

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Рыбак Константин Сергеевич

**МНОГОМЕРНЫЕ АВТОРЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ КАК
ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ШОКОВ НА
ЭКОНОМИКУ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Специальность 5.2.2. «Математические, статистические и инструментальные
методы в экономике»

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук**

Научный руководитель:
кандидат экономических наук,
Зубарев Андрей Витальевич

Москва – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Анализ и систематизация литературы по анализу влияния внешних и внутренних шоков на экономику (в рамках многомерных авторегрессионных моделей)	13
Глава 2. Влияние ключевых внешних шоков на экономику	30
Глава 3. Влияние шоков премии за риск на российскую экономику	92
Глава 4. Наукастинг и прогнозирование.....	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Любая открытая экономика в той или иной степени чувствительна к различным внешним шокам, возникающим как на уровне глобальной экономики, так и локально в отдельных регионах. Проблема оценки данного влияния требует индивидуального подхода при рассмотрении конкретной экономики. Российская экономика в существенной степени зависит от конъюнктуры сырьевых рынков, в частности от цены на нефть. Однако существуют и другие шоки, влияющие на динамику российской экономики, как напрямую, так и через канал цен на сырьевые товары. Понимание характера влияния различных внешних шоков на российскую макроэкономическую динамику существенно для проведения экономической политики, что всегда актуально для любой функционирующей экономики. В рамках данной работы ставится задача предложить подходящий инструмент для идентификации важнейших шоков для российской экономики. При выполнении этой задачи рассматриваются глобальные шоки спроса, предложения, сырьевых цен, номинальные шоки и шоки премии за риск. Влияние данных шоков рассматривается в рамках моделей структурных векторных авторегрессий, притом особенное внимание уделяется более современному их варианту – факторной векторной авторегрессии, что позволяет при оценке модели использовать значительно большее количество показателей, чем классические SVAR-модели, путем разделения этих показателей на соответствующие тематические группы, из которых выделяются агрегированные факторы для идентификации шоков. Данный инструмент путем использования большего количества показателей для глобальных и домашних факторов значительно снижает риск неверной спецификации модели при ошибочном выборе конкретной переменной. Дополнительным преимуществом данного типа моделей является возможность получения оценок функций импульсных откликов и вкладов шоков в большой набор домашних макроэкономических показателей, избегая при этом проблемы размерности оцениваемой модели. В рамках таких моделей в

настоящей работе рассматриваются глобальные шоки спроса, предложения, цен на сырье и ставок процента, притом для некоторых моделей предлагается методика построения глобальной части модели по более длинным, чем для домашней экономики, временным промежуткам. Также, есть и другие важные показатели, влияющие на инвестиционные процессы, которые напрямую связаны с ростом выпуска. Одним из них является восприятие инвесторами (в первую очередь, зарубежными) рисков вложения в российскую экономику, другими словами – премия за риск. Этот фактор отражает не только экономические риски, но и в существенной степени связан с институциональными и политическими характеристиками региона. Для России, качество институтов в которой всегда находилось на достаточно низком уровне, вопрос премии за риск обострился в последние годы в том числе из-за политического кризиса и внешних экономических санкций, неоднократно накладываемых на Россию после 2014 года. Однако проблема оценки премии за риск и влияния шоков премии за риск на экономику практически лишены внимания в научной литературе, в особенности российской. В связи с этим в данном исследовании также предлагается методика количественной оценки премии за риск и рассматривается насколько важен вклад шоков премии за риск в динамику реальных макроэкономических показателей отечественной экономики наряду с другими существенными шоками.

Рассматриваемый класс факторных моделей также зарекомендовал себя в задачах прогнозирования. Краткосрочное прогнозирование отдельных макроэкономических показателей является крайне актуальной задачей, поскольку оно существенно важно для проведения экономической политики. К сожалению, сбор и обработка статистической информации зачастую происходят не моментально, и требуемые временные ряды могут обновляться с задержкой. Данное несовершенство привело к возникновению понятия наукастинга, существенно изменившего философию современного аппарата макроэкономического прогнозирования. Наукастинг является одним из видов прогнозирования, однако в данном случае прогнозируется не будущий, а текущий

период времени. Основным отличием классического прогнозирования от наукастинга является то, что для будущих периодов недоступны никакие данные, в то время наукастинг использует информацию по какому-то доступному набору экономических показателей для построения прогноза переменных, выходящих с существенной задержкой в официальной статистике. В данной работе также демонстрируется возможность прогнозирования основных макроэкономических показателей с помощью предложенных факторных моделей в различных спецификациях, приведены сравнения качества получаемых прогнозов (наукастов) с другими актуальными моделями прогнозирования (BVAR) и обсуждается изменение качества прогнозов в зависимости от количества используемых данных и факторов.

Степень научной разработанности проблемы. Теоретической и практической основой настоящего исследования являются работы, посвященные изучению влияния внешних и внутренних шоков на экономики различных стран. В числе авторов использованных работ следует отметить Р. Альвареса, М. Камачо, Ж. Баи, С. Ын, М. Банбура, М. Джианноне, Д. Джианноне, Л. Рейхлин, С. Банержи, К. Бархуми, Б. Бернанке, С. Боивин, М. Модugno, Д. Браголи, Г. Перец-Курор, В. Чарнавоки, Д. Доладо, А. Чудик, Т. Далхаус, С. Диз, Ф. Диеболд, Р. Мариано, К. Доз, Х. Эсфahани, К. Мохаддес, М. Форни, С. Агриппино, М. Хок, Ю. Измаилезску, К. Хоссейн, М. Джанссон, М. Нильсен, Л. Килиан, К. Парк, Г. Куп, Д. Коробилис, М. Кубонива, Р. Литтерман, Ф. Лиу, Х. Мумтаз, А. Теофилопулу, М. Шпигель, А. Тай, Ж. Лиу, М. Лучиани, Р. Лоренцо, М. Марчеллино, К. Шумахер, Д. Матьесон, Р. Альвареса, М. Камачо, Ж. Баи, С. Ын, М. Банбура, М. Джианноне, Д. Джианноне, Л. Рейхлин, С. Банержи, К. Бархуми, Б. Бернанке, С. Боивин, М. Модugno, Д. Браголи, Г. Перец-Курор, В. Чарнавоки, Д. Доладо, А. Чудик, Т. Далхаус, С. Диз, Ф. Диеболд, Р. Мариано, К. Доз, Х. Эсфahани, К. Мохаддес, М. Форни, С. Агриппино, М. Хок, Ю. Измаилезску, К. Хоссейн, М. Джанссон, М. Нильсен, Л. Килиан, К. Парк, Г. Куп, Д. Коробилис, М. Кубонива, Р. Литтерман, Ф. Лиу, Х. Мумтаз, А. Теофилопулу, М. Шпигель, А. Тай, Ж. Лиу, М. Лучиани, Р. Лоренцо,

М. Марчеллино, К. Шумахер, Д. Матъесон, М. Мехрара, К. Оскуи, М. Раисси, М. Песаран, А. Полбин, А. Скроботов, А. Зубарев, А. Риз, Д. Револтелла, М. Фабио, М. Дубравко, Д. Робертсон, Е. Толман, К. Вайтман, М. Родригез, М. Лоуренс, Д. Ротемберг, М. Вудфорд, Д. Сток, М. Вотсон, Р. Тейлор, Д. Харви, С. Лэйборн, М. Урибе, З. Уе.

Методологической основой исследования являются работы В. Черноокого, Д. Доладо, Ж. Баи, С. Ына, Ф. Диеболда, Р. Мариано, К. Парка, Г. Купа, М. Урибе, З. Уе.

В отечественной литературе широко охвачена тема влияния внешних шоков на российскую экономику, однако большая часть из них концентрируется в основном на нефтяных шоках в рамках моделей векторных авторегрессий. Среди авторов, использующих факторных векторные авторегрессии, в том числе для прогнозирования, стоит отметить М. Жемкова и А. Поршакова, а среди авторов, рассматривающих премию за риск в российской экономике – Е. Шоломицкую и О. Малаховскую.

Цели и задачи исследования. Основной целью работы является разработка методики идентификации ключевых внешнеэкономических шоков в рамках факторной авторегрессионной модели для последующего анализа реакции макроэкономических показателей на данные шоки и оценки их вклада в макроэкономическую динамику, а также методики использования построенных внешних факторов для наукастинга и прогнозирования. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- изучение и систематизация имеющейся теоретической и эмпирической литературы, посвященной влиянию глобальных шоков на экономики;
- формулирование инструмента для оценки влияния внешних шоков на российскую экономику, а также обоснование выбора инструмента в рамках поставленной цели
- формулирование гипотезы о важнейших для российской экономики внешних шоках;

- эмпирическая оценка сформулированных моделей с идентификацией указанных шоков с целью оценки характера их влияния с помощью функций импульсного отклика российских макропоказателей и их вклада в динамику российских показателей с помощью декомпозиций дисперсии ошибок прогноза;
- проверка возможности и целесообразности использования выбранного инструмента для прогнозирования, в частности наукастинга основных российских показателей.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является российская экономика. Предметом исследования является влияние глобальных шоков на российскую экономику, представленную различными экономическими показателями.

Область исследования. Область исследования соответствует пунктам 1. «Теоретические и методологические вопросы применения математических, статистических, эконометрических и инструментальных методов в экономических исследованиях», 2. «Типы и виды экономико-математических и эконометрических моделей, методология их использования для анализа экономических процессов, объектов и систем», 3. «Разработка и развитие математических и эконометрических моделей анализа экономических процессов (в т.ч. в исторической перспективе) и их прогнозирования», 10. «Разработка и развитие математических моделей глобальной экономики, эконометрических и статистических методов отраслевого, межотраслевого, межрегионального и межстранового социально-экономического анализа» и 14. «Эконометрические и статистические методы анализа данных, формирования и тестирования гипотез в экономических исследованиях. Эконометрическое и экономико-статистическое моделирование» паспорта специальности 5.2.2. «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике» Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации.

Метод исследования. В настоящем исследовании используются эконометрические методы проверки гипотезы о стационарности экономических

временных рядов, оценивания структурных векторных авторегрессионных моделей, оценивания факторных векторных авторегрессионных моделей, оценивания байесовских векторных авторегрессий, оценивания функций импульсного отклика, исторической декомпозиции рядов, построение декомпозиций ошибок прогноза, проверки гипотезы о статистически значимом различии построенных прогнозов.

Информационная база исследования. Исследование основано на данных Федеральной службы государственной статистики, Центрального банка Российской Федерации, федерального банка в Сент-Луисе (США), базы данных ОЭСР (data.oecd.org), Лутца Килиана и Международного валютного фонда.

Научная новизна. Новизна полученных автором результатов заключается в следующем:

1. Выявлены актуальные методы для оценки влияния глобальных шоков, в частности подробно рассмотрены модели глобальной векторной авторегрессии и факторной векторной авторегрессии. В то время как глобальная векторная авторегрессия позволяет оценивать влияние шоков, возникающих в различных экономиках на множество экономик, предпочтение для исследования конкретной экономики отдается моделям факторной векторной авторегрессии, так как они позволяют сконцентрироваться исключительно на влиянии глобальных шоков на конкретную экономику. Также FAVAR модели обладают преимуществом в виде более прозрачной идентификации структурных шоков, что в рамках GVAR моделей не всегда возможно.
2. Сформулированы актуальные глобальные шоки для российской экономики, которыми являются шоки спроса, предложения, шоки денежно-кредитной политики и различные финансовые шоки, а также важную роль играют шоки на сырьевых рынках, в частности нефти. Еще одним шоком, природа которого, однако, может быть не совсем

экзогенным, является шок премии за риск, крайне скудно освещенный в отношении российской экономики.

3. Предложен ряд моделей факторной векторной авторегрессии с идентификацией различного количества шоков с помощью знаковых и краткосрочных ограничений.
4. Сформулирована методика оценки экзогенной части модели факторной векторной авторегрессии на промежутке более длинном, чем локальная часть модели, что позволяет использовать все доступные для зарубежных экономик данные по экономическим показателям и позволяет получать более достоверные оценки динамики глобальных факторов.
5. Предложена методика количественной оценки премии за риск в российской экономике и обнаружено значимое влияние шоков премии за риск на выпуск и инвестиции, однако из исторической декомпозиции этих переменных можно сделать вывод, что общий вклад шоков премии за риск в динамику реальных переменных ограничен.
6. Проведено сравнение прогнозной способности различных FAVAR и BVAR моделей, проведено сравнение полученных наукастов выпуска с официальными прогнозами. Полученные результаты показывают, что факторные авторегрессионные модели показывают результаты как минимум не хуже, чем BVAR модели, также проведенное сравнение моделей с различным количеством глобальных факторов указывает на улучшение качества наукастов с увеличением количества используемых показателей.

Положения, выносимые на защиту:

1. Модели факторной векторной авторегрессии являются предпочтительным инструментом для анализа влияния глобальных шоков на российскую экономику ввиду возможности спецификации широкого набора внешних шоков и доступности анализа реакций практически неограниченного количества домашних показателей

на эти шоки. Наибольшую чувствительность российская экономика проявляет к сырьевым шокам, однако ощутимые вклады также могут вносить глобальные шоки спроса, предложения и номинальные шоки.

2. Предложенные схемы идентификации глобальных шоков позволяют в рамках факторной векторной авторегрессии с помощью краткосрочных или знаковых ограничений выделять глобальные сырьевые шоки, глобальные шоки спроса и предложения и глобальный номинальный шок. Притом сформулированные модели могут быть в том числе оценены на достаточно коротких промежутках, что позволяет наблюдать изменения характера влияния глобальных шоков на российскую экономику с течением времени.

3. Описанная процедура оценивания глобального блока факторной модели на более длительных промежутках, чем для домашнего блока, позволяет получать более качественные оценки глобальных факторов. Что особенно актуально при необходимости оценивания модели на более коротких промежутках, вызванной структурными сдвигами в экономике или изменениями методологии сбора или обработки данных.

4. При помощи рассмотренной методики количественной оценки премии за риск и приведенной схемы идентификации шока премии за риск в рамках модели векторной авторегрессии оценки реакций российских показателей и вклады данного шока в динамику отечественных переменных показали актуальность данного шока для российской экономики.

5. Сформулированные факторные модели и получаемые в их рамках глобальные и домашние факторы могут быть использованы для наукастинга российских макроэкономических показателей, притом получаемые прогнозы как минимум не уступают прогнозам (а зачастую превосходят), полученным в рамках альтернативных моделей. При прогнозировании выпуска использование большего количества переменных, в частности глобального номинального фактора и фактора глобальной инфляции приводит к значимому улучшению качества прогнозов.

Теоретическая и практическая значимость диссертации. В проведенном диссертационном исследовании получены важные теоретические и практические результаты. Элементы научной новизны, описанные выше, могут стать вкладом в исследование российской экономики.

Результаты эмпирического исследования, посвященного анализу реакции российских макропоказателей на внешние шоки, имеют практическую значимость как для дальнейших исследований отечественной экономики, так и для выработки текущей экономической политики, а также для построения прогнозов динамики развития российской экономики.

Данное диссертационное исследование также может иметь образовательную ценность, так как был рассмотрен недостаточно освещенный, но крайне актуальный для российской экономики шок премии за риск, а также крайне актуальными для внедрения в образовательный процесс могут быть схемы идентификации внешних шоков в рамках факторных моделей.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверный характер результатов, выносимых на защиту, подтверждается корректным использованием качественных и количественных методов в процессе анализа и моделирования, существенным объемом информационной базы исследования, а также тем, что выдвинутые положения не противоречат трендам общей экономической теории.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения диссертации прошли научно-практическую апробацию и получили положительную оценку на нескольких международных и российских конференциях.

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами: программами конференций, протоколами защиты научно-исследовательских работ, выполненных по государственному заданию.

Публикации. Результаты исследования и основные научно-практические положения опубликованы в пяти работах автора, общим объемом приблизительно

5.5 печатных листа. Из них все опубликованы в ведущих рецензированных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ и включенных в перечень изданий, утвержденный Ученым советом РАНХиГС.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. В главе 1 представлен обзор литературы, посвященной влиянию внешних и внутренних шоков на экономики различных стран, в частности, рассматриваются существующие актуальные подходы к анализу влияния таких шоков и обсуждается предпочтительный инструмент анализа. В главе 2 рассматриваются модели факторных векторных авторегрессий с различными наборами глобальных шоков: подробно обсуждаются формулировки различных моделей, наборы данных в плане количества используемых показателей и временных промежутков, а также результаты, полученные на основе сформулированных моделей. В главе 3 рассматривается влияние шока премии за риск на российскую экономику. Глава 4 посвящена построению наукастов с использованием моделей, сформулированных в главе 2. Содержание диссертации изложено на 133 страницах, включающих в себя 50 рисунков, 5 таблиц и список литературы из 100 источников.

Глава 1. Анализ и систематизация литературы по анализу влияния внешних и внутренних шоков на экономику (в рамках многомерных авторегрессионных моделей)

При рассмотрении влияния глобальных шоков на экономику важно выбрать подходящий инструмент для проведения такого исследования, поэтому в настоящем обзоре рассматриваются современные подходы к такому анализу. Основное внимание сконцентрировано на факторных векторных авторегрессиях и их основных альтернативах: байесовских векторных авторегрессиях и глобальных векторных авторегрессиях, обсуждаются их преимущества и недостатки. В рамках данных моделей и классических структурных векторных авторегрессий рассматривается множество шоков, способных влиять на экономику страны или региона, также отдельно обсуждаются особенности российской экономики. Так как современные модели в основном концентрируются на использовании всё большего количества экономических показателей, что может быть использовано для получения качественных безусловных и условных прогнозов, рассматривается возможность прогнозирования, а в частности, построение наукастов выпуска с помощью моделей данных классов. В конце приведены решающие аргументы в пользу выбранного инструмента анализа и шоков, предположительно играющих наибольшую роль в динамике российской экономики.

Структурная идентификация глобальных шоков зачастую используется в факторных векторных авторегрессиях. В данных моделях для выделения глобальных факторов переменные часто делят на тематические группы [1], что упрощает дальнейшую интерпретацию полученных факторов, или же разделяют на группы по принципу «быстрые» и «медленные» переменные. Оба этих подхода позволяют составить структурную модель, где для идентификации шоков используются либо рекурсивные, либо знаковые ограничения. Также возможна более простая спецификация, где все внешние переменные рассматриваются в одной группе, описывая один глобальный фактор. Последний подход используется

в работе [2], для анализа влияния шоков денежно-кредитной политики Европы. В данном случае в качестве основы для глобального фактора используется набор макроэкономических переменных Еврозоны, США и Японии, а также цены на сырье. Данный фактор дополняется краткосрочной ставкой процента и в дальнейшем этот блок рассматривается как внешний для стран за пределами Еврозоны. Оценивая модель на месячных данных для европейских стран за пределами Еврозоны на периоде с 1999 по 2013 годы, авторы получают выводы, качественно схожие с результатами работы [3], то есть высокую подверженность выбранных стран шокам денежно-кредитной политики в Европе, а также указывают на зависимость амплитуды отклика уровня промышленного производства от степени открытости экономики страны. Отдельно авторы проводят проверку робастности полученных результатов, оценивая модель на двух подвыборках, до и после мирового финансового кризиса. Хотя результаты и отличались в некоторой степени количественно, качественных изменений авторы не наблюдали, что позволило им утверждать об отсутствии мисспецификации модели.

Схожая с предыдущим исследованием модель также использовалась в работе [4] для определения готовности определенных экономик к вступлению в Еврозону. Авторы специфицируют внешний шок деловой активности ключевых стран Еврозоны и оценивают его влияние на экономики стран-кандидатов. Возможность рассматривать импульсные отклики для всего набора внутренних переменных позволяет авторам делать выводы о сходствах или различиях в структуре рынков и уровню интеграции страны-кандидата. Помимо рекомендаций о готовности некоторых стран к вступлению в Еврозону, оцененная модель также позволила авторам заметить смену структуры влияния шоков на экономические процессы в Европе: после начале 2000-ых авторы отмечают высокие вклады шоков денежно-кредитной политики, хотя ранее основным драйвером служили шоки спроса.

Большое количество глобальных факторов и их взаимосвязь рассматривались в работе [5], где авторы рассматривают развитие эффективности денежно-

кредитной политики с течением времени. Авторы выделяют факторы глобальной инфляции, экономической активности, ликвидности, цен на жилье, цен энергоносителей и ставок процента. В результате авторы приходят к выводу, что в результате финансовой глобализации частые шоки ликвидности в значительной степени снижают эффективность политики, проводимой центральными банками.

