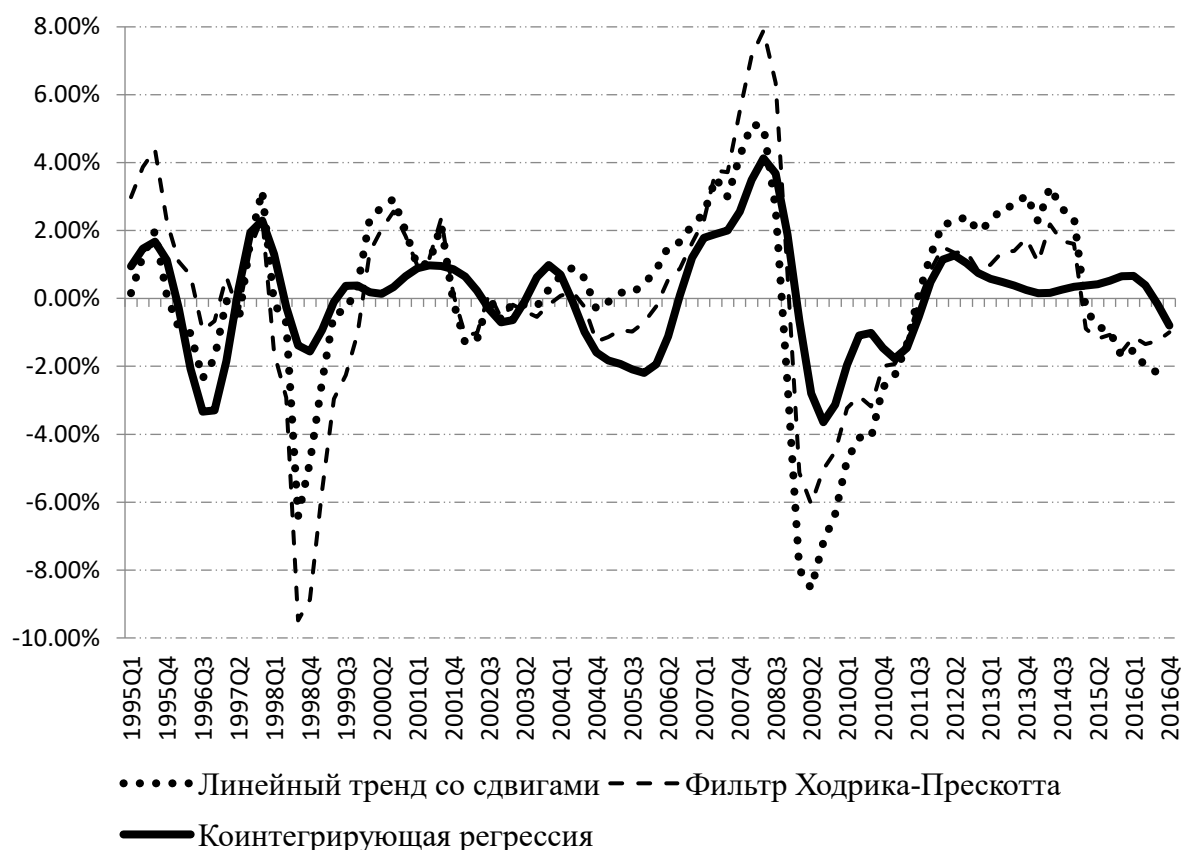


Рисунок 4 — Оценки циклической компоненты

Второе отличие наблюдается в оценке фазы бизнес-цикла. Например, когда альтернативные подходы указывают на значительный перегрев в экономике в 2013–2014 гг., оценка компоненты бизнес-цикла на базе модели коинтегрирующей регрессии близка к нулю. Во время кризиса 2015–2016 гг. альтернативные подходы уже говорят об отрицательном разрыве, новая же оценка компоненты бизнес-цикла также остается приблизительно нулевой. Согласно предложенной в настоящей работе методологии фактический спад ВВП во время кризиса 2015–2016 гг. оказывается приблизительно равным снижению перманентного уровня ВВП из-за спада нефтяных цен и, соответственно, снижения перманентного дохода отечественной экономики. Такому мягкому падению реального ВВП мог поспособствовать плавающий обменный курс рубля (Дробышевский, Полбин, 2016). В окрестности же кризиса 2008–2009 гг. Банк России придерживался политики управляемого обменного курса рубля, и согласно полученным оценкам, в данное время размах циклической компоненты был наибольшим по сравнению с другими

периодами времени. Данное наблюдение может служить косвенным свидетельством в пользу того, что с увеличением гибкости обменного курса снижается волатильность делового цикла.

В работе (Полбин, 2020) оценивается траектория темпов трендового роста ВВП РФ на основе модели авторегрессии с экзогенными переменными и с меняющимся во времени параметром темпа трендового роста, который, по предположению, описывается процессом случайного блуждания. В условиях высокой зависимости российской экономики от экспорта сырьевых товаров в качестве контрольной экзогенной переменной для динамики ВВП используется реальная цена на нефть.

Для оценки траектории темпов трендового роста предлагается следующее расширение модели (Stock, Watson, 1998):

$$\Delta y_t - \mu_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i} - \mu_{t-i}) + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta p_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (20)$$

где y_t — логарифм реального ВВП РФ, p_t — логарифм реальных цен на нефть, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ — стохастическая ошибка, μ_t — темп трендового роста, который, по предположению, описывается процессом случайного блуждания:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + u_t, \quad u_t \sim N(0, \sigma_u^2). \quad (21)$$

Предполагается, что цены на нефть описываются с помощью процесса случайного блуждания:

$$p_t = p_{t-1} + v_t, \quad v_t \sim N(0, \sigma_v^2). \quad (22)$$

Спецификация модели (20)-(22) не позволяет провести оценивание с помощью классических методов, таких как метод наименьших квадратов, поскольку μ_t является ненаблюдаемой величиной. Популярным подходом для оценивания таких моделей является запись исходных стохастических уравнений в виде модели состояние–наблюдение (модели ненаблюдаемых компонент), общий вид которой представляется следующим образом:

$$x_t = H z_t, \quad (23)$$

$$z_t = F z_{t-1} + \omega_t, \quad (24)$$

$$E(\omega_t \omega_t') = Q. \quad (25)$$

В системе (23)-(25) x_t является вектором наблюдаемых переменных, z_t — вектором состояния, элементы которого могут быть как наблюдаемыми, так и ненаблюдаемыми переменными, ω_t — вектор стохастических шоков, а Q — его ковариационная матрица, H и F — матрицы параметров. Например, для варианта ARX модели с двумя лагами из уравнения (20) элементы модели в форме состояние–наблюдение имеют вид:

$$\begin{aligned}
 x_t &= [\Delta y_t \quad \Delta p_t]', \\
 z_t &= [\Delta y_t \quad \Delta y_{t-1} \quad \mu_t \quad \mu_{t-1} \quad \Delta p_t \quad \Delta p_{t-1}]', \\
 \omega_t &= [\varepsilon_t + u_t + \beta_0 v_t \quad 0 \quad u_t \quad 0 \quad v_t \quad 0]', \\
 H &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \\
 F &= \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & 1 - \alpha_1 & -\alpha_2 & \beta_1 & \beta_2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \\
 Q &= \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 + \beta_0^2 \sigma_v^2 & 0 & \sigma_u^2 & 0 & \beta_0 \sigma_v^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \sigma_u^2 & 0 & \sigma_u^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_0 \sigma_v^2 & 0 & 0 & 0 & \sigma_v^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

В модели ненаблюдаемых компонент при заданных значениях параметров траектории ненаблюдаемых переменных можно оценить с помощью фильтра Калмана, а сами параметры оцениваются с помощью метода максимального правдоподобия (подробнее см., например: (Hamilton, 1994)). При этом стационарные ненаблюдаемые компоненты вектора состояния в первый момент времени инициализируются на безусловном математическом ожидании с безусловной ковариационной матрицей, для нестационарных же компонент вводится диффузионное (неинформативное) распределение на начальное значение, т.е. задается большая дисперсия.

Оценка параметров модели проводилась с помощью максимизации функции правдоподобия в программе Matlab с помощью функции `fminunc`. Для поиска глобального оптимума функция `fminunc` запускалась со 100 случайно сгенерированных начальных значений для вектора параметров модели. Стандартные ошибки рассчитаны как квадратный корень из диагональных элементов обратной матрицы Гесса функции правдоподобия.

Поскольку вопрос необходимости использования в эконометрическом анализе данных до 1999 года является неоднозначным⁴, для робастности результатов оценки модели будут приводиться на двух периодах: с 1 кв. 1995 г. по 1 кв. 2019 г. и с 1 кв. 1999 г. по 1 кв. 2019 г.

Результаты оценки параметров модели ARX с двумя лагами приведены в таблице 6. В целом, параметры при вторых лагах оказались статистически незначимыми, и что позволяет перейти к модели с одним лагом. Однако автор диссертации остановился на текущей спецификации, поскольку результаты модели с двумя лагами оказались более стабильными к вариации границ периода оценивания по сравнению с моделью с одним лагом, что является необходимым условием ее практического использования. В прикладных исследованиях незначимость некоторых коэффициентов авторегрессионных моделей не воспринимается в качестве серьезной проблемы, поскольку, как правило, не ставится задача их содержательной интерпретации, а включение в модель достаточно большого количества лагов позволяет избавиться от автокорреляции остатков.

4 Включение периода с 1 кв. 1995 г. по 4 кв. 1998 г. увеличивает размер выборки, что должно увеличить точность оценивания параметров модели, если процесс порождения данных не поменялся. Однако данный период соответствует трансформационному спаду, после завершения которого процессы, происходящие в российской экономике, могли сильно измениться.

Таблица 6 — Оценка параметров модели ARX с 2 лагами для ВВП.

	α_1	α_2	β_0	β_1	β_2	σ_u	σ_ε
Период оценки с 1 кв. 1995 г. по 1 кв. 2019 г.							
Точечная оценка	0.249	-0.006	0.047	0.020	0.009	0.142	1.246
Стандартная ошибка	0.133	0.036	0.009	0.011	0.010	0.134	0.108
t-статистика	1.865	-0.174	5.040	1.887	0.824	1.066	11.568
Период оценки с 1 кв. 1999 г. по 1 кв. 2019 г.							
Точечная оценка	0.363	-0.047	0.042	0.022	0.000	0.110	0.858
Стандартная ошибка	0.118	0.038	0.007	0.008	0.008	0.069	0.074
t-статистика	3.073	-1.255	6.026	2.708	0.023	1.598	11.595

На основе полученных оценок параметров модели можно рассчитать оценку долгосрочной эластичности ВВП РФ по ценам на нефть по формуле $\frac{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}{1 - \alpha_1 - \alpha_2}$. Оценка долгосрочной эластичности на периоде оценивания с 1 кв. 1995 г. по 1 кв. 2019 г. составила 0.100, а на периоде с 1 кв. 1999 г. по 1 кв. 2019 г. — 0.094, то есть оказалась стабильной. Согласно полученным оценкам, перманентное увеличение реальных цен на нефть на 10% приводит к увеличению ВВП РФ в долгосрочном периоде приблизительно на 1%.

На рисунках 5 и 6 представлены оценки траектории темпов трендового роста. Здесь и далее сплошная линия представляет собой точечную оценку траектории темпов трендового роста, в качестве которой используется математическое ожидание компоненты μ_t условно на информации по всей выборке при фиксированных значениях параметров на уровне оценки максимального правдоподобия. Штриховые линии — границы 68% доверительного интервала, отражающего неопределенность, связанную с фильтрацией, также при фиксированных значениях параметров.

Согласно полученным результатам, модель идентифицирует устойчиво высокие темпы роста в 4-5% в год (в зависимости от выбора периода оценки) в период восстановительного роста после кризиса 1998 года. Более высокие

фактически достигнутые темпы роста до кризиса 2008 года объясняются интенсивным ростом нефтяных цен на рассматриваемом отрезке времени, что оказывало положительное влияние на реальный ВВП и другие макроэкономические показатели РФ.

Также модель идентифицирует, что значительное замедление трендового роста российской экономики началось ещё до кризиса 2008 года, в конце 2006 года – в начале 2007 года. После кризиса 2008 года темп трендового роста реального ВВП устойчиво находился на уровне 2% в год. Однако после кризиса 2014 года темп трендового роста начал опять снижаться, и к началу 2019 года его значение составило 1% в год, что можно интерпретировать воздействием санкций и геополитической неопределенности. Данные по потреблению и валовому накоплению также свидетельствуют в пользу 1%-ного трендового роста в конце рассматриваемой выборки.

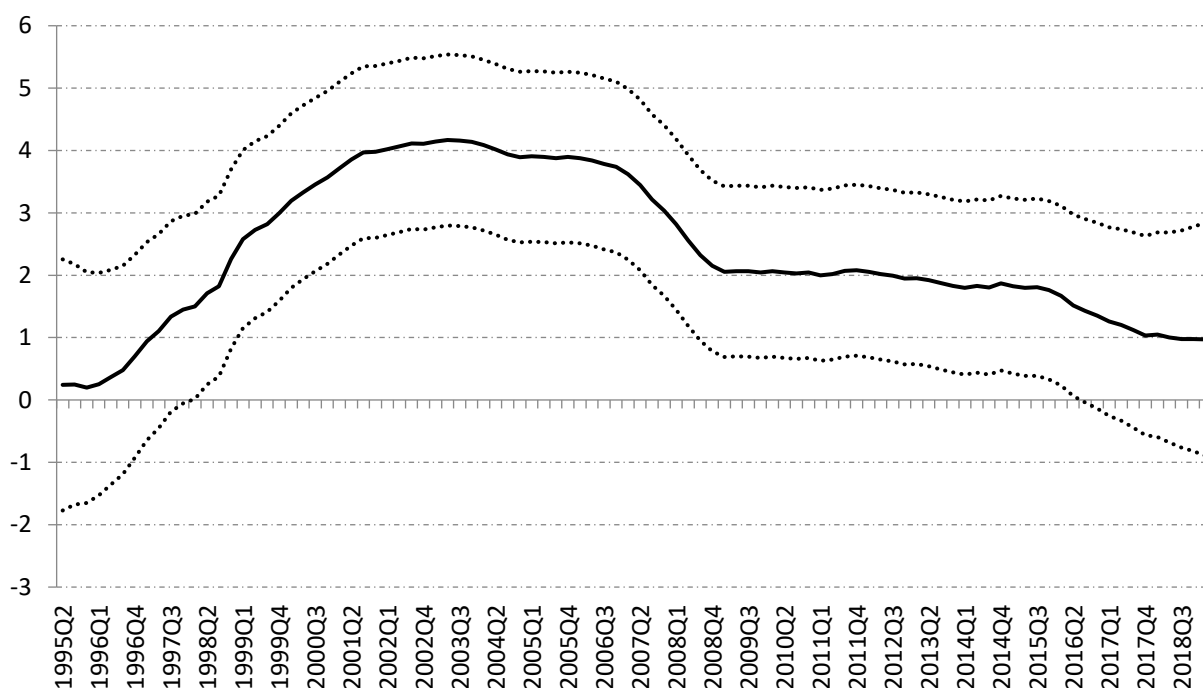


Рисунок 5 — Оценка темпов трендового роста для ВВП (% в год) на периоде с 1 кв. 1995 г. по 1 кв. 2019 г. в ARX модели с ценами на нефть. Сплошная линия — точечная оценка, штриховые линии — границы 68% интервала.

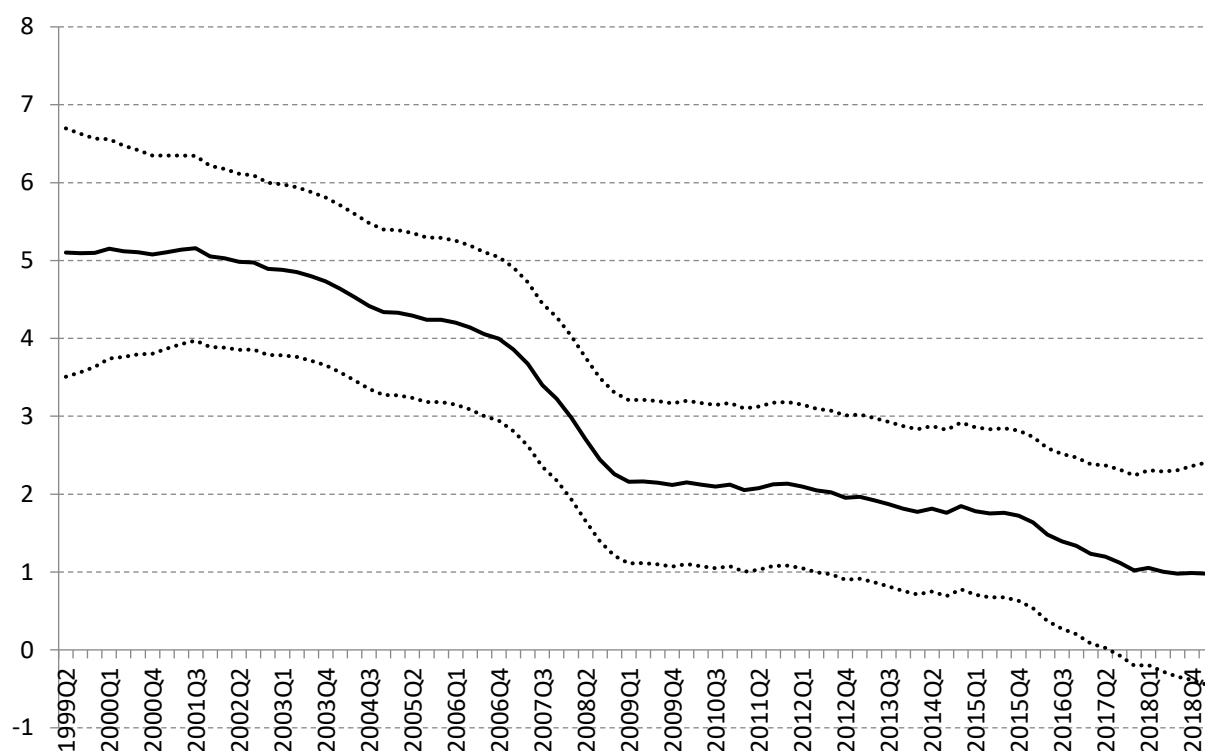


Рисунок 6 — Оценка темпов трендового роста для ВВП (% в год) на периоде с 1 кв. 1999 г. по 1 кв. 2019 г. в ARX модели с ценами на нефть. Сплошная линия — точечная оценка, штриховые линии — границы 68% интервала.

В работе (Полбин, 2020) также была проанализирована робастность полученных результатов по оценке траектории трендового роста к выбору прокси-переменной для условий торговли. В качестве альтернативы использовалось отношение дефлятора экспорта к дефлятору импорта. Результаты оказались достаточно устойчивыми.

В работе (Polbin, 2021) предложена многомерная модель ненаблюдаемых компонент, описывающая взаимосвязь ВВП, потребления домохозяйств и ВНОК с ценами на нефть. В модели предполагалось, что перманентные компоненты рассматриваемых отечественных макроэкономических показателей имеют общий темп роста, который моделируется как случайное блуждание. Также в модели предполагается наличие общей циклической компоненты, описываемой авторегрессионным процессом второго порядка. В модели допускается влияние цен на нефть как на перманентные компоненты ВВП, потребления и ВНОК, так и на циклические. Модель оценивалась на периоде с 1 кв. 1995 г. по 3 кв. 2019 г.

Оценка долгосрочной эластичности по ценам на нефть для ВВП составила 0.094, для потребления и ВНОК — 0.261 и 0.257, то есть оказались очень близки друг к другу, что согласуется с теоретическими предпосылками модели из предыдущего раздела. Модель дает оценки для долгосрочных темпов роста в окрестности 2% в конце выборки, то есть оценки долгосрочных темпов роста в многомерной модели оказываются чуть более оптимистичными по сравнению с одномерной моделью в ARX. Оценки, полученные в работе (Полбин, Скроботов, 2022) на основе модели коинтегрирующей регрессии, в которой допускаются как изменения долгосрочных темпов роста, так и долгосрочной эластичности по ценам на нефть, дают некоторый промежуточный результат с долгосрочными темпами роста в 1.5% в год.

В работе (Мартьянова, Полбин, 2025) проведен критический анализ литературы, в которой обсуждаются возможности и ограничения стимулирования экономического роста за счет развития информационных технологий и искусственного интеллекта. Согласно проведенному анализу, эмпирические факты, наблюдаемые в развитых экономиках на данный момент, не внушают оптимизма в отношении влияния ИТ и ИИ на экономику. В США и развитых странах с середины 2000-х наблюдается снижение темпов экономического роста. Одновременно с этим растут совокупные инвестиции в НИОКР, однако их эффективность, судя по всему, снижается. Кроме того, снижение темпов экономического роста происходит одновременно с ростом концентрации и наценок, снижением доли труда в выпуске и снижением динамизма, что выражается в снижении коэффициентов входа и выхода новых фирм и интенсивности перераспределения работников между фирмами.

Существует несколько гипотез относительно того, почему мы наблюдаем не увеличение, а снижение темпов экономического роста несмотря на увеличение инвестиций в НИОКР и декларируемый потенциал новых технологий.

Во-первых, оптимизм в отношении ИТ и ИИ действительно может быть преждевременным. В экономической истории можно найти примеры

технологий, которые не оправдали своих ожиданий. Второе объяснение заключается в неправильном измерении темпов экономического роста. Однако исследования, выполненные с использованием различной методологии, эту гипотезу опровергают. Кроме того, если вклад информационных технологий занижен, то это же было верно в период 1995–2005 гг., когда темпы роста не были столь же низкими.

Третье объяснение заключается в том, что, хотя ИТ и ИИ уже могут обеспечивать более высокие темпы экономического роста, но их наиболее распространенные приложения, например, контекстная реклама и финансовые услуги, перераспределяют ренту, а не ведут к росту предельной производительности труда.

Четвертая гипотеза не отрицает технологического оптимизма и связывает отсутствие ощутимого положительного влияния ИТ и ИИ с необходимостью выстраивания инфраструктуры и приспособления к новым технологиям. ИТ и ИИ удовлетворяют всем трем критериям технологии широкого назначения, которые предложили Т. Бреснахан и М. Трахтенберг. Вполне вероятно, что замедление экономического роста является общим явлением для многих технологий широкого назначения. Так, замедление экономического роста происходило и в эпоху электрификации в первой половине XX века. Исследователи связывают это явление с необходимостью дополнительных инвестиций для внедрения и полноценной реализации всех выгод новой технологии. При этом изъятие ресурсов на внедрение любой новой технологии широкого назначения приводит к замедлению темпов экономического роста.

Ряд исследований связывают относительно низкие темпы экономического роста со снижением динамизма, тесно связанного с созидательным разрушением. Предлагаются объяснения, основанные на шумпетерианских моделях. В целом, этот класс моделей связывает рост рыночной власти со снижением возможностей для новых фирм догнать лидеров за счет инноваций. Если в краткосрочной перспективе экспансия

высокоэффективных фирм на новые рынки приводит к экономическому росту, то в долгосрочной перспективе оно может его замедлить из-за снижения стимулов к инновациям из-за слишком большого технологического разрыва.

Большое значение нематериальных активов в эпоху распространения ИТ также может способствовать снижению динамизма из-за их особенностей. Во-первых, увеличение роли нематериальных активов естественным образом приводит к усилению их охраны, что ведет к замедлению распространения знаний. Во-вторых, нематериальные активы, такие как программное обеспечение, требуют больших первоначальных вложений, после чего они могут быть растиражированы с крайне низкими расходами. Это означает, что в структуре издержек увеличивается доля фиксированных издержек и снижается доля переменных. С одной стороны, это изменение в структуре издержек приводит к увеличению стимулов к инновациям у фирм, способных эффективно использовать нематериальные активы. С другой стороны, необходимость первоначальных крупных инвестиций затрудняет вход на рынок для новых фирм.

Несмотря на не самые обнадеживающие эмпирические факты, есть поводы для технологического оптимизма в отношении информационных технологий. Во-первых, если гипотеза об отсутствии экономического роста из-за издержек на внедрение новой технологии широкого назначения верна, то после этого периода проявится положительный эффект от ИТ на экономический рост. Во-вторых, большие надежды связаны с распространением искусственного интеллекта, тесно связанного с распространением ИТ. Так, согласно ряду исследований, внедрение ИИ увеличивает производительность работников и фирм. ИИ может потенциально ускорить процесс инноваций благодаря более быстрому и эффективному обмену и комбинированию идей.

5. Оценка параметров DSGE модели для российской экономики

В работах (Божечкова, Полбин, 2018; Лысенко, Полбин, 2023) проводилась эконометрическая оценка отдельных структурных уравнений, используемых в DSGE моделях — параметров кривой IS в первой работе и параметров инструментального правила Тейлора во второй работе. В работе (Полбин, Синельников-Мурылев, 2024) была предложена новая спецификация неокейнсианской DSGE модели сбалансированного роста для российской экономики (расширение неоклассической модели из работы (Полбин, 2017б)), ключевым оригинальным элементом которой является описание условий торговли с помощью процесса случайного блуждания. Параметры данной модели впервые для российской практики DSGE моделирования были оценены в рамках нахождения квази-апостериорного распределения на основе преобразования Лапласа функции расстояния между теоретическими функциями импульсного отклика DSGE модели и импульсными откликами, полученными на основе оценки авторегрессионных моделей.

В модели рассматривается два производственных сектора: сектор, ориентированный на экспорт сырьевых и несырьевых товаров, и сектор, объединяющий прочие отрасли экономики, ориентированные на внутренний рынок, включая производство неторгуемых товаров, а также производство торгуемых отечественных товаров для внутреннего потребления. Решения об организации производственного процесса, объемах использования факторов производства принимается фирмами, максимизирующими дисконтируемый поток прибыли. Предполагается, что фирмы экспортно-ориентированного сектора действуют на рынке совершенной конкуренции и принимают цены на свою продукцию как заданные, а фирмы внутренне-ориентированного сектора действуют на рынке монополистической конкуренции и среди прочего принимают решения о ценах на свою продукцию с учетом издержек «меню» по изменению цен. Это обеспечивает неабсолютную гибкость цен товаров внутренне-ориентированного сектора. В модель также вводятся фирмы-импортеры, которые покупают на внешнем рынке товары по мировым ценам

и далее продают их на внутреннем рынке с монополистической конкуренцией и наличием издержек «меню», что обеспечивает неабсолютный эффект переноса изменений номинального обменного курса в цены импортных товаров в краткосрочном периоде.

Домохозяйства в модели решают задачу максимизации функции полезности при заданном бюджетном ограничении. Домашние хозяйства являются владельцами капитала и могут на рынке активов приобретать отечественные и зарубежные облигации, а также осуществлять инвестиции во внутреннее производство. При построении модели рассмотрено два варианта описания инвестиционного процесса: традиционный подход с издержками изменения инвестиций и подход, использующий модель инвестиционного акселератора. Источником накопления капитала домохозяйствами является доход на капитал и заработная плата. При этом на рынке труда предполагается монополистическая конкуренция, и оптимальное решение о размере заработной платы и предложении труда (выбирается точка на кривой спроса на труд) принимается домохозяйствами в каждом периоде времени с учетом эластичности спроса на их труд и издержек на изменение заработных плат аналогично тому, как фирмы сталкиваются с издержками по изменению цен. Данные издержки могут возникать из-за затрат времени на переговорный процесс с работодателем об изменении заработной платы. Поведение центрального банка в модели задается с помощью инструментального правила Тейлора, связывающего текущее значение процентной ставки с ее прошлым значением и ожидаемой инфляцией. Государственные расходы на конечное потребление товаров и услуг в модели задаются экзогенно.

В модели предполагается, что во внутренне-ориентированном секторе существует возможность изменять загрузку физического капитала, что сопряжено с издержками. Для экспортно-ориентированного сектора такая возможность не рассматривается. Данное решение обусловлено тем, что эконометрические эксперименты показали, что использование эндогенной загрузки капитала во внутренне-ориентированном секторе улучшает

объяснение динамики ВВП в краткосрочной перспективе. Использование же эндогенной загрузки капитала в экспортно-ориентированном секторе не повышает объясняющую способность модели. С содержательной точки зрения производственный процесс внутренне-ориентированного сектора является более гибким относительно подстройки к шокам спроса, поскольку значительную долю в нем занимает сфера услуг, в которой существуют неполностью загруженные мощности и относительно легко варьировать загрузку капитала. Для многих сырьевых же секторов технологический процесс является менее гибким и требует полной загрузки мощностей. Например, технологически сложно как увеличить добычу при росте цен на нефть, так и снизить добычу при снижении нефтяных цен.

Также предполагается, что изменение использования труда в экспортно-ориентированном секторе сопряжено с квадратичными издержками, связанными с наймом и обучением работников или увольнением и компенсационными выплатами, что вводится с целью ограничить чувствительность выпуска экспортно-ориентированного сектора к изменению макроэкономических условий. Если бы процесс изменения количества используемого труда был гибким, то в ответ на улучшение условий торговли в условиях неабсолютной гибкости номинальных заработных плат фирмы резко наращивали бы производство за счет увеличения использования труда и резко увеличивали бы выпуск. Этого не наблюдается на статистических данных и может быть обусловлено особенностями технологического процесса в сырьевых секторах экономики.

На первом шаге эконометрического анализа были построены «эмпирические» функции импульсного отклика. Для оценки «эмпирических» функций импульсного отклика был выбран период с 1 квартала 2010 г. по 4 квартал 2019 г., а сами импульсные отклики строились для 7 переменных: ВВП в постоянных ценах, потребление домохозяйств в постоянных ценах, валовое накопление основного капитала в постоянных ценах, импорт в постоянных ценах, экспорт в постоянных ценах, среднеквартальная ставка процента

MIACR и базисный индекс потребительских цен на конец квартала. Поскольку выбранный исторический эпизод для оценивания параметров является достаточно коротким, для получения «эмпирических» функций импульсного отклика воспользуемся простой ARX моделью с 4 лагами:

$$y_t = c^y + \sum_{i=1}^4 a_i^y y_{t-i} + \sum_{i=0}^4 b_i^y x_{t-i} + \zeta_t^y, \quad (26)$$

где y_t — одна из семи эндогенных переменных, x_t — экзогенная переменная (условия торговли), ζ_t^y — случайный член в регрессии, c^y , a_i^y , b_i^y — оцениваемые параметры.

Процентная ставка в модели используются в уровнях (в процентах годовых), все остальные переменные берутся в виде разности логарифмов. Из ВВП, потребления домохозяйств, валового накопления основного капитала, импорта, экспорта и индекса потребительских цен удалена сезонная компонента с помощью ARIMA-X12. В качестве экзогенной переменной в регрессии мы использовали разность логарифмов реальных цен на нефть (отношение номинальных цен на нефть марки Brent в долл. США к ИПЦ США). Реальные цены на нефть в регрессии рассматриваются в качестве прокси-переменной для условий торговли. При построении функций импульсного отклика предполагалось, что логарифм реальных цен на нефть описывается процессом случайного блуждания, о чем свидетельствуют, например, результаты работы (Alquist et al., 2013). Также при построении импульсных откликов в DSGE модели учитывается, что перманентное изменение цен на нефть транслируется в перманентное изменение условий торговли с эластичностью 0.5, то есть при 10%-ном долгосрочном увеличении нефтяных цен условия торговли улучшаются на 5% в долгосрочном периоде. Само значение данной эластичности получено на основе регрессии (26), в которой в качестве эндогенной переменной использовался логарифмический прирост сезонно-сглаженного соотношения экспортных и импортных цен для российской экономики (оценка долгосрочного эффекта для логарифма условий торговли рассчитана накопленным итогом на долгосрочном

горизонте влияния шока цен на нефть на логарифмические приросты условий торговли).