Факторные векторные авторегрессии при некоторой работе над спецификацией и подборе способа разделения переменных на тематические группы позволяют специфицировать некоторые нестандартные шоки. Так, например, в работе [6] авторы помимо уже классических глобальных сырьевых шоков рассматривают шоки неопределенности экономической политики и геополитических рисков, что особенно важно для таких стран как Малайзия. Помимо ожидаемых выводов, что сырьевой шок в виде роста спроса на нефть благоприятно влияет на экономику Малайзии, авторы обращают внимание, что геополитические шоки через предложение нефти и возросшую политическую неопределенность также влияют на финансовые рынки страны.

В работе [7] автор использует факторные VAR-модели для оценки влияния внешних шоков на экономику Великобритании. В качестве рядов для зарубежных экономик рассматриваются квартальные показатели 17 стран — основных торговых партнеров Великобритании и крупных мировых экономик за период с 1974 по 2005 г. Глобальные факторы выделяются при помощи разделения показателей на тематические группы, что позволяет выделить три фактора: реальной экономической активности, глобальной инфляции и процентных ставок. Для построения внутренних (т.н. домашних) факторов используются показатели, связанные с реальной активностью и инфляцией, а также некоторые номинальные показатели, причем они уже не объединяются в тематические группы, поэтому полученные факторы не имеют точной экономической интерпретации. Для определения необходимого числа домашних факторов применяется тест, предложенный в (Bai, Ng, 2002). Помимо факторов в модель включается домашняя ставка процента. При помощи знаковых и нулевых ограничений в работе

выявляются шоки спроса, предложения и зарубежной ставки процента. В результате авторы приходят к выводу, что наибольший вклад в экономику Великобритании во время финансового кризиса внесли глобальные шоки спроса. Вклады шоков глобальной ставки процента и инфляции существенно разнятся до и после 1990 г, что, по мнению авторов, согласуется со сменой курса кредитно-денежной политики Великобритании.

В работе [8] методология FAVAR применяется для определения влияния шока курса доллара на экономики Кореи, Японии, Китая, а также США. Для каждой страны авторы строят факторы локальных и глобальных условий. Фактор локальных условий отвечает за внутреннюю деловую активность и, соответственно, выделяется из наблюдаемых домашних показателей. В качестве фактора берется первая главная компонента для переменных уровня производства, безработицы, денежных баз, цен акций и государственных облигаций. Фактор глобальных условий для каждой страны строится по экономическим рядам основных торговых партнеров, взвешенных по объемам торговли.

Итоговые модели для каждой страны включают фактор локальных условий, уровень инфляции, краткосрочную ставку процента, фактор глобальных условий и долларový индекс. Такой порядок переменных позволяет при идентификации шоков исключить влияние курса доллара на остальные переменные в период возникновения его шока.

После оценки моделей авторы [8] приходят к выводу, что шок укрепления доллара для всех четырех экономик приводит к падению активности. В случае Соединенных Штатов Америки такой эффект достигается за счет снижения спроса на внутреннюю продукцию в результате падения цен на зарубежные товары. Для азиатских экономик шок приводит к ослаблению реального валютного курса, что должно приводить к росту спроса на экспорт, однако экономическая активность в азиатских странах падает.

Также в работе [9] исследуется механизм распространения различных глобальных шоков ликвидности в развивающиеся экономики. В качестве

информационных рядов для факторов ликвидности используются финансовые данные для экономик США, Великобритании, Японии, Германии и Франции. В результате авторы делают вывод, что шоки ликвидности играют значительную роль в экономической активности развивающихся стран. Приток ликвидности, вызванный зарубежной денежно-кредитной политикой, приводит к росту цен ценных бумаг и выпуска, укреплению внутренней валюты. Шок на рынке ликвидности также провоцирует рост рынка ценных бумаг, а также снижает стоимость заемного капитала, что впоследствии повышает конкурентоспособность экспорта. Уменьшение склонности к риску замедляет экономическую активность в развивающихся странах и влечет за собой ослабление местной валюты.

Среди работ, исследующих зависимость экономик от экспорта нефти, интерес представляет работа [10]. В анализе экономики Канады авторы используют структурную векторную авторегрессию с тремя внешними факторами. Фактор глобальной экономической активности получен из рядов реального ВВП, индексов промышленного производства, объемов экспорта и импорта и индекса реальной экономической активности Килиана. Фактор глобальной инфляции содержит информацию о различных дефляторах ВВП, а также потребительских ценах и ценах производителей. По индексам цен на энергетическое, продовольственное и сельскохозяйственное сырье, металлы и удобрения авторы строят глобальный сырьевой фактор.

Многочисленные экономические показатели Канады также агрегируются в несколько факторов, которые уже не имеют содержательной экономической интерпретации, так как были выделены одновременно по всему набору переменных. Анализ проводится на квартальных данных с 1975 по 2010 г. Для идентификации глобальных шоков применяются рекурсивная и знаковая схемы ограничений, с помощью которых авторы выделяют глобальные шоки предложения, спроса и сырьевой шок. Использование указанных трех шоков, а также возможность анализа откликов отдельных домашних переменных в рамках FAVAR-моделей приводит авторов к выводу, что положительный шок спроса и

негативный сырьевой шок укрепляют реальный валютный курс и благоприятно воздействуют на внешнеторговый баланс Канады (однако лишь сырьевой шок приводит к падению выпуска).

При постановке задачи об исследовании влияния шоков на российские макропоказатели нельзя не принимать во внимание высокий вклад нефтяных шоков в российскую экономическую активность. Исследования влияния нефтяных шоков на развитые страны в рамках моделей векторных авторегрессий широко представлены в литературе. Влияние нефтяных шоков на развитые страны-импортеры нефти рассмотрено в работах Килиана [11] и [12] на примере стран Большой семерки и США. Основной реакцией на нефтяной шок в этих странах является всплеск инфляции, однако полученные результаты могут быть не применимы для экономик таких стран-экспортеров нефти, как Россия. Исследования влияния нефтяных шоков на развивающиеся страны-экспортеры нефти широко представлены в литературе. Например, в [13] авторы рассматривают реакции уровня выпуска четырех нефтедобывающих стран на различные шоки, в том числе на шок цены нефти. В рамках построенной структурной векторной авторегрессии авторы считают приходят к выводу, что в зависимости от торговой и макроэкономической политики шоки нефтяных цен могут вызывать значительные колебания выпуска или их влияние может быть ограничено, но все еще может оставаться достаточно большим.

В работе [14] рассматривается проникновение внешних шоков в экономику Ирана в рамках модели коррекции ошибок. Отмечается, что внешний шок производительности практически моментально отражается на экономической активности этой страны. Положительный нефтяной шок также быстро усиливает инфляцию, выпуск и укрепляет обменный курс. Быстрое распространение внешних шоков авторы объясняют отсутствием демпфирующих механизмов, например развитого рынка капитала. Аналогичный результат был получен при анализе девяти экспортирующих нефть экономик в работе [15].

Помимо стандартных и факторных моделей векторной авторегрессии, влияние различных глобальных шоков на экономику изучают в рамках моделей глобальной векторной авторегрессии GVAR, впервые предложенной в работе [16]. Данный подход позволяет рассматривать реакцию всех макроэкономических показателей стран, включенных в модель, в ответ на различные шоки, хотя изначально модель использовалась для исследования кредитных рисков. Модели GVAR также характеризуются применимостью в случае наличия большого количества показателей ввиду нечувствительности к проклятию размерности. Данное свойство достигается путем взвешенного агрегирования показателей, где веса служат мерой взаимосвязи между различными странами, и таким образом являются механизмом трансмиссии между экономиками. В основополагающей работе [16] и зачастую в остальных работах схожего направления такие веса формируются на основе объемов торговли между рассматриваемыми экономиками. Авторы работы [17] развивают анализ с помощью GVAR-подхода путем формулирования структурных шоков для оценки влияния шоков на фондовом рынке США (как страны-доминанта на мировом финансовом рынке) на экономику стран Евросоюза. Основным нововведением работы является использование показателя цены на нефть в качестве экзогенной переменной для некоторых экономик в данном классе моделей и получение откликов на структурные шоки. Использование GVAR модели позволило авторам показать, что скорость проникновения специфицированного шока в экономики гораздо выше, чем ранее предполагалось. Полученный результат в основном достигается за счет включения в модель вышеуказанных торговых связей, что подтверждается увеличением скорости распространения шока при достижении стран Еврозоны, торговля между которыми особенно активна благодаря отсутствию валютных фрикций. Продолжением данного исследования можно считать работу [18], где с помощью GVAR модели рассматривалось дальнейшее распространение финансовых шоков Евросоюза на реальный сектор экономики азиатских стран. Авторы показывают, что эффект от таких шоков хоть и менее объемный, чем для

экономик Евросоюза, но может вызывать некоторые опасения в зависимости от размеров изначального шока, особенно в кризисные периоды. Влияние мирового финансового кризиса, в свою очередь, рассматривалось в работе [19], где в рамках GVAR модели было сформулированы торговый и финансовый каналы влияния кризиса на экономики США, Европы, развитые и развивающиеся экономики остального мира, поделенные на несколько регионов. Отличительной особенностью работы является идентификация одновременно как эндогенных, так и экзогенных шоков для экономики США с помощью краткосрочных знаковых ограничений.

Дальнейшее исследование влияния финансовых шоков, а в частности сокращения объемов кредитования частного сектора, на реальный и финансовые сектора различных стран было проведено в работе [20], где авторы концентрируются на шоках, берущих начало не только в экономике США, а также в Евросоюзе и Японии. Также на примере этого исследования авторы показывают, что выбор весов для GVAR моделей может значительно влиять на полученные результаты: при использовании классического для GVAR-подхода взвешивания по объемам торговли Япония и США демонстрировали гораздо меньшую взаимосвязь, чем при использовании финансовых показателей в качестве весов. Китай, как и некоторые другие азиатские страны оказался более связан с остальным миром, наоборот, при использовании торговых весов.

Несмотря на указанный недостаток, GVAR является сильным инструментом, так как достаточно гибок в спецификации шоков, что было показано в работе [21], где авторы рассматривают влияние банковских кризисов и дефолтов на обменные курсы евро, путем наложения знаковых ограничений на реакции банковских спредов и страновой премии за риск, аппроксимируемой суверенными спредами. Указанная гибкость позволила авторам [22] рассмотреть реакцию экономического роста крупнейших мировых экономик на шоки, связанные с пандемией COVID-19 в рамках пороговой GVAR-модели, а авторы работ [23] и [24] специфицируют

шоки, возникающие в результате использования неортодоксальных мер денежно-кредитной политики.

В работах [25], [26], [27], [28] анализируются шоки спроса и предложения на нефтяном рынке и их влияние на мировую экономику, а также выпуск, темпы инфляции и фондовые индексы различных стран. Обратное влияние шоков выпуска США и Китая на мировой нефтяной рынок в рамках GVAR-модели было рассмотрено в работе [29], а также представлены сценарные прогнозы выпуска российской экономики в ответ на шоки данного характера, возникшие в результате пандемии COVID-19.

Что касается российской экономики, то вклад различных шоков в динамику основных макроэкономических показателей был рассмотрен в работе [30], где авторы указывают на существенные вклады шока цен на нефть в макроэкономические показатели России, однако также отмечают, что при включении в модель индекса глобальной экономической активности вклад шоков нефтяных цен уменьшается, уступая место шокам глобального спроса, которые являются основным драйвером динамики цены на нефть в последние два десятилетия.

Влияние глобальных шоков спроса на экспорт на российскую экономику рассматривалось в рамках DSGE-модели в работе [31], где показано, что данные шоки приводят к падению выпуска и запасов капитала с последующим восстановлением. Такая реакция наблюдается независимо от режима валютного курса, однако при фиксированном курсе эффект ощутимо больший, чем при плавающем курсе или смешанной политике.

Особое внимание проникновению глобальных нефтяных шоков в экономику уделено в работе [32]. В рамках DSGE-модели были отмечены рост выпуска экономики в целом и падение выпуска торгуемого сектора в результате повышенной конкуренции с импортными товарами после роста издержек производства, вызванных повышенным спросом на труд, и, следовательно, реальных заработных плат.

Влияние шоков глобального рынка нефти на российскую (и не только) экономику анализируется в работе [33] в рамках глобальной вычислимой модели общего равновесия с перекрывающимися поколениями CGE-OLG. Модели данного класса могут анализировать влияние и других глобальных шоков (например, производительности) на конкретную экономику, однако, как правило, они калибруются на годовых данных и применяются для анализа долгосрочных последствий.

Взаимосвязь динамики выпуска и цены на нефть рассматривалась и в других работах. Коинтеграционное соотношение между выпуском и нефтью для поиска структурных сдвигов экономического роста российской экономики использовалось в [34]. Динамика макропоказателей в зависимости от цен на нефть анализировалась в [35]. Шоки условий торговли и нефтяных цен и их трансмиссия через каналы условий торговли были рассмотрено в работах [36] и [37], где была обнаружена доминирующая роль шоков условий торговли (цены на нефть) в динамике выпуска и инвестиции. Анализ влияния цен на нефть на российскую экономику проводился в работах [38], [39]; [40], [41], [42].

Большое количество внешних и внутренних показателей несёт в себе много информации, что может быть полезным для получения краткосрочных прогнозов и оценок, поэтому факторные модели также являются одним из наиболее распространенных инструментов для задач краткосрочного прогнозирования, наукастинга и бэкастинга. Предложенная Стоком и Вотсоном [43] методика выделения факторов с помощью главных компонент и получения прогнозов подвергалась критике и обсуждалась в работах [44], [45] и [46]. Альтернативные методы оценивания динамических факторных моделей представлены в работе [47], где авторы используют двухшаговую процедуру оценивания с применением фильтра Калмана, и в работе [48], где для получения оценок используется метод максимального правдоподобия, который имеет практическое преимущество, так как допускает наличие пропущенных данных. Сравнительный анализ существующих подходов к оценке факторов в динамических факторных моделях

был проведен в работе [49]. С помощью модифицированного теста Диеболда-Мариано, описанного в работе [50], авторы показывают, что в случае наукастинга оценки, полученные для модели Стока и Вотсона, не отличаются от остальных подходов. Отдельно отмечается лучшее качество прогнозов при использовании небольшого набора данных (20-51 ряд) при построении наукастов. Оснований отвергнуть схожую гипотезу также не нашли авторы работы [51].

Факторные модели нашли практическое применение для наукастинга макроэкономических показателей во многих работах как для развитых стран, например, Канады [52], [53], Германии [54], Норвегии [55], Ирландии [56], Новой Зеландии [57], так и для развивающихся стран, например, Китая [58], Турции [59] и [60]. Прогнозирование темпов роста ВВП с помощью динамической факторной модели для России проводилось в работе [61], для группы развивающихся стран в работе [62]. Авторы данных работ отмечают, что при наукастинге ВВП развивающихся стран важную роль имеет использование финансовых показателей и индексов PMI, в частности потому, что они публикуются раньше иных показателей.

Так как факторные модели при верном использовании позволяют использовать большой набор переменных, зачастую может возникнуть желание использовать все доступные данные для оценивания модели. Проблема выбора количества переменных, количества выделяемых факторов и способ их выделения особенно важна для исследований, связанных с прогнозированием, и в частности, наукастингом, поэтому достаточно подробно обсуждается в научной литературе. Так, например, в работах [63] и [64] авторы показывают, что модели среднего размера (10-30 переменных) прогнозируют не хуже, чем модели с большим количеством переменных (более 100 переменных). В работе [65] уточняется, что данный результат действителен только при прогнозировании выпуска, а при прогнозировании более дезагрегированных показателей предпочтительно использование большого количества рядов. Выбор переменных с точки зрения статистических методов рассматривался в [66] и [67], где авторы также предложили

тест для определения необходимого количества факторов. Альтернативным методом является использование экономической интуиции, или разделение переменных на тематические группы [68]. Приоритетность одних переменных над другими обсуждалась в литературе, например, в работе [63] модели, построенные только с использованием реальных показателей, позволяли получать прогнозы не хуже моделей с использованием номинальных и финансовых показателей. Прогнозирование выпуска для развивающихся стран в рамках стран BRIC+M проводилось в работе [69], где авторы показали, что качество наукастов улучшается с добавлением новых переменных, таким образом, для развивающихся стран особую ценность приобретают финансовые показатели, содержащие более актуальную информацию, чем выходящие со значительной задержкой реальные переменные.

В эмпирической литературе альтернативой FAVAR–моделям зачастую выступает класс моделей BVAR. С одной стороны, они не страдают проклятием размерности, в сравнении с классическими частотными VAR, что позволяет включить в модель обширный спектр макропеременных с достаточно широким лаговым окном. С другой, – позволяют напрямую работать с временными рядами, без выделения латентных факторов, что обеспечивает наличие больших возможностей интерпретации. Прогнозные возможности данного класса моделей описаны в прикладных работах (см., например, [70], [71], [72], [73], [74]), в том числе и относительно выпуска в контексте российской экономики (см., например, [75], [76], [40], [77]), и признаны достаточно высокими.

Есть и другие важные факторы, влияющие на инвестиционные процессы, которые напрямую связаны с ростом выпуска. Одним из них является восприятие инвесторами (в первую очередь, зарубежными) рисков вложения в российскую экономику, другими словами – премия за риск. Этот фактор отражает не только экономические риски, но и в существенной степени связан с институциональными и политическими характеристиками региона.

Одним из первых вопросов, встающих при постановке такой задачи – определение и измерение страновой премии за риск. Риск дефолта может быть измерен с использованием данных рейтинговых агентств, однако их методологии могут быть непрозрачными, а сами рейтинги становятся доступны с некоторым лагом после значимых экономических событий. Для получения более точных и своевременных оценок риска можно прибегнуть к инструментам, основанным на некоторых рыночных показателях. Одним из таких инструментов могут быть спреды по деноминированным в доллары облигациям. Однако при использовании такого показателя может наблюдаться недостаток данных в результате отсутствия бумаг такого типа в конкретной стране или же неликвидности этих бумаг. Более точными чем кредитные рейтинги и более актуальными в плане доступности информации являются кредитные дефолтные свопы. Револтелла и соавторы [78] в результате анализа динамики кредитных дефолтных свопов (далее CDS) пришли к выводу, что при нормальном функционировании финансовых рынков данный показатель действительно является хорошей мерой странового риска.

Схожие выводы делают Измаилеску и Каземи [79], однако обращают внимание, что CDS чрезвычайно чувствительны к ожиданиям инвесторов, которые могут быть напрямую не связаны с премией за риск, что может привести к ее недооценке или переоценке. Также авторы делают важное замечание, что CDS не подвержены изменениям в результате объявления нового рейтинга для страны, и, более того, демонстрируют положительную или отрицательную динамику за некоторое время до объявления соответствующего рейтинга. Данное наблюдение говорит о том, что CDS содержат более актуальную информацию об ожидаемой инвесторами премии за риск в рассматриваемой экономике по сравнению с оценками рейтинговых агентств. Аналогичные выводы делают Родригез и соавторы [80], демонстрируя что кредитные дефолтные свопы могут указывать на повышение рейтинга за месяц до его объявления, а понижение – за семь месяцев.

Одной из важнейших работ о взаимосвязи премии за риск и макроэкономических флуктуаций является работа Урибе и Ю [81]. Авторы ставят

перед собой цель идентифицировать шоки премии за риск (в виде спредов суверенных облигаций) и ее влияние на совокупную деловую активность в развивающихся странах. При этом отдельно учтено возможное влияние мировой ставки процента на малые экономики. В рамках модели векторной авторегрессии рассматриваются шоки производительности, страновой премии за риск и мировой ставки процента на макроэкономические показатели в 14 странах. В результате авторы приходят к выводу о наличии сложной взаимосвязи между макроэкономическими переменными и премией за риск: в то время как страновая премия безусловно влияет на фундаментальные домашние переменные, она, в свою очередь, также подвержена влиянию с их стороны. Однако размер рассматриваемых эффектов хоть и значим, но не велик: вклад шоков премии за риск в экономическую активность авторы оценивают на уровне 12%, примерно такой же вклад вносят и шоки макроэкономических показателей в динамику премии за риск. Важнейшей функцией премии за риск авторы называют распространение шоков мировой ставки процента, так как премия за риск систематически реагирует на изменения этой переменной. По оценкам авторов, в случае исключения влияния мировой ставки процента на страновую премию за риск, вклад шоков мировой ставки процента упал бы на две трети. Значимая роль премии за риск в деловом цикле подчеркивалась в работе [82] в контексте оценки DSGE моделей.

В рамках GVAR-модели авторы работы [21] также интерпретировали суверенные спреды как премию за риск для дифференциации банковских кризисов и повышения вероятностей дефолтов. Также CDS спреды использовались в качестве контрольной переменной в работе [83] при выделении шоков денежно-кредитной политики, но идентификация и оценка воздействия на российскую экономику именно шоков премии за риск не проводились.

Другой работой, рассматривающей взаимосвязь внешних и внутренних макроэкономических факторов, является исследование Банержи и соавторов [84]. Авторы предлагают описание процесса притока капитала в рамках однопериодной

модели с двумя репрезентативными инвесторами. Первый инвестор имеет доступ лишь к двум активам: безрисковым облигациям в домашней валюте и государственным облигациям своей страны, деноминированным в доллары США, с некоторой вероятностью дефолта. Второй инвестор, помимо вышеперечисленных бумаг также может инвестировать в безрисковые облигации США. После решения такой модели авторы выдвигают гипотезу о росте спреда суверенных облигаций в ответ на рост ставки процента США. Для проверки данной гипотезы авторы концентрируют внимание на развивающихся странах Азии, а в качестве эконометрического инструментария используют структурную векторную авторегрессию с двумя наборами переменных: отношение торгового баланса и долга к ВВП и суверенный спред представляют внутренние переменные, а структура процентных ставок США, доходность корпоративных облигаций США и волатильность на рынке акций отвечают за внешние. Спецификация модели выглядит таким образом, что все внутренние переменные подвержены влиянию со стороны всех внешних переменных. Авторы не находят причин отвергнуть свою гипотезу, а также делают наблюдение что внешние шоки отвечают за большую часть динамики домашних переменных, а вклад внутренних шоков составляет не более 10%. Также интересным наблюдением является реакция премии суверенных спредов на отрицательный шок структуры процентных ставок США: в случае такого шока в рассмотренных странах снижается стоимость займов.

Из рассмотренных выше работ можно сделать вывод, что существует множество подходов к идентификации внешних шоков. Рассмотренный инструмент глобальной векторной авторегрессии предлагает построение глобальной модели, зачастую включающий множество стран и взаимосвязи между ними, выраженные через объемы торговли или же взаимосвязи на финансовых рынках. В рамках данного класса моделей в научной литературе рассмотрено множество шоков, в основном относящихся к влиянию финансового сектора одной экономики на реальный сектор другой экономики, или наоборот. Присутствуют и более уникальные шоки, связанные, например, с пандемией COVID-19,

банковскими дефолтами или нетрадиционными мерами денежно-кредитной политики. Однако, спецификация шоков в рамках данных моделей может быть затруднительна ввиду структуры модели, включающей множество экономик, и взаимосвязей между ними, и, как следствие, зачастую приводит к необходимости использования обобщенных функций импульсных откликов.

В то же время такой инструмент как факторная векторная авторегрессия позволяет использовать классический подход структурной векторной авторегрессии, но с использованием информации из большего количества показателей, при этом количество показателей ограничено только возможностью исследователя адекватно разделить их на группы и определить необходимое количество факторов, описывающее динамику системы. Неоспоримым достоинством является возможность спецификации большого количества внешних шоков и рассмотрение реакции каждого используемого показателя на каждый специфицированный шок. В рамках исследования конкретно российской экономики данное свойство является крайне привлекательным. Альтернативой могут послужить модели байесовской векторной авторегрессии, которые также позволяют использовать большее количество показателей, чем классические модели векторной авторегрессии, однако обычно это количество все же ограничено, в отличие от FAVAR.

Что касается глобальных шоков, то исходя из рассмотренных работ, можно заключить, что основными являются шоки спроса, предложения, шоки денежно-кредитной политики и различные финансовые шоки. Также для мировой и отдельных экономик важную роль играют шоки на сырьевых рынках, в частности нефти, что особенно актуально для российской экономики. Зачастую развитые и развивающиеся экономики демонстрируют различную реакцию на данные шоки, а одним из отличительных признаков стран в этих группах является привлекательность экономик для внешнего капитала. Более высокие доходности в развивающихся странах сопряжены с более высокими рисками, то есть являются премией за риск. Методы количественной оценки данной премии хоть и

немногочисленны, но существуют в научной литературе, что позволяет реакцию экономики на шок данного показателя в рамках эконометрических моделей. Из-за актуальности вопроса экономических санкций и различных политических рисков в России рассмотрение реакции российской экономики на данный шок, а также его вкладов в динамику российских показателей, может быть полезно при составлении экономической политики.

Глава 2. Влияние ключевых внешних шоков на экономику

Рассмотренные в обзоре работы указали, что в рамках данного исследования наиболее предпочтительным инструментом анализа будет модель факторной векторной авторегрессии, так как позволяет относительно свободно специфицировать различные глобальные шоки и рассматривать реакцию всех используемых показателей на эти шоки. Настоящий раздел посвящен анализу российской экономики в рамках моделей этого класса. Сначала будет рассмотрена модель с тремя экзогенными факторами: фактором глобальной экономической активности, фактором глобальной инфляции и глобальным сырьевым фактором. Далее следует экстенсивная проверка робастности модели путем рассмотрения модели с меньшим количеством факторов на различных подпериодах, после, ввиду удовлетворительного поведения модели, рассматривается наиболее полная модель с четырьмя глобальными факторами, где новым фактором является глобальный номинальный фактор, что может быть интерпретирован как фактор обратной мировой ставки процента.

Используемая факторная модель состоит из двух блоков: первый блок отвечает за глобальную экономику, а второй — за экономику РФ. Состояние экономики в каждом блоке описывает небольшое число ненаблюдаемых факторов. Спецификация модели аналогична работе [10] и представлена в формулами (1) и (2):

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}_{Y,t}^* \\ \mathbf{X}_{\pi,t}^* \\ \mathbf{X}_{C,t}^* \\ \mathbf{X}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Lambda_Y^* & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Lambda_\pi^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Lambda_C^* & 0 \\ \Lambda_Y & \Lambda_\pi & \Lambda_C & \Lambda_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{Y,t}^* \\ F_{\pi,t}^* \\ F_{C,t}^* \\ \mathbf{F}_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{Y,t}^* \\ \mathbf{e}_{\pi,t}^* \\ \mathbf{e}_{C,t}^* \\ \mathbf{e}_t \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{F}_t^* \\ \mathbf{F}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & 0 \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{F}_{t-1}^* \\ \mathbf{F}_{t-1} \end{bmatrix} + \mathbf{u}_t, \quad (2)$$

где $\mathbf{X}_t^* = (\mathbf{X}_{Y,t}^*, \mathbf{X}_{\pi,t}^*, \mathbf{X}_{C,t}^*)'$ — ряды для факторов глобальной экономической активности, глобальной инфляции и глобального сырьевого фактора; $\mathbf{X}_t$ — данные для внутренних факторов; $\mathbf{F}_t^* = (F_{Y,t}^*, F_{\pi,t}^*, F_{C,t}^*)'$ — соответствующие ненаблюдаемые глобальные факторы; $\mathbf{F}_t$ — набор ненаблюдаемых факторов для домашней экономики; Λ_i^* и Λ_j — матрицы нагрузок для глобальных и домашних факторов, соответственно. Формула (2) описывает динамику общих факторов, которая моделируется с помощью SVAR-модели, где $\Psi_{ij}(L)$ — лаговые полиномы.

Используемый порядок глобальных факторов позволяет идентифицировать следующие шоки с помощью краткосрочных ограничений: глобального спроса, глобального предложения (отличный от сырьевого) и глобальный сырьевой. Согласно спецификации шоков, глобальный сырьевой шок не может моментально воздействовать на глобальную экономическую активность, а глобальный шок предложения в период возникновения влияет только на глобальную инфляцию. В качестве альтернативного варианта используется спецификация аналогичных шоков в рамках знаковых ограничений. Стоит отметить, что данная схема идентификации, выделяющая одновременно три внешних глобальных шока и отделяющая сырьевые шоки от шоков спроса и предложения используется для российской экономики впервые.

Также в данном исследовании предлагается схема идентификации обозначенных шоков с помощью знаковых ограничений, что также до этого не проводилось для российской экономики. В таблице 1 приведена схема выявления глобальных шоков с использованием знаковых ограничений для модели с тремя глобальными факторами. Знаки в таблице указывают на необходимый знак накопленного за четыре квартала импульсного отклика конкретной переменной на заданный шок. Особенность применения знаковых ограничений заключается в том, что модель не описывается точно. Другими словами, в отличие от моделей с рекурсивными ограничениями, в результате оценивания получается не уникальная модель, а набор моделей, удовлетворяющих заданным ограничениям. Также

полученный набор моделей сужается с помощью ограничения на краткосрочную эластичность глобальной экономической активности к ценам на нефть, т.е. предполагается, что моментальная реакция глобальной деловой активности на глобальный сырьевой шок невелика. Для этого на соответствующий элемент в матрице влияний (impact matrix) накладывается ограничение значений от -0.1 до 0.05 , что после масштабирования примерно совпадает с оценками эластичности ВВП к реальным ценам на нефть [85].

Таблица 1 – Знаковые ограничения для факторной модели

	Шок спроса	Шок предложения	Сырьевой шок
Глобальная экономическая активность	+	–	–
Цены на сырье	+	–	+
Глобальная инфляция	+	+	+

Примечание – Источник: расчёты автора

Для оценки применяется двухшаговая процедура с преобразованием данных методом главных компонент. Первым шагом в качестве состоятельной оценки факторов глобальной и российской экономики берется наибольшая главная компонента в каждом наборе рядов $X_{Y,t}^*, X_{\pi,t}^*, X_{C,t}^*, X_t$. На втором шаге данные факторы используются для оценки векторной авторегрессии из уравнения (2). Обратим внимание: формулировка модели предполагает, что глобальные факторы, как и внутренние, объясняют динамику российских информационных рядов X_t . Поэтому данные глобальные факторы включены в главные компоненты для домашнего блока модели. Логика здесь такова: помимо глобальных факторов, из набора внутренних переменных выделяются главные компоненты, содержащие информацию, не объясненную глобальными факторами. Поэтому чтобы получить оставшиеся $K - 3$ домашних факторов, следуем методике из работы [10]¹. То есть с

¹ Для оценивания факторной модели использовались пакеты, предложенные в работах [10] и [100].

помощью регрессии X_t на F_t^0 и оценки $\hat{F}_{Y,t}^*, \hat{F}_{\pi,t}^*, \hat{F}_{C,t}^*$ необходимо получить оценки $\hat{\Lambda}_Y^0, \hat{\Lambda}_\pi^0, \hat{\Lambda}_C^0, \hat{\Lambda}_H^0$, а для этого нужно:

- вычислить $\tilde{X}_t^0 = X_t - \hat{\Lambda}_Y^0 \hat{F}_{Y,t}^* - \hat{\Lambda}_\pi^0 \hat{F}_{\pi,t}^* - \hat{\Lambda}_C^0 \hat{F}_{C,t}^*$;
- оценить F_t^1 , как первые $K - 3$ главные компоненты $\tilde{X}_t^0$;
- повторять процедуру, начиная с первого шага, до схождения F_t^j .

При поиске числа необходимых факторов для описания динамики домашней экономики используется критерий, предложенный в работе [86]. Он указывает на улучшение модели при включении в модель двух факторов вместо одного. Большое количество факторов может быть неоправданным в контексте ограниченности рассматриваемого периода.

Что касается выбора числа лагов, то критерии Акайке и Шварца отдают предпочтение модели с одним лагом переменных. Однако механизмы трансмиссии внешних и внутренних шоков могут занимать длительное время, поэтому одного лага может быть недостаточно для описания инерционной динамики системы. Например, влияние шоков глобального спроса на реальную цену на нефть рассматривалось в работе [87], где лаги покрывали период в два года. Для российской экономики проникновение глобальных и трансмиссия локальных шоков описывались, например, в работах [30] и [40] с числом лагов, покрывающих значительно большие интервалы времени, чем один квартал. В итоге выбирается модель с двумя лагами, но также проводится анализ модели с одним лагом.

Все временные ряды рассматриваются на промежутке с I квартала 2000 г. по IV квартал 2021 г. и имеют квартальную частоту. В совокупности для глобальной и домашней экономик используется 74 ряда. Все нестационарные ряды рассматриваются в разностях, а также все переменные центрированы и стандартизированы (такая нормировка необходима для метода главных компонент).

Для глобальной экономики выделяется три фактора:

– фактор глобальной экономической активности (построен на переменных: реальный выпуск, объемы экспорта и импорта, индексы промышленного производства для США, стран ОЭСР и Европы; он учитывает индекс глобальной реальной деловой активности, рассчитываемый Л. Килианом² [87]).

– фактор глобальной инфляции (основан на рядах индексов потребительских цен для аналогичных субъектов);

– глобальный сырьевой фактор (сюда входят глобальные ценовые индексы на металлы, энергетические источники, сельскохозяйственные материалы; цена на нефть не включаются в фактор в явном виде, так как предполагается, что вся информация о ценах на нефть содержится в индексе цен на энергетические источники).

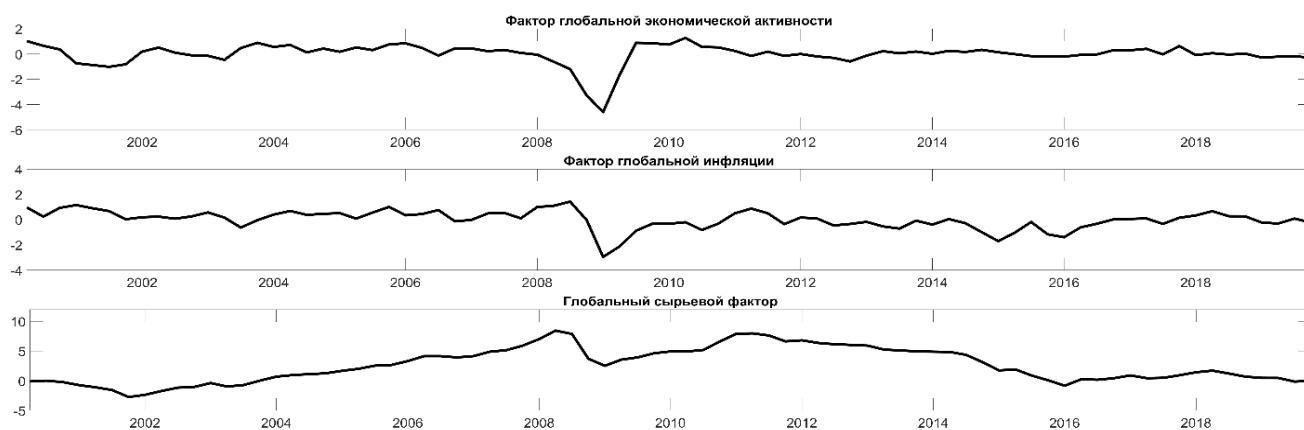
Для домашней экономики выделяется два фактора, в основу которых легли временные ряды реальной экономической активности, различные индексы цен, индексы промышленного производства, краткосрочные ставки процента.

Отметим, что на рассматриваемом периоде российская экономика претерпела ряд структурных изменений. Сюда можно отнести изменение бюджетного правила, определяющее использование экспортных доходов. За последние 20 лет в отношении этого правила прослеживаются пять различных периодов. Помимо перехода к режиму инфляционного таргетирования в 2014 г., также можно выделить режимы квази-фиксированного на предшествующем этапе курса рубля. Подобные изменения государственной политики могут значимо влиять на различные трансмиссионные механизмы и динамику всей макроэкономической системы. Однако учесть подобное изменение параметров в модели достаточно сложно. Это требует, например, введения нескольких структурных сдвигов во всех параметрах, что аналогично оцениванию модели на нескольких коротких промежутках времени, которое затруднительно провести из-за недостатка степеней свободы в соответствующих уравнениях. Другим возможным решением является использование моделей с меняющимися во

² <https://sites.google.com/site/lkilian2019/research/data-sets>

времени параметрами (TVP-FAVAR), однако решение поставленных задач в рамках подобных моделей также затруднена, отчасти из-за относительно короткой выборки, отчасти из-за ограниченных способностей таких моделей улавливать резкие изменения в параметрах системы. В связи с этим, несмотря на понимание того, что параметры экономической системы могли меняться в течение последних 20 лет, было принято решение оценивать модель без каких-либо структурных сдвигов на всем периоде.

На рисунке 1 представлены оцененные методом главных компонент глобальные факторы реальной деловой активности, инфляции и глобальный сырьевой фактор (последний для наглядности приведен в аккумулятивном виде). Динамика факторов отражает важные экономические события, например, заметно падение уровня всех факторов в результате мирового финансового кризиса 2008 г. Прослеживается падение глобального сырьевого фактора с 2014 по 2016 г. и дальнейшее пребывание его на одном уровне — что достаточно точно отражает ситуацию на нефтяном рынке за последние 5–6 лет.

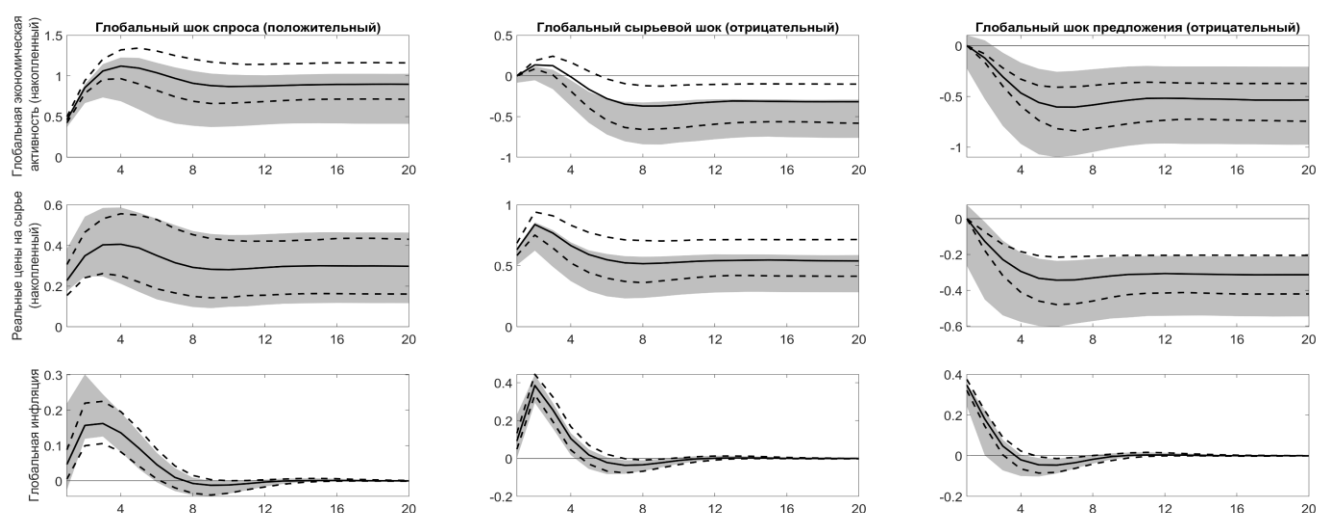


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 1 – Динамика глобальных факторов

На рисунке 2 показаны импульсные отклики глобальных факторов на специфицированные шоки. Стоит отметить схожесть результатов для модели с рекурсивными ограничениями и модели со знаковыми ограничениями.

Глобальный шок спроса влияет на экономическую активность, что заставляет расти спрос на сырье, цены на сырье и цены в целом. Эффекты от шока глобального спроса затухают примерно через два года, выводя экономическую активность на новый стабильный уровень. Глобальный сырьевой шок в результате роста цен на сырье снижает глобальную экономическую активность, что приводит к уменьшению предложения товаров и, как следствие, росту инфляции.