Следуя стандартной практике, описанной в литературе по эконометрическому анализу DSGE моделей, часть параметров, отвечающих прежде всего за долгосрочное равновесие, калибруется предварительно. Оценка оставшихся параметров (конкретный набор параметров будет приведен ниже), отвечающих прежде всего за краткосрочную динамику, проводится исходя из минимизации расстояния между теоретическими и «эмпирическими» функциями импульсного отклика. На первом шаге вводится следующая функция расстояния: $\Upsilon(\mathbf{v}) = \frac{1}{2} [\hat{\Psi} - \Psi(\mathbf{v})]' V^{-1} [\hat{\Psi} - \Psi(\mathbf{v})]$, где $\mathbf{v}$ — вектор оцениваемых параметров, $\hat{\Psi}$ — вектор, состоящий из точечных «эмпирических» функций импульсного отклика, полученных на основе регрессионной модели (26), $\Psi(\mathbf{v})$ — вектор импульсных откликов в DSGE модели с параметрами $\mathbf{v}$, V — диагональная матрица с оцененными дисперсиями для импульсных откликов по модели (26) на основе бутстрапа. В эмпирическом анализе использовались функции импульсного отклика, построенные на горизонте 8 кварталов.

В классических работах (Boivin, Giannoni, 2006; Christiano et al., 2005; Dupor et al., 2009; Rotemberg, Woodford, 1997; Uribe, Yue, 2006) оценка параметров DSGE модели проводилась на основе минимизации функции расстояния. В последующих работах (Christiano et al, 2010; Coibion, Gorodnichenko, 2011; Inoue, Shintani, 2018; Kormilitsina, 2011; Schmitt-Grohé, Uribe, 2011; Shibata et al., 2019) стал активно применяться байесовский подход, популяризированный в работе (Chernozhukov, Hong, 2003), в рамках которого априорное распределение параметров модели $\pi(\mathbf{v})$ комбинируется со штрафной функцией, измеряющей либо расстояние между теоретическими и «эмпирическими» функциями импульсного отклика, либо между теоретическими и «эмпирическими» моментами в данных, для получения квази-апостериорного распределения на основе преобразования Лапласа в

следующем виде: $p(\mathbf{v}) = \frac{e^{-Y(\mathbf{v})}\pi(\mathbf{v})}{\int e^{-Y(\mathbf{v})}\pi(\mathbf{v})d\mathbf{v}}$. Поскольку $e^{-Y(\mathbf{v})}$ не является функцией правдоподобия, для $p(\mathbf{v})$ используется термин плотности квази-апостериорного распределения. Данная постановка задачи открывает возможность для эффективного анализа альтернативных параметризаций модели, обеспечивающих ее согласованность с эмпирическими функциями импульсного, на основе методов семплирования Монте-Карло по схеме марковских цепей с учетом имеющихся априорных представлений о распределении параметров модели.

Для DSGE модели с издержками изменения инвестиций оценивалось 9 параметров, для которых априорные распределения специфицировались в следующем виде. Следуя работе (Smets, Wouters, 2003), для параметра привычек в потреблении h вводится бета распределение со средним 0.7 и стандартной ошибкой 0.1, для коэффициента зависимости процентной ставки от своего лага в правиле Тейлора ρ_R – бета распределение со средним 0.8 и стандартной ошибкой 0.1, для параметра издержек загрузки капитала ψ_u – нормальное распределение со средним 0.2 и стандартной ошибкой 0.075, для параметра издержек изменения инвестиций φ – нормальное распределение со средним 4 и стандартной ошибкой 1.5. Для коэффициента реакции процентной ставки на ожидаемую инфляцию в правиле Тейлора α_π вводится нормальное априорное распределение со средним 1.5 и со стандартным отклонением 0.3, для параметра издержек изменения труда ψ_L в экспортно-ориентированном секторе вводится неинформативное априорное распределение – равномерное распределение на отрезке от 0 до 5.

Для параметров издержек изменения заработных плат ψ_W , цен на товары внутренне-ориентированного сектора ψ_d и цен импортных товаров ψ_M задается нормальное распределение со средним 60, 30 и 10, соответственно, что для эквивалентного представления в линеаризованном виде для динамики ценовых показателей в модели ценообразования по Кальво (Calvo, 1983) дает среднюю продолжительность контракта для заработных плат примерно 4

квартала, для цен внутренне-ориентированного сектора — 3 квартала, для импортных цен — 2 квартала. Стандартные отклонения для параметров жесткостей ценовых показателей устанавливаются на величине 30% от их матожидания, т.е. на уровне 18, 9 и 3 соответственно. При оценивании модели с инвестиционным акселератором исключается параметр φ и добавляются два параметра: коэффициент частичной корректировки инвестиций λ и вес желаемого капитала текущего периода в уравнении корректировки инвестиций γ . Для обоих параметров вводится равномерное априорное распределение на отрезке от 0 до 1.

Квази-апостериорное распределение оценивалось на основе семплирования марковской цепи длиной 110 000 наблюдений по алгоритму Метрополиса–Гастингса. Первые 10 000 наблюдений исключались, чтобы нивелировать роль начальных условий. На основе оставшихся 100 000 наблюдений оценивались средние значения параметров и квантили. В таблице 7 представлены оценки параметров двух спецификаций DSGE модели: средние значения параметров и 90%-ные квантили, а на рисунке 7 для двух спецификаций DSGE модели и ARX моделей сопоставляются импульсные отклики на 5%-ное улучшение условий торговли. На рисунке 7 процентная ставка представлена в абсолютном отклонении от устойчивого равновесия, в котором находилась экономика до реализации шока, и измеряется в процентах годовых. Остальные переменные представлены в процентном отклонении уровня переменной от значения в устойчивом равновесии (накопленным итогом по импульсным откликам для темпов роста переменных). ИПЦ — базисный индекс потребительских цен.

Таблица 7 — Оценка параметров DSGE модели

	Квази-апостериорное среднее и 90%-ный доверительный интервал в модели с издержками изменения инвестиций	Квази-апостериорное среднее и 90%-ный доверительный интервал в модели с инвестиционным акселератором
Параметр привычек в потреблении, h	0.722 (0.664, 0.773)	0.739 (0.692, 0.783)
Параметр издержек загрузки капитала, ψ_u	0.071 (0.012, 0.167)	0.162 (0.038, 0.283)
Коэффициент реакции процентной ставки на инфляцию в правиле Тейлора, α_π	1.702 (1.373, 2.081)	1.681 (1.345, 2.071)
Коэффициент зависимости процентной ставки от своего лага в правиле Тейлора, ρ_R	0.691 (0.602, 0.773)	0.665 (0.561, 0.759)
Параметр издержек изменения труда, ψ_L	3.348 (1.604, 4.836)	3.017 (1.239, 4.759)
Параметр издержек изменения инвестиций, φ	5.810 (3.973, 7.749)	-
Параметр издержек изменения цен внутренне-ориентированного сектора, ψ_d	30.93 (16.56, 45.26)	34.54 (20.64, 48.31)
Параметр издержек изменения зарплат, ψ_W	72.67 (47.07, 99.37)	75.45 (48.50, 103.41)
Параметр издержек изменения импортных цен, ψ_M	13.02 (9.89, 16.51)	12.19 (9.14, 15.51)
Коэффициент частичной корректировки инвестиций, λ	-	0.020 (0.017, 0.022)
Вес желаемого капитала текущего периода в уравнении корректировки инвестиций, γ	-	0.473 (0.192, 0.745)

Как показано на рисунке 7, обе версии DSGE модели могут достаточно точно воспроизводить влияние условий торговли на российскую экономику. Через два года после реализации шока ВВП в DSGE модели увеличивается примерно на 0.5%, потребление домохозяйств и валовое накопление капитала (инвестиции) – на 2%, импорт – на 5%, базисный индекс потребительских цен снижается примерно на 0.9% через два года, процентная ставка в краткосрочной перспективе снижается примерно на 0.5 п.п. годовых. Модель с инвестиционным акселератором справилась с объяснением импульсного отклика инвестиций немного лучше, но и оценивается параметров в данной модели на один больше.

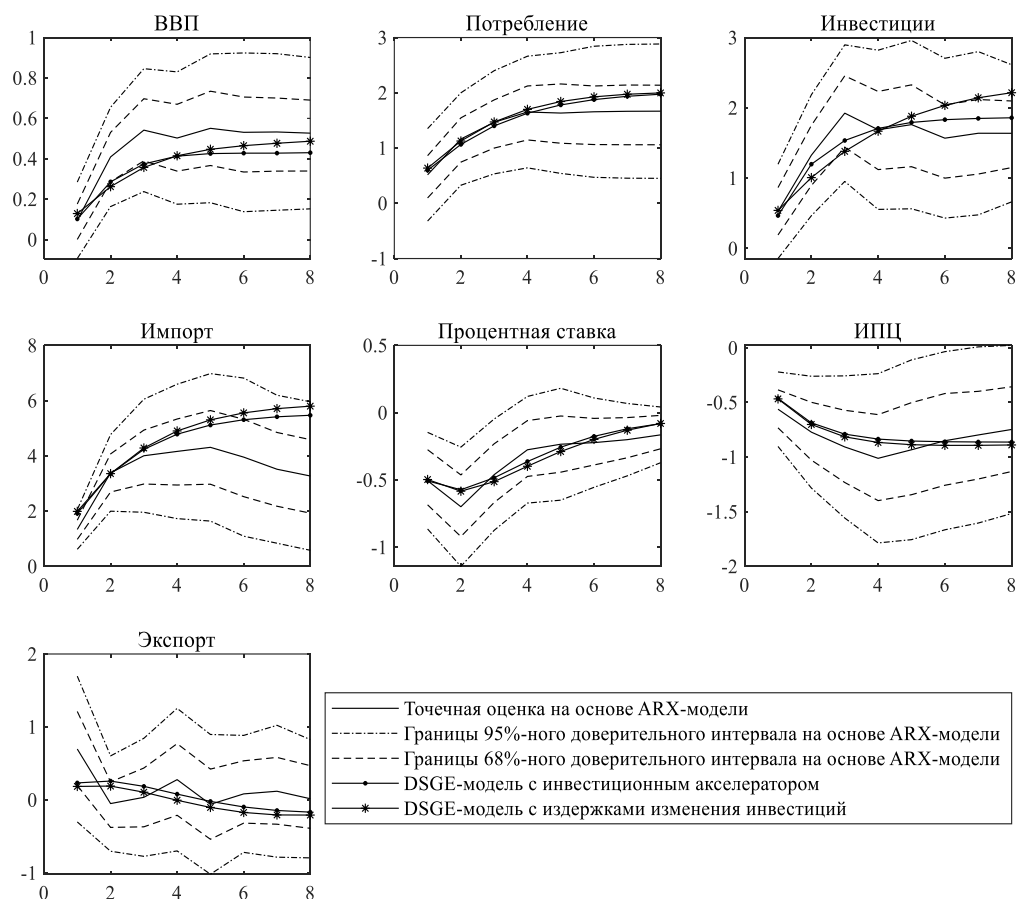


Рисунок 7 — Функции импульсного отклика макроэкономических показателей на 5%-ное улучшение условий торговли.

Как следует из таблицы 7, оценки по параметрам, имеющимся в обеих спецификациях модели, оказались весьма близки. Исключением является параметр издержек загрузки капитала, среднее для которого в модели с издержками изменения инвестиций оказалось примерно в два раза меньше по сравнению с оценкой в модели с инвестиционным акселератором. В первой модели величина данного параметра в значительной степени определяется как траекторией отклика выпуска, так и инвестиций, поскольку инвестиции в данной модели зависят от дисконтированного потока арендных платежей, а чем ниже величина параметра ψ_u , тем слабее арендные ставки реагируют на шоки (Christiano et al., 2005), что позволяет сдержать реакцию инвестиций на шок условий торговли в модели. При неизменной загрузке капитала при

прочих равных инвестиции реагируют на шок условий торговли гораздо сильнее.

Квази-апостериорное среднее для привычек в потреблении немного превысило априорное среднее, а среднее для коэффициента зависимости процентной ставки от своего лага в правиле Тейлора, напротив, оказалось ниже априорного среднего и приняло значение 0.691 в первой спецификации модели и 0.665 во второй. Оценка коэффициента реакции процентной ставки на ожидаемую инфляцию оказалась достаточно высокой и составила примерно 1.7. Оценка параметра издержек изменения инвестиций значительно превысила свое априорное среднее и приблизительно равна 6, что близко к оценкам (Smets, Wouters, 2003) для экономики ЕС. Квази-апостериорные средние для параметров номинальных жесткостей сместились в сторону повышения по отношению к априорному среднему, особенно для параметра издержек изменения заработных плат. Оценка для коэффициента частичной корректировки инвестиций в модели с инвестиционным акселератором составила 0.02, что говорит о медленной подстройке капитала к желаемому уровню. При этом оценка веса желаемого капитала текущего периода в уравнении корректировки инвестиций оказалась примерно равна 0.5.

В качестве первого практического примера применения откалиброванной модели анализируется влияние шока денежно-кредитной политики на основные макроэкономические показатели. На рисунке 8 представлены функции импульсного отклика макроэкономических показателей на шок увеличения процентных ставок величиной в 1 п.п. годовых в двух спецификациях построенной модели. Сплошные линии соответствуют импульсным откликам в модели с издержками изменения инвестиций (точечная оценка с границами 68%-ного доверительного интервала), штриховые линии – импульсным откликам в модели с инвестиционным акселератором. Процентная ставка представлена в абсолютном отклонении от устойчивого равновесия, в котором находилась экономика до реализации шока, и измеряется в процентах годовых. Остальные переменные

представлены в процентном отклонении уровня переменной от значения в устойчивом равновесии (накопленным итогом по импульсным откликам для темпов роста переменных). ИПЦ – базисный индекс потребительских цен.

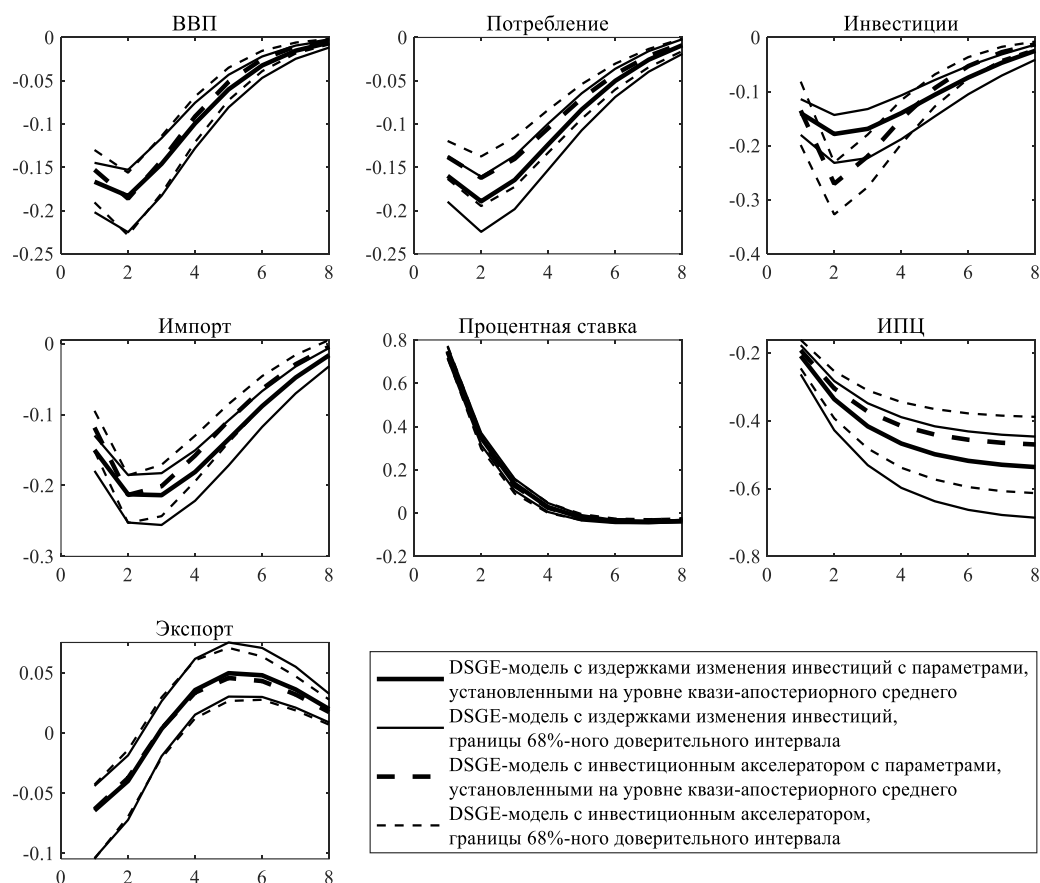


Рисунок 8 — Функции импульсного отклика макроэкономических показателей на шок увеличения процентных ставок величиной 1 п.п. годовых

Механизм влияния увеличения номинальных процентных ставок является стандартным. В условиях неабсолютной гибкости цен данный шок приводит к росту реальных процентных ставок, что из-за межвременного замещения снижает текущее потребление домохозяйств, что уменьшает спрос в экономике и приводит к замедлению роста цен товаров внутренне-ориентированного сектора. Рост ставок также приводит к укреплению номинального обменного курса, что снижает цены импортных товаров, а также уменьшает конкурентоспособность экспорта. В модели с издержками на изменение инвестиций валовое накопление капитала падает из-за снижения

дисконтированного потока арендных ставок по капиталу в связи со снижением деловой активности, а также из-за роста доходности облигаций как альтернативного инструмента инвестирования. В модели с инвестиционным акселератором инвестиции падают из-за снижения желаемого объема капитала в связи с падением выпуска.

В целом, импульсные отклики в двух моделях оказываются достаточно близки. Наибольшее отличие наблюдается для траекторий инвестиций. В модели с инвестиционным акселератором глубина падения инвестиций через 2 квартала составляет 0.27%, а в модели с издержками изменения инвестиций – 0.18%. В обоих вариантах модели глубина падения ВВП при увеличении процентных ставок составляет примерно 0.19%, импорта – 0.21%, экспорта – 0.06%. Потребление сильнее снижается в модели с издержками изменения инвестиций – на 0.19%. В модели с инвестиционным акселератором глубина падения потребления составляет 0.16%. На горизонте двух лет базисный индекс потребительских цен снижается на 0.5% в модели с издержками изменения инвестиций и на 0.45% в модели с инвестиционным акселератором.

Построенная модель, будучи откалиброванной на основе близости к «эмпирическим» импульсным откликам на шок условий торговли, далее может быть дополнена другими макроэкономическими шоками для всестороннего описания стохастических характеристик российских макроэкономических показателей, для оценки вклада идентифицированных шоков в динамику макропоказателей, для безусловного или сценарного прогнозирования. Спецификация конкретной структуры шоков может быть предметом отдельной дискуссии и является актуальной задачей для дальнейших исследований. С целью демонстрации применимости модели для решения подобного рода задач в настоящем исследовании был выбран набор из следующих 6 шоков: условий торговли, денежно-кредитной политики, потребительского спроса, инвестиционного спроса, обменного курса и инфляции. Анализ проводился на основе модификации модели с инвестиционным акселератором.

Для идентификации шоков использовались децентрированные темпы прироста потребления домохозяйств, валового накопления основного капитала, цен на нефть, номинального обменного курса рубля к доллару, индекса потребительских цен, а также децентрированная среднеквартальная ставка процента $MIACR$. Таким образом, для идентификации 6 шоков используется 6 временных рядов. Добавление дополнительных переменных в данное эконометрическое упражнение потребовало бы рассмотрение дополнительного набора шоков. В настоящем эксперименте рассматривается расширенный период с актуальными статистическими данными с 1 кв. 2010 года по 4 кв. 2022 года. Все значения структурных параметров фиксировались на уровне квази-апостериорных средних, полученных выше. Параметры автокорреляций и дисперсий шоков оценивались с помощью метода Байеса.

На рисунке 9 в качестве примера представлена историческая декомпозиция темпов прироста потребления домохозяйств по вкладам в его динамику идентифицированных шоков, на рисунке 10 – декомпозиция темпов прироста валового накопления основного капитала, на рисунке 11 – темпов прироста индекса потребительских цен. Для большей наглядности переменные представлены в темпах прироста к аналогичному кварталу предыдущего года. Как показано на рисунке 9, шоки условий торговли и шоки потребительского спроса выступают важнейшими факторами динамики потребления. Особенно сильная роль для шоков потребления видна на периоде с 2020 года, когда резкий спад во 2 квартале 2020 года происходил преимущественно из-за ввода эпидемиологических ограничений, а дальнейшее восстановление потребления было вызвано послаблением данных ограничений. Значительный отрицательный вклад шоков потребления в 2022 году обусловлен санкционными ограничениями на потребление определенных товарных категорий, а также увеличением сбережений из мотива предосторожности в связи с наличием неопределенности в динамике экономической ситуации в будущем. Определенную роль в снижении

потребления в 2022 году сыграли шоки ослабления курса рубля (преимущественно в начале года) и роста инфляции.

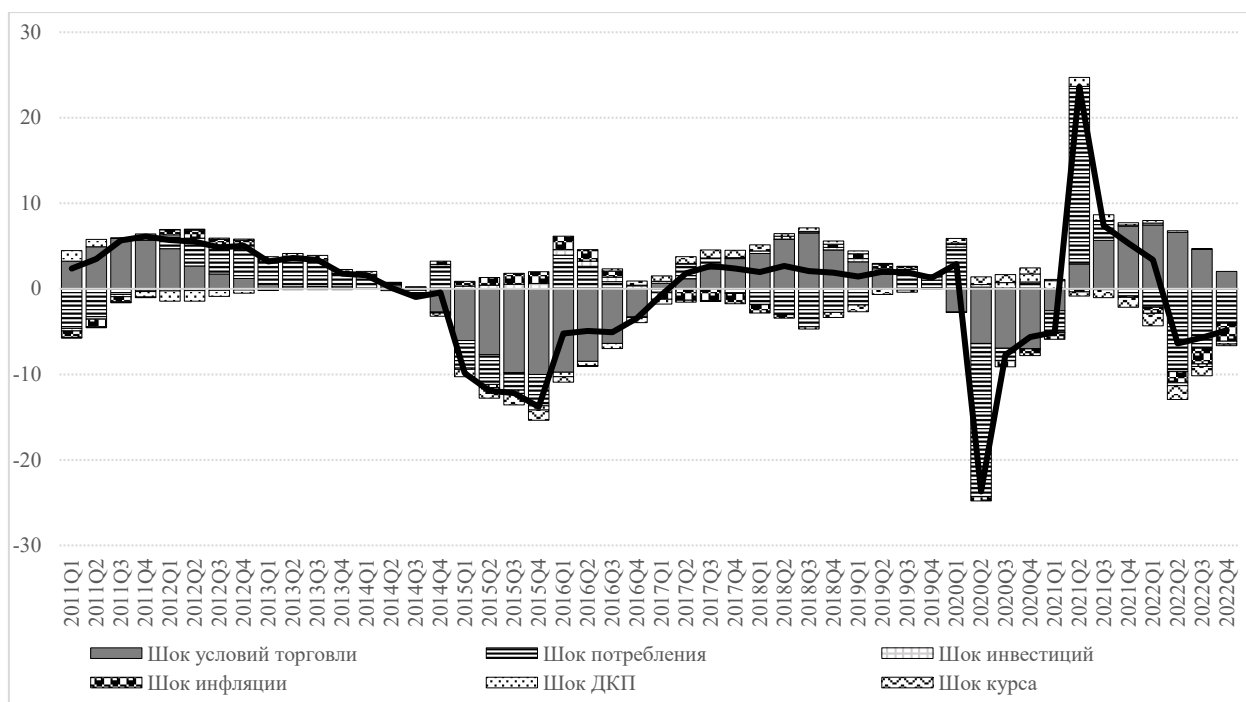


Рисунок 9 — Историческая декомпозиция темпов прироста (к аналогичному кварталу предыдущего года) потребления домохозяйств по структурным шоками

Динамика инвестиций так же во многом объясняется изменениями условий торговли. Однако в их динамике экономически значимую роль играют и другие шоки, а именно шоки инвестиций, инфляции и обменного курса. Примечательно, что в 2022 году идентифицируется положительное влияние инвестиционного шока несмотря на общеэкономический спад, что может быть связано с необходимостью выстраивания новых производственных цепочек в условиях масштабных ограничений на поставки товаров и услуг в РФ. Также рост сбережений со стороны домохозяйств в условиях наличия ограничений на движение капитала мог быть направлен преимущественно на внутренние инвестиции.

Что касается динамики инфляции, то все идентифицируемые шоки оказывают существенное влияние на ее траекторию. При ухудшении условий торговли происходило ослабление рубля, что приводило к увеличению инфляции через эффект переноса обменного курса в импортные цены. Чрезмерная девальвация во время кризиса 2015 года и в 2022 году создавала

дополнительное инфляционное давление. После кризиса 2015 года Банк России достаточно медленно снижал ключевую процентную ставку, что в рамках модели идентифицируется как сдерживающие шоки денежно-кредитной политики, оказавшие отрицательное влияния на инфляцию.

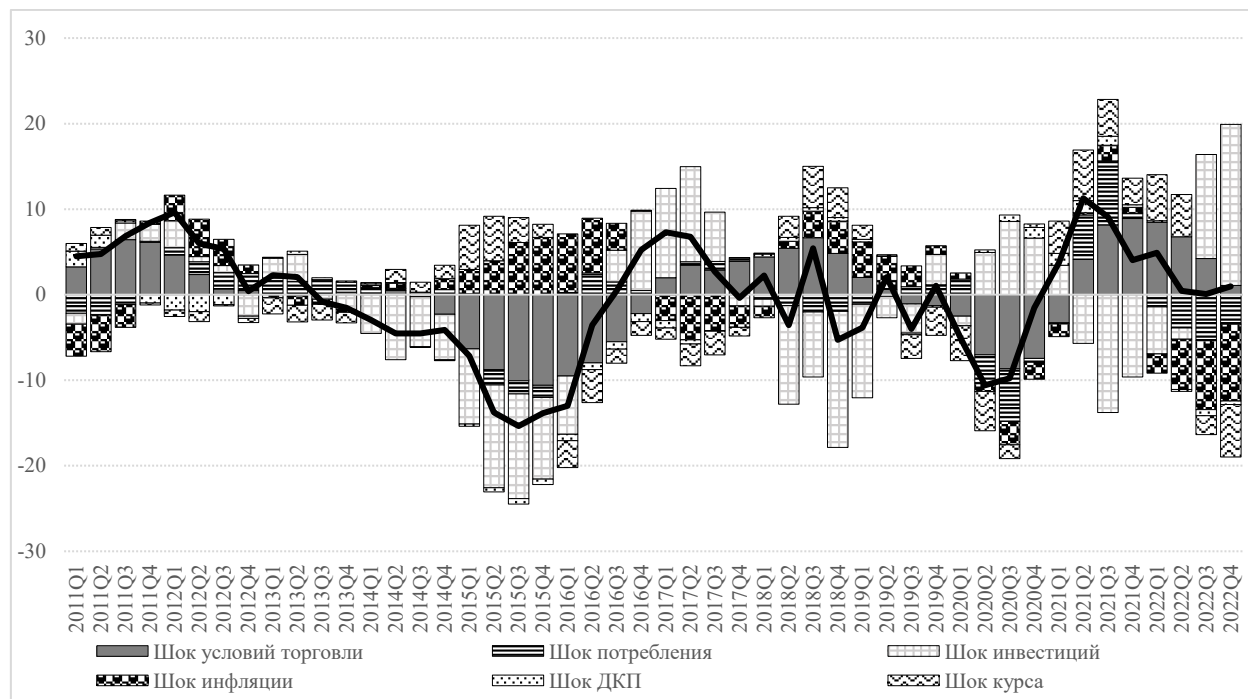


Рисунок 10 — Историческая декомпозиция темпов прироста (к аналогичному кварталу предыдущего года) валового накопления основного капитала по структурным шоками

Таким образом, откалиброванная к импульсным откликам на шок условий торговли DSGE модель позволяет получать непротиворечивую оценку вклада различных факторов в динамику российских макроэкономических показателей, что говорит о практической ценности предложенного в настоящей работе подхода для решения реальных задач макроэкономического анализа. Будущие исследования могут быть посвящены как более глубокому анализу факторов делового цикла российской экономики с помощью предложенных в настоящей работе моделей, так и калибровке более сложных моделей с детализированными фискальным и финансовым секторами на основе предложенного подхода.

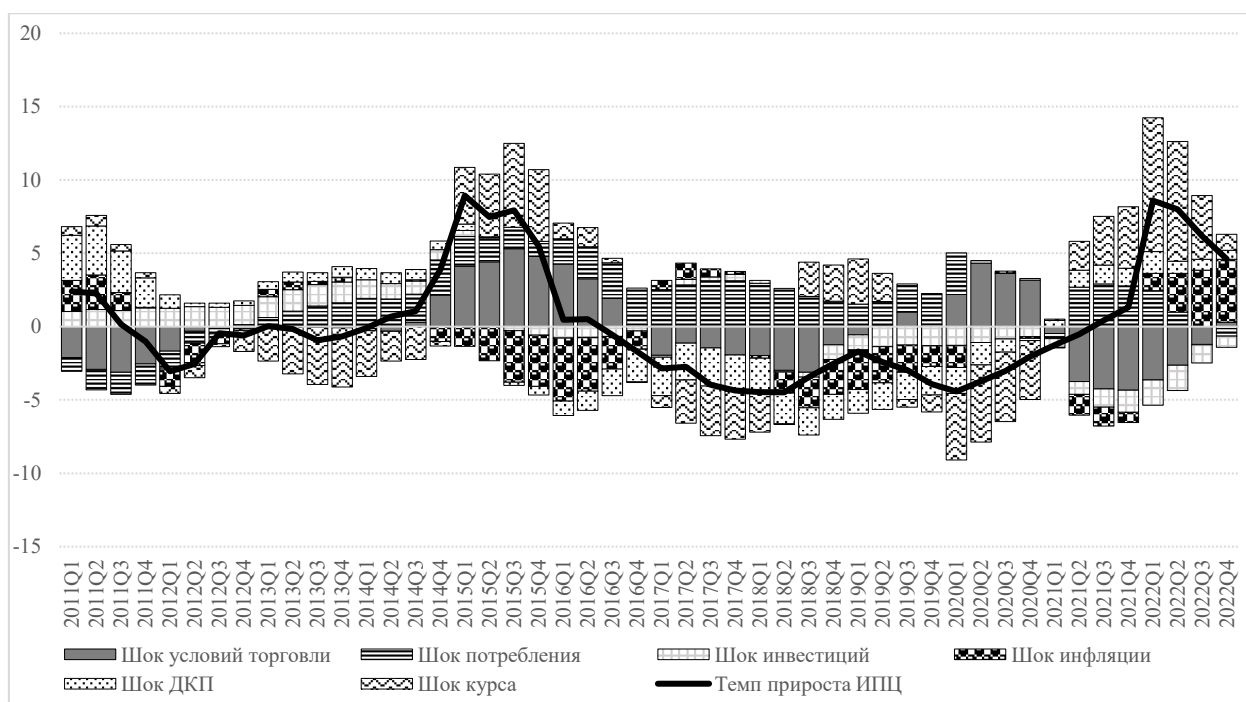


Рисунок 11 — Историческая декомпозиция темпов прироста (к аналогичному кварталу предыдущего года) индекса потребительских цен по структурным шоками

6. Анализ трансмиссии шоков условий торговли при альтернативных режимах денежно-кредитной политики

В работах (Дробышевский, Полбин, 2016; Полбин, 2017б, Belomestny, Krymova, Polbin, 2021), а также в препринте (Полбин, Синельников-Мурылев, 2023) к работе (Полбин, Синельников-Мурылев, 2024), анализировались теоретические и практические аспекты трансмиссии шоков условий торговли при альтернативных режимах денежно-кредитной политики с опорой на численный имитационный анализ на основе DSGE-моделей. Показано, что при фиксированном номинальном обменном курсе наблюдается значительный перегрев в экономике в краткосрочном периоде. Во-первых, это обусловлено снижением реальных процентных ставок ex-ante из-за увеличения инфляции (равновесное укрепление реального обменного курса происходит за счет роста цен на отечественные товары), что стимулирует как потребление, так и инвестиции, то есть приводит к увеличению агрегированного спроса в экономике.