Примечание – Здесь и далее импульсные отклики в рамках модели со знаковыми ограничениями представлены на рисунках серой зоной, покрывающей 68% полученного набора моделей; в рамках краткосрочных ограничений—медианным импульсным откликом (сплошная черная линия) и 68% доверительным интервалом (черные пунктирные линии). Источник: расчёты автора

Рисунок 2 – Импульсные отклики глобальных факторов

Отметим разницу откликов глобальной деловой активности на данный шок в моделях с рекурсивным и знаковым описанием. Знаковое описание с ограничениями на краткосрочную эластичность позволяет практически полностью исключить положительную реакцию деловой активности в первые периоды после возникновения сырьевого шока. Реакция глобальной инфляции на все указанные шоки получилась менее персистентной по сравнению с аналогичным результатом в работе [10] и затухает примерно через 4–5 кварталов. К тому же наблюдаются

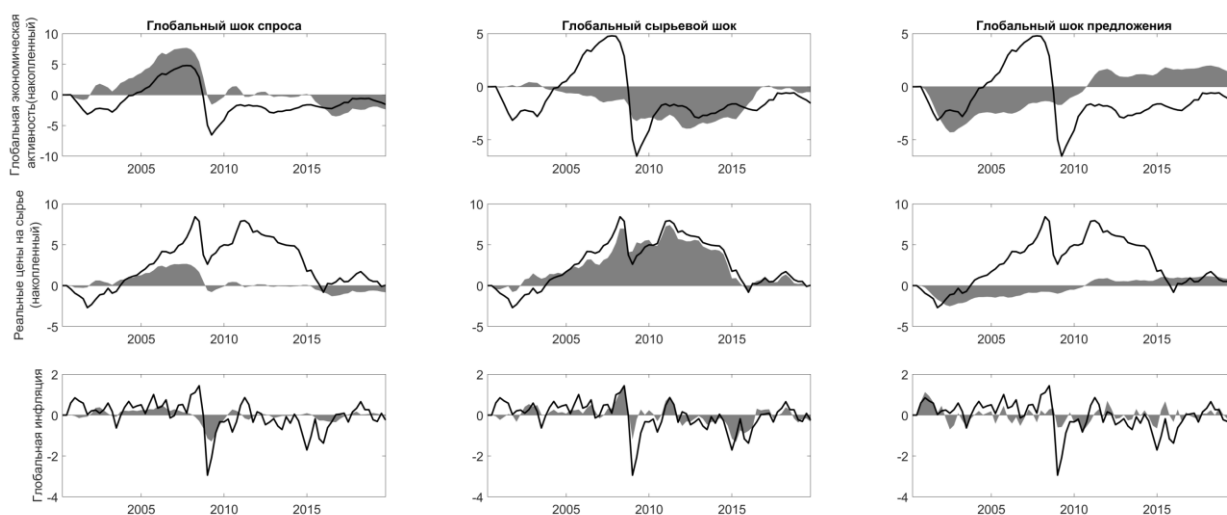
куполообразные отклики в ответ на шоки глобального спроса и на сырьевые шоки. Все это соответствует новокейнсианской логике о номинальных жесткостях и оценкам уровня жесткости цен (длительности контрактов).

Рассмотрим теперь исторические декомпозиции вкладов каждого шока в динамику глобальных факторов на рисунке 3. Глобальная экономическая активность в равной мере объясняется вкладами всех специфицированных шоков. В начале периода динамика реальной деловой активности в основном объясняется негативными шоками предложения, однако, начиная с 2003 г., накопленный вклад данных шоков стабильно снижается по абсолютной величине параллельно с ростом вклада шоков глобального спроса вплоть до кризиса 2008 г. Данные наблюдения согласуются с тем, что в 2001–2002 гг. мировая экономика росла относительно невысокими темпами, после 2003 г. началась фаза активного роста (в существенной степени за счет Китая), сопряженного с ростом предложения на мировых рынках.

После мирового финансового кризиса положительные вклады шоков спроса резко затухают, и на периоде с 2009 по 2015 г. основной движущей силой динамики мировой активности становятся сырьевые шоки. Снижение вклада шока предложения в мировую активность на периоде 2013–2015 гг. также могло быть связано с экономикой Китая, испытывавшей небольшое снижение темпов роста на этом периоде. Данное событие также отражается в воздействии глобального шока предложения в динамику сырьевого фактора. Однако динамика данного фактора в основном определялась шоками цен на сырье, кроме, разве что, предкризисного периода, где положительные шоки спроса также оказывали значительное воздействие.

Стоит отметить, что резкое падение сырьевого фактора в период мирового финансового кризиса было вызвано одновременным снижением влияния как сырьевых шоков, так и снижением глобального спроса. Фактор глобальной инфляции в равной мере вызван воздействиями всех специфицированных шоков. Так, например, динамика глобальной инфляции в период кризиса 2008 г. может быть порождена шоками цен на сырье и одновременным падением мирового спроса

и предложения. До мирового финансового кризиса наблюдались положительные влияния шоков спроса, однако после окончания кризиса динамика инфляции уже практически не объясняется данным шоком.



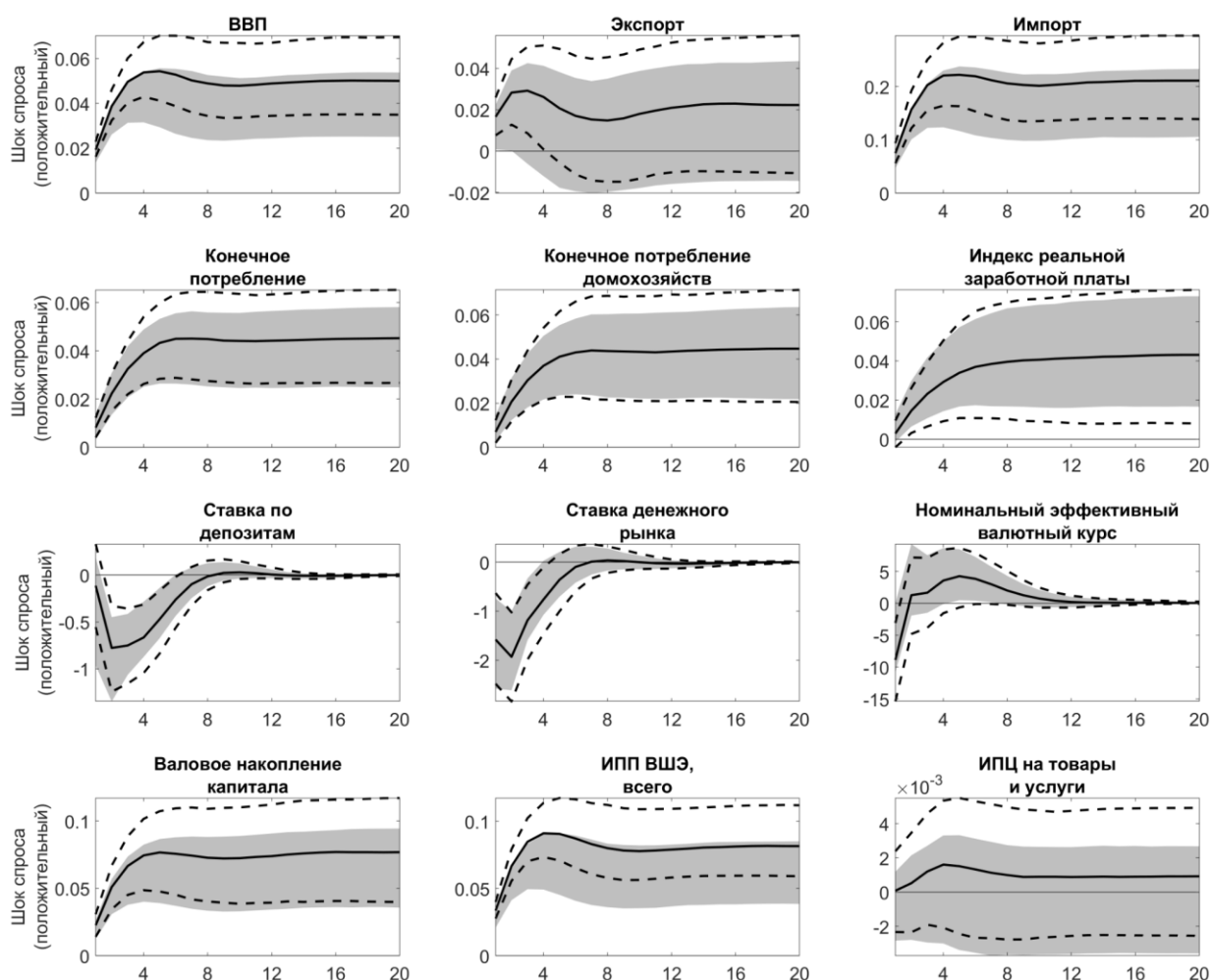
Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 3 – Историческая декомпозиция глобальных факторов

Обратимся теперь к реакциям внутренних переменных на глобальные шоки³. На рисунке 4 изображены реакции внутренних информационных рядов на глобальный шок спроса. Глобальный шок спроса не только напрямую увеличивает спрос на российский экспорт, но также приводит и к росту сырьевых цен, что является прямым трансфертом богатства в российскую экономику, явным образом увеличивая внутренний спрос. В результате, вслед за повышением глобальной мировой активности из-за глобальных шоков спроса в России наблюдается увеличение в краткосрочной и долгосрочной перспективе таких реальных экономических показателей, как выпуск, импорт, потребление и инвестиции, а также промышленное производство. Что касается экспорта, он значимо растёт лишь в краткосрочном периоде. Рост внутреннего спроса приводит к сдвигу кривой спроса на труд, что создает повышающее давление на заработные платы. Снижение

³ Функции импульсных откликов внутренних переменных получены с использованием алгоритма семплирования Гиббса (Gibbs sampling). Подробнее см. работы [10] и [89].

процентной ставки можно объяснить падением премии за риск, являющейся составляющей российской процентной ставки (вместе с мировой ставкой процента и ожиданием изменения обменного курса рубля) вследствие роста сырьевых цен.

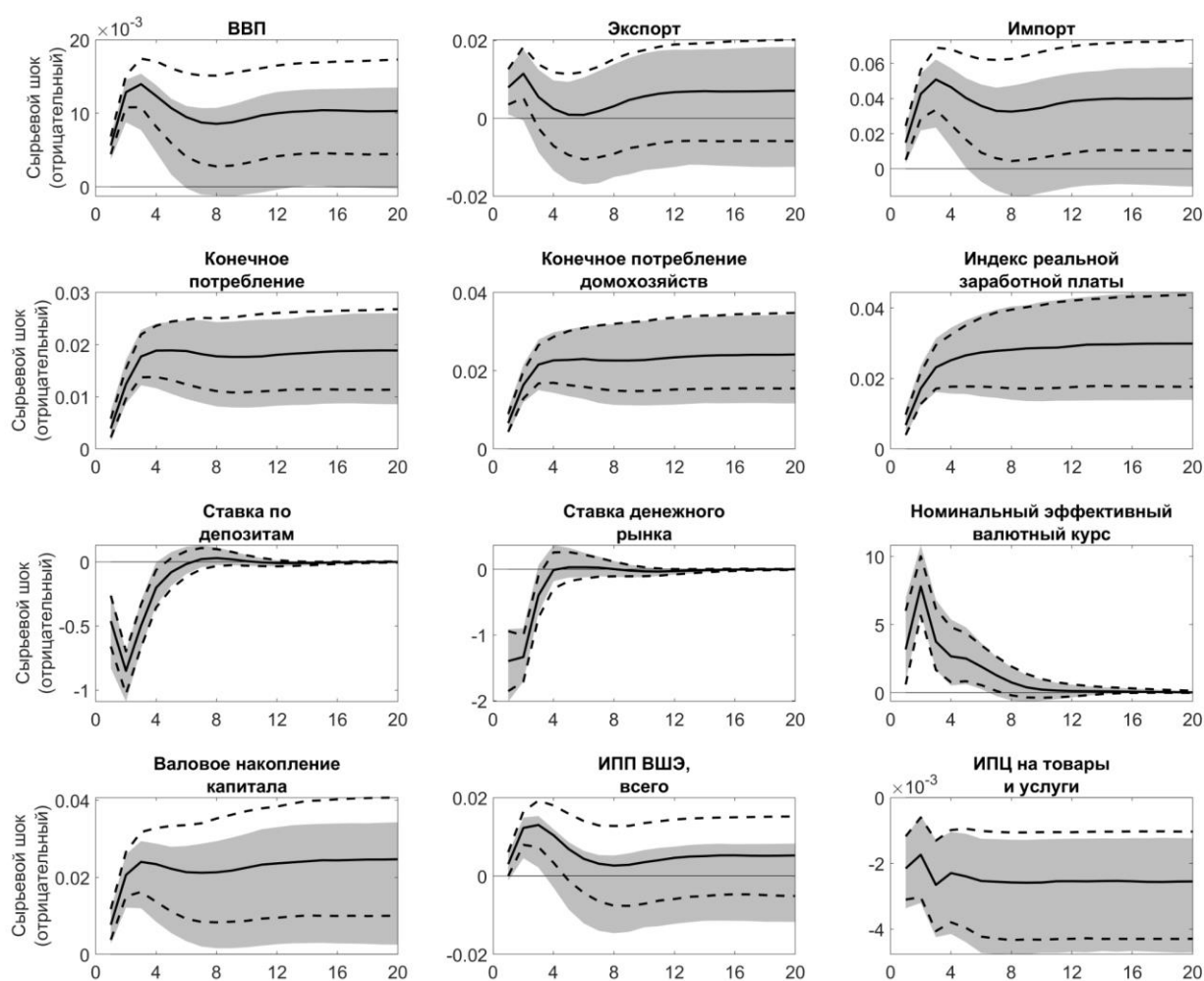


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 4 – Импульсные отклики информационных рядов на глобальный шок спроса

Характер реакций российских переменных на глобальные сырьевые шоки (рисунок 5) схож с реакцией на глобальный шок спроса, что видно по динамике выпуска, потребления, экспорта и импорта. Однако наблюдается незначительное снижение индекса потребительских цен на товары и услуги в результате падения цен продовольственных товаров, что может объясняться снижением относительных цен на внутренние товары при укреплении номинального курса

рубля из-за возросшей цены на нефть (как части индекса сырьевых цен). В целом, можно отметить, что реакция выпуска на сырьевой шок является менее персистентной, чем его реакция на шок глобального спроса. Данный результат схож с результатом работы [30].

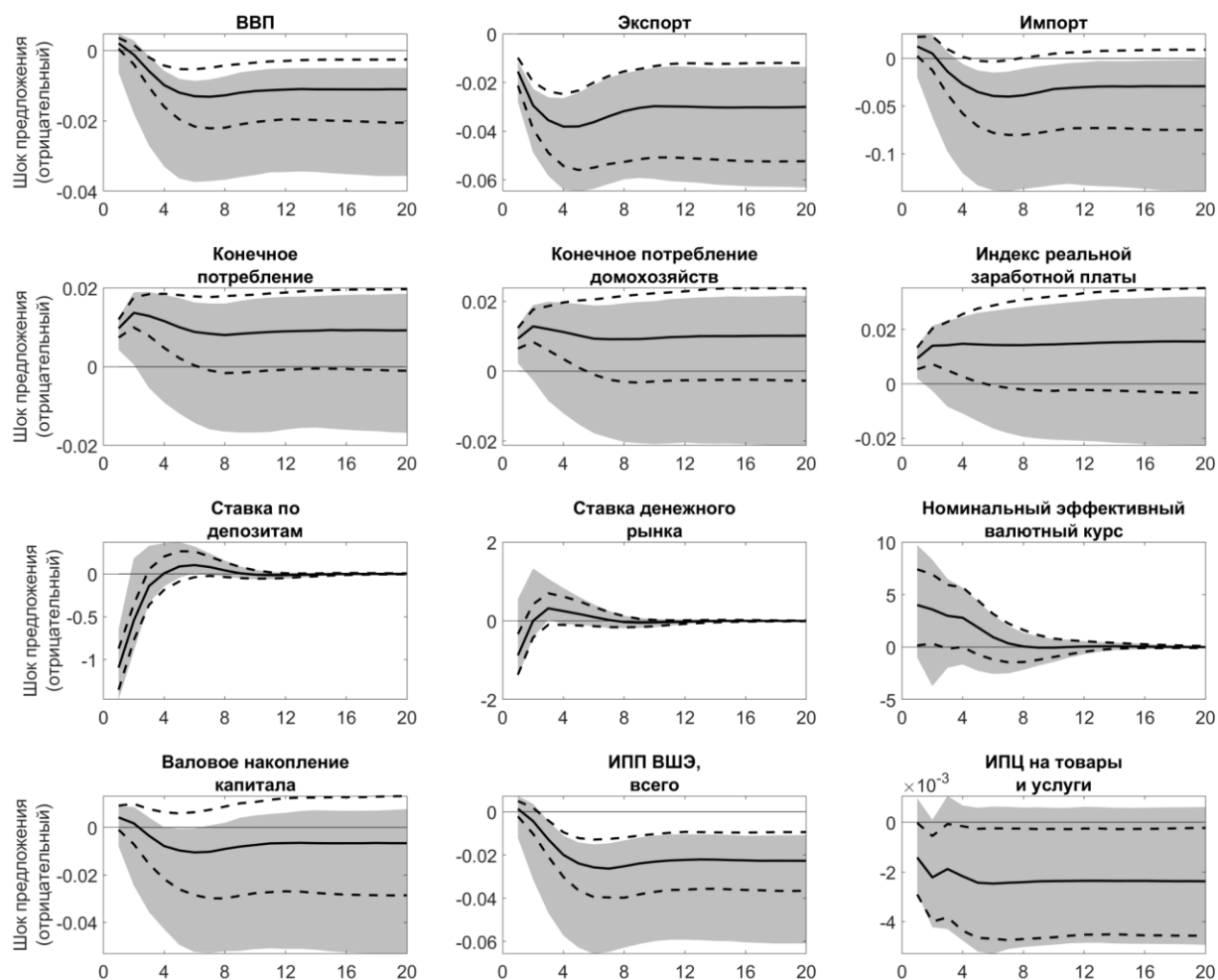


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 5 – Импульсные отклики информационных рядов на глобальный сырьевой шок

В результате негативного глобального шока предложения российская экономика, замедляется аналогично мировой, что можно увидеть по реакциям внутренних переменных на этот шок на рисунке 6. Негативный шок предложения, приводящий к падению сырьевых цен и снижению глобального спроса, замедляет

экономическую активность и в России и приводит к уменьшению экспорта, выпуска и производства. Наблюдается некоторое падение (значимое в одной из двух спецификаций) уровня цен. Рост потребления можно объяснить временным укреплением рубля и снижением процентных ставок в экономике. Реакции реальных показателей на шок спроса схожи с аналогичными, например, для экономики Канады; они описаны в работе [10], однако отличаются для глобального сырьевого шока. В частности, в Канаде не наблюдался продолжительный и значимый рост потребления (кроме государственного потребления) в ответ на повышение сырьевых цен [10]. Это может объясняться тем, что нефть в Канаде является не только источником сырьевой ренты, но и важна как фактор производства (что менее выражено в структуре российской экономики). Выводы в [10] качественно совпадают с результатами, представленными в работах, посвященных экономике России. Однако имеются некоторые количественные отличия. Например, в исследовании [40] наблюдается более быстрое затухание реакции выпуска (хотя в рамках знаковой идентификационной схемой в нашей модели реакция выпуска также затухает достаточно быстро), но более устойчивая реакция экспорта на нефтяной шок. Реакции выпуска и потребления на сырьевой шок в целом совпадают с результатами, полученными в работах [41] и [30].



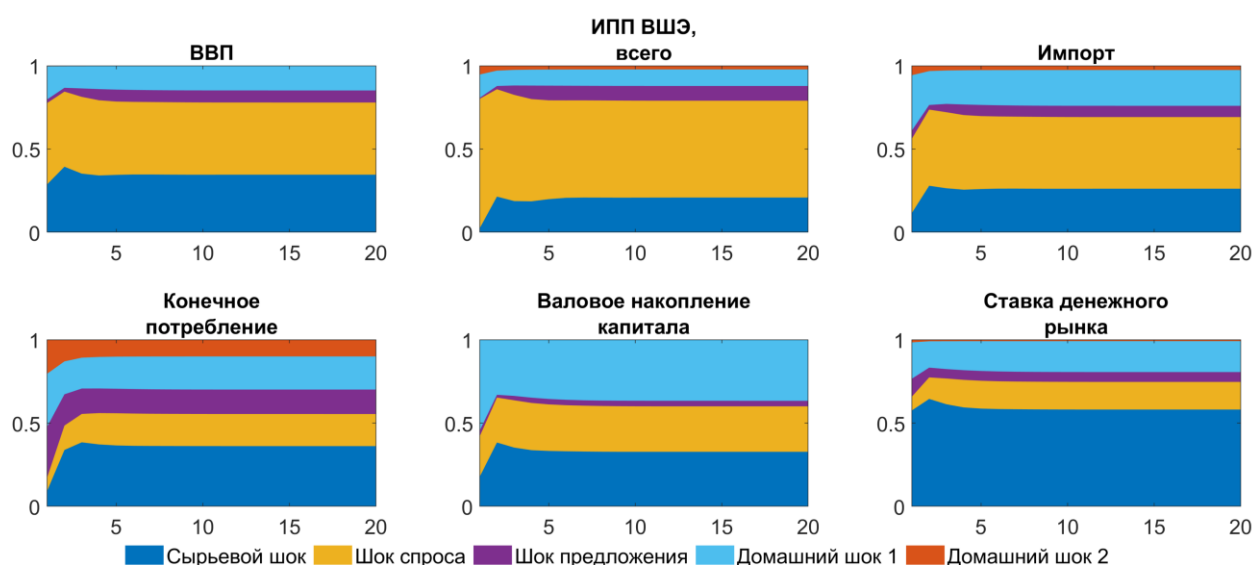
Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 6 – Импульсные отклики информационных рядов на глобальный шок предложения

Рассмотрим теперь вклады различных шоков в дисперсию ошибки прогноза ключевых российских информационных рядов (рисунок 7). Заметно, что динамика российского ВВП в основном формируется за счет внешних шоков, и лишь 20% объясняются внутренними шоками. Аналогичная ситуация наблюдается для динамики импорта, где внешние шоки спроса и сырьевые шоки отвечают примерно по 35% динамики. Потребление также крайне подвержено влиянию внешних шоков, однако глобальный шок спроса имеет меньший вклад, а шок предложения уже объясняет до 10% динамики.

Важность внутренних шоков в динамике потребления может порождаться решениями экономических агентов о потреблении и зависеть от внутренней

экономической политики (денежно-кредитной и фискальной). Дисперсия ошибки прогноза для инвестиций на 60% объясняется внешними шоками спроса и глобальным сырьевым шоком почти поровну. Также ставки процента в экономике чрезвычайно сильно зависят от ситуации на мировом сырьевом рынке, а вклад сырьевого шока объясняет 60% динамики ставок, что согласуется с зависимостью российской экономики от экспорта нефти. Однако, несмотря на данную зависимость, динамика индекса промышленного производства диктуется в основном зарубежным шоком спроса, тогда как шоки сырьевого рынка играют здесь меньшую роль (по сравнению с выпуском). Тем не менее, следует понимать, что и шоки глобального спроса приводят к росту сырьевых цен, а это — один из каналов увеличения производства в отечественной экономике вследствие роста внутреннего спроса.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 7 – Декомпозиция ошибок прогноза

Также данная модель оценивается в виде альтернативной спецификации, где глобальные факторы оценивались на основе более длительного периода — 1975–2019 гг., — что дает возможность использовать всю доступную по внешним рядам информацию для получения более достоверных оценок, что крайне актуально при оценивании влияния внешних шоков на российскую экономику ввиду

ограниченной длины экономических рядов. Из оценки внешней (экзогенной) SVAR-модели для глобальных факторов извлекается ковариационная матрица шоков и затем подставляется в качестве начальных значений на соответствующем этапе семплирования (Gibbs sampling) для получения функций импульсных откликов внутренних переменных. Такая схема применялась для оценки модели с идентификацией шоков при помощи краткосрочных ограничений. В результате импульсные отклики лишь незначительно (на количественном уровне) отличались от откликов основной модели, никак не меняя результатов на качественном уровне, что позволяет заключить, что предложенный подход может использоваться в случае недостаточной длины российских экономических рядов для получения более качественных оценок внешних факторов.

Также были оценены модели с одним лагом зависимых переменных, что не привело к качественному изменению результатов, кроме появления значимой негативной реакции импорта в ответ на негативный шок предложения. Кроме того, для проверки устойчивости результатов была проведена оценка модели с тремя домашними факторами, где в итоге не было обнаружено значительных изменений полученных ранее результатов.

Суммируя полученные результаты, с помощью анализа функций импульсных откликов обнаружено значимое влияние всех трех глобальных шоков на российскую макроэкономическую динамику. При помощи анализа вариации ошибки прогноза российских переменных можно прийти к выводу, что динамика российских экономических показателей в значительной мере объясняется как сырьевыми шоками, так и шоками глобального спроса. Глобальные шоки предложения имеют меньший вклад в динамику российских экономических показателей, однако в некоторых случаях они сравнимы с внутренними шоками.

После тщательной проверки базовой модели на робастность можно перейти к альтернативным формулировкам данной модели. Во-первых, для анализа изменения реакции экономики до и после глобального мирового кризиса исходная

модель может быть редуцирована до модели лишь с двумя факторами; во-вторых, базовую модель можно расширить путем добавления еще одного фактора и шока.

Модель, оцененная на более коротких, но стабильных периодах, исключая крупнейших мировых кризисов может быть интересна с точки зрения изменения реакций переменных во времени, так как согласно ряду исследований после мирового финансового кризиса в российской экономике также наблюдался структурный сдвиг [34]. Однако использование более коротких периодов может быть критично для получения качественных оценок большого количества факторов, поэтому предложенную ранее модель стоит редуцировать на один фактор в зарубежном блоке. В остальном модель с двумя блоками переменных, один из которых отвечает за экономику РФ, а другой за глобальную экономику схожа с представленной ранее. Каждый блок представлен небольшим количеством ненаблюдаемых факторов, определяющих динамику российской или глобальной экономики. Уменьшение количества глобальных факторов, а следовательно, и специфицируемых глобальных шоков, является упрощением исходной модели, однако все еще позволяет очистить сырьевой шок от шоков спроса и предложения и является актуальным для экономик, зависящих от сырьевых шоков. Также стоит отметить, что данная спецификация впервые рассматривается в научной литературе. Спецификация модели представлена в формулах (3), (4).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}_{Y,t}^* \\ \mathbf{X}_{C,t}^* \\ \mathbf{X}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Lambda_Y^* & 0 & 0 \\ 0 & \Lambda_C^* & 0 \\ \Lambda_Y & \Lambda_C & \Lambda_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{Y,t}^* \\ F_{C,t}^* \\ \mathbf{F}_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{Y,t}^* \\ \mathbf{e}_{C,t}^* \\ \mathbf{e}_t \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где $\mathbf{X}_t^* = (\mathbf{X}_{Y,t}^{*'}, \mathbf{X}_{C,t}^{*'})'$ – ряды для факторов глобальной экономической активности и глобального сырьевого фактора; $\mathbf{X}_t$ – данные для домашних факторов; $\mathbf{F}_t^* = (F_{Y,t}^{*'}, F_{C,t}^{*'})'$ – соответствующие ненаблюдаемые глобальные факторы, $\mathbf{F}_t$ – набор ненаблюдаемых факторов для домашней экономики. Λ_i^* и Λ_j – матрицы нагрузок

для глобальных и домашних факторов, соответственно. Динамика общих факторов моделируется с помощью модели SVAR:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{F}_t^* \\ \mathbf{F}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & 0 \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{F}_{t-1}^* \\ \mathbf{F}_{t-1} \end{bmatrix} + \mathbf{u}_t, \quad (4)$$

где $\Psi_{ij}(L)$ – лаговые полиномы. Факторы включены в модель в следующем порядке: сначала идет внешний блок, состоящий из глобального и сырьевого фактора, после него – домашние факторы.

Следуя логике работы Черноокого и Доладо [10], в исследовании используются две идентификационные схемы, в рамках которых специфицируются глобальный сырьевой шок и глобальный несырьевой шок. В отличие от предыдущей рассмотренной модели глобальные шоки спроса и предложения не разделяются, а объединяются в один несырьевой шок, так как авторы работы [10] показали, что в существенно большей мере динамику глобальных факторов описывают именно шоки спроса, в то время как вклад глобальных шоков предложения обычно невелик. В связи с этим, трактуя глобальный несырьевой шок, можно понимать под ним в основном шок спроса. Подобное сокращение идентификационной схемы на фоне относительно коротких наблюдаемых рядов данных позволяет сэкономить степени свободы оцениваемой модели для получения более валидных оценок реакции экономики на сырьевой шок.

При идентификации шоков с помощью краткосрочных ограничений такая последовательность переменных позволяет специфицировать глобальные несырьевой и сырьевой шоки. В рамках такой идентификации глобальная экономическая активность не будет моментально реагировать на сырьевые шоки, в то время как сырьевой фактор будет подвержен глобальным несырьевым шокам (шоков спроса и предложения) в момент их возникновения. Шоки домашних факторов, в свою очередь, не оказывают никакого влияния на глобальную экономику. В качестве альтернативной схемы идентификации глобальных шоков

используется схему со знаковыми ограничениями, где задается необходимый знак накопленного за четыре квартала импульсного отклика конкретного фактора на заданный шок. Идентификация представлена в таблице 2. В отличие от моделей с рекурсивными ограничениями, модели со знаковыми ограничениями не являются точно идентифицируемыми, то есть в результате оценивания получается набор моделей, удовлетворяющих выбранным ограничениям. Для сужения данного набора моделей также накладывается дополнительное ограничение на краткосрочную эластичность глобальной экономической активности к ценам на сырье. Предполагается, что моментальная реакция мировой деловой активности на глобальный сырьевой шок невелика и в матрице влияний (impact matrix) на соответствующий элемент накладывается ограничение значений от -0.1 до 0.05, что после масштабирования примерно совпадает с оценками эластичности ВВП к реальным ценам на нефть [88]. В итоге формулировка модели и схема идентификации шоков следует предложенной в работе [10].

Таблица 2 – знаковые ограничения в факторной модели

	Несырьевой шок	Сырьевой шок
Глобальная экономическая активность	+	—
Цены на сырье	+	+

Примечание – Источник: расчёты автора

Отдельно стоит отметить форму матрицы нагрузок для глобальных и домашних факторов, соответственно. Форма матрицы Λ в совокупности со способом оценки ненаблюдаемых факторов, предложенном в работе [89], позволяет из набора информационных рядов домашней экономики выделить главные компоненты, не объясненные глобальными факторами. Оценка модели производится с помощью семплирования Гиббса, и после получения первоначальных оценок в виде наибольшей главной компоненты по набору рядов для каждого фактора выглядит следующим образом:

- С помощью регрессии $\mathbf{X}_t$ на $\mathbf{F}_t^0$ и оценки $\hat{\mathbf{F}}_{Y,t}^*, \hat{\mathbf{F}}_{C,t}^*$ получить оценки $\hat{\Lambda}_Y^0, \hat{\Lambda}_C^0$ и $\hat{\Lambda}_H^0$
- Вычислить $\check{\mathbf{X}}_t^0 = \mathbf{X}_t - \hat{\Lambda}_Y^0 \hat{\mathbf{F}}_{Y,t}^* - \hat{\Lambda}_C^0 \hat{\mathbf{F}}_{C,t}^*$
- Оценить $\mathbf{F}_t^1$ как первые главные компоненты $\check{\mathbf{X}}_t^0$
- Повторять процедуру, начиная со первого шага, до схождения $\mathbf{F}_t^j$

Для определения необходимого количества факторов для российской экономики используется критерий, предложенный Баи и Нг [86], который предлагает использование 2 факторов. Для выбора количества лагов используются критерии Акайке и Шварца, которые отдают предпочтение модели с одним лагом переменных. Однако проникновение глобальных шоков в российскую экономику было рассмотрено в работах [30] и [40], где количество лагов покрывало промежутки большие, чем один квартал. Поэтому в итоге выбирается модели с двумя лагами. Такое увеличение числа лагов оставляет адекватное число степеней свободы в моделях и может улучшить моделирование трансмиссионных механизмов для относительно инертных переменных.

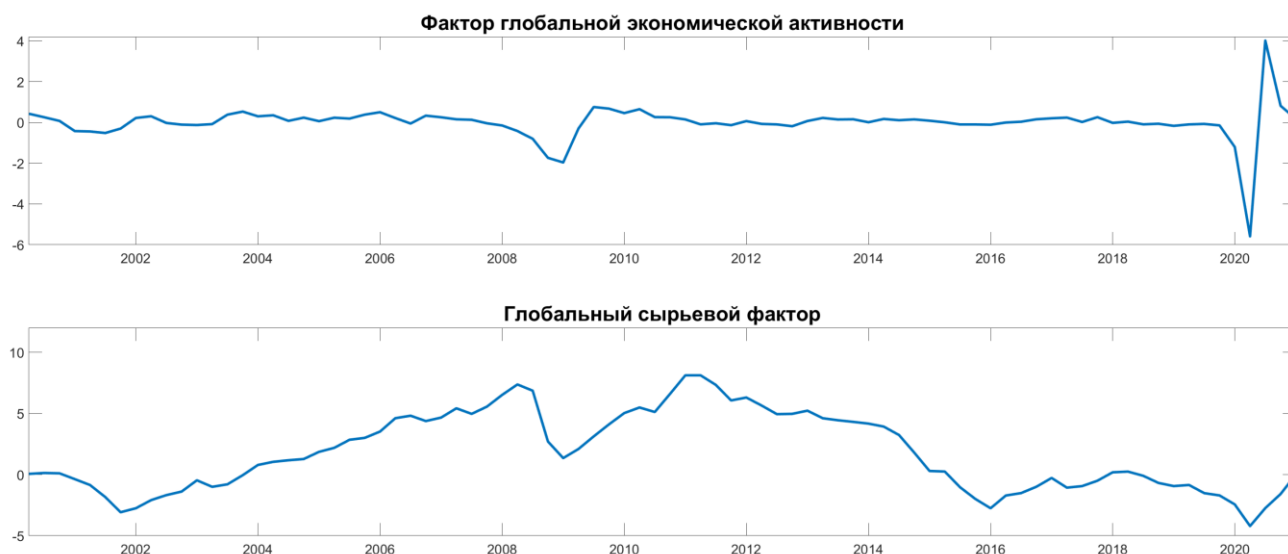
При построении глобального фактора экономической активности используются информационные ряды реального выпуска, объемов экспорта и импорта, индексов промышленного производства стран ОЭСР, Европы и США. Также данный фактор включает в себя индекс глобальной деловой активности, рассчитываемый Лутцом Килианом [12] и композитный опережающий индикатор CLI для аналогичных стран. Для построения глобального сырьевого фактора используются глобальные ценовые индексы на металлы, энергетические источники и сельскохозяйственные материалы, а также реальная цена на нефть.

Факторы для домашней экономики выделяются из большого числа рядов, куда входят показатели различных индексов цен, промышленного производства, краткосрочных ставок процента, физического объема оборота розничной торговли продовольственными и непродовольственными товарами, уровня выпуска, нормы

безработицы, а также композитный лидирующий индикатор для России (CLI index) и ряд других номинальных и реальных показателей.

Все информационные ряды рассматриваются на промежутке с I квартала 2000 года по I квартал 2021 года с квартальной частотой. В совокупности для внешнего и внутреннего блоков переменных используется 55 рядов. Ряды, где необходимо, очищены от сезонности с помощью процедуры X13. Все нестационарные ряды рассматриваются в разностях, а также для процедуры выделения главных компонент все переменные центрированы и стандартизованы.

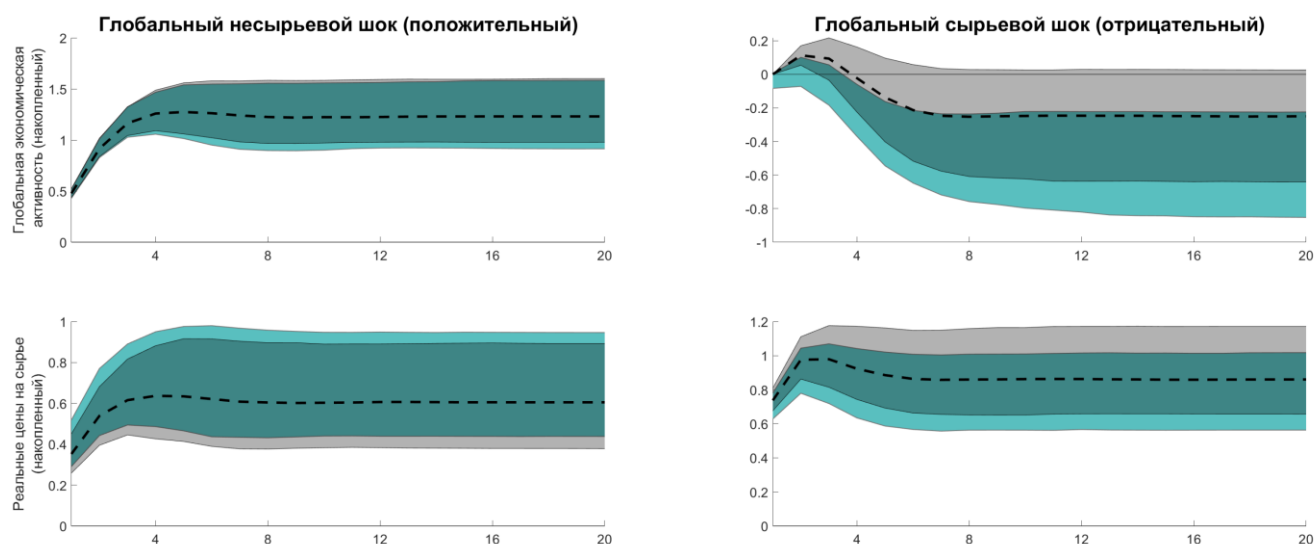
На рисунке 8 представлены оцененные методом главных компонент глобальный фактор реальной деловой активности и глобальный сырьевой фактор, представленный в аккумулятивном виде. Динамика данных факторов достаточно точно отражает важные экономические события, отчетливо заметно резкое снижение уровня обоих факторов в ходе мирового финансового кризиса 2008 года, а продолжительное падение глобального сырьевого фактора с 2014 по 2016 год соответствует происходящему на сырьевом рынке. Отдельно стоит отметить поведение факторов в период с начала 2020 года, когда мировая экономика подверглась значительным шокам спроса и предложения из-за распространения коронавирусной инфекции. С началом пандемии глобальная экономическая активность испытывает сильнейшее падение с последующим восстановлением спустя два квартала. Аналогичная картина наблюдается и в динамике глобального сырьевого фактора.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 8 – динамика глобальных факторов

На рисунке 9 представлены импульсные отклики глобальных факторов на специфицированные шоки. Рост мировой экономической активности в результате глобального несырьевого шока стимулирует спрос на сырье, что выражается в росте цен на сырьевые товары. Затухание эффекта от глобального несырьевого шока длится примерно год и выводит экономическую активность на новый стабильный уровень. Глобальный сырьевой шок в виде роста цен на сырье в модели в рамках идентификации со знаковыми ограничениями приводит к значимому падению уровня глобального выпуска (экономической активности) в долгосрочной перспективе. Однако в модели с краткосрочными ограничениями данный эффект оказался незначимым. В остальном, можно заключить, что импульсные отклики совпадают качественно и близки количественно.