Во-вторых, реальный обменный курс в определенном смысле оказывается заниженным в краткосрочном периоде, что наряду с возросшим

агрегированным спросом приводит к избыточному спросу на товары отечественного производства, который удовлетворяется за счет большей загрузки труда в производстве. Однако с течением времени реальный обменный курс укрепляется за счет роста цен на товары внутренне-ориентированного сектора, вызванного увеличением издержек производства из-за перегрева в экономике, и отклик для уровня ВВП демонстрирует нисходящую тенденцию. В режиме плавающего обменного курса реальный курс быстро укрепляется за счет укрепления номинального курса, а инфляция уменьшается из-за снижения цен на импортные товары.

Реальная процентная ставка также снижается из-за уменьшения номинальной ставки процента согласно специфицированному инструментальному правилу в модели, но траектория реальной ставки процента в режиме плавающего курса в целом лежит выше, чем в режиме фиксированного курса. Более крепкий обменный курс и более высокие процентные ставки в режиме ДКП плавающего курса обуславливают плавное приспособление выпуска к новому долгосрочному равновесию без эффекта перелета. Данные особенности продемонстрированы на рисунках 12 и 13, полученных на основе численного имитационного анализа в DSGE моделях соответствующих статей.

Также были проанализированы особенности трансмиссии макроэкономических шоков, в том числе шоков условий торговли (цен на нефть), при альтернативных режимах ДКП в разработанной DSGE модели с финансовым акселератором. На первом шаге, в работе (Андреев, Полбин, 2016) была проведена систематизация основных подходов к моделированию кредитно-денежных отношений в рамках динамических стохастических моделей общего равновесия. Первое выделяемое направление моделирования кредитно-денежных отношений — моделирование эффекта финансового акселератора — финансового механизма, способствующего усилению воздействия шоков на экономику и позволяющего объяснить наблюдающуюся в реальности устойчивость и продолжительность деловых циклов.

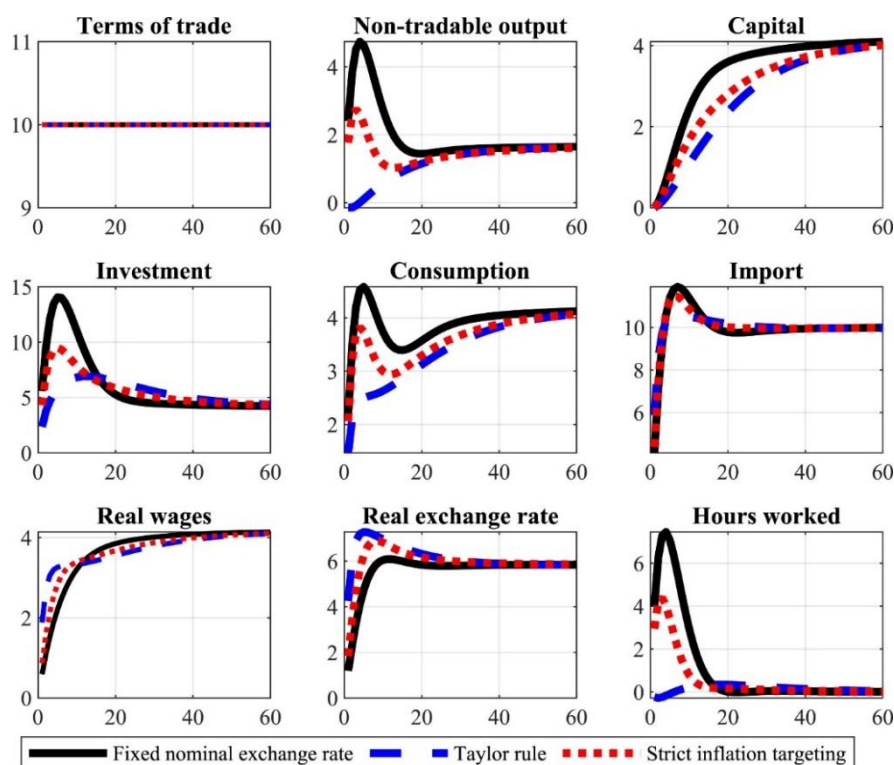


Рисунок 12 – Функции импульсных откликов на 10%-ный перманентный шок условий торговли в калиброванной модели из работы (Belomestny, Krymova, Polbin, 2021) при альтернативных режимах ДКП

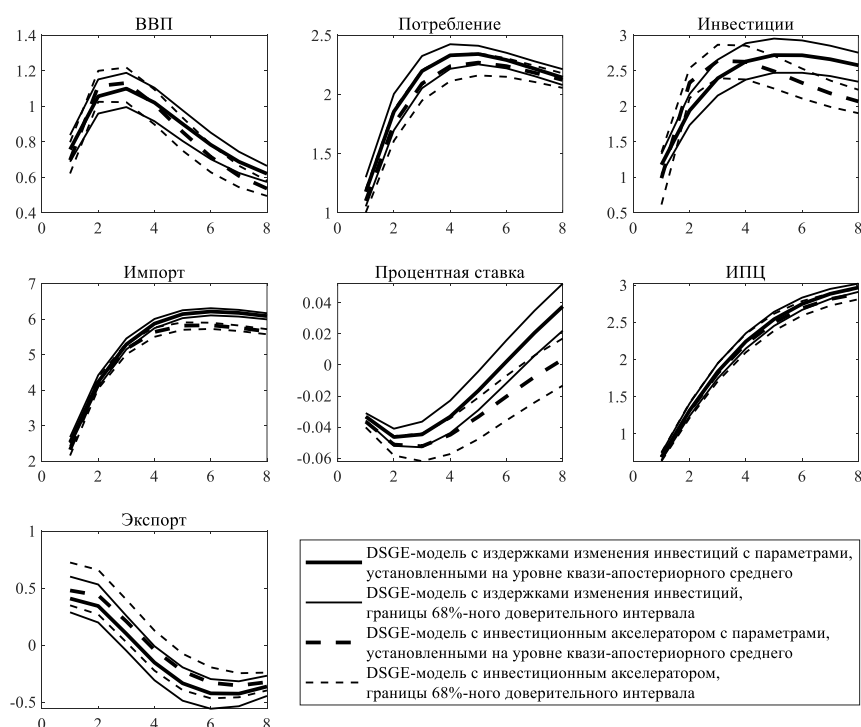


Рисунок 13 – Функции импульсных откликов на 5%-ный перманентный шок условий торговли в оцененной модели из препринта (Полбин, Синельников-Мурылев, 2023) к работе (Полбин, Синельников-Мурылев, 2024) в режиме фиксированного номинального обменного курса

В статье подробно освещены два основных способа моделирования эффекта финансового акселератора: через механизм внешней финансовой премии и через залоговое ограничение. Второе направление моделирования кредитно-денежных отношений, зачастую пересекающееся с первым, — описание банковской системы. На примере работ описаны цели и методы моделирования поведения банковской системы в рамках DSGE. Также в обзоре отдельно выделены работы, в которых кредитор несет системный риск.

На втором шаге, в работе (Андреев, Полбин, 2019б) предложена динамическая стохастическая модель общего равновесия для малой открытой экспортно-ориентированной экономики. Модель отличается наличием финансовых трений — механизма финансового акселератора. Разработанная 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 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. Предполагается, 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.

На базе численного имитационного анализа было получено, что, во-первых, добавление в модель финансового акселератора существенно изменяет переменные, относящиеся к кредитно-денежным отношениям, тогда как выпуск меняется незначительно. Во-вторых, при некоторых условиях может проявляться деакселерирующий эффект: например, при шоке эффективности производства в секторе производства промежуточного внутреннего продукта при ДКП в 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 счёт опережающего роста заёмных средств вместо того, чтобы расширяться за счёт роста собственного финансового капитала. Это ухудшает состояние финансового баланса предпринимателя, что 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, введённым в соответствии с работой Б. Бернанке, М. Гертлера и С. Гилкриста, определяется по поведению благосостояния предпринимателей, которое сильно зависит от ценовых показателей, а следовательно, и от вида экономического шока и вида ДКП.

Также было показано, что в рассмотренной двухсекторной экономике в ответ на положительный шок цен на нефть наблюдается акселерирующий эффект. Удалось установить, что с падением роли фактора «земля» в производстве экспорта, и соответственно, с ростом роли факторов «труд» и «капитал» эффект финансового акселератора 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, эффект

финансового акселератора сильнее. Показано, что при гибком номинальном обменном курсе краткосрочное влияние нефтяных цен на ВВП существенно снижается.

7. Моделирование меняющейся во времени взаимосвязи реального обменного курса рубля и ВВП с ценами на нефть

В работе (Полбин, 2017а) предложена модель коррекции ошибок для реального обменного курса рубля и реальных цен на нефть, учитывающая наличие изменения режима денежно-кредитной политики Банка России в ноябре 2014 года – оценивалась модель со структурным сдвигом в параметрах модели в момент изменения режима ДКП. В модели в рамках гипотезы о нейтральности денежно-кредитной политики в долгосрочном периоде предполагалось, что при изменении режима денежно-кредитной политики меняются только параметры, отвечающие за динамику реального обменного курса рубля в краткосрочном периоде, параметры, отвечающие же за долгосрочное равновесие, полагались инвариантными по отношению к режиму ДКП. Таким образом, параметры коинтеграционного соотношения в оцениваемой ЕСМ модели полагались неизменными на всей выборке, для прочих же параметров допускались изменения при изменении режима ДКП.

Оценка долгосрочной эластичности обменного курса по ценам на нефть составила 0.33. Функции импульсного отклика реального обменного курса на 10%-ное увеличение нефтяных цен представлены на рисунке 14. Сплошные линии отражают точечные оценки импульсных откликов, пунктирные линии – границы 68%-ого бутстраповского доверительного интервала. Временной период по оси X соответствует одному месяцу. Ось Y отражает процентный вклад в уровень реального обменного курса рубля рассматриваемого нефтяного шока. Предполагается, что в момент времени 0 система находилась в долгосрочном равновесии, а в момент времени 1 происходит неожиданное перманентное увеличение нефтяных цен на 10%. Функции импульсного отклика показывают динамику приспособления обменного курса к новому равновесию с данным более высоким уровнем нефтяных цен. Первый режим

соответствует периоду с января 1999 г. по октябрь 2014 г. включительно, второй режим — с ноября 2014 г. по ноябрь 2016 г.

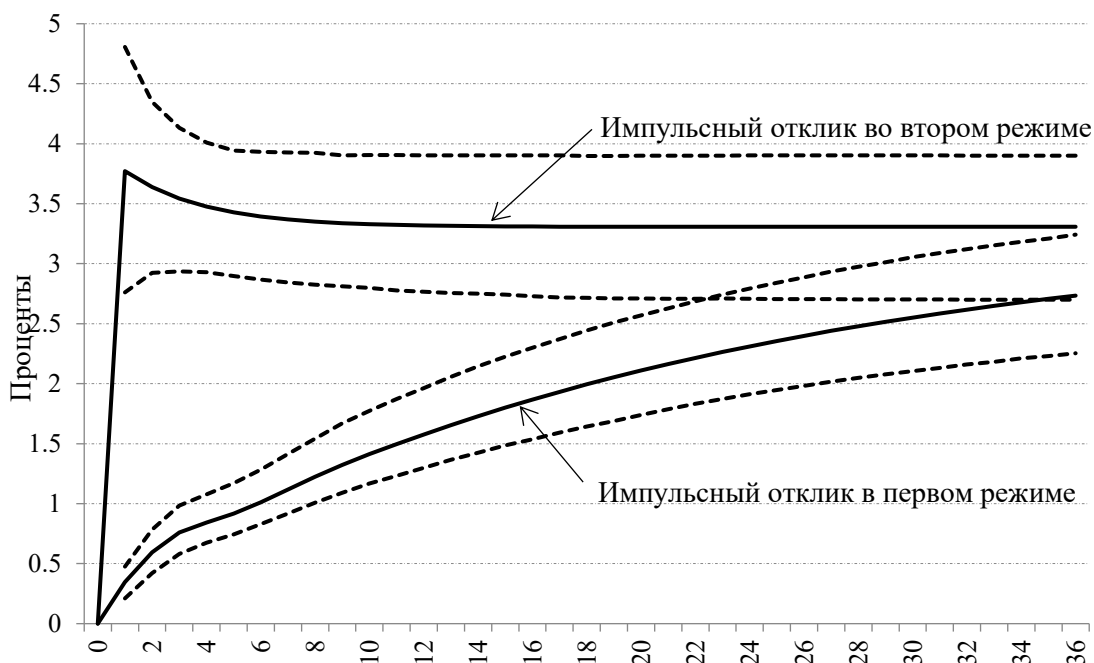


Рисунок 14 – Функции импульсных откликов реального обменного курса рубля на 10%-ный перманентный шок нефтяных цен

Как показано на рисунке, в первом режиме управляемого номинального обменного курса рубля процесс приспособления к долгосрочному равновесию в ответ на изменение нефтяных цен происходил в основном за счет механизма коррекции ошибки. Требовался примерно год, чтобы на половину сократить разрыв курса по отношению к долгосрочному равновесию. В условиях сдерживания Банком России изменений номинального обменного курса рубля в ответ на шоки нефтяных цен приспособление, в основном, происходило за счёт изменения цен на отечественные товары и услуги на внутреннем рынке.

Во втором режиме в ответ на нефтяные шоки реальный обменный курс рубля стал приспособливаться к своему долгосрочному равновесию практически мгновенно за счёт резкого изменения номинального обменного курса. При этом стал наблюдаться эффект перелета: в ответ на положительные шоки нефтяных цен обменный курс укреплялся слишком сильно, а в ответ на отрицательные происходила излишняя девальвация. Далее реальный

обменный курс достаточно быстро корректировался к долгосрочному равновесию.

В работе (Полбин, Шумилов, Бедин, Куликов, 2019) анализируется взаимосвязь реального обменного курса рубля и реальных цен на нефть на основе модели коррекции ошибок с марковскими переключениями режимов, позволяющей учесть изменения политики курсообразования. Показано, что в период 1999–2018 гг. достаточно четко разделяются два режима динамики реального курса — с быстрым и медленным приспособлением к долгосрочному равновесию в ответ на шоки цены нефти. При этом не отвергается гипотеза о том, что долгосрочная взаимосвязь между реальным обменным курсом и ценой на нефть инвариантна к изменению режима. Также показано, что, несмотря на переход к плавающему обменному курсу, в конце выборки периодически идентифицируется режим негибкого курсообразования. Это может быть связано с бюджетным правилом, согласно которому с февраля 2017 г. Минфин России ежемесячно покупал иностранную валюту в объеме превышения фактических поступлений нефтегазовых доходов над уровнем нефтегазовых доходов федерального бюджета, сформированного при цене 40 долл. США за баррель на нефть марки «Юралс». На рисунке 15 представлены функции импульсного отклика реального обменного курса на шок цен на нефть в разных режимах, на рисунке 16 — представлены оценки вероятности режимов.

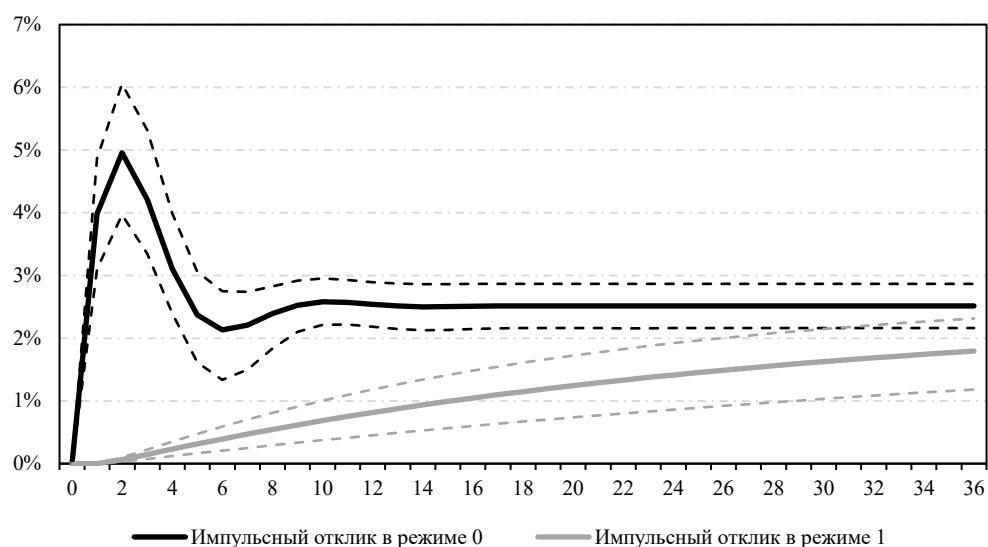


Рисунок 15 — Функции импульсных откликов реального обменного курса рубля на 10%-ный перманентный шок нефтяных цен

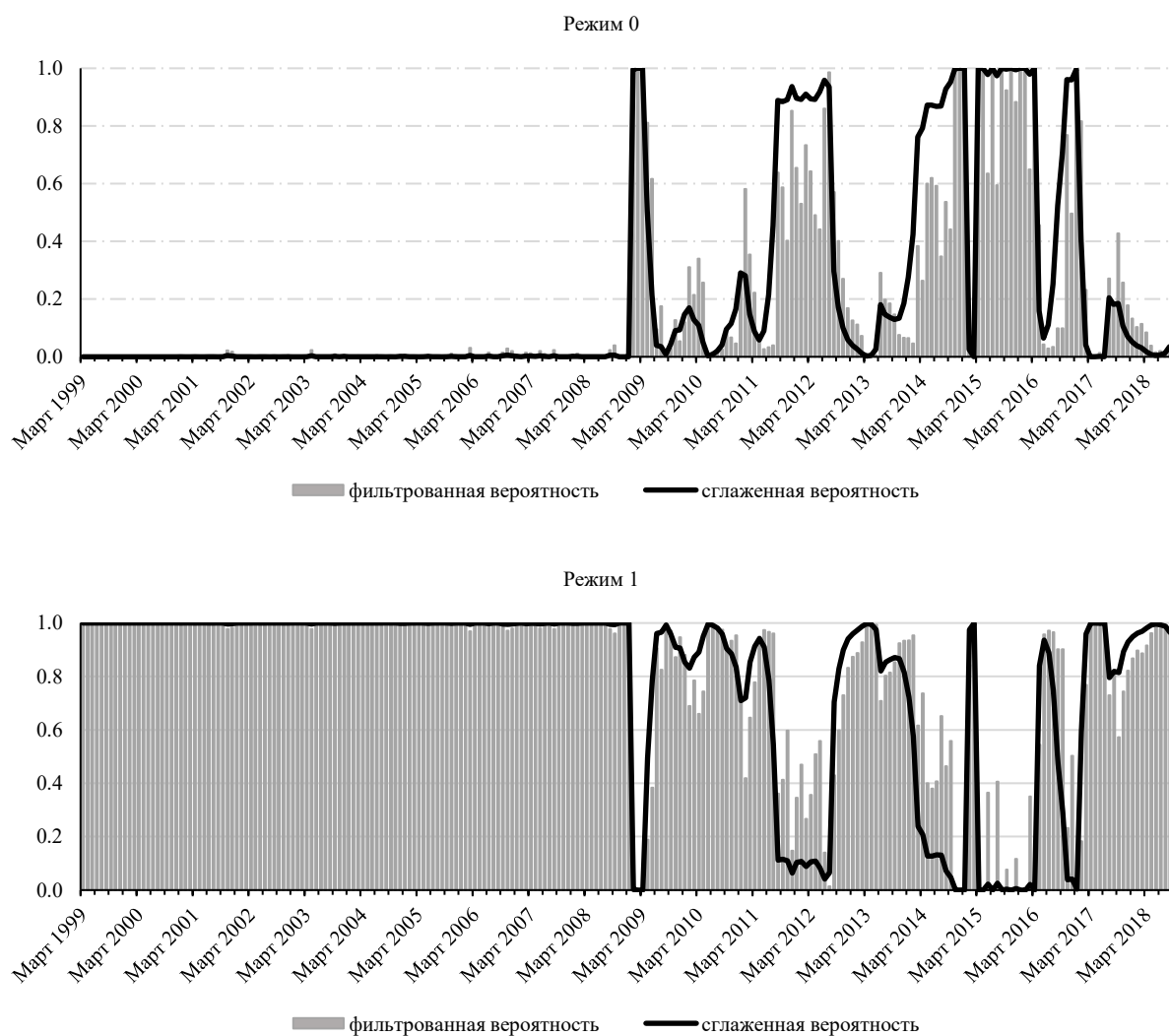


Рисунок 16 — Фильтрованная и сглаженная вероятности режимов

В работе (Fokin, Malikova, Polbin, 2024) предложена модель для описания взаимосвязи реального эффективного обменного курса рубля и цен на нефть в модели коррекции ошибок с меняющимися во времени параметрами. Рассмотрена спецификации, в которой динамика параметров, отвечающих как за краткосрочную динамику, так и за долгосрочное равновесие, описывается с помощью случайного блуждания. Модель оценивалась с помощью байесовских методов на периоде с января 2000 г. по июнь 2023 г. (данные с января 1994 г. по декабрь 1999 г. использовались для формирования априорного распределения). Результаты оценки модели показывают, что параметр корректировки к долгосрочному равновесию значим на протяжении всего периода. Его значения варьируются от -0.15 до -0.11 (рис. 17), что указывает на высокую скорость корректировки курса рубля к равновесию в отдельные периоды. Наибольшая скорость корректировки наблюдалась в 2003–2006 гг., затем снизилась до глобального финансового кризиса, когда Банк России поддерживал управляемый курс рубля. В 2011–2014 гг. параметр корректировки вырос, вероятно, из-за более гибкого режима курсообразования. В 2015–2017 гг., при переходе к инфляционному таргетированию, скорость корректировки была высокой, но снизилась после введения бюджетного правила, согласно которому ЦБ покупал валюту при высоких ценах на нефть.

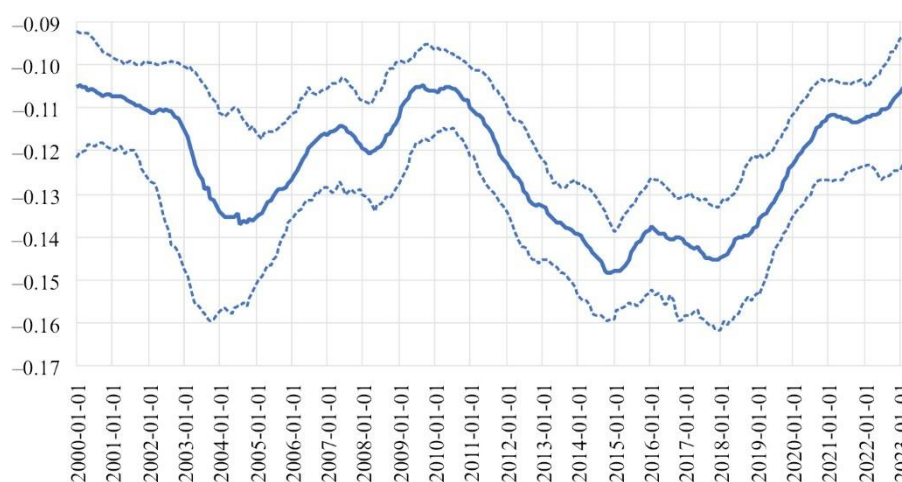


Рисунок 17 — Оценка параметра корректировки реального обменного курса к долгосрочному равновесию и 68%-ный доверительный интервал

Краткосрочная эластичность курса рубля к изменению цен на нефть (коэффициент при логарифмическом приросте нефтяных цен в модели коррекции ошибок) была незначима до конца кризиса 2008–2009 гг. и в начале 2022 г. (рис. 18). Однако в целом параметр увеличивался, что указывает на рост гибкости курса рубля. В 2022 г. из-за ограничений на финансовом рынке зависимость курса рубля от текущих цен на нефть снизилась, а корректировка к равновесию замедлилась. В 2023 г. часть ограничений была смягчена, но санкции, включая потолок цен на нефть и ограничения на страхование морских перевозок, привели к снижению прозрачности ценообразования на нефть и усилению влияния ожиданий экономических агентов на динамику курса рубля.

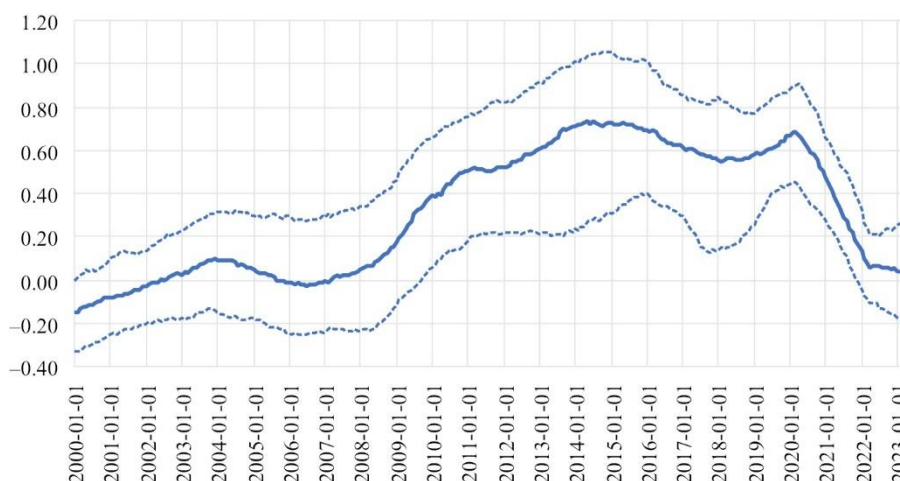


Рисунок 18 — Оценка параметра краткосрочной эластичности обменного курса по ценам на нефть и 68%-ный доверительный интервал

Долгосрочная эластичность реального курса рубля (рис. 19) в начале 2000-х выросла и далее оставалась относительно стабильной на протяжении всего периода, колеблясь вокруг 0.3. Наблюдаемое снижение долгосрочной эластичности в период 2022–2023 годов может быть связано с введением санкций по установлению потолка цен и снижением объемов добычи нефти. На рисунке 20 представлены меняющиеся во времени функции импульсного отклика реального обменного курса на 10%-ное увеличение нефтяных цен. В начальный период эконометрического анализа (2000–2009 годы) реакция обменного курса на шок цен на нефть характеризовалась медленной

корректировкой к равновесию в рамках управляемого режима номинального обменного курса. После кризиса 2008–2009 годов и перехода к более гибкому обменному курсу траектория претерпела изменения. Краткосрочная реакция реального обменного курса стала более выраженной, чем долгосрочная реакция (эффект перелета), что было особенно заметно в 2014–2015 годах, вызванное переходом Банка России к режиму таргетирования инфляции и отказом от интервенций на валютном рынке. Введение фискального правила в 2017 году начало возвращать траекторию реакции к паттернам, наблюдаемым в 2000-х годах. Однако последующая пандемия привела к возвращению к динамике 2014–2015 годов. Особый интерес представляет период 2022–2023 годов, в течение которого реакция реального обменного курса вновь проявила плавную корректировку в ответ на шоки.

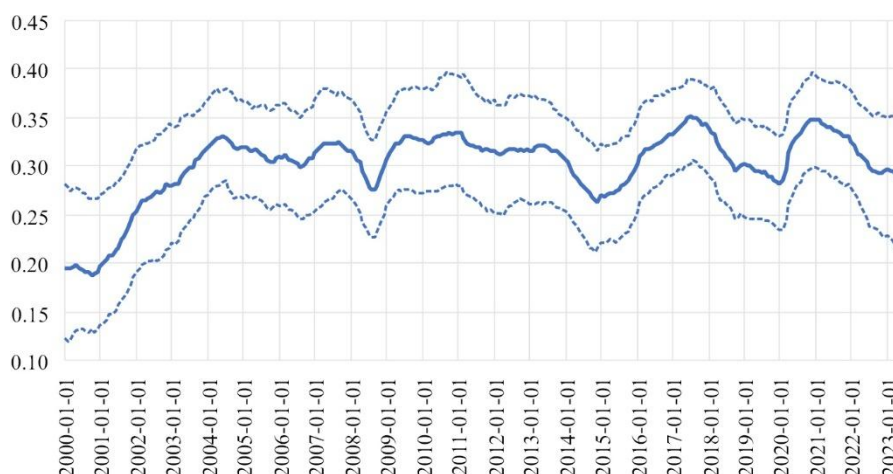


Рисунок 19 — Оценка параметра долгосрочной эластичности обменного курса по ценам на нефть и 68%-ный доверительный интервал

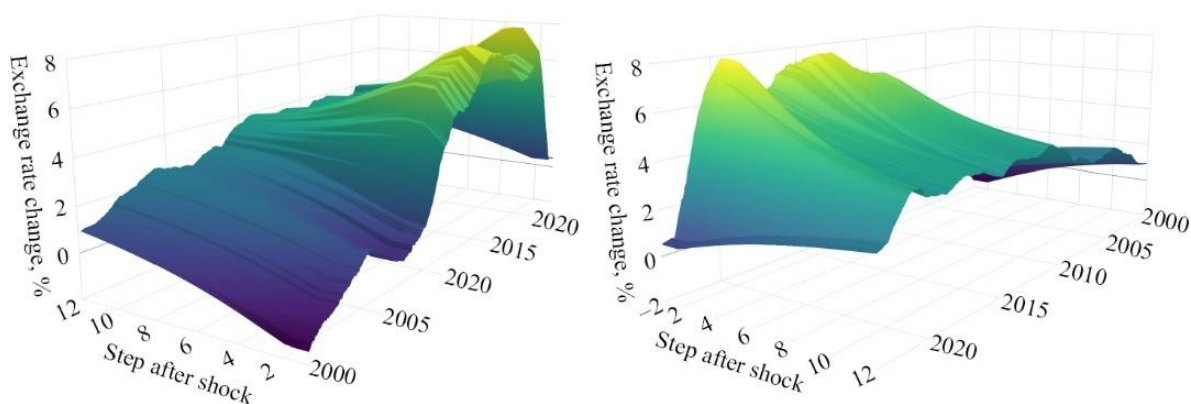


Рисунок 20 — Функции импульсного отклика реального обменного курса на 10%-ное увеличение нефтяных цен

В работах (Belomestny, Krymova, Polbin, 2021) и (Bedin, Kulikov, Polbin, 2021) для описания совместной динамики реального ВВП, реального обменного курса и реальных цен на нефть были построены модель векторной авторегрессии с меняющимися во времени параметрами согласно процессу случайного блуждания (TVP-VAR) и векторная модель коррекции ошибок с марковскими переключениями режимов, соответственно. В обеих моделях цены на нефть полагались экзогенными, и оценка проводилась в рамках предположения, что долгосрочная эластичность по ценам на нефть неизменна во времени. На рисунке 21 представлены функции импульсного отклика в первой модели, на рисунке 22 — во второй.