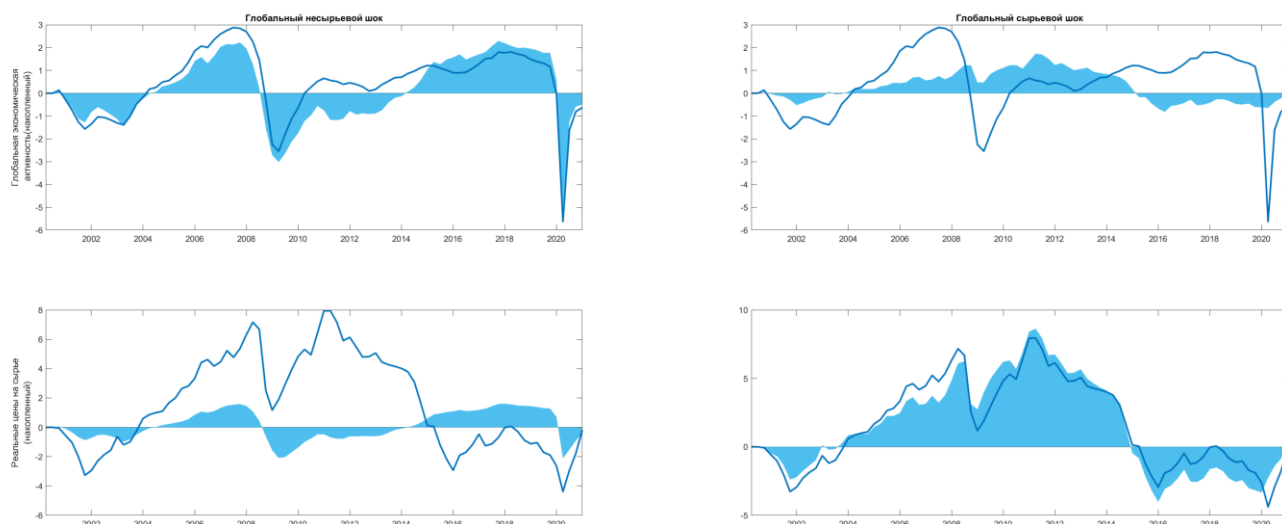


Примечание: здесь и далее серым цветом обозначен 68% доверительный интервал для модели со знаковыми ограничениями, зеленым – 68% доверительный интервал для модели со знаковыми ограничениями, пунктирная линия – медианный отклик в модели с рекурсивными ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 9 – импульсные отклики глобальных факторов

Рассмотрим теперь исторические декомпозиции вкладов специфицированных шоков в динамику глобальных факторов, представленные на рисунке 10. Глобальная экономическая активность в большей мере объясняется вкладами шоков спроса и предложения. В начале рассматриваемого периода основной вклад в реальную деловую активность вносят негативные несырьевые шоки после кризиса доткомов (dot-com bubble). Затем наблюдался положительный вклад данного типа шоков вплоть до кризиса 2008 года, что соответствует периоду перегрева мировой экономики. После мирового финансового кризиса вплоть до 2014 года сырьевые и несырьевые шоки имеют примерно одинаковый вклад в мировую экономическую активность. После 2014 года вклад сырьевых шоков резко меняется на негативный, и основным драйвером мировой экономики становятся шоки спроса. В результате распространения коронавирусной инфекции глобальная экономическая активность переживает сильнейшее падение, вызванное в большей мере шоками спроса. Глобальный сырьевой фактор в основном объясняется

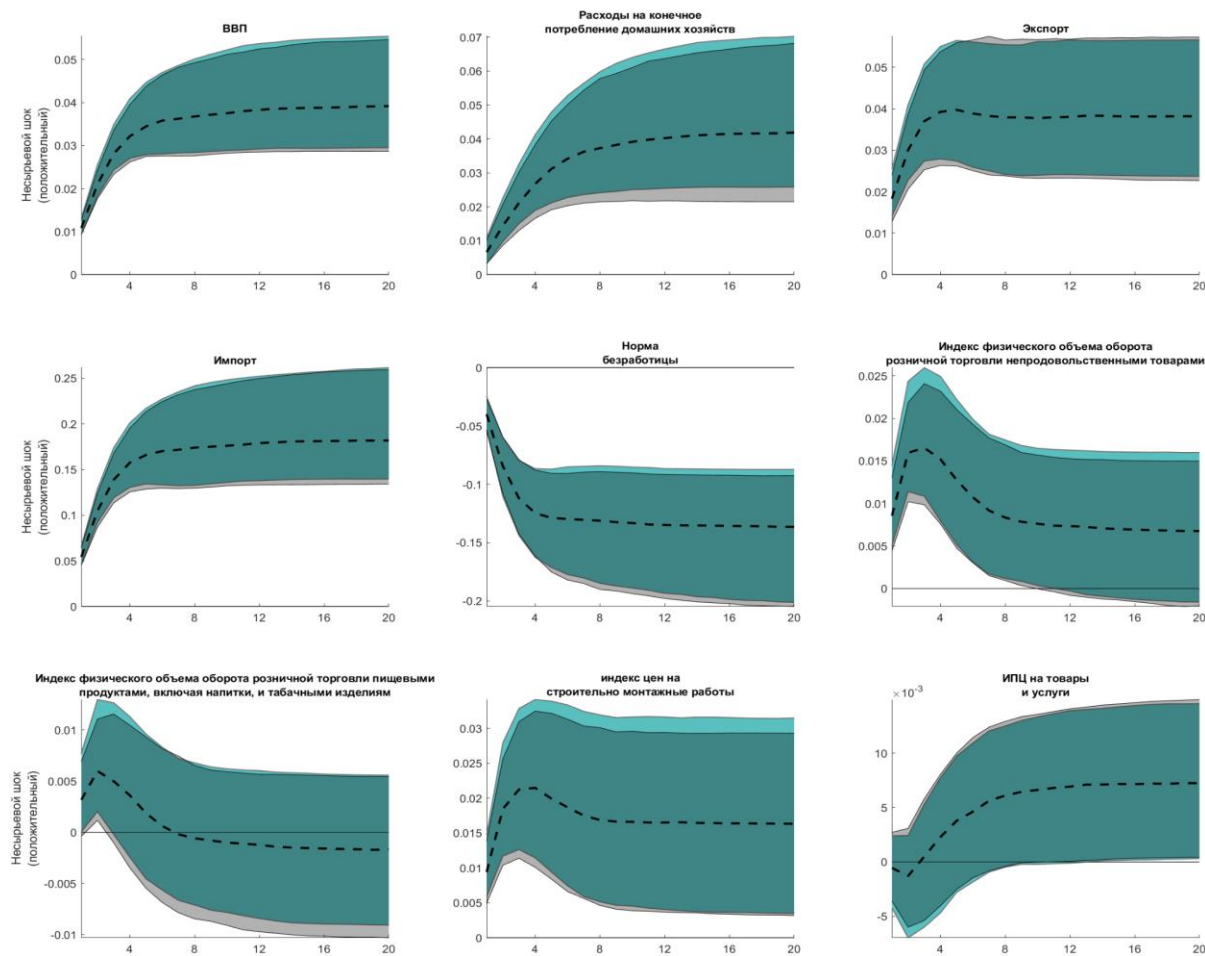
шоками цен на сырье, кроме периода восстановления до 2008 года, где шоки спроса вносили значительный положительный вклад, а также периода с 2015 по 2020 год, где позитивные шоки спроса немного сдерживали падение цен на сырье.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 10 – историческая декомпозиция глобальных факторов

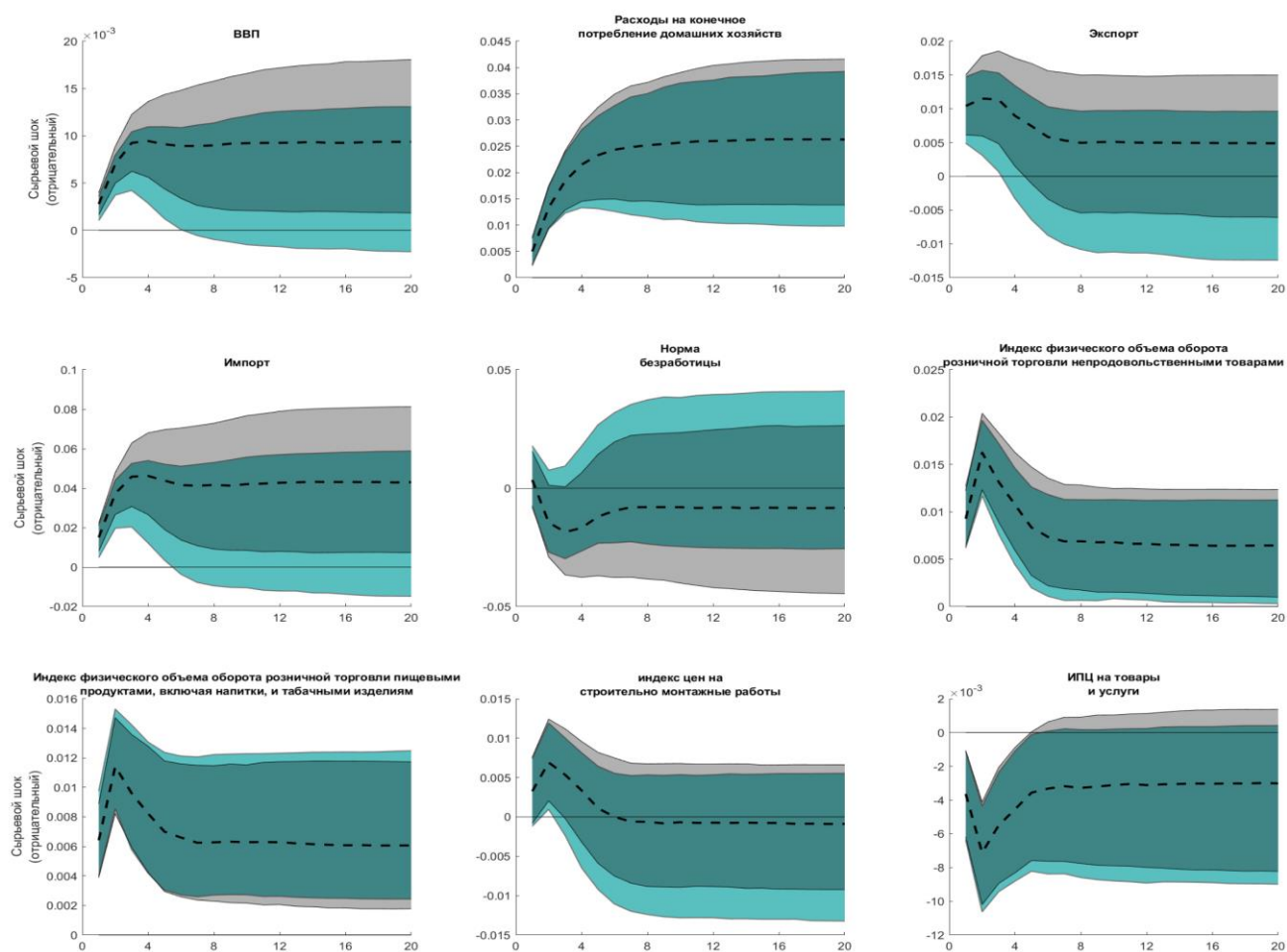
Перейдем к реакциям домашних переменных на глобальные шоки. На рисунке 11 изображены реакции домашних информационных рядов на глобальный несырьевой шок. В результате роста глобальной экономической активности и следующего за ним роста сырьевых цен, что является прямым трансфертом богатства в российскую экономику, внутри страны также наблюдается рост экономической активности, растет спрос на труд, что выражается в росте заработных плат и снижении безработицы. Увеличение реальных доходов населения приводит к росту конечного потребления, что также выражается в росте оборота непродовольственных товаров и индексе цен на товары и услуги. Также растет спрос на новые производственные мощности, что приводит к росту индекса цен на строительно-монтажные работы, возросший спрос на деньги для совершения транзакций влечет за собой рост денежных масс.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 11 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный несырьевой шок

Глобальный сырьевой шок (рисунок 12) приводит к росту сырьевых цен, в результате чего отчетливо виден рост реальных показателей, хоть и меньший, чем в случае с шоком спроса. Особенно примечателен рост реальных заработных плат, не сопровождающийся падением нормы безработицы, что соответствует логике того, что сырьевые шоки являются прямым трансфертом богатства в российскую экономику. Также можно наблюдать рост импорта, однако глобальный сырьевой шок не приводит к значительному увеличению спроса на российский экспорт. Также рост цен на сырье может вызывать падение премии за риск для российской экономики, что, в свою очередь приводит к падению ставки денежного рынка и некоторому укреплению российской валюты.

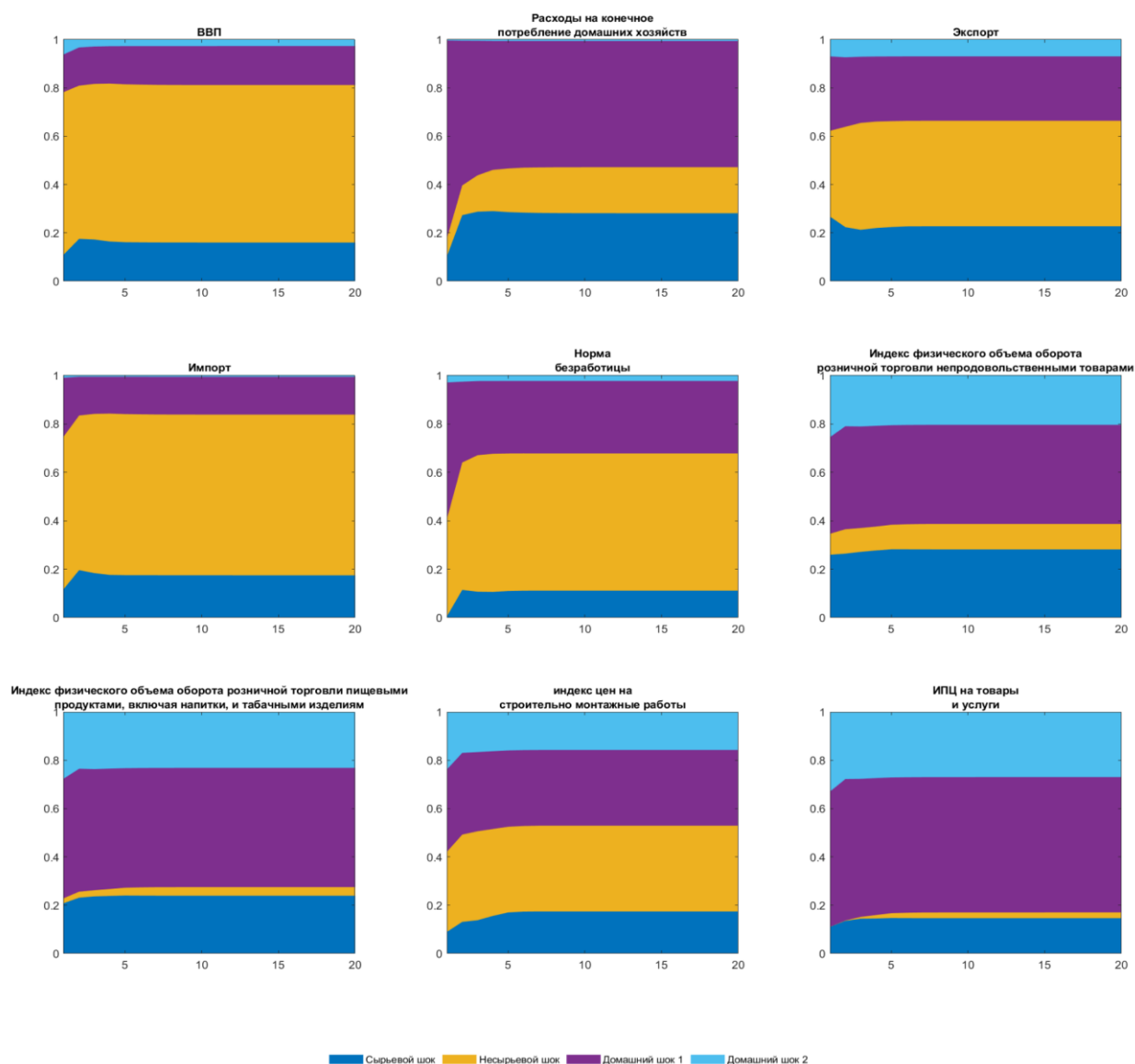


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 12 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный сырьевой шок

Рассмотрим вклады различных шоков в дисперсию ошибки прогноза российских информационных рядов, представленные на рисунке 13. Динамика российских реальных показателей в основном диктуется внешними шоками, для ВВП, экспорта и импорта вклад глобальных сырьевых и несырьевых шоков составляет до 50% и 20% соответственно. Потребление менее подвержено внешним шокам, их вклад составляет лишь 40% суммарно, а остальное диктуется домашними шоками. Большой вклад домашних шоков может быть связан с зависимостью потребления экономических агентов от внутренней денежно-кредитной и фискальной политик. Дисперсия ошибки прогноза для реальной

заработной платы на 40% объясняется в равной мере шоками спроса и глобальными сырьевыми шоками, однако в норму безработицы в основном вносят вклад глобальные шоки спроса и предложения.



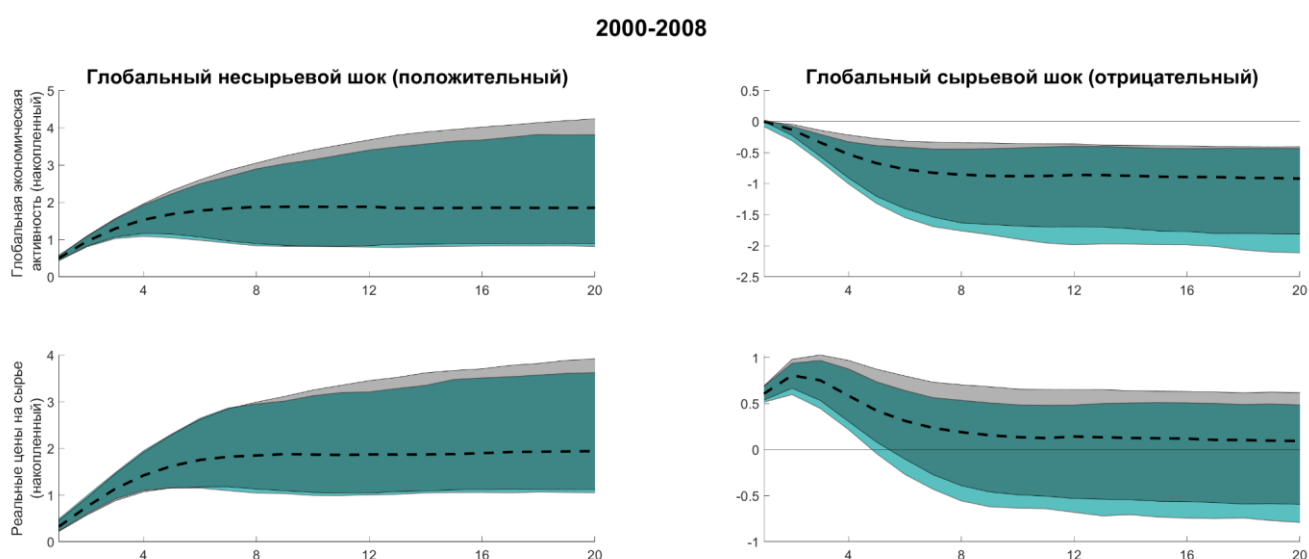
Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 13 – декомпозиция дисперсии ошибок прогноза

Согласно ряду исследований, на рассматриваемом периоде в отечественной экономике (прежде всего, в темпах экономического роста) наблюдался явный структурный сдвиг. Поэтому помимо оценивания реакции ключевых переменных на рассматриваемые шоки на всём периоде также интересно посмотреть на

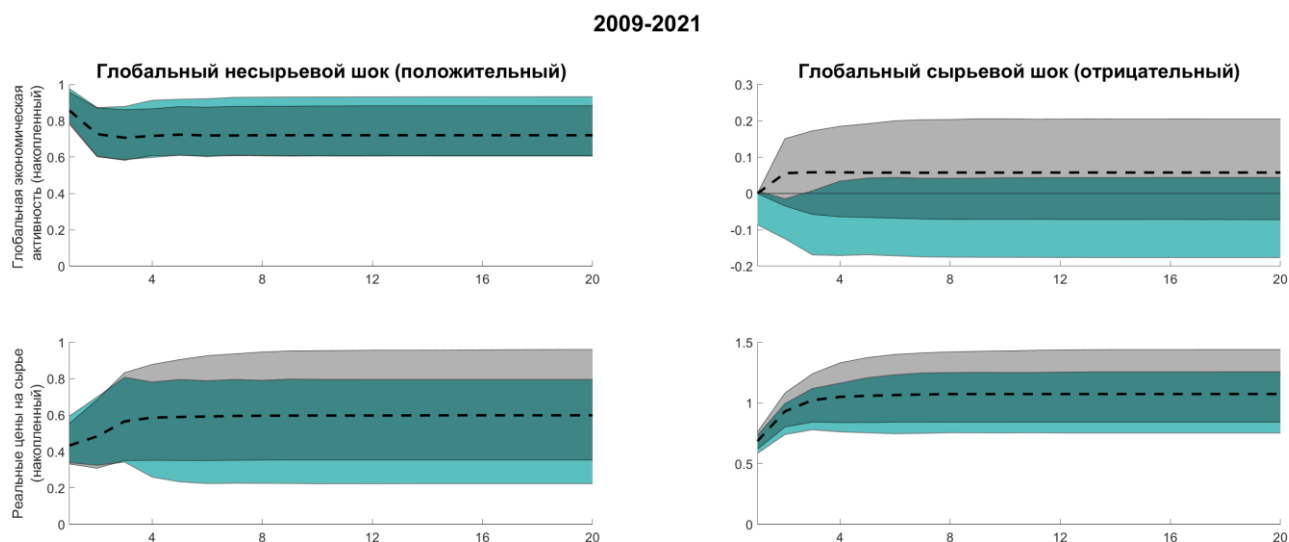
изменение такой реакции во времени. Для этого предложенная модель с двумя факторами на двух подпериодах: период 2000Q1-2008 Q4 годов, включающий мировой финансовый кризис, и последующий период 2009Q1-2021 Q1 годов. Такое разделение оправдано тем, что оно соответствует датировкам структурного сдвига в экономике России (подробно такие датировки обсуждаются в работе Полбина и Скроботова [34]).