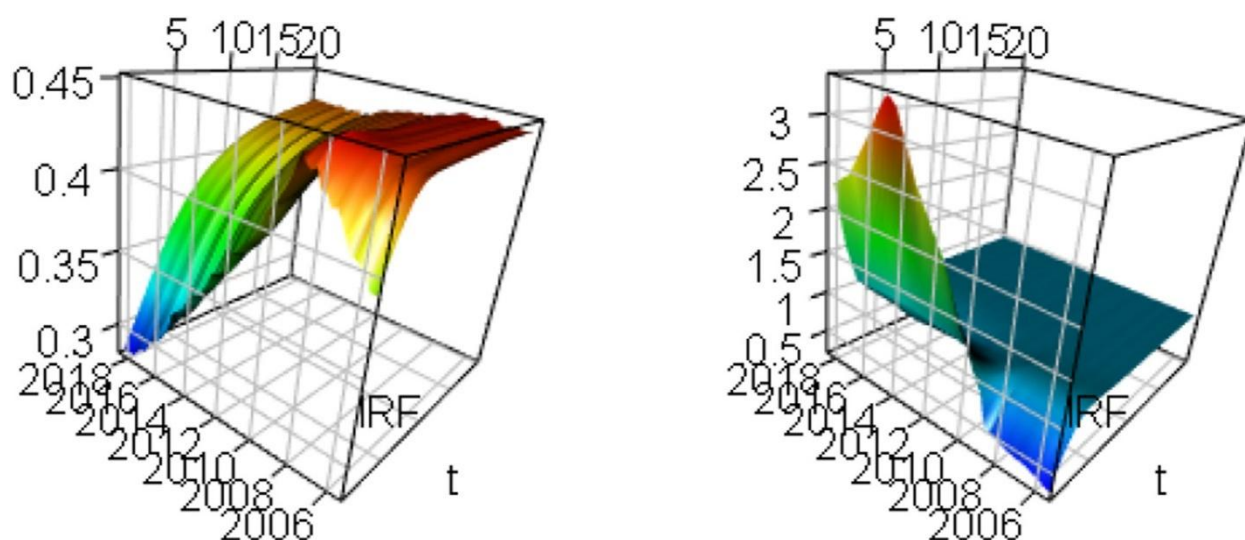


Рисунок 21 — Функции импульсного отклика реального ВВП (слева) и реального обменного курса рубля (справа) на 10%-ное увеличение нефтяных цен в TVP-VAR модели

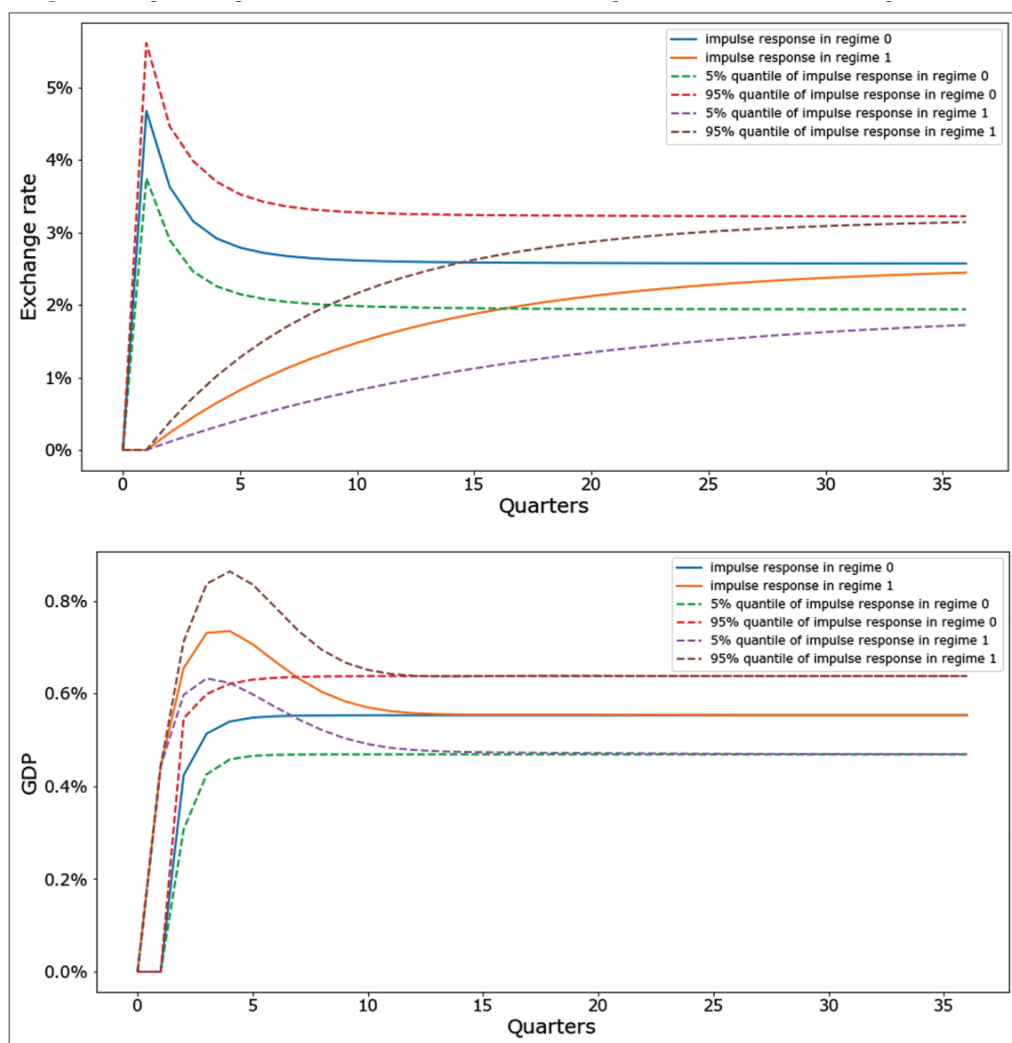


Рисунок 22 — Функции импульсного отклика реального обменного курса рубля и реального ВВП на 10%-ное увеличение нефтяных цен в VECM модели с марковскими переключениями

Оба рисунка демонстрируют, что чем медленнее укрепляется обменный курс рубля в ответ на рост цен на нефть, тем сильнее увеличивается реальный ВВП в краткосрочной перспективе, что полностью согласуется с теоретическим анализом, приведенном выше. При этом результаты модели с переключением режимов демонстрируют более выраженные эффекты.

8. Анализ асимметричного воздействия макроэкономических шоков на экономику с высокой зависимостью от экспорта нефти в условиях наличия периодически срабатывающих ограничений

В работе (Andreyev, Polbin, 2022) анализируется денежно-кредитная политика в условиях ограничения нижней границы нулевой процентной ставки (Zero Lower Bound, ZLB) на основе модели DSGE. Экономика является

малой открытой, в которой функционирует два производственных сектора (внутренне-ориентированный и экспортно-ориентированный), и сильно зависит от условий торговли (terms of trade, TOT).

В работе показано, что если денежно-кредитная политика описывается с помощью простого правила Тейлора без инерции, $R_t^l - R^{l,ss} = 1.5(\pi_t - \pi^{ss})$, то положительный шок условий торговли в одно стандартное отклонение, откалиброванное в статье на уровне 14.4%, может привести к столкновению экономики с ZLB. Функции импульсного отклика на данный шок приведены на рисунках 23 и 24.

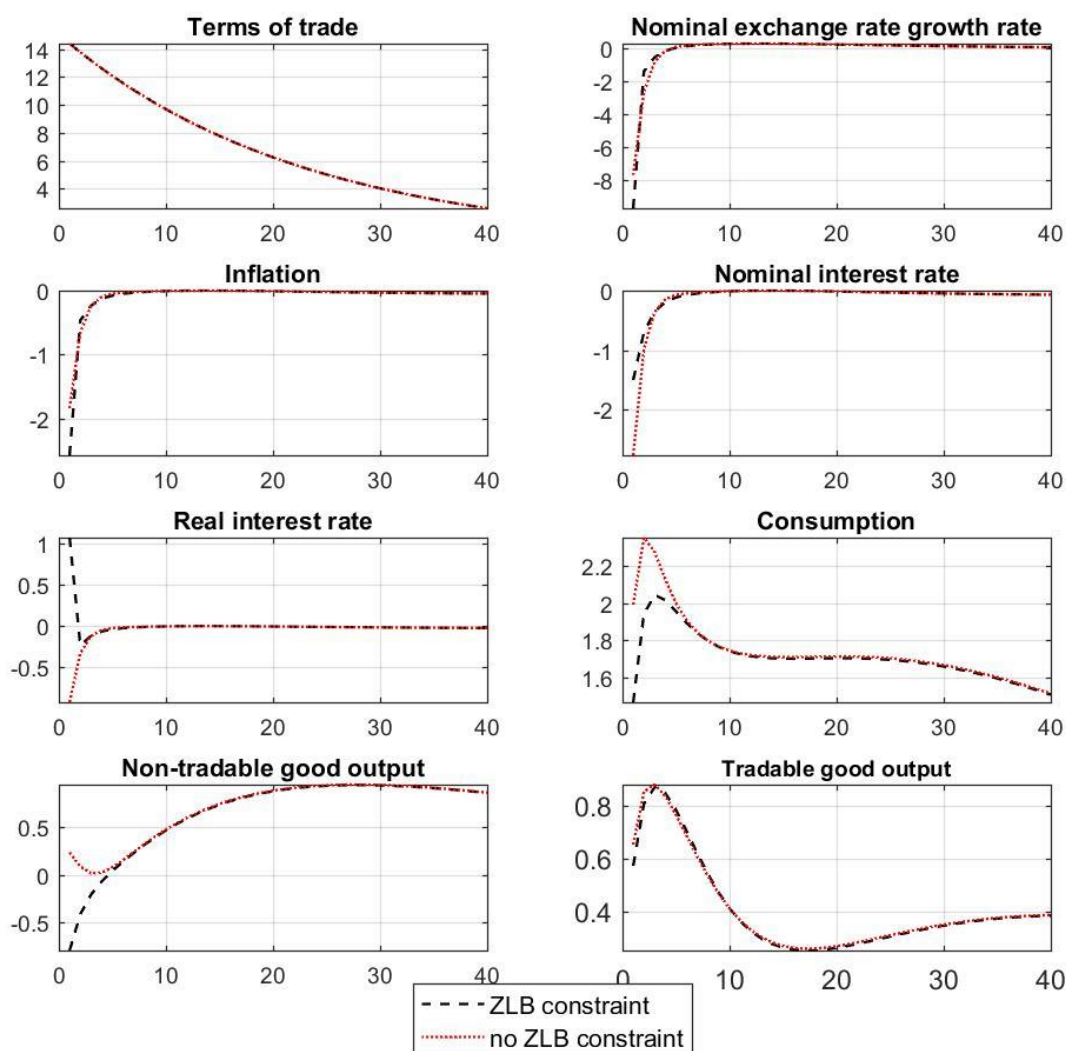


Рисунок 23 – Функции импульсного отклика на шок условий торговли при инструментальном правиле $R_t^l - R^{l,ss} = 1.5(\pi_t - \pi^{ss})$ в условиях наличия ZLB, часть I

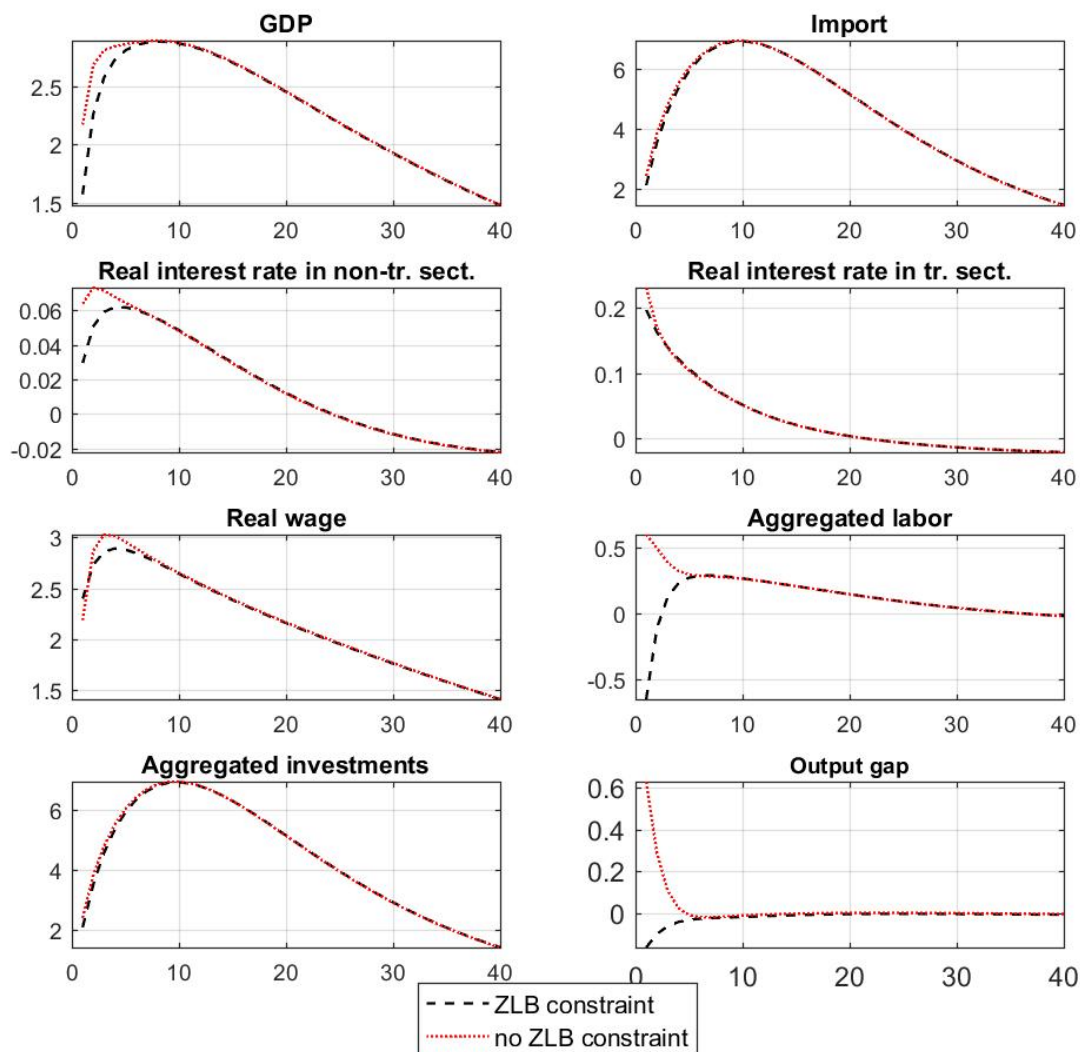


Рисунок 24 – Функции импульсного отклика на шок условий торговли при инструментальном правиле $R_t^l - R^{l,ss} = 1.5(\pi_t - \pi^{ss})$ в условиях наличия ZLB, часть II

Как показано на графиках, в результате положительного шока условий торговли обменный курс укрепляется. Инфляция имеет импортную компоненту, которая определяется обменным курсом. Следовательно, инфляция снижается, что вынуждает регулятора понизить процентную ставку. В рассматриваемом случае, если существует нижняя граница для ставок, регулятор может снизить ставку только до 0% годовых с долгосрочного уровня в 6%, тогда как при отсутствии нижней границы ставка может быть снижена ниже 0%. Если такая граница существует, инфляция падает ниже уровня, который мог бы быть достигнут в ее отсутствие.

Основное различие между режимами связано с тем, как реагирует реальная процентная ставка. Более высокая реальная ставка при наличии ограничения на номинальную ставку приводит к тому, что домохозяйства начинают больше сберегать и меньше увеличивать потребление. Снижение потребительского спроса ведет к замедлению роста выпуска в неторгуемом секторе, тогда как в торгуемом секторе изменения выпуска незначительны. Совокупный выпуск демонстрирует более низкие темпы роста, что приводит к снижению роста как стоимости факторов производства, так и самих факторов производства.

Воздействие шока является асимметричным: описанные различия между режимами возникают только при положительном шоке условий торговли, тогда как при отрицательном шоке поведение режимов одинаково. Это означает, что как средняя наблюдаемая инфляция, так и выпуск оказываются ниже при условии нулевой нижней границы процентной ставки (ZLB). Что касается волатильности, волатильность инфляции увеличивается при наличии ограничения на процентную ставку, тогда как волатильность выпуска и номинальной процентной ставки снижается. Это означает, что регулятор, стремящийся снизить только волатильность инфляции, сталкивается с негативными последствиями из-за наличия ограничения на ставку. Однако, если регулятор использует комбинированные критерии, наличие ограничения может быть выгодным.

Таким образом, в отличие от развитых экономик, для стран с богатыми ресурсами проблема ZLB становится актуальной в период экономического роста, когда внешние экономические условия улучшаются. Положительные внешние шоки приводят к укреплению национальной валюты, снижению инфляции и снижению процентных ставок при проведении ДКП, ориентированной на инфляцию. При этом, если экономика сталкивается с ZLB, воздействие шоков снижается, так как происходит рост реальных процентных ставок, сдерживающих увеличение потребления домохозяйств и, соответственно, совокупный спрос.

В работе проанализированы оптимальные инструментальные правила ДКП для ключевой процентной ставки. Показано, что в случае наличия ZLB оптимальным является поддерживать более высокую инерционность процентных ставок и менее активно реагировать на изменения инфляции по сравнению с ситуацией, когда ZLB не учитывается. При целевом уровне инфляции в 4% вероятность столкновения с ZLB оказывается низкой, однако при понижении целевого уровня до 2% соответствующие риски сильно возрастают. Таким образом, необходимость учета ZLB для процентных ставок становится важным аспектом обсуждения возможности снижения целевого уровня инфляции в России

В работе (Андреев, Полбин, 2023) предложена модель малой открытой экономики, сильно зависящей от экспорта ресурсов, в которой присутствуют два типа домохозяйств. Основным объектом исследования является залоговое ограничение и его трансмиссионная роль при основных шоках. Терпеливые домохозяйства владеют производственным капиталом, принимают решения относительно объёма инвестиций и сдают его в аренду. Терпеливые домохозяйства одалживают средства другому типу домохозяйств – нетерпеливым домохозяйствам. Оба типа домохозяйств получают удовольствие не только от потребления, но и от владения недвижимостью. Недвижимость в данной модели не производится и не амортизируется, её постоянный объём распределяется между двумя типами домохозяйств. Недвижимость используется нетерпеливыми домохозяйствами в качестве залога при привлечении займов.

Труд нетерпеливых и терпеливых домохозяйств дифференцируется производителями. Производители внутреннего промежуточного (неторгуемого) товара и производители экспортного (торгуемого) товара используют три производственных фактора: производственный капитал и труд от каждого типа домохозяйств. Внутренний промежуточный продукт комбинируется с импортным для производства конечного внутреннего

продукта, который расходуется на потребление домохозяйств и инвестиции обоих секторов.

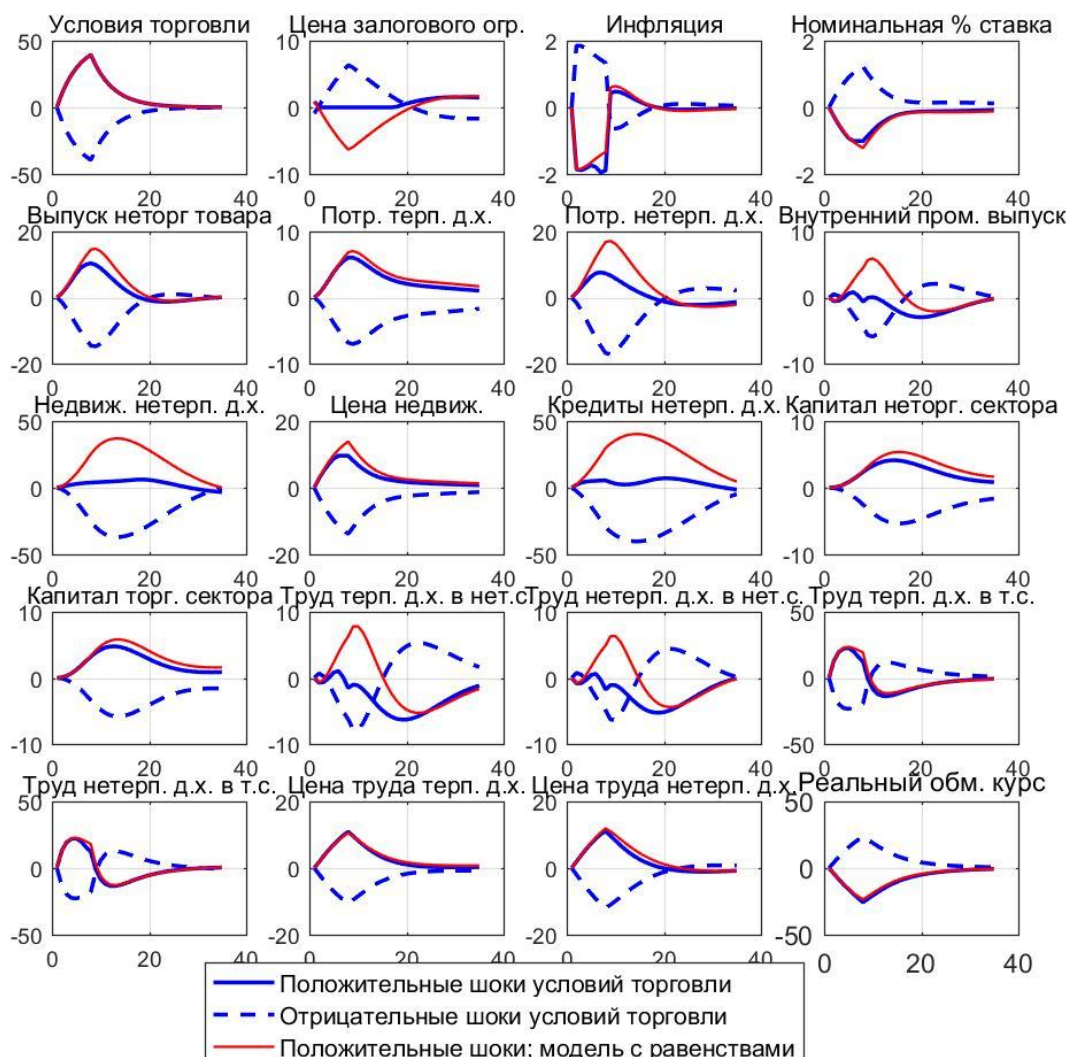
Распространение влияния шока условий торговли происходит следующим образом. Положительный шок условий торговли приводит к укреплению национальной валюты. Так как импорт используется в производстве конечного продукта, то укрепление национальной валюты способствует снижению инфляции и снижению номинальной процентной ставки. Эффект дохода приводит к росту потребления и росту спроса на недвижимость, что влечёт рост цен на недвижимость. Рост цен на недвижимость приводит к тому, что стоимость залога может оказаться выше величины заёмных средств, то есть объём заёмных средств может перестать быть лимитированным залогом. Снижение процентных может привести к столкновению с ограничением неотрицательности ставок. Таким образом, в экспортирующей экономике положительный шок условий торговли может привести как к срабатыванию ограничения неотрицательности ставки, так и к ослаблению залогового ограничения.

Далее представлен анализ влияния шока условий торговли на уровне функций импульсного отклика. Рассматриваемый сценарий – затяжное изменение (бум или спад) на внешнем рынке природных ресурсов. Сценарий заключается в ежеквартальном 10% шоке условий торговли P_t^{res} в течение 7 кварталов, что с учётом затухания воздействия шока приводит к концу 7-го квартала к суммарному 40% изменению условий торговли.

Для наглядности ниже на рисунках изображены функции импульсного отклика для случаев: а) для положительного шока условий торговли, б) для отрицательного шока условий торговли, в) для положительного шока в случае, когда не накладывается условие отрицательности процентной ставки, а залоговое ограничение всегда выполнено как равенство. Функции отклика для случаев б) и в) одинаковы по модулю, но имеют различные знаки в силу того, что залоговое ограничение перестаёт выполняться как равенство, а

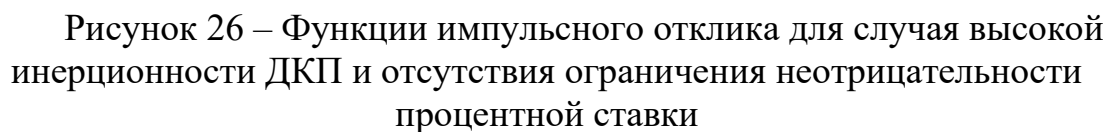
номинальная ставка достигает нуля только при положительных шоках условий торговли.

Если параметр степени инерционности ДКП в правиле Тейлора высок – $\rho_r = 0.9$, то различие между откликами переменных для серии положительных и отрицательных шоков условий торговли имеет умеренный характер (рисунок 25).



Наиболее отличающиеся отклики наблюдаются для переменных потребления нетерпеливых домохозяйств, кредитов, недвижимости, внутреннего промежуточного выпуска, производственного капитала в обоих секторах, труда в неторгуемом секторе. При серии положительных шоков отклики данных переменных значительно меньше по масштабу, чем при серии

Следует отметить, что различие в откликах для потребления нетерпеливых домохозяйств, кредитов и недвижимости обусловлено наличием именно залогового ограничения. Это следует из того, что в случае отсутствия ограничения неотрицательности процентной ставки, когда ставка может опускаться ниже нуля, отклики остальных переменных будут близки по модулю (рисунок 26).



97

относящихся лишь к самому залоговому ограничению, а общий масштаб асимметрии мал. Если при этом учитывается ограничение неотрицательности ставки, то масштаб асимметрии имеет умеренных характер (рисунок 25).

Если же политика регулятора оказывается низко инерционной ($\rho_r = 0.75$), то существенная асимметрия наблюдается во всех переменных (рисунок 27). При низкой инерции ДКП, как и при высокой инерции, асимметрия обусловлена, в первую очередь, срабатыванием ограничения неотрицательности процентной ставки, и в меньшей степени – выполнением залогового ограничения как строгого неравенства.

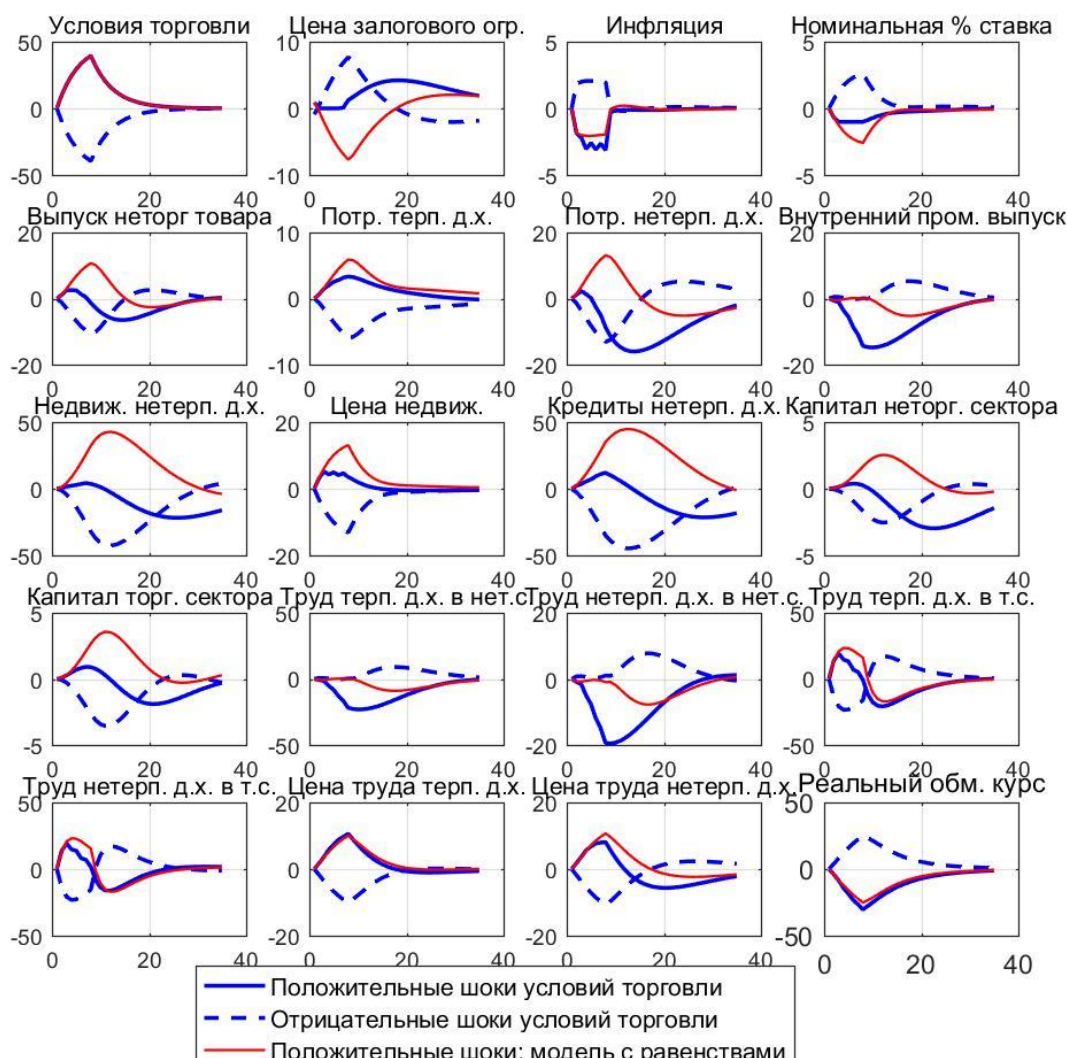


Рисунок 27 – функции импульсного отклика для случая низкой инерционности ДКП

При низкой инерции ДКП реакция инфляции оказывается имеет больший масштаб отклика. Поэтому и ставка регулятора также имеет больший отклик

и находится дальше на нулевой границе ставок, что объясняет дополнительную степень асимметрии.

Увеличение отклика инфляции при низкой инерционности ДКП не относится к вопросу асимметрии и имеет следующее объяснение. Так как агенты принимают решения с оглядкой на будущую инфляцию, что отражается в уравнении для аналога кривой Филлипса, текущая инфляция тем ниже, чем ниже ожидаемая будущая инфляция. В случае более низкой инерционности ДКП, соответствующей при прочих равных менее длительному возврату ставки в положение долгосрочного равновесия, регулятор обещает менее продолжительную борьбу с причинами, вызвавшими изменение инфляции, что повышает реакцию инфляции.

В работе (Полбин, Кропачева, 2025) проведен анализ влияния асимметричной жёсткости номинальных заработных плат (DNWR) на результаты фискальной и денежно-кредитной политики для российской экономики. На основе DSGE-модели получено кусочно-линейное приближение решения, при котором возможен учёт ограничения на динамику зарплат. Полученные результаты свидетельствуют в пользу большей эффективности фискальной политики во время рецессии по сравнению с экономическим подъемом. Кроме того, отмечается зависимость величины мультипликаторов от природы шока, воздействующего на экономику. Эффективность денежно-кредитной политики, напротив, оказывается ниже при наличии DNWR. Результаты исследования позволяют сделать вывод о значимой роли DNWR как одного из факторов ослабления влияния ДКП и асимметричности мультипликаторов госрасходов. Результаты исследования могут быть полезны при планировании фискальной и денежно-кредитной политики, а также при построении DSGE-моделей, учитывающих более сложную динамику экономических показателей.