Для начала обратим внимание на отклики глобальных факторов на рассматриваемые шоки. Сравнивая результаты, представленные на рисунках 14 и 15, можно наблюдать значительное отличие реакции глобальной экономической активности на несырьевые шоки на разных периодах. Если на периоде, включающем мировой финансовый кризис, экономическая активность постепенно росла в ответ на положительный несырьевой шок, то на периоде 2009Q1-2021Q1 реакция оказывается почти мгновенной. Такая моментальная реакция может быть вызвана включением периода глобальной пандемии, когда наблюдались значительные шоки спроса и предложения, причём их характер не имел обычной инерционной природы из-за вынужденных решений по моментальному закрытию некоторых отраслей и введению локдауна, то есть эти шоки имели, в некотором смысле, экзогенную природу.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 14 – импульсные отклики глобальных факторов на периоде 2000Q1-2008Q4

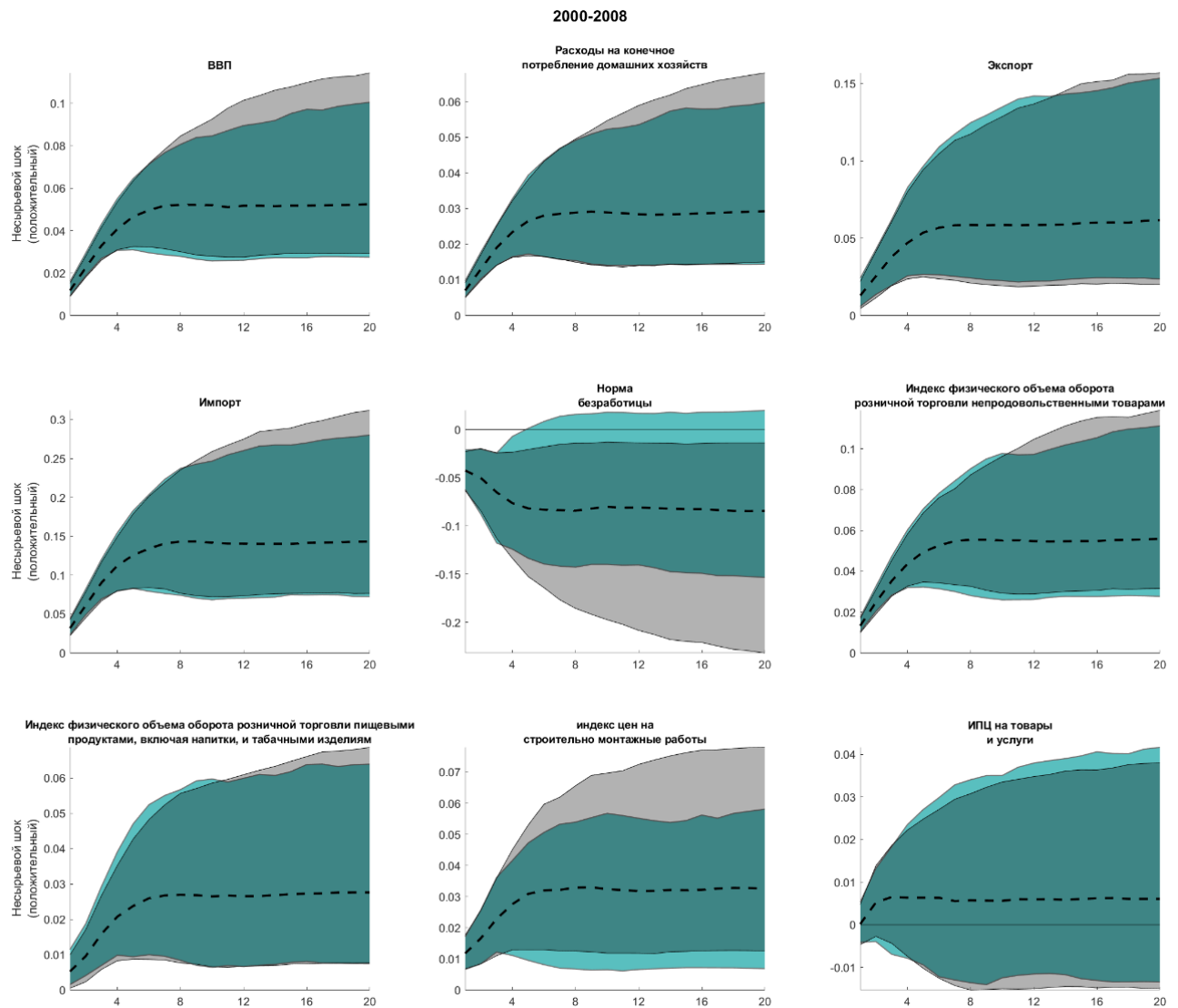


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 15 – импульсные отклики глобальных факторов на периоде 2009Q1-2021Q1

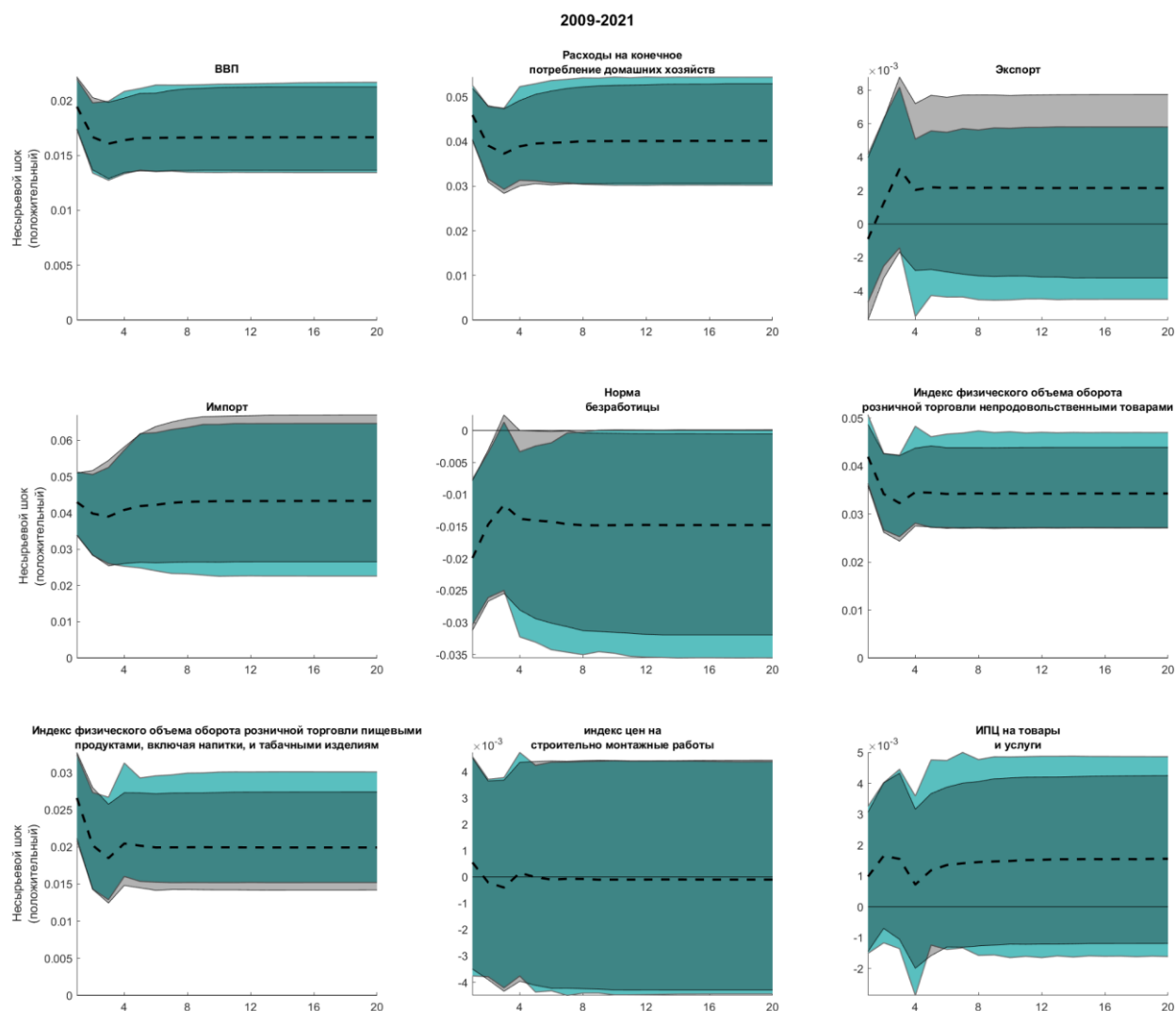
Похожая ситуация наблюдается и для реакций российских показателей на глобальные шоки, изображённой на рисунках 16, 17: реальные показатели (выпуск, потребление) реагируют аналогично глобальной экономической активности на этих двух периодах. Некоторые переменные, например экспорт и индекс цен на строительно-монтажные работы, не демонстрируют значимой реакции на более позднем промежутке времени. В случае экспорта это можно объяснить относительно низкой конкурентоспособностью российских товаров на мировом рынке, вследствие чего рост глобального спроса (как основная движущая сила несырьевого шока) насыщается товарами из регионов с более продвинутой структурой экспорта. Что касается индекса цен на строительно-монтажные работы, то его незначимая реакция может объясняться, например, невысоким доверием к российской экономике со стороны внешних инвесторов и их нежеланием делать капитальные вложения в Россию. Соответственно, при ограниченном росте спроса не разгоняется и темп рост цен в строительной отрасли. Всё это соответствует

наблюдаемому замедлению темпов роста российской экономики в последнее десятилетие.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 16 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный несырьевой шок на периоде 2000Q1-2008Q4

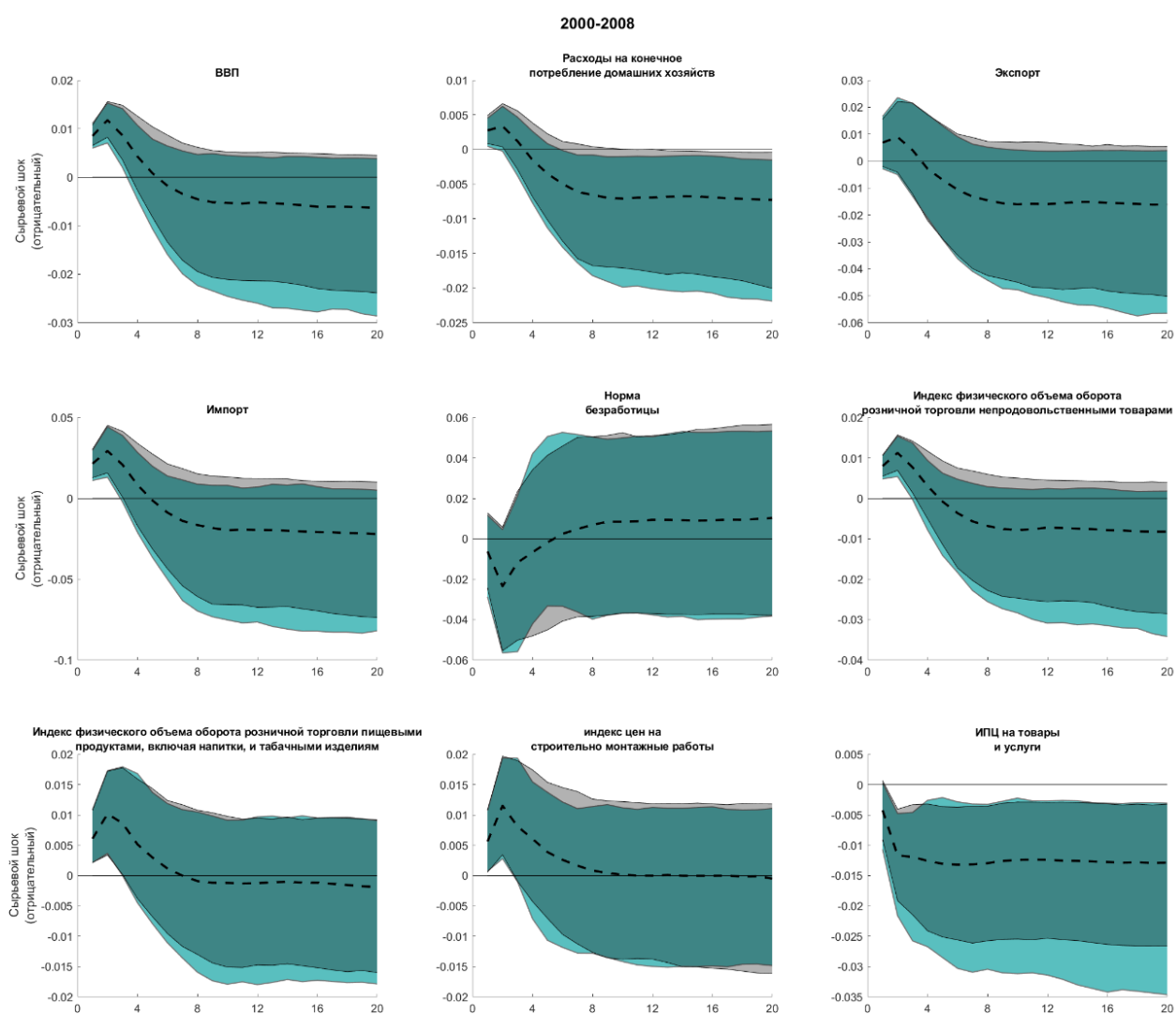


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 17 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный несырьевой шок на периоде 2009Q1-2021Q1

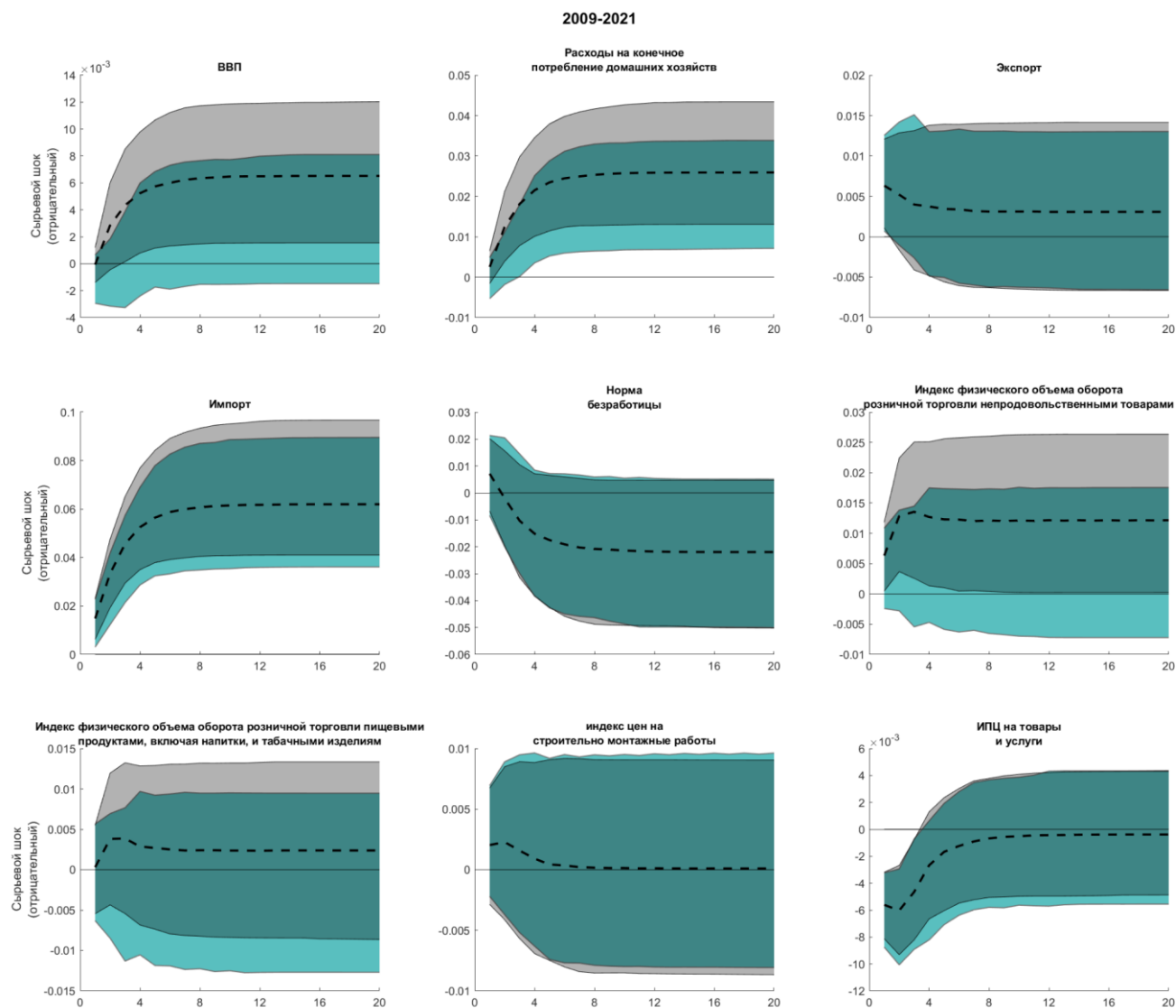
Некоторые отличия прослеживаются и в реакции переменных на сырьевой шок на двух разных периодах. На более раннем периоде, включающем мировой финансовый кризис (рисунок 18), глобальные сырьевые шоки оказывают ожидаемое влияние на ключевые российские показатели: в результате трансферта богатства в экономику России растет выпуск, нарастает оборот как продовольственными, так и непродовольственными товарами. Для периода после финансового кризиса (рисунок 19) значимого роста выпуска в рамках знаковой системы идентификации не наблюдается, однако растет конечное потребление домохозяйств (чего не наблюдалось на более раннем периоде), вызванное

повышенным спросом на импорт. Можно предположить, что трансферт богатства в экономику в данном случае приводит скорее к переключению спроса на импортные товары и увеличению потребления, нежели к существенному росту инвестиций и, соответственно, выпуска.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 18 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный сырьевой шок на периоде 2000Q1-2008Q4



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 19 – импульсные отклики информационных рядов на глобальный сырьевой шок на периоде 2009Q1-2021Q1

Другим улучшением базовой модели может стать расширение модели путем добавления большего количества зарубежных факторов. Для этого к ранее описанной модели с тремя глобальными факторами добавляется еще один, и модель принимает вид, представленный в формуле (5). В качестве четвертого фактора берется глобальный номинальный фактор, выделяемый по показателям ставок процента и другим номинальным показателям, притом ранее в научной литературе модели с таким набором глобальных факторов не рассматривались.

Динамика факторов, как и раньше, моделируется с помощью SVAR-модели в формуле (4).

$$\begin{bmatrix} X_{Y,t}^* \\ X_{\pi,t}^* \\ X_{C,t}^* \\ X_{R,t}^* \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Lambda_Y^* & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Lambda_\pi^* & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Lambda_C^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Lambda_R^* & 0 \\ \Lambda_Y & \Lambda_\pi & \Lambda_C & \Lambda_R & \Lambda_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{Y,t}^* \\ F_{\pi,t}^* \\ F_{C,t}^* \\ F_{R,t}^* \\ F_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{Y,t}^* \\ e_{\pi,t}^* \\ e_{C,t}^* \\ e_{R,t}^* \\ e_t \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где $\mathbf{X}_t^* = (\mathbf{X}_{Y,t}^{*'}, \mathbf{X}_{\pi,t}^{*'}, \mathbf{X}_{C,t}^{*'}, \mathbf{X}_{R,t}^{*'})'$ – информационные ряды для глобальной экономической активности, глобальной инфляции, глобального сырьевого фактора и номинального фактора;

$\mathbf{X}_t$ – данные для домашних факторов; $\mathbf{F}_t^* = (F_{Y,t}^{*'}, F_{\pi,t}^{*'}, F_{C,t}^{*'}, F_{R,t}^{*'})'$ – соответствующие ненаблюдаемые глобальные факторы;

$\mathbf{F}_t$ – набор ненаблюдаемых факторов для домашней экономики;

Λ_i^* и Λ_j – матрицы нагрузок для глобальных и домашних факторов, соответственно.