9. Особенности функционирования экономики в условиях ограничений на движение капитала

С начала проведения СВО на Украине российская экономика столкнулась с большим числом санкций со стороны недружественных государств. На начало 2023 года экспортные доходы РФ от продажи энергоресурсов оставались высокими. Однако существовали риски их снижения на горизонте нескольких лет из-за тех или иных ограничений со стороны ряда стран, что могло оказывать влияние на потребительское и инвестиционное поведение через канал ожиданий снижения агрегированного дохода РФ в будущем. В работе (Андреев, Полбин, 2023) на основе модели общего равновесия для российской экономики проанализировано влияние шока ожиданий сокращения в будущем доходов от экспорта энергоресурсов в условиях закрытого счета финансовых операций.

Актуальность анализа влияния макроэкономических шоков в условиях закрытого счета финансовых операций обусловлена тем, что в 2022 году Банк России с целью предотвращения финансового кризиса и стабилизации экономической ситуации в России ввел ограничения на движение капитала. В работе (Polbin, Rybak, Zubarev, 2020) на основе панельного эконометрического анализа по странам с высокой зависимостью от экспорта сырья делается вывод, что при снижении сбережений, которое может быть обусловлено ухудшением условий торговли, мобильность капитала для данных стран снижается, что также подчеркивает актуальность моделирования экономики с высокой зависимостью от экспорта сырья в условиях наличия ограничений на движение капитала.

В случае ожидаемого снижения дохода от экспорта энергоносителей снижается перманентный доход российских экономических агентов – некоторый усредненный доход на длительном промежутке времени в будущем. В теориях, описывающих агрегированное потребление, домохозяйства сглаживают свое потребление во времени и потребляют некоторую долю своего перманентного дохода. Соответственно, в случае

ожидаемого снижения доходов в будущем снижается перманентный доход домохозяйств уже в настоящем, и, следовательно, снижается объем их потребления. Однако в рассматриваемой ситуации текущие доходы еще не снизились, они превышают перманентный уровень дохода. Следовательно, при снижении потребления и неизменности текущих доходов увеличиваются сбережения домохозяйств в краткосрочном периоде («сбережения на черный день»).

В открытой экономике с открытым финансовым счётом платёжного баланса данное увеличение сбережений должно пойти на внешний рынок – должен наблюдаться отток капитала с ослаблением курса рубля. Ограничения же на движение капитала в РФ препятствуют оттоку капитала, увеличившиеся сбережения не могут уйти на внешний финансовый рынок. Теоретически, обсуждаемый мотив «сбережений на черный день» может простимулировать инвестиционную активность внутри экономики. Данное рассуждение подтверждается статистикой: в 2022 году валовое накопление основного капитала продемонстрировало рост на 5.2%⁵, в то время как ВВП снизился на 2.1%, а потребление домохозяйств – на 1.8%.

Используемая в исследовании модель описывает малую открытую экономику, сильно зависящую от экспорта природных ресурсов. В работе помимо прочего также описывается производство несырьевого экспортного товара. В модели домохозяйства стремятся максимизировать полезность от потребления и минимизировать неудовольствие от труда, будучи стеснёнными бюджетным ограничением. Домохозяйства потребляют неторгуемый продукт, предоставляют в аренду труд и капитал, делают вложения в иностранные облигации, а также получают прибыль от всех видов производств, в том числе выручку от продажи сырьевого экспорта (рисунок 28).

⁵ Безусловно, наблюдаемый рост инвестиций был связан не только с ожиданиями дальнейших санкций против российского экспорта, но и с необходимостью выстраивания новых производственных цепочек в условиях масштабных ограничений на поставки товаров и услуг в РФ.

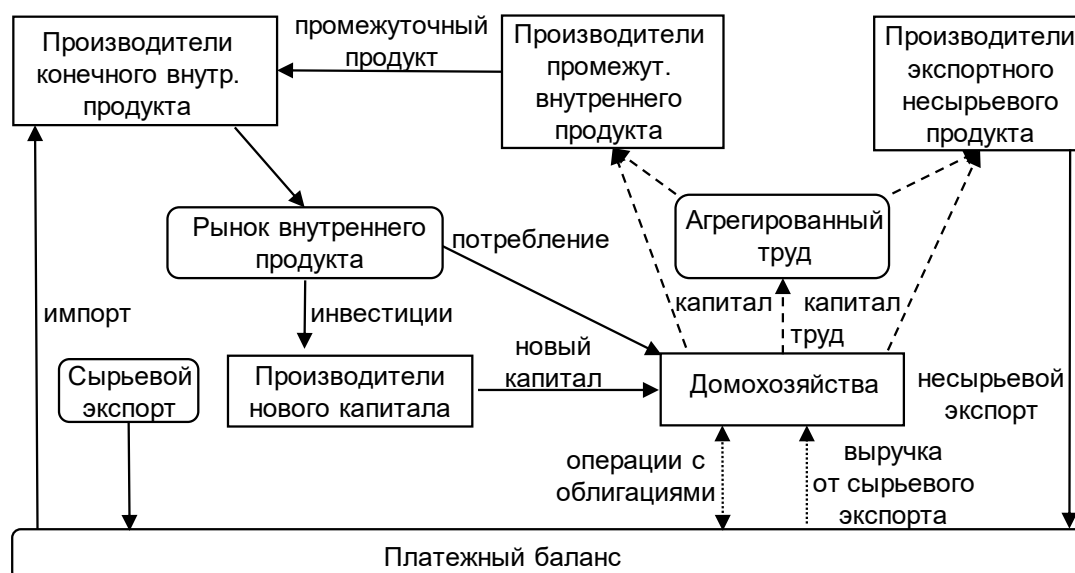


Рисунок 28 – Схема модели: товарные потоки, потоки труда и капитала и некоторые финансовые потоки

Труд и производственный капитал, предоставляемый в аренду домохозяйствами, используется для производства внутреннего промежуточного товара, а также торгуемого несырьевого товара. Внутренний промежуточный товар в комбинации с импортом используется для производства неторгуемого товара, который продаётся на внутреннем рынке и расходуется на потребление домашних хозяйств и на инвестиции в секторе производства внутреннего промежуточного товара и торгуемого несырьевого товара.

Помимо торгуемого несырьевого товара на экспорт поставляется также сырьевой товар, производство которого не требует затрат факторов. Предполагается, что именно компании сырьевого сектора попадают под санкции и испытывают шок. Шок объема экспорта сырьевого товара и его воздействие на экономику является предметом исследования в данной работе. В данной постановке, когда производство сырьевого товара не требует затрат факторов, шок объёма сырьевого экспорта эквивалентен шоку цены на сырьевой экспорт.

Денежно-кредитная политика (ДКП) заключается в таргетировании инфляции путём следования правилу Тейлора. Предполагается, что ДКП

является инерционной, то есть при установке ставки регулятор ориентируется не только на текущую инфляцию, но и на исторические значения ставки.

В соответствии с новокейнсианским подходом в модели присутствует ряд несовершенств. К ним относится механизм жёсткости цен, жёсткости заработных плат, издержки на внешние вложения домохозяйств, издержки на изменение уровня инвестиций, а также издержки на изменение труда в производстве торгуемого несырьевого товара.

Существует два основных канала влияния отрицательного шока объёма сырьевого экспорта: курсовой и канал дохода. При падении сырьевого экспорта объём экспортной выручки падает, национальная валюта обесценивается. Рост курса приводит к росту инфляции, что вынуждает регулятора поднимать процентную ставку. В силу того, что цена продукции торгуемого несырьевого сектора напрямую зависит от курса национальной валюты, компании торгуемого несырьевого сектора могут в ответ на изменение экономических условий – ослабление национальной валюты – наращивать производство, тем самым ослабляя действие шока. Естественно, что несырьевые компании могут также попасть под санкции, как и сырьевые, однако в рассматриваемых сценариях авторы абстрагируются от этого. Эффект (падения) дохода проявляется в падении располагаемых средств домохозяйств, что приводит к падению спроса внутри экономики и тенденции к снижению инвестиций.

Далее рассматриваются сценарии, в которых происходит перманентное падение уровня объёма сырьевого экспорта в условиях закрытого финансового счёта платёжного баланса. Падение сырьевого экспорта ожидается всеми экономическими агентами через 8 кварталов от текущего момента. Рассматриваются три варианта снижения экспорта: величина падения составляет 40%, 60% или 80%⁶ (рисунок 29). Размер эффектов зависит линейно от величины падения экспортных доходов.

⁶ Более правильным бы являлось описание возможного снижения экспортных доходов в будущем с помощью вероятностного распределения. Однако параметры такого

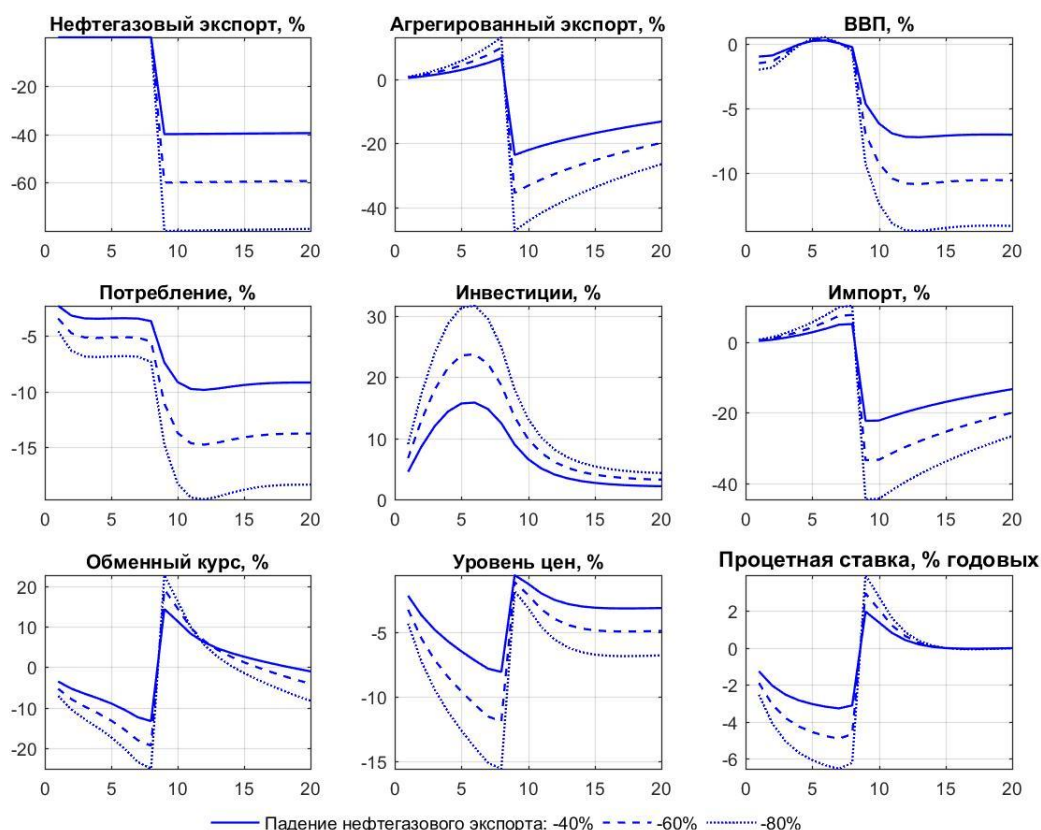


Рисунок 29 – Реакция основных макроэкономических переменных на ожидаемое через 8 кварталов падение нефтегазовой выручки на 40%, 60% и 80% в условиях закрытого финансового счёта платёжного баланса. По горизонтальной оси: кварталы. По вертикальной оси: процентное отклонение макропеременной от долгосрочного равновесия (в условиях отсутствия ожиданий о будущем снижении экспортных доходов)

В данном сценарии, как и в существующей литературе, воздействие шока ожиданий на экономику сосредоточено в окрестности двух моментов времени: в момент появления новости и в момент реализации события – падения экспорта. Сценарные расчёты показывают, что ожидания будущего падения экспортных доходов не приводят к моментальному снижению показателей экономики. Резкое снижение ВВП и потребления происходит ближе к фактическому наступлению спада в экспортной выручке, в краткосрочном же

вероятностного распределения определить невозможно ввиду того, что рассматриваемое событие не является повторяющимся и на исторических данных получить соответствующие оценки нельзя. Поэтому для иллюстрации особенностей влияния ожидаемого снижения экспортных доходов мы ограничиваем себя сценарным анализом.

периоде динамика данных показателей оказывается весьма плавной. Агрегированные инвестиции, напротив, демонстрируют увеличение в ответ на ожидания о снижении экспортных доходов в будущем. В краткосрочном периоде эффект на инвестиции составляет +4.5-9.0% в отклонениях от базового варианта экономического развития, а на пике через 6 кварталов инвестиции увеличиваются на 15.8-31.6% в отклонениях от базового варианта экономического развития.

Ожидаемое падение экспорта в секторе, подверженном санкциям, частично компенсируется ростом экспорта в несырьевом экспортирующем секторе, не подверженном санкциям, что связано с ожидаемым ослаблением национальной валюты, снижением реальных заработных плат из-за негативного эффекта дохода на предложение труда и наращиванием активности в этих секторах. Национальная валюта в период до момента фактического падения экспорта укрепляется, что связано с увеличением экспортной выручки в страну из-за расширения экспорта несырьевого сектора.

В равновесии при закрытом финансовом счете объем импорта должен увеличиться при увеличении экспортных доходов, значит на фоне снижения внутреннего выпуска импорт должен занять относительно большую долю в корзине конечного потребления, для чего необходимо укрепление обменного курса и, соответственно, снижение относительных цен импортных товаров. Однако в момент обвала экспорта национальная валюта резко обесценивается. Конечные цены на фоне спада внутреннего спроса и укрепления курса демонстрируют снижение до момента падения экспорта, а в момент обвала – резкий рост в силу переноса ослабления валютного курса в цены. Процентная ставка, устанавливаемая центральным банком, следует за инфляцией, поэтому в период обвала экспорта ставка также резко повышается.

При снижении энергетического экспорта на 40, 60 и 80% в долгосрочном периоде ВВП снижается на 7.1, 10.7 и 14.2% соответственно, а потребление домохозяйств снижается на 9.3, 14.0 и 18.6% соответственно. Неэнергетический же экспорт демонстрирует рост (обратный эффект к

голландской болезни). Если бы финансовый счёт платёжного баланса был открыт, то экономические показатели заблаговременно отреагировали бы на информацию о будущем падении нефтегазовых доходов (рисунок 30). Подстройка к новому долгосрочному равновесию происходила бы плавно, а эффект воздействия на экономику в момент реализации события – падения экспортного дохода – был бы практически не выражен. Более того, часть инвестиций в краткосрочной и среднесрочной перспективе была бы ориентирована на внешние рынки: потребители сохраняли бы часть благосостояния перед «плохими временами» за границей. Вследствие этого инвестиции выросли бы не так сильно, а внутреннее производство и потребление упало бы сильнее в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Большее падение внутреннего спроса объясняет более сильный негативный эффект новости на ВВП в момент её появления в случае открытого финансового счёта, чем в случае закрытого финансового счёта. Более мягкая реакция экономики в момент реализации события – падения экспортных доходов – объясняется возможностью экономики смягчить воздействие шока с помощью внешних финансовых вложений: при падении доходов отток финансового капитала сменяется на приток. За счёт внешних накопленных средств домохозяйства более плавно подстраивают своё потребление под шок, а вместе с этим более плавно изменяются обменный курс, цены и процентная ставка. При открытом финансовом счете ослабление курса происходит сразу в момент появления новости, что обусловлено оттоком финансового капитала, эффект от которого превышает эффект увеличения доходов от несырьевого экспорта. В условиях функционирующих финансовых потоков импорт уже не должен быть равен экспорту, и снижение импорта тоже наблюдается сразу.

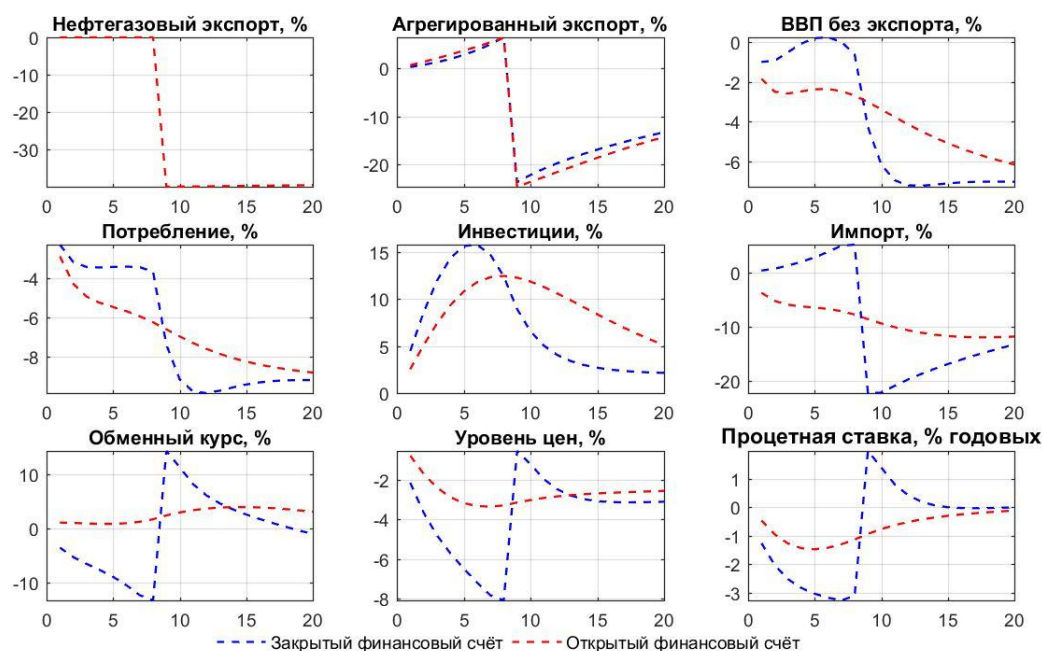


Рисунок 30 – Реакция основных макроэкономических переменных на ожидаемое через 8 кварталов падение нефтегазового экспорта на 40%. Для случаев закрытого и открытого финансового счёта платёжного баланса. По горизонтальной оси: кварталы. По вертикальной оси: процентное отклонение макропеременной от долгосрочного равновесия (в условиях отсутствия ожиданий о будущем снижении экспортных доходов)

Таким образом, реакция экономики в окрестности двух выделенных периодов времени – в момент появления новости и в момент падения экспортных доходов – существенным образом зависит от степени открытости финансового счёта платёжного баланса. При закрытом финансовом счёте появление новости носит меньший негативный эффект, но имеет больший негативный эффект в момент падения экспортных доходов.

Рост инвестиций гораздо сильнее при закрытом финансовом счёте, чем при открытом. Это указывает на важность вклада фактора сбережений в рост инвестиционной активности. Другим фактором роста инвестиций является активность в несырьевом экспортирующем секторе, которая, однако, не является определяющей. Даже если предположить, что в несырьевом экспортирующем секторе отсутствует возможность расширения, например, по причине сложной геополитической обстановки, то инвестиции всё равно растут при закрытом финансовом счёте, тогда как при открытом счете падают.

Последнее утверждение иллюстрирует рисунок 31, соответствующий постоянству труда L_t^{ex} и капитала K_t^{ex} в несырьевом экспортирующем секторе: при открытом счёте рост инвестиций на пике через 4 квартала после шока составляет 5.0%.

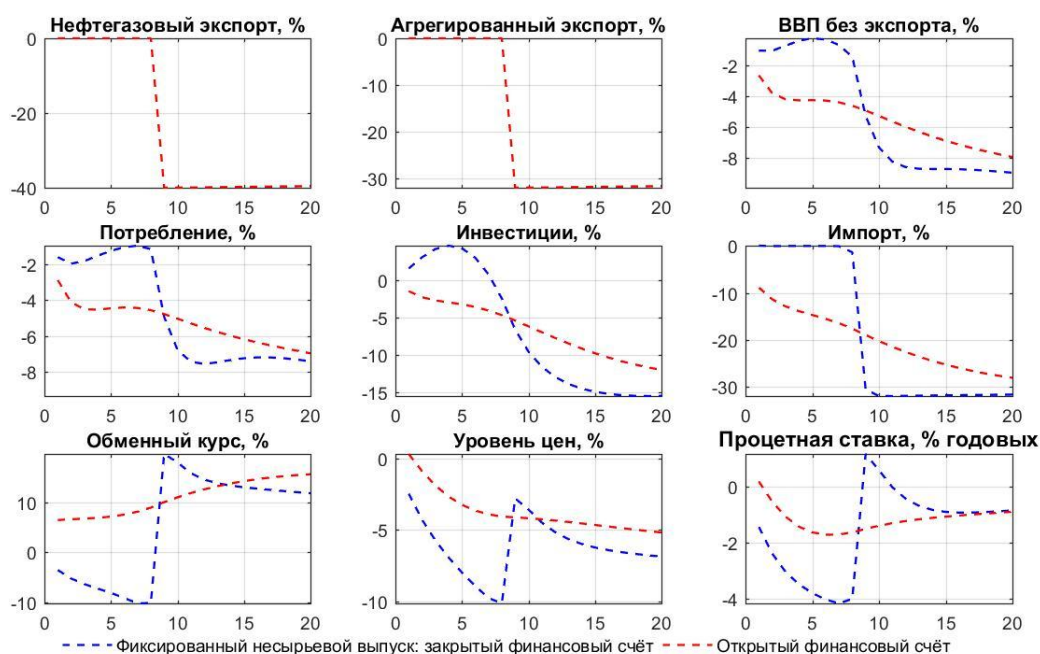


Рисунок 31 – Реакция основных переменных модели на ожидаемый через 8 кварталов шок падения нефтегазового экспорта на 40% в случае фиксированного выпуска несырьевого экспортирующего сектора для случаев закрытого и открытого финансового счёта платёжного баланса. По горизонтальной оси: кварталы. По вертикальной оси: процентное отклонение макропеременной от долгосрочного равновесия (в условиях отсутствия ожиданий о будущем снижении экспортных доходов)

В заключении отметим различия в действии ожидаемого шока падения экспортных доходов (через 8 кварталов) и неожиданного шока падения доходов (в текущем квартале) (рисунок 32). Оба шока – ожидаемый и неожиданный – характеризуются одинаковым долгосрочным положением равновесия для реальных показателей экономики, которое отлично от начального положения равновесия, в котором находилась экономика до шока.

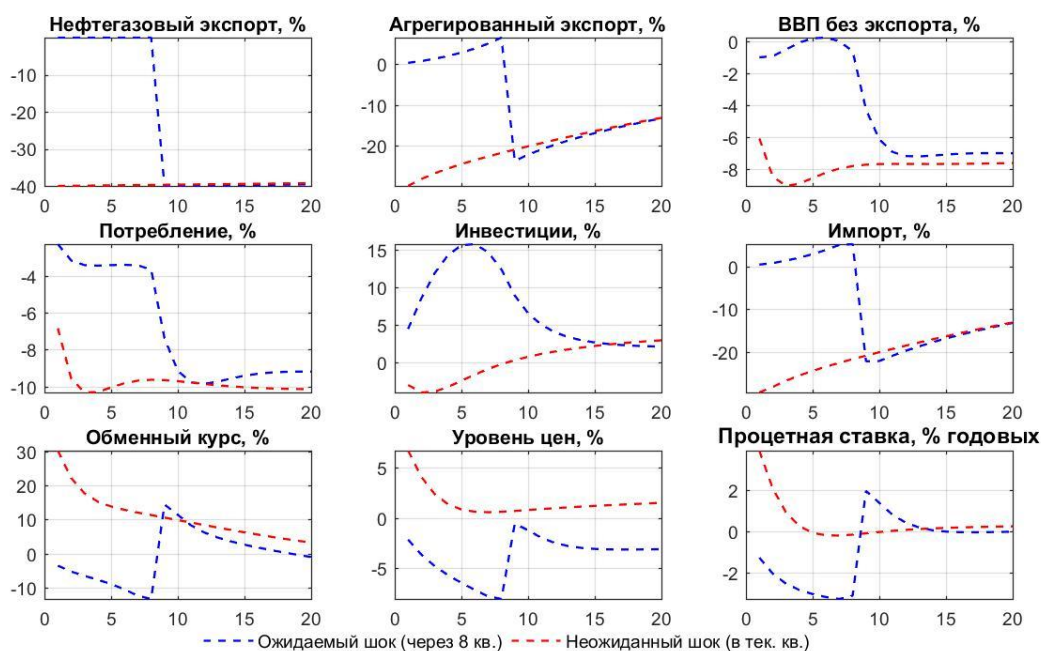


Рисунок 32 – Реакция основных переменных модели на ожидаемый через 8 кварталов и неожиданный шок падения нефтегазового экспорта на 40%. По горизонтальной оси: кварталы. По вертикальной оси: процентное отклонение макропеременной от долгосрочного равновесия (в условиях отсутствия ожиданий о будущем снижении экспортных доходов)

Реакция на ожидаемый шок в момент падения дохода (через 8 кварталов после новости) и на неожиданный шок качественно схожа по многим переменным: падение потребления, выпуска, импорта, обесценивание национальной валюты. Существенным отличием действия шоков является то, что в течение 8 кварталов при ожидаемом шоке ряд показателей экономики – номинальный и реальный обменный курс, уровень цен, процентная ставка – падает, в то время как при неожиданном шоке – растёт. При неожиданном шоке национальная валюта моментально обесценивается, растёт уровень цен и процентная ставка. Таким образом, при ожидаемом и неожиданных шоках регулятор в отношении ставки принимает противоположные решения.

В работе (Андреев, Полбин, 2018) систематизированы теоретические работы по анализу влияния госрасходов на конечное потребление товаров и услуг и других инструментов фискальной политики на основные макроэкономические показатели в контексте динамических стохастических

моделей общего равновесия. Изучены каналы влияния фискальных инструментов как в неоклассических моделях общего равновесия с гибкими ценами, так и в неокейнсианских моделях, в которых денежно-кредитная политика нетривиально влияет на величину фискального мультипликатора. Проанализированы особенности проведения фискальной политики в условиях ловушки ликвидности, когда номинальные процентные ставки находятся на нулевой нижней границе, что может кардинальным образом изменить выводы об эффективности альтернативных мер фискальной политики.

В работе (Зубарев, Полбин, 2016) проводится оценка макроэкономических последствий снижения экспортной пошлины на нефть в зависимости от разных сценариев развития нефтеперерабатывающего сектора и мер экономической политики в рамках неоклассической модели общего равновесия для российской экономики. Экспортная пошлина на нефть субсидирует как нефтепереработку, обеспечивая её конкурентоспособность в условиях низкой эффективности по сравнению с иностранными компаниями, так и потребителей нефтепродуктов, удерживая цены ниже мировых уровней. Основное внимание уделено сравнению различных эффектов от реализации налогового маневра, связанного с отменой экспортной пошлины на нефть. Отмена пошлины может стимулировать повышение эффективности нефтепереработки, создавая предпосылки для модернизации отрасли. Однако негативные последствия могут проявляться через удорожание ключевых производственных ресурсов — нефти и нефтепродуктов, что способно ослабить конкурентоспособность российского экспорта (за исключением энергетического сектора). Переход на современные технологии в модели рассматривается как экзогенный процесс. Предполагается, что отмена экспортной пошлины вынудит фирмы модернизировать производство. Построены сценарии поэтапного снижения пошлины в течение пяти-семи лет, чтобы избежать резкого коллапса на внутреннем рынке нефтепродуктов из-за неспособности отдельных предприятий оперативно внедрить новые технологии. Показано, что при низких мировых ценах на нефть такие

налоговые изменения могут оказаться минимально болезненными для экономики. Если же данная экономическая политика вынудит нефтеперерабатывающие предприятия модернизироваться, то в долгосрочной перспективе это приведёт к положительным результатам для выпуска продукции и благосостояния отечественных экономических агентов.

В работе (Полбин, 2024) предложена новая спецификация DSGE модели для российской экономики, в которой функция полезности рикардианских домохозяйств описывается с помощью предпочтений Яймовича и Ребело (Jaimovich, Rebelo, 2009), которые позволяют снизить влияние эффекта дохода на предложение труда. Наряду с рикардианскими в модели также рассматриваются нерикардианские домохозяйства, потребляющие весь свой текущий доход. В предлагаемой DSGE модели малой открытой экономики рассматривается два производственных сектора: внутренне-ориентированный сектор и экспортный сектор.

Задача рикардианских домохозяйств в рамках предпочтений (Jaimovich, Rebelo, 2009) принимает следующий вид. Предполагается наличие континуума рикардианских домохозяйств $\tau \in [0,1]$, что необходимо для формализации процесса не абсолютно гибкой подстройки номинальных заработных плат к макроэкономическим шокам за счет ввода в модель монополистической конкуренции на рынке труда и квадратичных издержек изменения ставки номинальной заработной платы, а также для формализации наличия «внешних» привычек в потреблении. Домохозяйства максимизируют свою полезность, которая записывается в виде следующего выражения:

$$U_t^R(\tau) = E_t \sum_{s=0}^{\infty} \beta^s \log \left((C_{t+s}^R(\tau) - H_{t+s}) - \frac{\theta}{1+\sigma_L} (L_{t+s}^R(\tau))^{1+\sigma_L} X_{t+s}(\tau) \right), \quad (27)$$

где $U_t^R(\tau)$ — полезность рикардианского домохозяйства в момент времени t , E_t — условное матожидание, β — дисконт, $C_t^R(\tau)$ — потребление рикардианских домохозяйства товаров и услуг, $H_t = hC_{t-1}^R = h \int_0^1 C_{t-1}^R(\tau) d\tau$ — «внешние» привычки в потреблении у рикардианских домохозяйств, $L_t^R(\tau)$

— отработанные часы рикардианских домохозяйств, σ_L — параметр, характеризующий эластичность предложения труда.

Показатель $X_t(\tau)$ задается с помощью следующего рекурсивного уравнения:

$$X_t(\tau) = (X_{t-1}(\tau))^{1-\gamma} (C_t^R(\tau) - H_t)^\gamma; \gamma \in [0,1]. \quad (28)$$

По мере приближения параметра γ к нулю данные предпочтения приближаются к предпочтениям Гринвуда, Херковица и Хафмана (Greenwood et al., 1988) без эффекта дохода на предложение труда. Если же γ стремится к единице, то предпочтения Яймовича и Ребело (Jaimovich, Rebelo, 2009) приближаются к предпочтениям Кинга, Плоссера и Ребело (King et al., 1988) с наличием эффекта дохода на предложение труда.

Бюджетное ограничение домохозяйства записывается в виде:

$$\begin{aligned} (1 + \tau_t^C)C_t^R(\tau) + I_t^d(\tau) + I_t^e(\tau) + \frac{B_t(\tau)}{P_t} + \frac{S_t B_t^*(\tau)}{P_t} = (1 - \tau_t^{Wh}) \frac{W_t(\tau)}{P_t} L_t^R(\tau) + \\ + \left((1 - \tau_t^K) \frac{R_t^d}{P_t} u_t^d(\tau) + \delta \tau_t^K \right) K_t^d(\tau) + \left((1 - \tau_t^K) \frac{R_t^e}{P_t} + \delta \tau_t^K \right) K_t^e(\tau) + \\ + \frac{T_t^R(\tau)}{P_t} + \frac{R_{t-1} B_{t-1}(\tau)}{P_t} + \frac{S_t R_{t-1}^* B_{t-1}^*(\tau)}{P_t} + \frac{Pr_t(\tau)}{P_t} - \\ - \frac{\psi_W}{2} \left(\frac{W_t(\tau)}{W_{t-1}(\tau)} - \bar{\pi}^W \right)^2 \frac{W_t L_t}{P_t} - \frac{\chi}{\psi_u} \left(e^{\psi_u(u_t^d(\tau)-1)} - 1 \right) K_t^d(\tau), \quad (29) \end{aligned}$$

где τ_t^C — ставка НДС, $I_t^d(\tau)$ — инвестиции во внутренний сектор, $I_t^e(\tau)$ — инвестиции в экспортный сектор, $B_t(\tau)$ — внутренние облигации, $B_t^*(\tau)$ — внешние облигации, S_t — номинальный обменный курс, P_t — цены товаров конечного потребления на внутреннем рынке, τ_t^{Wh} — ставка налога на доходы физических лиц, $W_t(\tau)$ — заработная плата, τ_t^K — ставка налога на прибыль, δ — норма выбытия капитала, $K_t^d(\tau)$ — капитал для внутреннего сектора, $K_t^e(\tau)$ — капитал для экспортного сектора, $u_t^d(\tau)$ — загрузка капитала внутренне-ориентированного сектора, R_t^d — рентная цена капитала во внутреннем секторе, R_t^e — рентная цена капитала в экспортном секторе, $T_t^R(\tau)$ — паушальные трансферты со стороны государства рикардинским

домохозяйствам, R_t — валовая доходность отечественных облигаций, R_t^* — валовая доходность иностранных облигаций, $Pr_t(\tau)$ — прибыль фирм, $\frac{\psi_W}{2} \left(\frac{W_t(\tau)}{W_{t-1}(\tau)} - \bar{\pi}^W \right)^2 \frac{W_t L_t}{P_t}$ и $\frac{\chi}{\psi_u} \left(e^{\psi_u(u_t^d(\tau)-1)} - 1 \right)$ — реальные квадратичные издержки изменения заработной платы и реальные издержки, связанные с загрузкой единицы капитала, $\bar{\pi}^W$ — долгосрочный темп роста номинальных заработных плат.

Дополнительными ограничениями в оптимизационной задаче рикарданского домохозяйства выступают два уравнения на динамику капитала для секторов, индексируемых как $\Xi \in \{d, e\}$, с квадратичными издержками изменения инвестиций:

$$K_{t+1}^\Xi(\tau) = (1 - \delta)K_t^\Xi(\tau) + I_t^\Xi(\tau) \left(1 - \frac{\varphi}{2} \left(\frac{I_t^\Xi(\tau)}{I_{t-1}^\Xi(\tau)} - 1 \right)^2 \right). \quad (30)$$

И последним ограничением в оптимизационной задаче домохозяйства является функция спроса на труд:

$$L_t^R(\tau) = \left(\frac{W_t(\tau)}{W_t} \right)^{-\eta_W} L_t^R, \quad (31)$$

где $L_t^R = \left[\int_0^1 (L_t^R(\tau))^{\eta_W-1} d\tau \right]^{\eta_W/(\eta_W-1)}$ и $W_t = \left[\int_0^1 (W_t(\tau))^{1-\eta_W} d\tau \right]^{\frac{1}{1-\eta_W}}$ —

совокупный труд, определяемый с помощью агрегатора Диксита-Стиглица, и агрегированная ставка заработной платы, η_W — эластичность замещения между отдельными единицами труда домохозяйств.

Нерикарданские домохозяйства потребляют весь свой текущий располагаемый доход:

$$(1 + \tau_t^C) C_t^{NR} = (1 - \tau_t^{Wh}) \frac{W_t}{P_t} L_t^{NR} + \frac{T_t^{NR}}{P_t}, \quad (32)$$

где C_t^{NR} — потребление нерикарданских домохозяйств, L_t^{NR} — труд нерикарданских домохозяйств, T_t^{NR} — трансферты нерикарданским домохозяйствам.

Спецификации задач прочих экономических агентов и условия оптимального поведения приведены в работе (Полбин, 2024). Модель

реалистично откалибрована и предназначена для качественного анализа различий в фискальных мультипликаторах в разных условиях функционирования экономики, для изучения влияния разных вариантов функции полезности на трансмиссию фискальной политики. Для получения более точных оценок фискальных мультипликаторов требуется дальнейшая эконометрическая оценка параметров модели. Далее приводятся несколько сценариев из работы (Полбин, 2024).

На первом шаге анализируются свойства функции предпочтений Яймовича и Ребело, что, по мнению автора, наилучшим образом можно проиллюстрировать в рамках сопоставления импульсных откликов на перманентное увеличение СФП при альтернативных вариантах предпочтений домохозяйств. На рисунке 33 представлены функции импульсного отклика на 1%-ное увеличение СФП как переход из одного устойчивого равновесия в другое, полученные в рамках концепции совершенного предвидения на основе решения нелинейной системы уравнений модели (численный имитационный анализ проводился в программном пакете Dynare (Adjemian et al., 2024) с помощью функции `simul`) на конечном достаточно продолжительном горизонте времени (было выбрано 300 периодов). Аббревиатура KPR соответствует предпочтениям вида Кинга, Плоссера и Ребело: $\log(C_{t+s}^R(\tau) - H_{t+s}) - \frac{\theta}{1+\sigma_L}(L_{t+s}^R(\tau))^{1+\sigma_L}$, ГНН – предпочтениям вида Гринвуда, Херковица и Хафмана: $\log\left((C_{t+s}^R(\tau) - H_{t+s}) - \frac{\theta}{1+\sigma_L}(L_{t+s}^R(\tau))^{1+\sigma_L}\right)$, $\gamma = 0.95$ и $\gamma = 0.05$ – введенным ранее предпочтениям Яймовича и Ребело с соответствующими значениями γ .

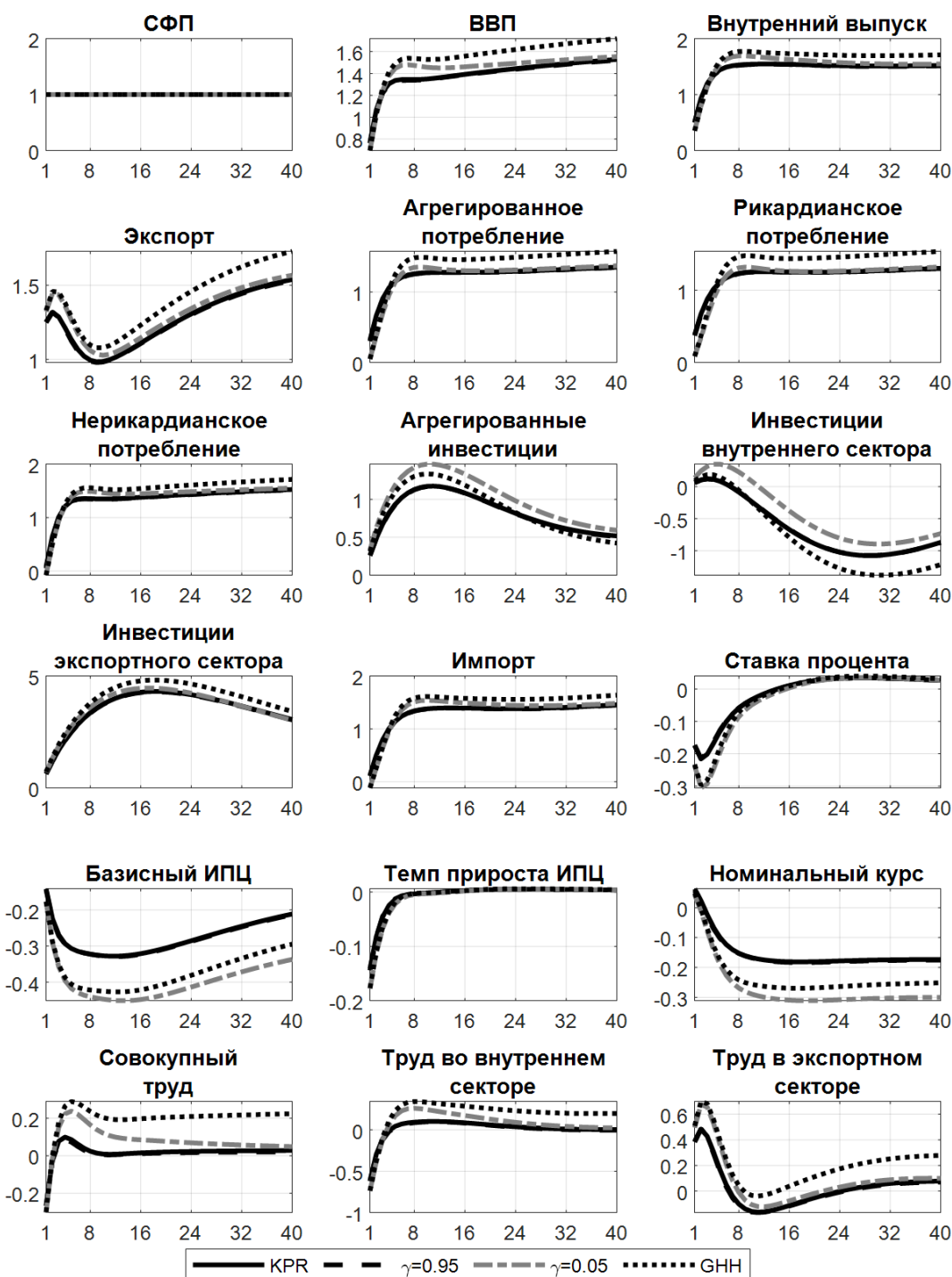


Рисунок 33 — Эффекты от перманентного увеличения СФП на 1% при альтернативных спецификациях функции предпочтений домохозяйств

Здесь и далее по оси абсцисс – кварталы, по оси ординат для ставки процента – процентные пункты годовых в отклонениях от исходного равновесия, для темпа прироста ИПЦ (квартал к предыдущему кварталу) – процентные пункты в отклонениях от исходного равновесия, для всех остальных переменных – процентные отклонения от исходного равновесия.

При построении переходных траекторий в случае увеличения СФП предполагалось, что отдельные компоненты государственных расходов постоянны в долях ВВП, что позволяет обеспечить наличие траектории сбалансированного роста, если спецификация модели допускает ее существование.

Согласно построенным функциям импульсного отклика, в ответ на увеличение СФП наблюдается кратковременное снижение агрегированных отработанных часов для всех спецификаций предпочтений по причине снижения использования труда во внутренне-ориентированном секторе, что является стандартным результатом для неокейнсианских моделей: из-за жесткости цен фирмы не могут быстро снизить цены на свою продукцию, а для производства того же объема выпуска при увеличении эффективности производства требуется меньше факторов производства. С течением времени фирмы подстраивают свои цены, увеличивают продажи и увеличивают спрос на труд, что увеличивает реальные заработные платы. В случае предпочтений ГНН, в которых отсутствует эффект дохода на предложение труда, в ответ на увеличение спроса происходит увеличение отработанных часов как в среднесрочном, так и в долгосрочном периоде. В некотором смысле здесь наблюдается движение вдоль «кривой предложения» труда, которая остается неизменной в координатах отработанные часы – реальная заработная плата.

В случае же предпочтений KPR агрегированные отработанные часы возвращаются в долгосрочном периоде к исходному значению, поскольку «кривая предложения» домохозяйств из-за эффекта дохода сдвигается вверх (при той же реальной заработной плате домохозяйства готовы меньше работать). В случае предпочтений Яймовича и Ребело для параметра $\gamma = 0.95$ переходные траектории оказываются близки к траекториям в модели с предпочтениями KPR.

При использовании же параметра $\gamma = 0.05$ в краткосрочном и среднесрочном периоде траектории оказываются близки к траекториям в модели с предпочтениями ГНН, а в долгосрочном периоде близки к

траекториям в модели с предпочтениями KPR – труд асимптотически стремится к значениям в исходном равновесии, что объясняется наличием некоторой адаптивности в воздействии эффекта дохода на предложение труда – «кривая предложения» труда сдвигается вверх постепенно несмотря на резкий рост потребления домохозяйств.

Отклик труда в долгосрочном периоде в рамках использования предпочтений GHH не согласуется со стилизованными эмпирическими фактами – при постоянном росте производительности домохозяйства постоянно бы увеличивали свой труд. Однако функция полезности GHH в отличие от KPR дает существенно более высокий отклик отработанных часов при изменении спроса на труд в краткосрочном и среднесрочном периодах, что может быть полезно для описания краткосрочных колебаний. Таким образом, при использовании низких значений параметра γ функция предпочтений Яймовича и Ребело способна устранить недостаток отсутствия эффекта дохода на предложение труда в рамках предпочтений GHH, сохранив при этом наличие сильной реакции труда на шоки в краткосрочном и среднесрочном периодах. По эконометрическим оценкам DSGE модели на данных США в работе (Schmitt-Grohé, Uribe, 2012), в которой среди прочих рассматривались шоки государственных расходов, параметр γ оказывается близким к нулю, что говорит о важной роли в ослаблении эффекта дохода в предложении труда для описания циклических колебаний.

Далее рассматривается влияние увеличения госрасходов на 1 год на конечное потребление при различных значениях параметра γ в функции полезности домохозяйств. Здесь и далее анализ также будет проводиться в рамках концепции совершенного предвидения на основе решения нелинейной системы уравнений модели, в которой экзогенная переменная реальных государственных расходов будет временно увеличиваться на заданную величину на заданном отрезке времени (в виде ступеньки). Функции импульсного отклика на увеличение реальных госрасходов на 1% ВВП представлены на рисунке 34.

Здесь под фискальным мультипликатором будет пониматься результат деления прироста реального ВВП в момент времени t по отношению к исходному равновесию на прирост реальных государственных расходов в момент времени t по отношению к исходному равновесию. В таком виде мультипликатор определен только в моменты ненулевого прироста государственных расходов (в настоящем сценарии в первые четыре квартала), но стоит отметить, что существуют и альтернативные подходы к определению фискального мультипликатора.

При всех рассмотренных значениях γ , кроме 0.95, происходит увеличение потребления рикардианских домохозяйств, то есть при более низких значениях γ ожидаемое увеличение налогов в будущем для компенсации возникшего дефицита бюджета из-за роста госрасходов на четыре квартала оказывает небольшое воздействие в контексте увеличения предложения труда домохозяйствами из-за эффекта дохода (при снижении перманентного дохода домохозяйства снижают спрос и на потребление, и на досуг, что ведет к увеличению предложения труда). И сильно увеличившийся спрос на труд со стороны фирм при умеренном увеличении предложения труда позволяет в должной степени простимулировать увеличение доходов, чтобы потребление рикардианских домохозяйств выросло, несмотря на ожидаемое в будущем увеличение налогов.

При γ , равной 0.05, на пике через четыре квартала потребление рикардианских домохозяйств увеличивается до 1.65%. Потребление нерикардианских домохозяйств увеличивается во всех рассмотренных вариантах калибровки, поскольку эти домохозяйства при выборе объема потребления ориентируются на свой текущий доход, а не на перманентный. Масштаб увеличения потребления по отношению к исходному равновесию на отрезке первых четырех кварталов составляет 0.87–1.53%.

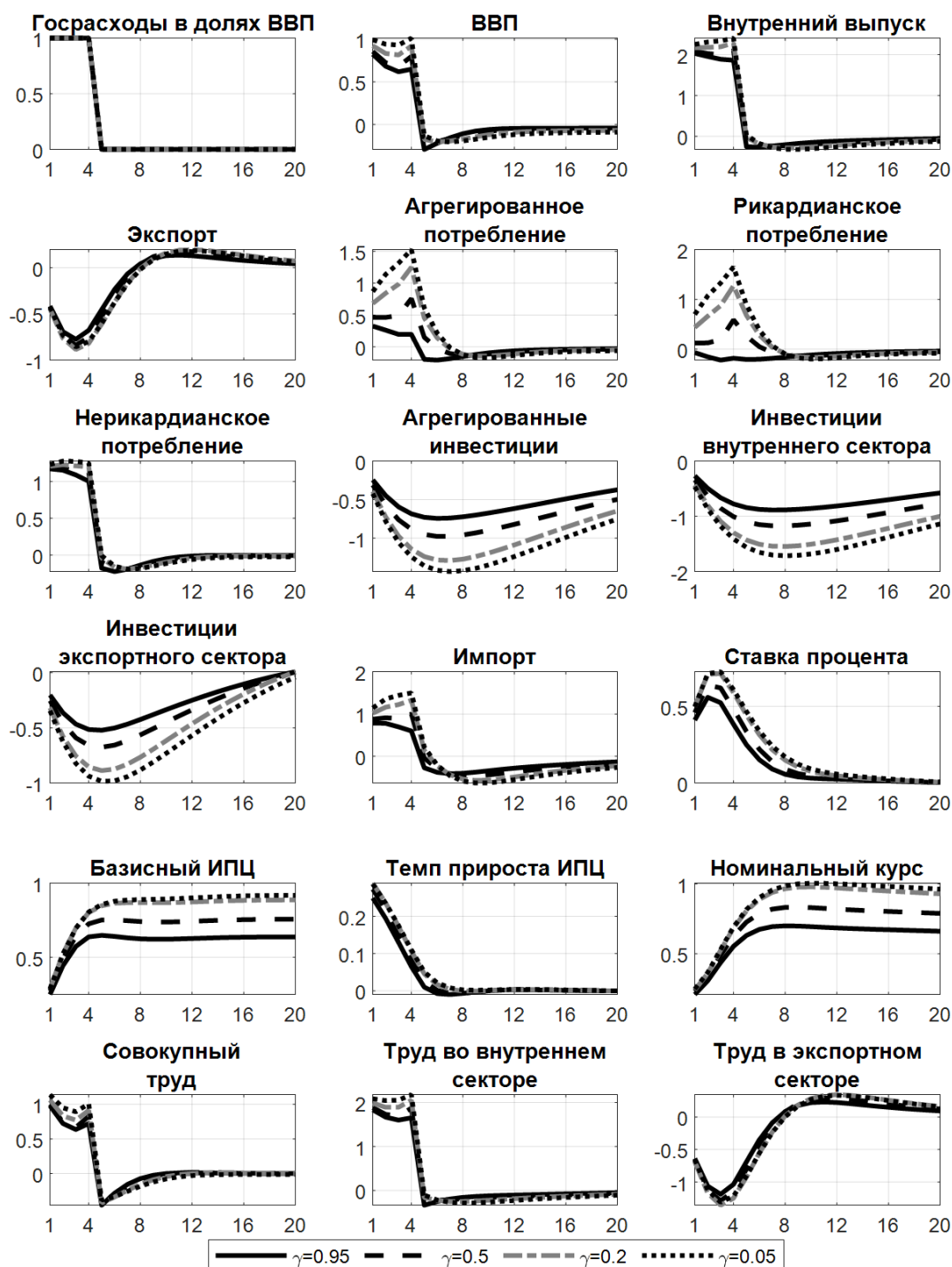


Рисунок 34 — Эффекты от увеличения государственных расходов на конечное потребление на 1% ВВП в течение 4 кварталов при альтернативных значениях параметра γ , характеризующего силу эффекта дохода на предложение труда

Несмотря на рост потребления домохозяйств при всех рассмотренных значениях параметра γ , кроме 0.05, ВВП увеличивается менее чем на 1%, то есть мультипликатор госрасходов оказывается меньше единицы, что объясняется вытеснением инвестиций во всех секторах экономики из-за

увеличения реальной ставки процента и снижением выпуска в экспортных секторах экономики. При γ , равной 0.05, мультипликатор госрасходов на пике в четвертом квартале оказывается равным 1.01. При γ , равной 0.95, мультипликатор снижается с 0.82 в первом квартале до 0.62 — в третьем. В базовом варианте калибровки с γ , равной 0.2, мультипликатор госрасходов колеблется в окрестностях 0.82–0.92.

При этом чем ниже γ , тем выше инфляционные последствия от проводимых стимулирующих мер фискальной политики. Действительно, при снижении данного параметра домохозяйства меньше увеличивают предложение труда, значит, с уменьшением γ будут расти равновесные реальные заработные платы, что означает более высокие издержки для фирм. При низких γ увеличение базисного ИПЦ достигает 0.92%. В свою очередь, из-за роста цен центральный банк повышает номинальную процентную ставку, что ведет к увеличению реальной процентной ставки в экономике и более сильному вытеснению инвестиций при снижении γ .

Как отмечалось выше, рост спроса на товары внутренне-ориентированного сектора со стороны государства и домохозяйств приводит к отвлечению ресурсов из экспортно-ориентированных секторов. Из-за роста заработных плат в краткосрочном периоде эти сектора становятся менее конкурентными на мировых рынках, несмотря на некоторое ослабление номинального обменного курса рубля. Масштаб падения физических объемов экспорта составляет -0.89%. Как и для инвестиций, вытеснение экспорта оказывается тем больше, чем ниже γ . При увеличении периода действия фискального импульса мультипликаторы госрасходов снижаются.

Далее анализируется, как видоизменяет отклики макроэкономических показателей на шок государственных расходов проводимая денежно-кредитная политика. В базовом варианте калибровки текущая процентная ставка определяется своим значением в предыдущий момент времени и ожидаемой инфляцией. В рамках второго варианта правила ДКП рассматривается правило Тейлора, в которое добавляется разрыв выпуска с

коэффициентом реакции, равным 0.5. В качестве третьего правила рассматривается режим фиксированного номинального обменного курса рубля. В рамках четвертого правила, следуя (Woodford, 2011), делается попытка имитировать ситуацию, когда центральный банк стремится поддерживать реальную процентную ставку на неизменном уровне, для чего специфицируется правило, в котором ключевая ставка реагирует на ожидаемую инфляцию следующего периода с коэффициентом 1.01. Соответствующие сценарии представлены на рис. 35. Расчеты проведены при параметре $\gamma = 0.2$.

Как и следовало ожидать, наименьший мультипликатор государственных расходов наблюдается при правиле ДКП, в котором центральный банк реагирует в том числе на разрыв выпуска. При данной спецификации центральный банк более резко повышает процентную ставку, что оказывает понижающее давление на выпуск за счет негативного влияния на потребление домохозяйств и инвестиции. Мультипликатор госрасходов колеблется в диапазоне 0.57–0.74 на периоде четырех кварталов увеличения госрасходов.

Отклики макроэкономических показателей в режиме фиксированного номинального обменного курса рубля не сильно отличаются от соответствующих траекторий, полученных при базовом правиле Тейлора, в котором текущая процентная ставка определяется своим значением в предыдущий момент времени и ожидаемой инфляцией.

Майкл Вудфорд (Woodford, 2011) в простой DSGE-модели с одним репрезентативным рикардианским домохозяйством, абстрагируясь от накопления капитала и привычек в потреблении, показывает, что при условии наличия некоторых номинальных жесткостей и при условии, что государственные расходы на конечное потребление товаров и услуг с некоторого момента времени стремятся к первоначальному долгосрочному равновесию, можно достичь значения мультипликатора, равного единице,

если центральный банк будет проводить денежно-кредитную политику, в рамках которой будет достигаться неизменность реальной процентной ставки.

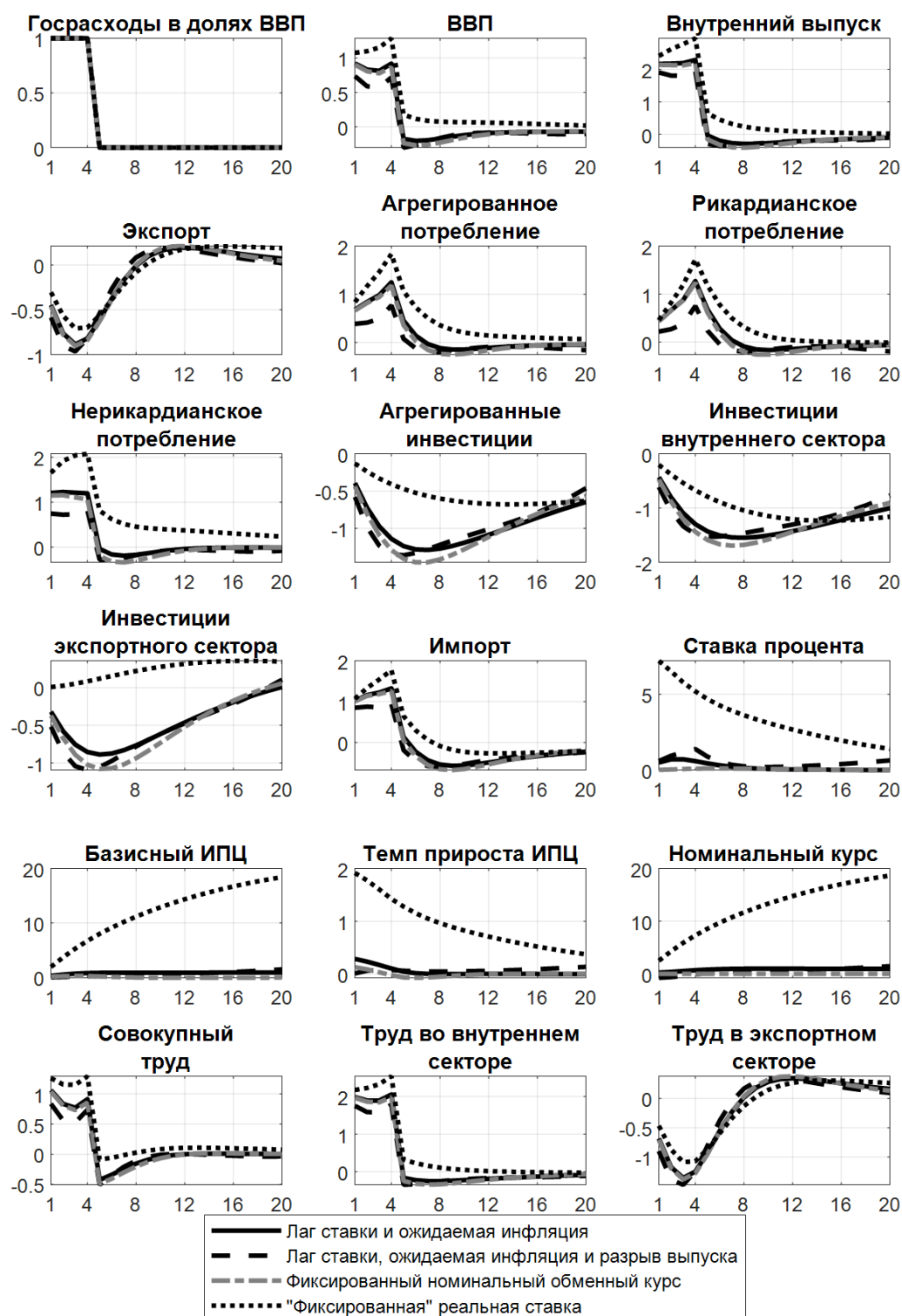


Рисунок 35 — Эффекты от увеличения государственных расходов на конечное потребление на 1% ВВП в течение 4 кварталов при альтернативной денежно-кредитной политике

Действительно, из уравнения Эйлера для потребления домохозяйств следует, что отношение потреблений в два соседних момента времени равно произведению субъективного дисконт-фактора домохозяйств на реальную процентную ставку. И если центральному банку удастся установить траекторию реального процента, значение которого будет равно обратной величине дисконт-фактора, то темп роста потребления домохозяйств будет равен единице. Таким образом, в рамках предположения, что экономика сходится к долгосрочному равновесию, потребление домохозяйств при такой политике центрального банка в ответ на шок фискальной политики не изменится, и увеличение выпуска будет равно увеличению государственного потребления, то есть мультипликатор будет равен единице.

Как следует из рис. 35, в режиме «фиксированной» реальной ставки процента в предложенной в настоящей работе модели можно достичь еще более высокого значения мультипликатора, который на пике через четыре квартала оказывается равным 1.29. Однако данный режим оказывается крайне инфляционным: с увеличением базисного ИПЦ на 11% через два года, за первый же год ИПЦ увеличивается на 7%. Для имплементации этого режима номинальная процентная ставка должна следовать почти один в один с ожидаемой инфляцией, и в краткосрочном периоде ставка процента увеличивается на 7.5% годовых.

Поддержание реальной процентной ставки почти на неизменном уровне оказывает сильный стимулирующий эффект для потребления домохозяйств, поскольку при таком варианте проведения ДКП отсутствует эффект межвременного замещения потребления, который бы наблюдался при росте реальной процентной ставки. Также наблюдается умеренное снижение агрегированных инвестиций, а для экспортного сектора отмечается рост инвестиционной активности. Однако они не могут компенсировать снижение инвестиционной активности во внутренне ориентированном секторе.

Поскольку в 2022 году был введен широкий спектр финансовых санкций на российскую экономику, а Банк России с целью предотвращения

финансового кризиса и стабилизации экономической ситуации в России ввел ограничения на движение капитала, актуальной задачей является анализ эффективности стимулирующей фискальной политики в условиях ограничений на движение капитала. Соответствующий анализ будет проводиться за счет изменения значений параметра ψ_B , который на содержательном уровне характеризует издержки на изменение сбережений/заимствований на внешнем рынке. В базовом варианте калибровки данному параметру присвоено значение на уровне 0.01, которое в литературе используется для калибровки моделей малой открытой экономики с совершенной мобильностью капитала. На рис. 36 представлены импульсные отклики на увеличение государственных расходов на конечное потребление при значениях данного параметра из множества $\{0.01; 0.1; 1; 10\}$. Расчеты проведены при параметре $\gamma = 0.2$.

Как показано на рис. 36, с ужесточением ограничений на движение капитала увеличивается и мультипликатор государственных расходов на конечное потребление. В параметризации с ψ_B , равным 10, мультипликатор госрасходов достигает значения 1.60. В целом наблюдаемый эффект во многом обусловлен увеличением выпуска экспортного сектора. Если ранее рост потребления импорта домохозяйствами можно было обеспечить за счет заимствований на внешнем рынке, то в условиях ограничений на движение капитала рост импорта должен обеспечиваться ростом экспорта.

Здесь ситуация во многом близка базовой модели «кейнсианского креста», в которой при увеличении склонности к импорту снижается мультипликатор государственных расходов, поскольку с ее ростом всё большая часть дополнительного дохода домохозяйств идет на увеличение спроса на импорт, а не на увеличение спроса на продукцию отечественного производства. Аналогичным образом с увеличением степени открытости экономики в рассматриваемой DSGE-модели снижается мультипликатор госрасходов. При наличии серьезных ограничений на движение капитала производство экспортных товаров можно трактовать как некоторую

технологии производства импорта, поскольку для увеличения потребления импорта нужно произвести больше экспортных товаров. И в данном случае дополнительный импортный спрос в равновесии стимулирует отечественные экспортные производства.

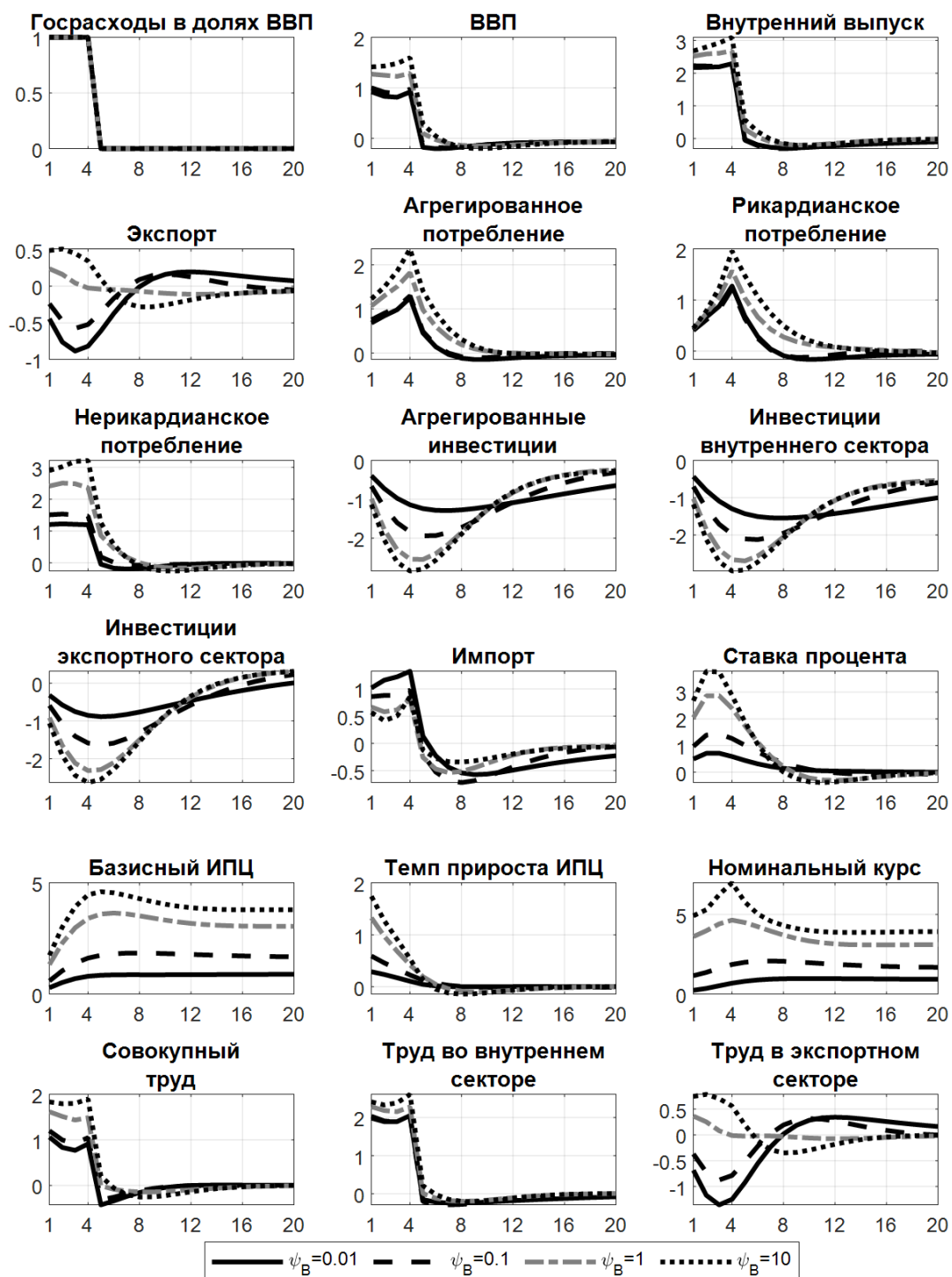


Рисунок 36 — Эффекты от увеличения государственных расходов на конечное потребление на 1% ВВП в течение 4 кварталов при ограничениях на движение капитала

В таблице 8 представлено систематизированное влияние на ВВП краткосрочного увеличения реальных государственных расходов на конечное потребление, на государственные инвестиции и на трансферты нерикарданским домохозяйствам в размере 1% ВВП в течение четырех кварталов при альтернативных параметрах и условиях функционирования экономики.

Подводя итоги, численный имитационный анализ на базе разработанной динамической стохастической модели общего равновесия позволил выявить ряд важнейших особенностей воздействия фискальной политики на макроэкономические показатели в условиях ограничений на потоки капитала. Так, в стандартных условиях функционирования экономики наиболее эффективными с точки зрения стимулирования ВВП оказывается рост госрасходов на конечное потребление товаров и услуг. Для данного типа госрасходов наблюдаются мультипликаторы по величине более 1.0, если увеличение госрасходов имеет кратковременный характер или если центральный банк проводит стимулирующую денежно-кредитную политику. Для государственных инвестиций и трансфертов мультипликаторы систематически оказываются ниже единицы.

При жестких ограничениях на движение капитала ситуация меняется кардинальным образом: значения мультипликаторов по всем рассмотренным видам государственных расходов при их увеличении на один год оказываются в окрестностях 1.5. В частности, для государственных расходов на конечное потребление максимальное значение мультипликатора составляет 1.60, для государственных расходов на инвестиции — 1.64, для расходов на трансферты нерикарданским домохозяйствам — 1.52. Однако такое увеличение мультипликаторов оказывается сопряжено с высокими инфляционными издержками. Так, при увеличении госрасходов на 1% ВВП базисный ИПЦ в течение первого года после увеличения госрасходов в случае сильных ограничений на движение капитала может увеличиться на 4.5–5.7%.

Таблица 8 — Влияние на ВВП увеличения реальных государственных расходов на 1% ВВП в течение 4 кварталов при альтернативных параметрах и условиях функционирования экономики

				Мультипликатор в момент t			
Вид госрасходов	γ	Вариант ДКП ^а	ψ_B	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$	$t = 4$
На конечное потребление	0.95	1	0.01	0.82	0.68	0.62	0.65
	0.5	1	0.01	0.86	0.72	0.68	0.80
	0.2	1	0.01	0.92	0.83	0.82	0.92
	0.05	1	0.01	0.99	0.94	0.93	1.01
На инвестиции	0.95	1	0.01	0.49	0.42	0.39	0.42
	0.5	1	0.01	0.51	0.45	0.43	0.51
	0.2	1	0.01	0.56	0.52	0.52	0.59
	0.05	1	0.01	0.60	0.59	0.59	0.65
На трансферты нерикарданским домохозяйствам	0.95	1	0.01	0.65	0.57	0.53	0.54
	0.5	1	0.01	0.66	0.59	0.56	0.61
	0.2	1	0.01	0.69	0.64	0.63	0.67
	0.05	1	0.01	0.73	0.70	0.69	0.72
На конечное потребление	0.2	1	0.01	0.92	0.83	0.82	0.92
	0.2	2	0.01	0.74	0.59	0.57	0.72
	0.2	3	0.01	0.91	0.81	0.78	0.87
	0.2	4	0.01	1.08	1.10	1.15	1.29
На инвестиции	0.2	1	0.01	0.56	0.52	0.52	0.59
	0.2	2	0.01	0.44	0.37	0.37	0.47
	0.2	3	0.01	0.52	0.47	0.46	0.53
	0.2	4	0.01	0.68	0.73	0.79	0.89
На трансферты нерикарданским домохозяйствам	0.2	1	0.01	0.69	0.64	0.63	0.67
	0.2	2	0.01	0.55	0.46	0.44	0.52
	0.2	3	0.01	0.67	0.61	0.59	0.63
	0.2	4	0.01	0.80	0.83	0.86	0.93
На конечное потребление	0.2	1	0.01	0.92	0.83	0.82	0.92
	0.2	1	0.1	1.00	0.92	0.89	0.98
	0.2	1	1	1.27	1.25	1.23	1.29
	0.2	1	10	1.42	1.43	1.48	1.60
На инвестиции	0.2	1	0.01	0.56	0.52	0.52	0.59
	0.2	1	0.1	0.66	0.63	0.62	0.67
	0.2	1	1	1.09	1.15	1.13	1.11
	0.2	1	10	1.48	1.60	1.64	1.62
На трансферты нерикарданским домохозяйствам	0.2	1	0.01	0.69	0.64	0.63	0.67
	0.2	1	0.1	0.78	0.74	0.71	0.74
	0.2	1	1	1.12	1.16	1.13	1.09
	0.2	1	10	1.44	1.51	1.52	1.50

^а Варианты ДКП: 1 – правило Тейлора с лагом ставки и ожидаемой инфляцией; 2 – правило Тейлора с лагом ставки, ожидаемой инфляцией и разрывом выпуска; 3 – фиксированный номинальный обменный курс; 4 – фиксированная реальная ставка.

Необходимо подчеркнуть, что данные значения мультипликаторов соответствуют именно случаю радикальных ограничений на движение капитала, которые в реальности могли быть более умеренными, и, соответственно, на практике мультипликаторы государственных расходов могли быть меньше. Также расчет мультипликаторов сделан для небольших фискальных шоков, и значения мультипликаторов могут снижаться по мере увеличения размера стимулирующего импульса из-за наличия нелинейных эффектов, из-за обострения проблемы ограниченности ресурсов, из-за увеличения рисков в экономике при увеличении долговой нагрузки. Проведенные расчеты предназначены для качественного анализа различий в фискальных мультипликаторах в разных условиях функционирования экономики.

10. Моделирование российской экономики на основе моделей общего равновесия с гетерогенными агентам

В работе (Полбин, Фокин, 2022) систематизирован зарубежный опыт построения динамических стохастических моделей общего экономического равновесия (DSGE) с гетерогенными экономическими агентами, проанализированы преимущества моделей данного класса относительно более простых спецификаций при изучении вопросов макроэкономики: реакции агрегированных показателей (ВВП, потребления) в моделях, где агенты сталкиваются с идиосинкратическим риском снижения дохода, эффективность денежно-кредитной и бюджетно-налоговой политики, моделей предпринимательства, проблемы границы нулевых процентных ставок и модели пенсионной системы. Модели с гетерогенными экономическими агентами дают кардинально иной взгляд на многие аспекты, изученные ранее в более простых моделях, позволяют точнее воспроизводить эмпирические данные и закономерности, в частности кросс-секционное распределение доходов и богатства. Поэтому их изучение представляется перспективным.

В работах (Шпилевая, Полбин, Синельников-Мурылев, 2023; 2024) разработана OLG-модель с гетерогенными предпочтениями и способностями

к обучению для анализа политики в сфере высшего образования. В отличие от других моделей, изучающих накопление человеческого капитала на основе предпосылок о гомогенности параметров предпочтений индивидов, в предложенной модели гетерогенность вводится при описании способностей индивидов, аппроксимируемых баллами ЕГЭ, несклонности к риску и межвременного дисконтирования в условиях неопределенности. Цель данных работ заключается в разработке и построении модели, на которой может основываться методика оценки стратегий (а не конкретных вариантов) развития системы образования в идеологии моделей общего равновесия.

В работах анализируются различные сценарии государственной политики, направленные на стимулирование накопления человеческого капитала. Рассматриваются сценарии с выделением государством дополнительных денежных средств на высшее образование, иным распределением бюджетных ассигнований, изменением налоговых ставок и структуры бюджета. Также анализируется реакция переменных на изменение дисперсии заработных плат индивидов. Калибровка модели проведена с использованием российских статистических данных. С помощью предлагаемой модели показана важность учета микрооснований в анализе образовательной политики. Анализ на устойчивость оценок на примере калибровки распределений гетерогенных параметров из альтернативных распределений показал сильную чувствительность результатов исследования к выбору параметров функций распределения предпочтений и способностей индивидов, что указывает на необходимость корректного учета гетерогенности в рассматриваемых задачах.

В работе (Martyanova, Polbin, 2023) предлагается модель общего равновесия с предпринимательским сектором для российской экономики. Новизна модели заключается в нескольких аспектах. Во-первых, модель представляет собой малую открытую экономику. Во-вторых, она включает предпринимательский сектор. В-третьих, модель отражает основные особенности российской экономики. Было проведено пять экспериментов, для

которых были рассчитаны стационарные состояния и переходы. Эти эксперименты включали: (1) шок цен на экспорт, (2) перераспределение государственных расходов на конечное потребление между корпоративным и предпринимательским секторами, (3) смягчение требований к обеспечению, (4) субсидирование процентной ставки для предпринимателей, (5) НДС для предпринимателей.

Шок цен на экспорт приводит к снижению выпуска продукции предпринимателями из-за роста заработной платы в краткосрочной перспективе, но в долгосрочной перспективе положительные эффекты увеличения спроса и активов приводят к увеличению объема производства. Увеличение государственного потребления товаров предпринимательского сектора ведет к перераспределению ресурсов от корпоративного сектора к предпринимательскому. Смягчение требований к обеспечению приводит к резкому увеличению инвестиций и капитала в предпринимательском секторе и сокращению числа предпринимателей, что означает, что они становятся крупнее. Субсидирование процентной ставки приводит к увеличению капитала в предпринимательском секторе, а затем и к росту объемов производства. Стоимость субсидий приводит к уменьшению единовременных трансфертов, но это не приводит к существенным изменениям в потреблении домохозяйств. Введение налога на добавленную стоимость на товары предпринимательского сектора приводит к перераспределению ресурсов от предпринимательского сектора к корпоративному, снижению потребительских расходов домохозяйств и увеличению ВВП.

11. Оценка влияния специфичных шоков на мировом рынке, определяющих динамику мировых цен на нефть, на российские макроэкономические показатели

В последние 20 лет велось много дискуссий в академической литературе о том, какие именно факторы влияют на динамику цен на нефть. В работах (Baumeister, Peersman, 2013; Hamilton, 2009; Kilian, 2009; Kilian, Park, 2009; Peersman, Van Robays, 2009; Baumeister, Hamilton, 2017 и др.) проводилась

оценка вклада глобальных шоков совокупного спроса, специфических шоков спроса на нефть и шоков предложения нефти в динамику цен на нефть. Данные шоки могут распространяться в экономике по различным каналам, и, соответственно, одно и то же изменение нефтяных цен может оказывать разное влияние на макроэкономические переменные в зависимости от того, по какой причине данное изменение произошло.

В работе (Polbin, Skrobotov, Zubarev, 2020) впервые делается попытка оценить влияние специфичных шоков на рынке нефти на такие российские макроэкономические показатели как ВВП, реальный обменный курс и реальную ставку процента (*ex-post*). На основе динамики индекса мировой деловой активности и реальных цен на нефть идентифицируются два шока на мировом рынке: шок агрегированного мирового спроса и специфичный шок на рынке нефти. Также в рамках модели SVARX идентифицированы три внутренних шока для российской экономики: шок общей производительности, шок производительности в торгуемом секторе (шок Балассы-Самуэльсона, *BS shock*) и монетарный шок. Оценки вклада рассматриваемых шоков в динамику реального ВВП представлены на рисунке 37. Согласно полученным оценкам, шок мировой деловой активности вносил ключевой вклад в колебания отечественного реального ВВП. Далее по значимости идут шоки производительности в торгуемом секторе и шок общей производительности. Специфичный шок спроса на рынке нефти и номинальный шок вносили небольшой вклад в динамику выпуска.

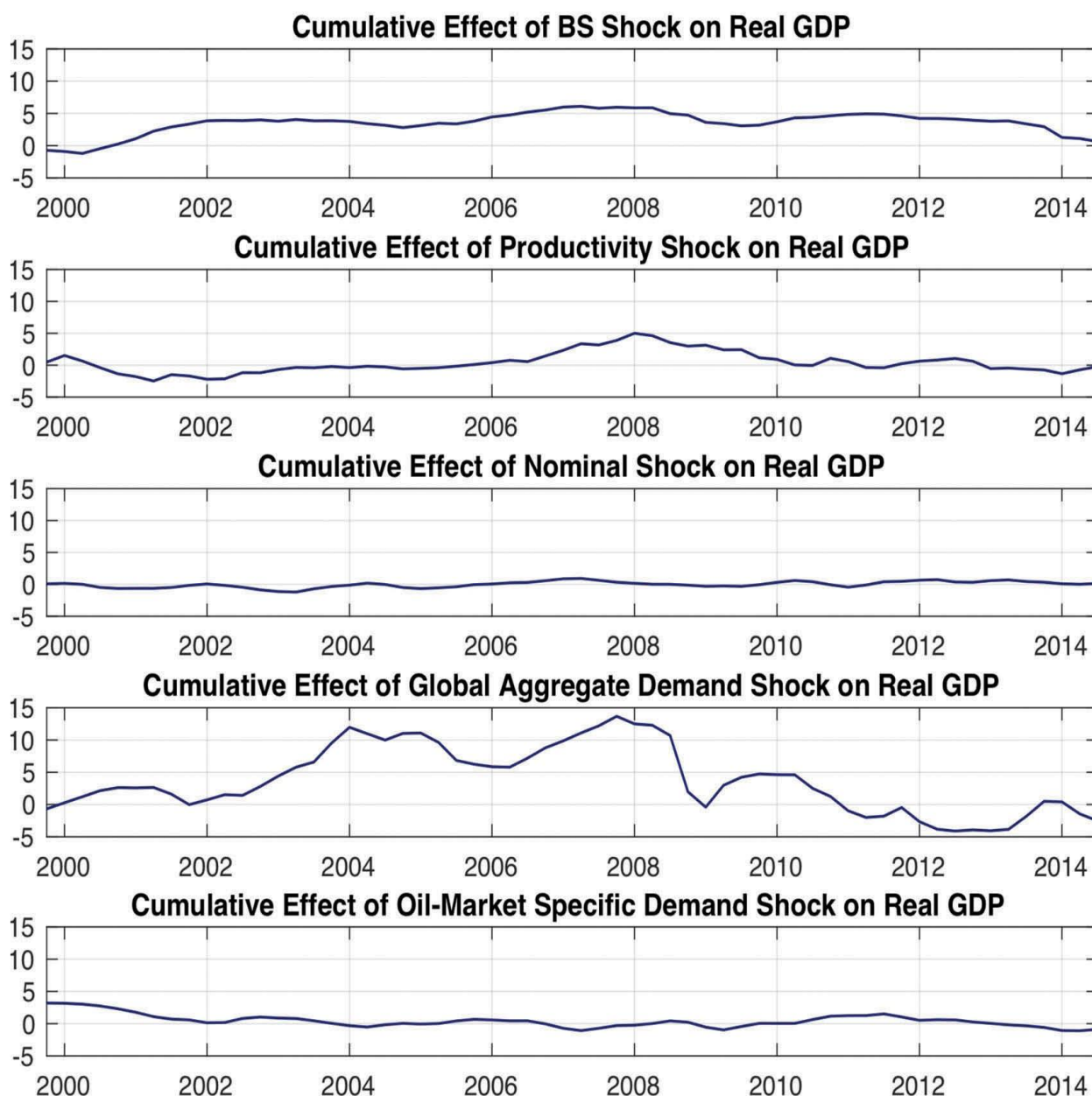


Рисунок 37 — Функции импульсного отклика реального обменного курса на 10%-ное увеличение нефтяных цен

В работе (Ломоносов, Полбин, Фокин, 2021) предлагается расширенная модель байесовской векторной авторегрессии, в которой оценивается влияние шоков мировой деловой активности, предложения на рынке нефти и специфичного спроса на рынке нефти на широкий набор отечественных макроэкономических показателей: ВВП, потребление домохозяйств, валовое накопление основного капитала, импорт, экспорт, реальный эффективный валютный курс, реальные зарплаты и доходы населения, процентную ставку MIACR и дефлятор ВВП. Согласно оценкам импульсных откликов, такие

переменные как реальные потребление домохозяйств, импорт, валютный курс положительно и статистически значимо реагируют на все три шока, ведущие к увеличению нефтяных цен. Однако шок мировой деловой активности обуславливает более сильное влияние. При росте нефтяных цен для реальных ВВП, инвестиций и экспорта устойчивое и статистически значимое положительное влияние наблюдается только тогда, когда данный рост обусловлен шоком мировой деловой активности. Теоретически это объясняется тем, что при повышении нефтяных цен вследствие роста мировой экономики увеличивается спрос на весь российский экспорт, включая неэнергетический сектор, что смягчает последствия «голландской болезни». Также в работе проводится декомпозиция ошибок прогноза и историческая декомпозиция динамики отечественных переменных по шокам, которые указывают на превалирующую роль шоков мировой деловой активности в вариации российских макропоказателей.

12. Построение эконометрических моделей для прогностической аналитики, прогнозирования и наукастинга российских макроэкономических показателей

В работе (Фокин, Полбин, 2019) построена VAR-LASSO (Vector Autoregression – Least Absolute Shrinkage And Selection Operator) модель для прогнозирования темпов роста ВВП, потребления домохозяйств, инвестиций в основной капитал, экспорта, импорта и реального обменного курса с учетом замедлившихся долгосрочных темпов роста российской экономики после кризиса 2008 г. Модели класса VAR-LASSO могут эффективно выбирать из большого набора потенциальных объясняющих переменных наиболее важные регрессоры с точки зрения минимизации ошибки прогноза, не прибегая к сложным методам сэмплирования, и априори могут нести в себе большую практическую ценность для прогнозирования российских макроэкономических показателей. Модель построена в рамках предпосылки о том, что ВВП и его составляющие имели одинаковый долгосрочный темп

роста как до структурного сдвига, так и после. Данная предпосылка позволяет строить сбалансированные среднесрочные прогнозы. Оценка долгосрочного темпа роста российской экономики после кризиса 2008 г. составила 1.7% в год. В рамках экспериментов по псевдовневыборочному прогнозированию было продемонстрировано, что по ряду переменных VAR-LASSO модель дает статистически значимо лучшие прогнозы, чем модели ARIMA и VAR(1), однако статистически значимое улучшение прогноза не является повсеместным среди анализируемых переменных, что может быть обусловлено как эквивалентностью в прогнозной силе альтернативных моделей, так и низкой мощностью соответствующих тестов на коротких выборках.

В работе (Гареев, Полбин, 2022) разработана методика наукастинга и краткосрочного прогнозирования квартальных изменений ключевых макроэкономических показателей — ВВП, потребления, инвестиций, показателей внешней торговли — с помощью методов машинного обучения: бустинга, эластичной сети, случайного леса, метода опорных векторов, метода k ближайших соседей и др. В рамках эксперимента в качестве предикторов использовались показатели фондового и денежного рынков, опросов, мировые цены на ресурсы, индексы цен и другие статистические показатели разной периодичности. Детальный анализ дат публикации большого набора разночастотных предикторов позволил построить правдоподобный эксперимент по наукастингу квартальных переменных с недельной периодичностью. Это позволяет с высокой точностью наблюдать изменение предсказаний с поступлением новой информации. Такой подход дал возможность детально рассмотреть изменение прогнозов по мере поступления новой информации в течение квартала. Исследуемые в рамках этой работы алгоритмы машинного обучения могут быть ранжированы по качеству: если до начала квартала почти все переменные хорошо предсказываются ансамблевыми методами — RF, XGboost, то к середине и особенно к концу

квартала по мере выхода статистических данных на первое место по качеству выходят методы регуляризации — LASSO, Ridge, Elastic Net.

Методы машинного обучения позволяют в некоторых случаях сократить RMSFE предсказаний более чем в два раза относительно основного бенчмарка — наивного прогноза. Исключение составляют два показателя: потребление домохозяйств значительно лучше предсказывается с помощью SVM, а реальный экспорт, по-видимому, почти не прогнозируется в рамках предложенного подхода. Проведенные тесты Диболда—Мариано на сравнение прогнозов выявляют статистически значимое превосходство методов машинного обучения над эталонными моделями: случайным блужданием, авторегрессией и авторегрессией с экзогенной переменной — ценой на нефть. Результаты тестирования гипотезы о том, что качество предсказаний монотонно не ухудшается с расширением информационного множества, позволяют говорить об устойчивости большинства моделей машинного обучения к росту доступной информации.

В работе (Полбин, Шумилов, 2023) для прогнозирования месячной инфляции в России на горизонтах до одного года была апробирована TVP-модель с байесовским сжатием параметров на основе априорного гамма-нормального распределения (TVP-NG), позволяющая эффективно бороться с проблемой переобучения. Результаты расчетов показали, что по качеству прогнозирования на коротких горизонтах (до трех месяцев) TVP-NG-модель с широким набором предикторов превосходит свой линейный аналог, линейную и TVP-NG модель авторегрессии без предикторов, а также наивные модели инфляции, а на горизонте шести месяцев наилучшей оказывается авторегрессионная модель без предикторов с байесовским сжатием параметров. Количественные различия между показателями качества прогнозов разных моделей на горизонтах менее полугода в большинстве случаев подтверждаются формальными статистическими тестами Диболда — Мариано. С дальнейшим ростом горизонта прогнозирования статистические

различия в точности прогнозов конкурирующих моделей инфляции уменьшаются.

В работе (Полбин, Фокин, 2020) оценена функция спроса на агрегированный импорт в России. Рассматривалось шесть альтернативных спецификаций коинтегрирующей регрессии физического объема импорта с альтернативными показателями реальных расходов и относительных цен в качестве объясняющих переменных: 1) ВВП и дефлятор ВВП, 2) ВВП за вычетом экспорта и дефлятор за вычетом экспорта, 3) ВВП за вычетом государственных расходов и дефлятор ВВП за вычетом государственных расходов, 4) ВВП и дефлятор ВВП за вычетом государственных расходов и экспорта, 5) сумма расходов на потребление домохозяйств и валового накопления, 6) показатель спроса, скорректированный на интенсивность использования импорта. Для каждой спецификации была оценена долгосрочная функция спроса на импорт с помощью DOLS и модель коррекции ошибок с текущими приростами логарифмов расходов и относительных цен с помощью обычного метода наименьших квадратов и обобщенного метода моментов. В результате было получено, что внутри выборки, по которой производилась оценка (1999Q1–2015Q4), лучше всего физический объем импорта объясняют показатель спроса, скорректированного на интенсивность использования импорта в качестве расходов, и дефлятор ВВП к дефлятору импорта в качестве относительных цен.

В контексте прогнозирования вне выборки лучшей спецификацией оказалась оцененная с помощью OLS спецификация с ВВП за вычетом госрасходов на периоде 2016Q1–2019Q1. Оценка долгосрочной эластичности по расходам в данной спецификации составила 1.08, оценка долгосрочной эластичности по относительным ценам — -0.82. При этом 95%-ный интервал эластичности по расходам содержит единицу. В других исследованиях по оценке функции спроса на импорт в России оценка эластичности по расходам значительно превышала единицу, и единица не входила в 95%-ный

доверительный интервал. Величина же эластичности, равная единице, согласуется со стандартной CES функцией выбора между отечественными и импортными товарами, что имеет практическую ценность для калибровки DSGE моделей.

Кроме того, в работе предложена модель, позволяющая строить наукаст темпа роста импорта в реальном времени. В этой модели в качестве темпа роста относительных цен используется их прогноз, который строится с помощью реального обменного курса, данные по которому выходят раньше статистики национальных счетов. Построенная модель превзошла стандартные ЕСМ модели в плане качества прогнозов. Лучшей в плане прогнозности оказывается спецификация с ВВП за вычетом госрасходов, которая (вместе с некоторыми другими спецификациями) также превзошла все рассмотренные простые бенчмарки.

В работе (Полбин, Шумилов, 2020) исследуется зависимость номинального обменного курса рубля к доллару США от мировых цен на нефть с помощью авторегрессионной модели с марковскими переключениями режимов. Показано, что на дневных данных 2009–2019 гг. эта зависимость наиболее адекватно характеризуется тремя режимами со следующими особенностями: 1) слабой реакцией обменного курса на шоки цены нефти — низкой условной волатильностью изменений курса; 2) сильной реакцией — умеренной волатильностью; 3) сильной реакцией — высокой волатильностью. Режим 3 охватывает кризисные периоды, когда рубль существенно ослабевал по отношению к доллару США. Состояние 1 является преобладающим в период действия режима управляемого валютного курса до ноября 2014 г. После перехода Банка России к плавающему обменному курсу и инфляционному таргетированию режим 1 стал стабильно наблюдаться с июля 2017 г. Этот результат можно связать с введением в 2017 г. нового бюджетного правила, снижающего зависимость обменного курса рубля от колебаний цен на нефть.

Переключения между режимами модели могли быть, кроме того, обусловлены колебаниями неопределенности, измеренной индексами геополитического риска, и колебаниями неопределенности в экономической политике для России. Также в работе показано, что трехрежимная модель с марковскими переключениями по предсказательным свойствам превосходит модели случайного блуждания и линейную модель обменного курса рубля. Предложенная модель может быть использована для идентификации режимов обменного курса в реальном времени, сценарной оценки последствий для курса рубля при альтернативных траекториях цен на нефть, а также при выработке стратегий хеджирования валютных рисков частным сектором.

В работе (Полбин, Кропачева, 2022) на основе модели нейронной сети и в работе (Бедин, Куликов, Полбин, 2023) на основе моделей копул выявлена существенная нелинейность во взаимосвязи номинального обменного курса рубля к доллару США с ценами на нефть. Отрицательным шокам цен на нефть соответствует более сильное изменение курса рубля – реакция асимметрична для положительных и отрицательных шоков цен на нефть. Это может происходить, во-первых, из-за различных предпочтений органов государственной власти относительно укрепления и ослабления отечественной валюты. Органы власти в рамках реализации денежно-кредитной политики и бюджетного правила могут быть более склонными допускать ослабление рубля по сравнению с укреплением, поскольку укрепление рубля снижает конкурентоспособность отечественных производств. Во-вторых, рассматриваемая асимметричность может иметь место в связи с тем фактом, что премия за риск не может быть отрицательна и, соответственно, положительные нефтяные шоки могут ограниченно снижать премию за риск, что нельзя сказать об увеличении премии за риск во время отрицательных шоков.

В-третьих, различным динамическим процессам в экономике свойственна асимметричность. Например, в последние годы активно обсуждается роль асимметричной жесткости заработных плат в

экономической динамике, в рамках которой номинальные зарплаты являются относительно гибкими при повышении и жесткими при снижении. Соответственно, при улучшении внешнеэкономических условий, которые в равновесии должны привести к росту реальных заработных плат, этот рост может произойти как за счет роста номинальных заработных плат, так и за счет укрепления курса национальной валюты, которое должно привести к снижению общего уровня цен за счет прежде всего снижения цен на торгуемые товары, которым свойственна наибольшая гибкость. При ухудшении же внешнеэкономических условий канал ослабления реальных заработных плат за счет снижения номинальных оказывается ограниченным. Поэтому для одного и того же абсолютного изменения реальных заработных плат в случае снижения нефтяных цен может потребоваться большее абсолютное изменение номинального курса, чем при росте нефтяных цен.

В работе (Куровский, Полбин, 2017) предложена методика построения и был построен индекс волатильности цен экспортных товаров Российской Федерации в качестве оперативно экономического индикатора, который характеризует внешнеторговую неопределенность российской экономики. Индекс является достаточно универсальным и покрывает порядка 97% всего экспорта товаров Российской Федерации. В динамике индекса отражена как переориентация экспорта, замещение одних экспортных статей другими, так и фактическая изменчивость цен каждой отдельной товарной группы. В работе продемонстрировано, что включение построенного индекса в качестве объясняющей переменной в модель для экспорта Российской Федерации улучшает качество модели. Индекс волатильности экспортных товаров может найти применение в эконометрическом и численном имитационном анализе влияния шоков неопределенности на российскую экономику.

В работах (Бобровская, Полбин, 2022; Бобровская, Полбин, 2023; Бобровская, Полбин, Фокин, 2024) развиты подходы к построению гедонических индексов цен для краткосрочной аренды жилья, которые могут найти практическую ценность для мониторинга и прогнозирования инфляции

в российской экономике. Анализ динамики цен на краткосрочную аренду имеет практическую ценность как с точки зрения прямого мониторинга цен отдельной компоненты расходов домохозяйств, так и с точки зрения отслеживания общих тенденций в динамике цен на краткосрочную и долгосрочную аренду жилой недвижимости, поскольку динамика цен на краткосрочную аренду может выступать хорошим индикатором для динамики цен на долгосрочную аренду квартир. С содержательной точки зрения у собственника квартиры существует выбор сдавать ее посуточно или в долгосрочную аренду. Соответственно, цены на краткосрочную и долгосрочную аренду должны быть в той или иной мере взаимосвязаны. Степень взаимосвязи данных показателей на российском рынке еще предстоит изучить в будущих исследованиях. Однако уже на текущем этапе можно выдвинуть гипотезу, что в связи с наличием долгосрочных контрактов (а также неформальных договоренностей) на рынке долгосрочной аренды цены на краткосрочную аренду жилья быстрее реагируют на шоки на рынке недвижимости, и, соответственно, цены на краткосрочную аренду могут оказаться важным предиктором для будущих цен на долгосрочную аренду. В свою очередь, если в перспективе ИПЦ будет включать арендные цены, то цены на краткосрочную аренду могут быть полезны для прогнозирования общего уровня потребительских цен в рамках прямого влияния изменений стоимости аренды на ИПЦ. Также цены на краткосрочную аренду могут быть полезны для прогнозирования инфляции как косвенный индикатор состояния спроса на неторгуемые товары и услуги.

В работах (Ivakhnenko, Polbin, 2022; Полбин, Ивахненко, 2022; Ивахненко, Полбин, Синельников-Мурылев, 2024) развиты подходы для прогностической аналитики в области региональных данных по доходному неравенству. В работе (Полбин, Ивахненко, 2022) тестируется наличие конвергенции неравенства доходов в российских регионах за период 1995–2020 гг. Для этого оцениваются модели условной и безусловной бета-конвергенции для регионального индекса Джини на кросс-секционных и

панельных данных с использованием эффектов времени и пространственных эффектов. Оценки моделей показывают, что в регионах России имеет место как условная, так и безусловная конвергенция неравенства доходов. Показано, что скорость конвергенции значительно варьируется внутри рассматриваемого периода: уровни неравенства доходов в регионах конвергировали сильнее всего в начале периода с постепенным замедлением скорости конвергенции в последующие периоды.

В работе (Ивахненко, Полбин, Синельников-Мурылев, 2024) оценивается влияние индекса экономической сложности на неравенство доходов населения в регионах России за 2013 и 2015 гг. Результаты оценивания эконометрических моделей показывают, что в регионах с более сложной экономикой уровень неравенства доходов был выше по сравнению с другими. В качестве объяснений данного эффекта рассматриваются повышение спроса на высококвалифицированную рабочую силу из-за развития высокотехнологичных производств и увеличение дифференциации в оплате труда высоко- и низкоквалифицированных работников, а также миграция работников с высоким уровнем квалификации в экономически более сложные регионы. Таким образом, экономическая сложность является существенным фактором неравенства доходов, который следует учитывать при выработке мер социально-экономической политики в регионах России. В работе (Ivakhnenko, Polbin, 2022) эмпирически исследуется влияние неравенства доходов на среднюю склонность к потреблению с использованием данных по 79 регионам России за период 2002–2020 гг. Используя несколько альтернативных спецификаций для АРС и эконометрических методов, было обнаружено, что средняя склонность к потреблению выше в регионах с более высоким неравенством доходов, независимо от метода оценки, что необходимо учитывать при выработке мер экономической политики, затрагивающих неравенство.

Отдельное направление работ было посвящено разработке макроэкономической модели для российской экономики, состоящей из

системы одновременных уравнений. В работе (Андреев, Полбин, 2019a) проведен обзор дискуссии, представленной на страницах журнала «Oxford Review of Economic Policy» в специальном выпуске «Rebuilding Macroeconomic Theory» 2018 г., по будущему развитию макроэкономического моделирования. В рамках данной дискуссии, в частности, прозвучали критические оценки предпосылки о совершенно рациональных оптимизирующих свое поведение экономических агентах, а также обсуждалась необходимость развития альтернативных моделей, таких как модели, состоящие из систем одновременных уравнений.

В работе (Polbin, Sinelnikov-Murylev, 2021) предлагается простая макроэконометрическая модель, состоящая из системы одновременных уравнений, для российской экономики. Инвестиционная функция специфицируется на основе модели инвестиционного акселератора, функция потребления домохозяйств – на основе модели перманентного дохода Фридмана, а расходы на импорт определяются как постоянная доля от расходов на конечное потребление домохозяйств и инвестиционных расходов. Сделано предположение о том, что перманентный доход оценивается домохозяйствами на основе адаптивных ожиданий с учетом динамики агрегированного дохода. В работе сопоставляются две спецификации модели перманентного дохода, в которых в качестве переменной агрегированного дохода выступает ВВП или располагаемый доход. Спецификации модели, в которых домохозяйства, выбирая объем потребления, ориентируются на перманентный доход, сопоставляются со спецификациями, в которых домохозяйства ориентируются на текущий доход. Наилучшей оказалась спецификация, основанная на гипотезе о том, что домохозяйства потребляют постоянную долю перманентного ВВП в постоянных ценах потребления. Данная спецификация успешно воспроизводит высокую зависимость эндогенных переменных от динамики экспортных доходов. Лучшая объясняющая способность этой модели по сравнению с альтернативными спецификациями свидетельствует в пользу гипотезы о том, что поведение

экономических агентов в российской экономике учитывает соображения рикардианской эквивалентности. В исторической ретроспективе в ответ на увеличение сбережений государства на внешнем рынке частный сектор увеличивал заимствования и расширял внутреннее потребление.

Предположение о том, что на макроуровне при принятии решений о потреблении домохозяйства ориентируются на покупательную способность агрегированного дохода — ВВП в постоянных ценах потребления домохозяйств — является ключевым для модельной экономики. Оно позволяет описать существенное влияние условий торговли на экономическую активность в РФ. Подразумевается следующий механизм влияния на потребление домохозяйств изменений условий торговли. При улучшении условий торговли, то есть при росте относительных цен экспортируемых товаров по отношению к импортируемым товарам, покупательная способность агрегированного дохода будет увеличиваться даже при неизменных физических объемах производства товаров и услуг. При улучшении условий торговли за тот же объем экспортируемых товаров, что и в прошлом периоде времени, отечественная экономика может приобрести больший объем импортных товаров, поскольку экспортируемые товары теперь выше оцениваются мировым рынком. Фактически улучшение условий торговли означает трансферт богатства в отечественную экономику со стороны внешнего мира, что расширяет возможности потребления отечественными экономическими агентами. Учет изменения условий торговли происходит за счет того, что используется не реальный ВВП, а ВВП, дефлированный на цены потребления домохозяйств, которые не учитывают в отличие от дефлятора ВВП изменение цен экспорта и только частично (в меру эффекта переноса) учитывают изменение цен импорта. Реальный же ВВП при улучшении условий торговли может измениться только за счет изменения физических объемов производства, что не в полной мере отражает изменение покупательной способности дохода домохозяйств.

Соответственно, при улучшении условий торговли (и неизменном физическом объеме производства) реальное потребление домохозяйств будет больше, потому что величина ВВП в ценах потребления больше, чем величина реального ВВП, т.к. дефлятор цен потребления меньше дефлятора ВВП. В равновесии рост агрегированного спроса и трансферт доходов (которые могут быть использованы для производственных инвестиций) могут дополнительно вызывать расширение физических объемов производства отечественной экономики, что также положительно повлияет на реальный доход и агрегированное потребление.

В рамках предполагаемого в модели процесса адаптивных ожиданий, используемого для оценки перманентного дохода, домохозяйства будут увеличивать свое потребление постепенно, поскольку в первое время после улучшения условий торговли дополнительный доход будет восприниматься в значительной степени в качестве временного дохода. С течением времени домохозяйства будут корректировать свою оценку перманентного дохода и увеличивать потребление. Соответственно, в период бурного роста цен экспортируемых товаров по отношению к ценам импортируемых товаров рост потребления может значительно отставать от роста агрегированного дохода, что и наблюдалось в российской экономике до кризиса 2008 года.

В работе (Полбина, Фокина, 2017) также подчеркивается ценность использования показателя ВВП в постоянных ценах потребления для анализа динамики потребления домохозяйств. Демонстрируется, что коинтеграция между потреблением домохозяйств и ВВП России в постоянных ценах отсутствует, однако номинальные величины этих показателей коинтегрированы. Это свидетельствует о том, что для описания динамики реального потребления более подходящим индикатором реального дохода в экономике является номинальный ВВП, скорректированный на индекс цен агрегированного потребления домохозяйств. Кроме того, в исследовании показано, что включение лага коинтеграционного соотношения в эмпирическую модель потребления существенно повышает её объясняющую

способность. Также получено, что разработанная модель потребления демонстрирует более высокую точность прогнозирования по сравнению с базовой моделью ARIMA, что подчеркивает её практическую значимость для анализа и прогнозирования экономических процессов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Материалы диссертации в виде научного доклада, опубликованные автором, включают (с учетом вклада автора):

А. Статьи в изданиях, индексируемых международными базами данных.

1. Koval P., Polbin A. V., Sinelnikov-Murylev S. G. Estimation of household heterogeneous propensity to consume in the Russian Federation based on latent class model // Post-Communist Economies. 2025. <https://doi.org/10.1080/14631377.2025.2497566> (0.3 а.л.);
2. Kotlikoff L., Kubler F., Polbin A., Scheidegger S. Can today's and tomorrow's world uniformly gain from carbon taxation? // European Economic Review. 2024. Vol. 168. P. 104819 (0.5 а.л.);
3. Fokin N. D., Malikova E. V., Polbin A. V. Time-varying parameters error correction model for real ruble exchange rate and oil prices: What has changed due to capital control and sanctions? // Russian Journal of Economics. 2024. Vol. 10. № 1. P. 20-33 (0.25 а.л.);
4. Полбин А. В., Синельников-Мурылев С.Г. Построение и калибровка DSGE модели для российской экономики с использованием импульсных откликов векторной авторегрессии // Прикладная эконометрика. 2024. № 1(73). С. 5-34 (0.9 а.л.);
5. Ивахненко Т. Ю., Полбин А. В., Синельников-Мурылев С. Г. Экономическая сложность и неравенство доходов в регионах России // Вопросы экономики. 2024. № 5. С. 105-127 (0.2 а.л.);
6. Полбин А.В. Анализ фискальных мультипликаторов для российской экономики на основе DSGE-модели с предпочтениями Яймовича и Ребело // Экономическая политика. 2024. Т.19. № 6. С. 82-119 (1.75 а.л.);
7. Шпилевая А. Е., Полбин А. В., Синельников-Мурылев С. Г. Имитационный анализ OLG-модели с гетерогенными предпочтениями и способностями к обучению // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2024. № 1. С. 44-80 (0.25 а.л.);

8. Шпилевая А. Е., Полбин А. В., Синельников-Мурылев С. Г. Разработка OLG-модели с гетерогенными предпочтениями и способностями к обучению для анализа политики в сфере высшего образования // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2023. Т. 27. №. 3. С. 449-469 (0.2 а.л.);
9. Замниус А. В., Полбин А. В., Синельников-Мурылев С. Г. Заработная плата, возраст и экономический рост: оценки для России // Вопросы экономики. 2023. №. 6. С. 94-116 (0.25 а.л.);
10. Бобровская Е. Д., Полбин А. В. Эконометрическое моделирование функции спроса на краткосрочную аренду жилья (на примере Airbnb в Москве) // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 2(59). С. 64-84 (0.5 а.л.);
11. Андреев М.Ю., Полбин А.В. Макроэкономическая роль залогового ограничения в странах, зависимых от экспорта ресурсов // Экономика и математические методы. 2023. № 1. С. 93-104 (0.3 а.л.);
12. Андреев М. Ю., Полбин А. В. Оценка макроэкономических эффектов от ожидаемого сокращения нефтегазовых доходов // Вопросы экономики. 2023. №. 4. С. 5-28 (0.4 а.л.);
13. Martyanova E. V., Polbin A. V. General equilibrium model with the entrepreneurial sector for the Russian economy // Russian Journal of Economics. 2023. Vol. 9, No. 2. P. 109-133 (0.4 а.л.);
14. Полбин А.В., Фокин Н.Д. DSGE-модели с гетерогенными агентами: новый взгляд на особенности функционирования экономики // Вопросы экономики. 2022. № 9. С. 53-72 (0.45 а.л.);
15. Полбин А. В., Ивахненко Т.Ю. Конвергенция неравенства доходов в российских регионах // Пространственная экономика. 2022. Т. 18. № 4. С.68-92 (0.35 а.л.);
16. Полбин А. В., Скроботов А.А. О снижении эластичности ВВП, потребления и инвестиций в России по ценам на нефть // Прикладная эконометрика. 2022. № 2(66). С. 5-24 (0.4 а.л.);

17. Мартянова Е. В., Полбин А. В. Анализ динамики доходов домохозяйств России на основе базы данных РМЭЗ // Финансы: теория и практика. 2022. Т. 26, № 6. С. 271-287 (0.35 а.л.);
18. Коваль П. К., Полбин А. В. Оценка потребительского поведения домохозяйств в РФ // Вопросы экономики. 2022. №. 3. С. 98-117 (0.4 а.л.);
19. Замниус А.В., Полбин А.В., Синельников-Мурылев С.Г. Эластичность предложения труда по заработной плате у женатых мужчин в России // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2022. Т. 26, № 2. С. 177-212 (0.35 а.л.);
20. Гареев М.Ю., Полбин А.В. Наукастинг: оценка изменения ключевых макроэкономических показателей с использованием методов машинного обучения // Вопросы экономики. 2022. № 8. С. 133-157 (0.5 а.л.);
21. Бобровская Е. Д., Полбин А. В. Детерминанты цены на краткосрочную аренду жилья в экономике совместного потребления (на примере Airbnb в г. Москве) // Прикладная эконометрика. 2022. Т. 65. №. 1. С. 5-28 (0.45 а.л.);
22. Ivakhnenko T. Y., Polbin A. V. Income Inequality and Propensity to Consume in Russia's Regions // Regional Research of Russia. 2022. Vol. 12. №. 3. P. 378-385 (0.4 а.л.);
23. Andreyev M., Polbin A. Monetary policy for a resource-rich economy and the zero lower bound // Ekonomicheskaya Politika. 2022. Vol. 17, No. 3. P. 44-73 (0.35 а.л.);
24. Ломоносов Д.А., Полбин А.В., Фокин Н.Д. Влияние шоков мировой деловой активности, предложения нефти и спекулятивных нефтяных шоков на экономику РФ // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2021. Т. 25. №. 2. С.227–262 (0.3 а.л.);
25. Замниус А. В., Полбин А. В. Оценка межвременной эластичности замещения предложения труда для замужних женщин в России // Прикладная эконометрика. 2021. Т. 64. №. 4. С. 23-48 (0.3 а.л.);

26. Polbin A., Sinelnikov-Murylev S. A simple macro-econometric simultaneous equation model for the Russian economy //Post-Communist Economies. 2021. Vol. 33. No. 5. P. 587-613 (0.8 а.л.);
27. Polbin A. Multivariate Unobserved Component Model for an Oil-exporting Economy: The Case of Russia// Applied Economics Letters. 2021. Vol. 28. No. 8. P. 681-685 (0.4 а.л.);
28. Kotlikoff L., Polbin A., Zubarev A. Will the Paris Accord Accelerate Climate Change? Ekonomicheskaya Politika. 2021. Vol. 16. No 1. P. 8–37 (0.7 а.л.);
29. Kotlikoff L., Kubler F., Polbin A., Scheidegger S. Pareto-Improving Carbon-Risk Taxation // Economic Policy. 2021. Vol. 36. №. 107. P. 551-589 (0.3 а.л.);
30. Kotlikoff L., Kubler F., Polbin A., Sachs J., Scheidegger S. Making carbon taxation a generational win win// International Economic Review. 2021. Vol. 62. No. 1. P. 3-46 (0.5 а.л.);
31. Belomestny D., Krymova E., Polbin A. Bayesian TVP-VARX models with time invariant long-run multipliers //Economic Modelling. 2021. Vol. 101. P. 105531 (0.4 а.л.);
32. Bedin A. F., Kulikov A. V., Polbin A. V. A markov switching VECM model for Russian real GDP, real exchange rate and oil prices //International Journal of Energy Economics and Policy. 2021. Vol. 11. №. 2. P. 402-412 (0.35 а.л.);
33. Полбин А. В., Шумилов А. В. Модель зависимости обменного курса рубля от цен на нефть с марковскими переключениями режимов //Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. №. 4. С. 88-98 (0.4 а.л.);
34. Полбин А. В., Фокин Н. Д. Моделирование динамики импорта РФ с помощью модели коррекции ошибок //Прикладная эконометрика. 2020. Т. 59. С. 88-112 (0.35 а.л.);
35. Полбин А. В. Оценка траектории темпов трендового роста ВВП России в ARX-модели с ценами на нефть //Экономическая политика. 2020. Т. 15. №. 1. С. 40-63 (1.2 а.л.);

36. Коваль П. К., Полбин А. В. Оценка роли постоянных и транзитивных шоков в динамике потребления и дохода в РФ //Прикладная эконометрика. 2020. Т. 57. №. 1. С. 6-29 (0.5 а.л.);
37. Polbin A., Skrobotov A., Zubarev A. How the oil price and other factors of real exchange rate dynamics affect real GDP in Russia// Emerging Markets Finance and Trade. 2020. Vol. 56. No. 15. P. 3732-3745 (0.4 а.л.);
38. Polbin A., Rybak K., Zubarev A. Capital mobility in commodity-exporting economies// Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics. 2020. Vol. 24. No. 5 (0.3 а.л.);
39. Koval P., Polbin A. Estimation of the consumption function of Russian households using RLMS microdata //Economics Bulletin. 2020. Vol. 40. No. 3. P. 2254-2261 (0.2 а.л.);
40. Полбин А.В., Шумилов А.В., Бедин А.Ф., Куликов А.В. Модель реального обменного курса рубля с марковскими переключениями режимов // Прикладная эконометрика. 2019. Т. 55. С. 32-50 (0.3 а.л.);
41. Андреев М.Ю., Полбин А.В. Исследование эффекта финансового акселератора в DSGE модели с описанием производства экспортного продукта // Журнал Новой экономической ассоциации. 2019б. Т. 44. № 4. С. 12–49 (0.4 а.л.);
42. Полбин А. В., Андреев М. Ю., Зубарев А. В. Зависимость стран членов ЕАЭС от цен на сырьевые товары// Экономика региона. 2018. Т.14. №2. С.623-637 (0.5 а.л.);
43. Божечкова А. В., Полбин А. В. Тестирование наличия процентного канала в кривой IS для российской экономики //Экономическая политика. 2018. Т. 13. №. 1. С. 70-91 (0.5 а.л.);
44. Полбин А. В. Оценка влияния шоков нефтяных цен на российскую экономику в векторной модели коррекции ошибок //Вопросы экономики. 2017б. №. 10. С. 27-49 (1.5 а.л.);

45. Полбин А. В. Моделирование реального курса рубля в условиях изменения режима денежно-кредитной политики //Вопросы экономики. 2017а. №. 4. С. 61-78 (1.4 а.л.);

46. Полбин А. В., Скроботов А. А. Тестирование наличия изломов в тренде структурной компоненты ВВП Российской Федерации //Экономический журнал Высшей школы экономики. 2016. Т. 20. №. 4. С. 588-623 (0.4 а.л.);

47. Луговой О. В., Полбин А. В. О распределении бремени сокращения выбросов парниковых газов между поколениями //Журнал новой экономической ассоциации. 2016. №. 3. С. 11-39 (0.9 а.л.);

48. Зубарев А. В., Полбин А. В. Оценка макроэкономических эффектов от снижения экспортной пошлины на нефть //Экономическая политика. 2016. Т. 11. №. 6. С. 8-35 (0.5 а.л.);

Б. Статьи в научных изданиях, индексируемых в базе данных RSCI.

49. Полбин А. В., Кропачева М. А. Влияние асимметричной жесткости номинальных заработных плат на фискальную и денежно-кредитную политику в России //Вестник Института экономики Российской академии наук. 2025. №. 2. С. 93-119 (0.5 а.л.);

50. Бобровская Е., Полбин А., Фокин Н. Анализ динамики цен на краткосрочную аренду жилья в Москве с применением гедонического метода // Деньги и кредит. 2024. Т. 83. № 1. С. 77-103 (0.4 а.л.);

51. Бедин А., Куликов А., Полбин А. Моделирование связи курса доллара к рублю с ценами на нефть на основе копул //Деньги и кредит. 2023. Т. 82. №. 3. С. 87-109 (0.35 а.л.);

52. Полбин А. В., Шумилов А. В. Прогнозирование инфляции в России с помощью TVP-модели с байесовским сжатием параметров //Вопросы статистики. 2023. Т. 30. №. 4. С. 22-32 (0.4 а.л.);

53. Лысенко Г. В., Полбин А. В. Правило Тейлора в России в период инфляционного таргетирования //Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2023. №. 1. С. 22-44 (0.35 а.л.).

54. Полбин А. В., Кропачева М.А. Моделирование зависимости обменного курса рубля от цен на нефть с использованием нейронных сетей // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 4(100). С. 127-142 (0.4 а.л.);

55. Фокин Н., Полбин А. VAR-LASSO модель для прогнозирования ключевых макроэкономических показателей России //Деньги и кредит. 2019. Т. 78. №. 2. С. 67-93 (0.5 а.л.);

56. Андреев М. Ю., Полбин А. В. Влияние фискальной политики на макроэкономические показатели в DSGE-моделях //Финансовый журнал. 2018. №. 3 (43). С. 21-33 (0.6 а.л.);

57. Куровский Г. С., Полбин А. В. Построение индекса волатильности цен товаров российского экспорта //Деньги и кредит. 2017. №. 11. С. 59-65 (0.3 а.л.);

**В. Статьи в изданиях, включенных в Перечень изданий,
рекомендованных ВАК России для опубликования основных научных
результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата
(доктора) наук, отнесенных к категориям К-1 или К-2.**

58. Мартянова Е. В., Полбин А.В. Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост: анализ теоретических подходов // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2025. Т. 20. № 1. С. 5-27 (0.3 а.л.);

59. Андреев М. Ю., Полбин А. В. Тенденции развития макроэкономических моделей //Управленческое консультирование. 2019а. №. 2 (122). С. 24-33 (0.3 а.л.);

60. Полбин А. В., Скроботов А. А. Спектральная оценка компоненты бизнес-цикла ВВП России с учетом высокой зависимости от условий торговли //Экономическая наука современной России. 2018. №. 1 (80). С. 69-83 (0.5 а.л.);

61. Полбин А., Фокин Н. К вопросу о долгосрочной взаимосвязи реального потребления домохозяйств с реальным доходом в РФ //Экономическое развитие России. 2017. Т. 24. №. 10. С. 6-16 (0.25 а.л.);
62. Андреев М. Ю., Полбин А. В. Моделирование кредитно-денежных отношений в рамках динамических стохастических моделей общего равновесия: систематизация подходов //Журнал экономической теории. 2016. №. 4. С. 7-18 (0.5 а.л.);
63. Полбин А. О динамической взаимосвязи ВВП РФ и нефтяных цен в VAR-модели //Проблемы теории и практики управления. 2016. №. 7. С. 85-90 (0.4 а.л.);
64. Дробышевский С., Полбин А. О роли плавающего курса рубля в стабилизации деловой активности при внешнеэкономических шоках //Проблемы теории и практики управления. 2016. №. 6. С. 66-71 (0.25 а.л.);

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ващелюк Н. В., Полбин А. В., Трунин П. В. Оценка макроэкономических эффектов шока ДКП для российской экономики // Экономический журнал ВШЭ. 2015. Т. 19. № 2. С. 169–198.
2. Дубовский Д. Л., Кофанов Д. А., Сосунов К. А. Датировка российского бизнес-цикла // Экономический журнал ВШЭ. 2015. Т. 19. № 4. С. 554–575.
3. Замулин О. А. Россия в 2015 г.: рецессия со стороны предложения // Журнал новой экономической ассоциации. 2016. Т. 29. № 1. С. 181–185.
4. Пестова А. А., Мамонов М. Е. Оценка влияния различных шоков на динамику макроэкономических показателей в России и разработка условных прогнозов на основе BVAR-модели российской экономики // Экономическая политика. 2016. № 4. С. 56–92.
5. Полбин А., Синельников С. Построение и калибровка DSGE-модели для российской экономики с использованием импульсных откликов векторной авторегрессии. М.: Институт Гайдара, 2023. 182 с. (Научные труды № 182Р).
6. Adjemian S., Juillard M., Karamé F., Mutschler W., Pfeifer J., Ratto M., Rion N., Villemot S. Dynare: Reference Manual Version 6. Paris: CEPREMAP, 2024. (Dynare Working Papers, No. 80).
7. Aguiar M., Gopinath G. Emerging market business cycles: The cycle is the trend // Journal of Political Economy. 2007. Vol. 115. No. 1. P. 69–102.
8. Alquist R., Kilian L., Vigfusson R. J. Forecasting the Price of Oil // Handbook of Economic Forecasting. 2013. Vol. 2. P. 427–507.
9. Auerbach A.J., Kotlikoff L.J. Dynamic Fiscal Policy. 1987. Cambridge: Cambridge University Press.
10. Baumeister C. J., Hamilton J. D. Structural interpretation of vector autoregressions with incomplete identification: Revisiting the role of oil supply and demand shocks. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2017.
11. Baumeister C., Peersman G. Time-varying effects of oil supply shocks on the US economy // American Economic Journal: Macroeconomics. 2013. Vol. 5. No. 4. P. 1–28.

12. Beck R., Kamps A., Mileva E. Long-term growth prospects for the Russian economy. Frankfurt am Main: European Central Bank, 2007. 58 p. (Occasional Paper Series, No. 58).
13. Blanchard O. J., Kahn C. M. The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations // *Econometrica*. 1980. Vol. 48. No. 5. P. 1305–1312.
14. Boivin J., Giannoni M. P. Has monetary policy become more effective? // *Review of Economics and Statistics*. 2006. Vol. 88. No. 3. P. 445–462.
15. Calvo G. A. Staggered prices in a utility-maximizing framework // *Journal of Monetary Economics*. 1983. Vol. 12. P. 383–398.
16. Canova F. *Methods for applied macroeconomic research*. Princeton: Princeton University Press, 2007.
17. Chernozhukov V., Hong H. An MCMC approach to classical estimation // *Journal of Econometrics*. 2003. Vol. 115. No. 2. P. 293–346.
18. Christiano L. J., Eichenbaum M., Evans C. L. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy // *Journal of Political Economy*. 2005. Vol. 113. No. 1. P. 1–45.
19. Christiano L. J., Trabandt M., Walentin K. DSGE Models for Monetary Policy Analysis // *Handbook of Monetary Economics*. 2010. Vol. 3. P. 285–367.
20. Coibion O., Gorodnichenko Y. Strategic interaction among heterogeneous price-setters in an estimated DSGE model // *Review of Economics and Statistics*. 2011. Vol. 93. No. 3. P. 920–940.
21. Dupor B., Han J., Tsai Y. C. What do technology shocks tell us about the New Keynesian paradigm? // *Journal of Monetary Economics*. 2009. Vol. 56. No. 4. P. 560–569.
22. Engle R. F., Granger C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing // *Econometrica*. 1987. Vol. 55. No. 2. P. 251–276.
23. Garratt A., Lee K., Pesaran M. H., Shin Y. *Global and national macroeconometric modelling: a long-run structural approach*. Oxford: Oxford University Press, 2012.

24. Gospodinov N., Herrera A., Pesavento E. Unit roots, cointegration and pretesting in VAR models // *Advances in Econometrics*. 2013. Vol. 32. P. 81–115.
25. Greenwood J., Hercowitz Z., Huffman G. W. Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle // *American Economic Review*. 1988. Vol. 78. No. 3. P. 402–417.
26. Hamilton J. D. Time series analysis. Princeton: Princeton University Press, 1994. 799 p.
27. Hamilton J. D. Understanding crude oil prices // *The Energy Journal*. 2009. Vol. 30. No. 2. P. 179–207.
28. Heckman J. J., MaCurdy T. E. A life cycle model of female labour supply // *The Review of Economic Studies*. 1980. Vol. 47. No. 1. P. 47–74.
29. Inoue A., Shintani M. Quasi-Bayesian model selection // *Quantitative Economics*. 2018. Vol. 9. No. 3. P. 1265–1297.
30. Jaimovich N., Rebelo S. Can News About the Future Drive the Business Cycle? // *American Economic Review*. 2009. Vol. 99. No. 4. P. 1097–1118.
31. Kilian L. Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market // *The American Economic Review*. 2009. Vol. 99. No. 3. P. 1053–1069.
32. Kilian L., Park C. The impact of oil price shocks on the US stock market // *International Economic Review*. 2009. Vol. 50. No. 4. P. 1267–1287.
33. King R. G., Plosser C. I., Rebelo S. T. Production, Growth and Business Cycles: I. The Basic Neoclassical Model // *Journal of Monetary Economics*. 1988. Vol. 21. No. 2–3. P. 195–232.
34. King R., Plosser C., Stock J., Watson M. Stochastic Trends and Economic Fluctuations // *American Economic Review*. 1991. Vol. 81. No. 4. P. 819–840.
35. Kormilitsina A. Oil price shocks and the optimality of monetary policy // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14. No. 1. P. 199–223.

36. Kuboniwa M. A comparative analysis of the impact of oil prices on oil-rich emerging economies in the Pacific Rim // *Journal of Comparative Economics*. 2014. Vol. 42. No. 2. P. 328–339.
37. Lucas R. E. Econometric policy evaluation: A critique // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1976. Vol. 1. P. 19–46.
38. MacKinnon J. Critical values for co-integration tests. Queen's Economics Department Working Paper. 2010. No. 1227.
39. Peersman G., Van Robays I. Oil and the Euro area economy // *Economic Policy*. 2009. Vol. 24. No. 60. P. 603–651.
40. Rautava J. Oil prices, excess uncertainty and trend growth // *Focus on European Economic Integration*. 2013. Vol. 4. P. 77–87.
41. Rotemberg J. J., Woodford M. An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy // *NBER Macroeconomics Annual*. 1997. Vol. 12. P. 297–346.
42. Schmitt-Groh? S., Uribe M. Business cycles with a common trend in neutral and investment-specific productivity // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14. No. 1. P. 122–135.
43. Schmitt-Grohe S., Uribe M. What's News in Business Cycles // *Econometrica*. 2012. Vol. 80. No. 6. P. 2733–2764.
44. Shibata A., Shintani M., Tsuruga T. Current account dynamics under information rigidity and imperfect capital mobility // *Journal of International Money and Finance*. 2019. Vol. 92. P. 153–176.
45. Sims C. A., Zha T. Error Bands for Impulse Responses // *Econometrica*. 1999. Vol. 67. No. 5. P. 1113–1155.
46. Smets F., Wouters R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro Area // *Journal of the European Economic Association*. 2003. Vol. 1. No. 5. P. 1123–1175.
47. Stock J. H., Watson M. W. Median unbiased estimation of coefficient variance in a time-varying parameter model // *Journal of the American Statistical Association*. 1998. Vol. 93. No. 441. P. 349–358.

48. Uribe M., Yue V. Z. Country spreads and emerging countries: Who drives whom? // *Journal of International Economics*. 2006. Vol. 69. No. 1. P. 6–36.
49. Whelan K. A guide to US chain aggregated NIPA data // *Review of Income and Wealth*. 2002. Vol. 48. No. 2. P. 217–233.
50. Woodford M. Simple Analytics of the Government Expenditure Multiplier // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2011. Vol. 3. No. 1. P. 1–35.