Впервые предложенное в данном исследовании использование такого набора из 4 глобальных факторов делает невозможным идентификацию шоков с помощью краткосрочных ограничений, поэтому для идентификации будет использована лишь знаковая схема идентификации, также разработанная и апробированная в рамках данного исследования. Предлагаемая знаковая схема идентификации представлена в таблице 3. Таким образом, при возникновении глобального шока спроса ожидается рост мировой деловой активности, что ведет за собой рост сырьевых и иных цен, приводя к росту глобальной инфляции. Отрицательный глобальный шок предложения приводит к росту цен, в том числе на факторы производства, что, в свою очередь, приводит к сокращению глобального выпуска, замедлению деловой активности, снижению спроса на сырье и, как следствие, цен на сырье. Глобальный сырьевой шок в результате резкого роста цен на сырье приводит через рост издержек производства приводит к замедлению глобальной экономической активности, с последующим ростом инфляции. Ввиду

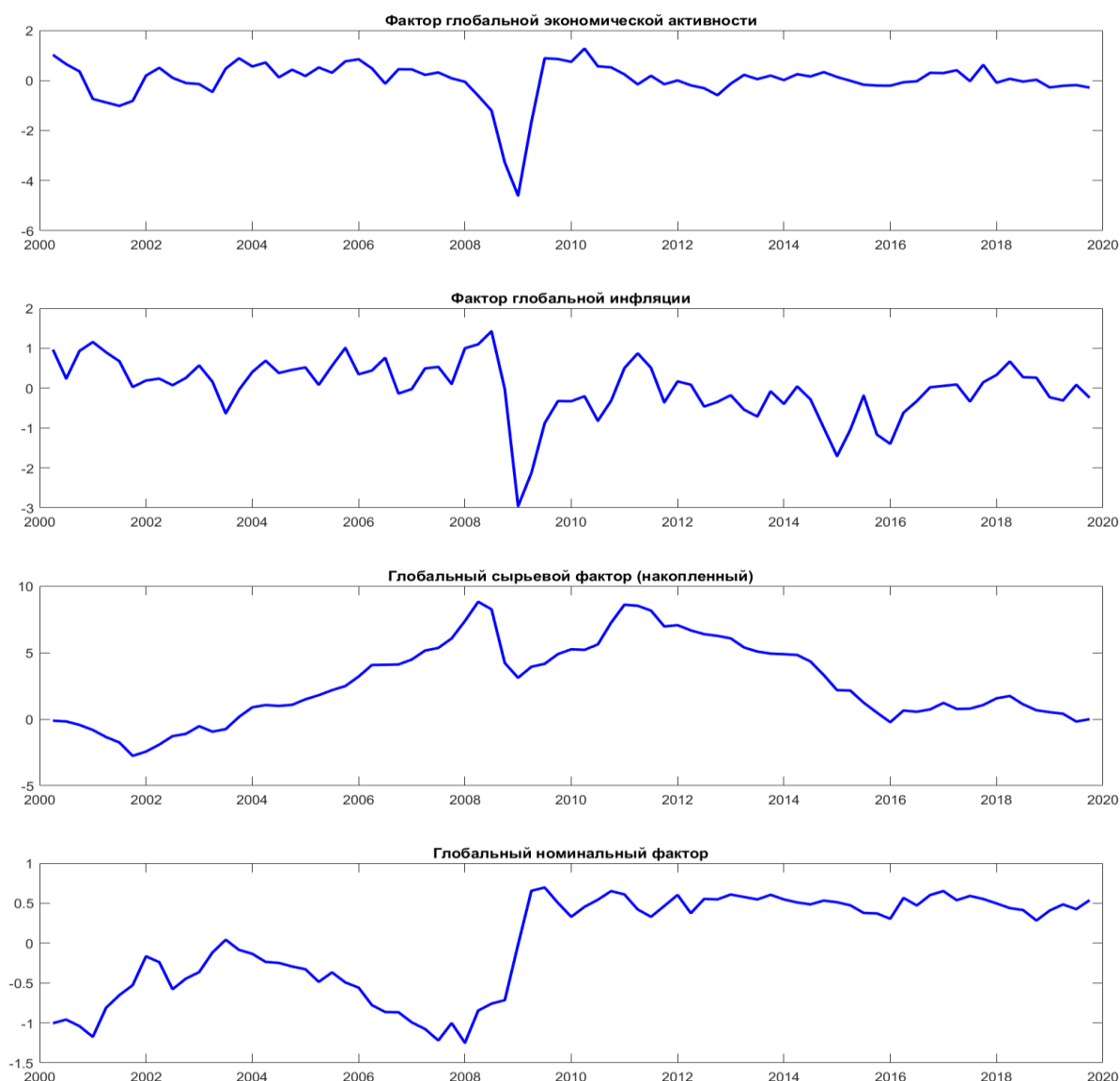
неочевидности интерпретации номинального фактора, а также характера влияния глобальных шоков предложения и глобального сырьевого шока на данный фактор, на данные реакции ограничение не накладывается, а для реакций на глобальные шоки спроса и номинальный шок используются противоположные знаки с целью разделения данных шоков.

Таблица 3 – знаковая схема идентификации глобальных шоков для модели с четырьмя факторами

	Шок спроса	Шок предложения	Сырьевой шок	Номинальный шок
Глобальная экономическая активность	+	–	–	+
Цены на сырье	+	–	+	+
Глобальная инфляция	+	+	+	+
Номинальный фактор	+	0	0	–

Примечание – ноль обозначает отсутствие ограничения. Источник: расчёты автора.

На рисунке 20 Для каждого из глобальных факторов явно заметно влияние мирового финансового кризиса 2008 года: фактор глобальной экономической активности, инфляции и глобальный сырьевой факторы имеют выраженную отрицательную динамику с последующим восстановлением в течение нескольких кварталов. Также для глобального сырьевого фактора заметно постепенное снижение, сопряженное с нефтяным кризисом 2014 года. Отдельно стоит отметить глобальный номинальный фактор: так как он оценивается с помощью метода главных компонент на рядах ставок, то можно сказать, что он отражает динамику величины, обратной к ставке процента. Таким образом, мы можем наблюдать резкое снижение ставок в результате мирового финансового кризиса 2008-2009гг. с относительно спокойной динамикой после него.



Примечание – Источник: расчёты автора

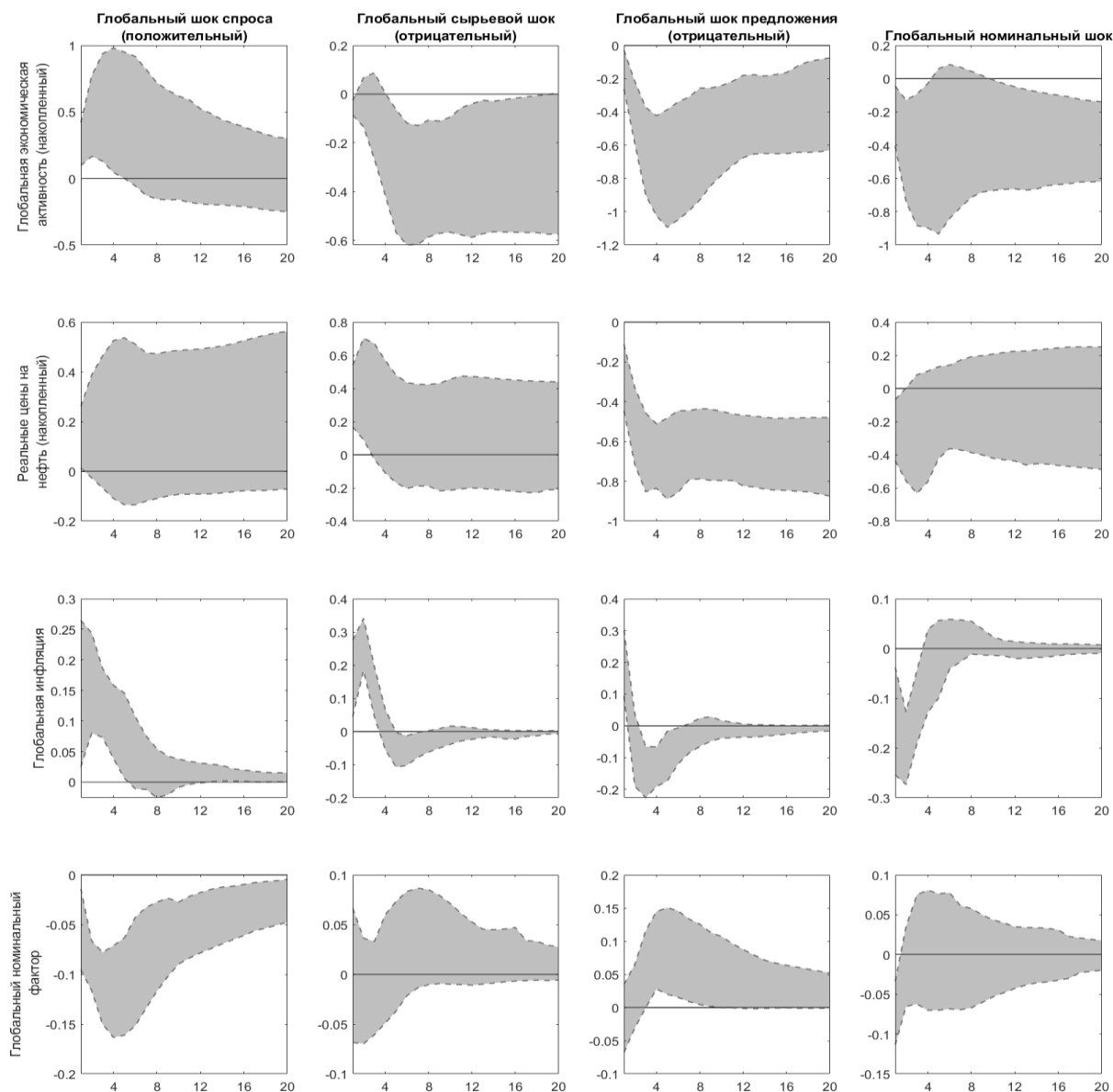
Рисунок 20 – оценки четырех глобальных факторов на периоде 2000Q1-2019Q4

Реакции глобальных факторов на специфицированные глобальные шоки спроса, предложения, глобальный сырьевой и номинальный шоки представлены на рисунке 21. В результате положительного шока спроса глобальная экономическая активность возрастает, однако после 5 кварталов импульсный отклик не значим. Также незначимо реагируют реальные цены на нефть, а фактор глобальной инфляции в ответ на резкий скачок спроса резко возрастает и также, как и фактор глобальной экономической активности затухает через 5–6 кварталов. Глобальный

номинальный фактор падает, что совпадает с ростом ставок процента в результате возросшего спроса на капитал, а также согласуется с интерпретацией глобального номинального фактора как величины, обратной ставке процента. Глобальный сырьевой шок сопровождается ростом цен на сырье и вызывает некоторое замедление глобальной деловой активности спустя год после возникновения шока и приводит к краткосрочному ускорению глобальной инфляции. В результате глобального шока предложения глобальная экономическая активность замедляется, что обычно сопровождается падением спроса на сырье и, в свою очередь, приводит к падению цен на сырье. В моменты возникновения шока спроса глобальная инфляция испытывает резкий рост с последующим падением и возвращается на исходный уровень спустя полтора-два года. Глобальный номинальный шок, сопровождающийся ростом процентных ставок и увеличением стоимости заимствования капитала приводит к снижению глобальной экономической активности, что в свою очередь приводит к падению спроса и, соответственно, цен на сырье и приводит к замедлению глобальной инфляции. По полученным реакциям глобальных факторов на идентифицированные шоки можно заключить, что предложенная в данном исследовании знаковая схема идентификации четырех глобальных шоков при использовании четырех внешних глобальных факторов согласуется с экономической теорией.

Дополнительной проверкой адекватности полученных факторов может послужить проверка уровня корреляции используемых временных рядов с выделяемым фактором. Тепловые карты для корреляции информационных рядов со всеми глобальными факторами представлены на рисунках 22, 23 и 24. На рисунках 25 и 26 представлены аналогичные тепловые карты для корреляции домашних переменных с глобальными факторами. Заметим, что фактор глобальной экономической активности на рисунке 22 ожидаемо сильно коррелирует с практически всеми рядами, использовавшимися для его выделения. Также наблюдается корреляция данных рядов с глобальным сырьевым фактором, что

ожидаемо, так как цены на энергоносители являются одним из основных драйверов деловой активности. Корреляция с рядами других факторов редко достигает 50%.



Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 21 – импульсные отклики факторов на специфицированные шоки в модели с четырьмя глобальными факторами

Глобальный номинальный фактор на рисунке 23 сильно коррелирует со своими информационными рядами, за исключением индексов ценных бумаг, где корреляция не превышает 30%. Стоит отметить крайне высокую отрицательную

корреляцию со ставками процента, что согласуется с интерпретацией фактора, как «обратной мировой ставки процента». Некоторые ряды, используемые для выделения данного фактора, также сильно коррелируют с факторами глобальной экономической активности и глобальным фактором инфляции. Индексы цен акций коррелируют с фактором глобальной экономической активности, что является закономерным поведением для данных показателей. С фактором глобальной инфляции наивысшую корреляцию показывают краткосрочные и межбанковские ставки процента, что также является ожидаемым.

series id	F1	F2	F3	F4
Real GDP USA	0.6932	0.0936	0.3669	0.1763
Real personal consumption Expenditures USA	0.5433	-0.0025	0.1630	0.0940
Real government Consumption Expenditures and gross investment USA	-0.2544	-0.0117	-0.1148	-0.3796
Real Exports of goods and Services USA	0.8108	0.2034	0.6097	0.0582
Real imports of goods and services USA	0.8955	0.2661	0.3132	0.1271
Industrial Production: Total Index USA	0.8769	0.2883	0.4205	0.2086
Industrial Production: Manufacturing USA	0.9108	0.2518	0.4812	0.1860
CPI USA	0.5026	0.5192	0.7625	-0.1783
Gross domestic product - OECD Total	0.7919	0.4602	0.2923	-0.1091
Gross domestic product - G7	0.7792	0.4304	0.2772	-0.0638
Gross domestic product - EU15	0.6568	0.5056	0.2517	-0.2425
Import of goods and services - OECD Total	0.9672	0.2762	0.4870	0.0618
Import of goods and services - OECD Europe	0.9249	0.2684	0.5036	0.0320
Import of goods and services - G7	0.9382	0.3028	0.3309	0.0667
Import of goods and services - EU15	0.8703	0.2166	0.3818	0.0167
Export of goods and services - OECD Total	0.9565	0.2581	0.5758	0.0643
Export of goods and services - OECD Europe	0.9113	0.2130	0.4385	0.0200
Export of goods and services - G7	0.9500	0.2841	0.5542	0.0686
Export of goods and services - EU15	0.9417	0.2757	0.4921	0.0447
Industrial production - OECD Europe	0.9320	0.2299	0.5491	0.0736
Industrial production - G7	0.9422	0.2766	0.4900	0.1392
Industrial production - OECD total	0.9496	0.2389	0.5497	0.1323
Kilian index	0.2257	-0.0556	0.3904	0.0471

Примечание – Зеленый и красный цвет отвечают за положительную и отрицательную корреляцию, соответственно. Более насыщенный цвет

соответствует большему уровню корреляции. F1 – фактор глобальной экономической активности, F2 – фактор глобальной инфляции, F3 – глобальный сырьевой фактор, F4 – глобальный номинальный фактор. Источник: расчёты автора

Рисунок 22 – корреляция информационных рядов для фактора глобальной экономической активности с глобальными факторами.

Глобальный фактор инфляции на рисунке 24 явно коррелирует со всеми своими рядами. Отдельно отметим, что индекс потребительских цен США достаточно сильно (73%) коррелирует с глобальным сырьевым фактором. Также ряды глобального фактора инфляции имеют некоторую отрицательную корреляцию с номинальным фактором, что не противоречит нашей интерпретации глобального номинального фактора как «обратной мировой ставки процента».

Переходя к глобальному сырьевому фактору на рисунке 24, видим, что он в меньшей степени описывается динамикой цен на сырье для удобрений (35%) по сравнению с остальными сырьевыми индексами. Индексы цен на сырье также имеют высокую корреляцию с фактором глобальной экономической активности, что не противоречит идее роста цен в результате повышения спроса на сырье при увеличении уровня мировой деловой активности.

На рисунках 25 и 26 приведена тепловая карта корреляций российских реальных и номинальных экономических показателей с выделенными глобальными факторами. Можем наблюдать достаточно сильную корреляцию динамик реального ВВП РФ и некоторых его составляющих с мировой деловой активностью, динамикой цен на сырье и глобальной инфляцией. Отметим, что из составляющих ВВП сильнее всего с зарубежными факторами коррелирует валовое накопление капитала, притом корреляция с глобальным сырьевым фактором и фактором глобальной инфляции находится на примерно одном уровне в 40%, что дополнительно подчеркивает важность мировых инфляционных процессов для российской экономики. Похожая высокая корреляция наблюдаются также для импорта, ставки денежного рынка, индексов реальных заработных плат, производственных индексов и некоторых номинальных показателей, таких как

денежные базы и обязательные резервы в ЦБ РФ. Индексы промышленного производства также показывают ожидаемо высокий уровень корреляции с глобальной экономической активностью, а глобальный номинальный фактор имеет сильную отрицательную корреляцию с показателями денежных баз (что также не противоречит интерпретации данного фактора как «обратной ставки процента»).

series id	F1	F2	F3	F4
M1, Japan	0.0666	0.0330	0.0142	0.0665
M1, UK	0.1181	0.1806	0.0511	-0.4941
M1, USA	-0.4312	-0.2794	-0.3787	0.4569
M1, Euro area	-0.0895	-0.2987	-0.1816	0.0540
M1, OECD total	-0.3675	-0.2905	-0.3628	0.3270
M3, Japan	-0.0945	-0.4629	-0.2608	0.7062
M3, UK	-0.1271	0.2175	-0.0187	-0.6089
M3, USA	-0.5385	-0.0100	-0.4258	-0.1711
M3, Euro area	-0.1393	0.3701	-0.0052	-0.6648
M3, OECD total	-0.4584	0.2097	-0.3514	-0.5112
Share prices index, Japan	0.4271	-0.1358	0.3872	0.3573
Share prices index, UK	0.4496	-0.1693	0.4651	0.3283
Share prices index, USA	0.5376	-0.0759	0.6093	0.2948
Share prices index, Euro area	0.4785	-0.1782	0.4242	0.3308
Short-term interest rate, France	-0.1351	0.5037	0.0783	-0.9304
Short-term interest rate, Germany	-0.1351	0.5037	0.0783	-0.9304
Short-term interest rate, UK	-0.0210	0.5518	0.1391	-0.9645
Short-term interest rate, USA	0.0503	0.5243	0.0871	-0.8608
Interbank rate, Japan	-0.1030	0.1984	0.1107	-0.5751
Interbank rate, UK	0.1049	0.5830	0.2230	-0.9445
Interbank rate, USA	0.1690	0.5236	0.1740	-0.8191
Interbank rate, Euro area	-0.0485	0.5461	0.1324	-0.9467
Echange rate per US dollar, Japan	0.0717	0.1653	0.0101	-0.4638
Echange rate per US dollar, UK	-0.1444	-0.2476	-0.2692	0.5277
Echange rate per US dollar, Euro area	0.0044	0.1370	-0.1577	-0.2358

Примечание – Зеленый и красный цвет отвечают за положительную и отрицательную корреляцию, соответственно. Более насыщенный цвет соответствует большему уровню корреляции. F1 – фактор глобальной

экономической активности, F2 – фактор глобальной инфляции, F3 – глобальный сырьевой фактор, F4 – глобальный номинальный фактор. Источник: расчёты автора

Рисунок 23 – корреляция информационных рядов для глобального номинального фактора с глобальными факторами.

	series id	F1	F2	F3	F4
Глобальный фактор инфляции	Consumer price index, all items - OECD Total	0.1975	0.8852	-0.0294	-0.4564
	Consumer price index, all items - G7	0.2804	0.8400	0.0158	-0.3414
	Consumer price index, all items - USA	0.4397	0.5029	0.7308	-0.1956
	Deflator -USA	0.3411	0.6959	0.3587	-0.3462
	Deflator-OECD Total	0.1986	0.6522	0.2495	-0.5313
	Consumer price index, all items - OECD Europa	0.0079	0.7265	-0.0626	-0.4911
Глобальный сырьевой фактор	RCP_ENERGY	0.4852	0.3014	0.8439	-0.0171
	RCP_FOOD	0.2807	0.0913	0.8087	-0.1476
	RCP_RAW	0.3881	0.1172	0.8295	-0.0346
	RCP_METALS	0.5498	0.0762	0.8204	0.1068
	RCP_FERT	0.2091	0.4495	0.3553	-0.3379

Примечание – Зеленый и красный цвет отвечают за положительную и отрицательную корреляцию, соответственно. Более насыщенный цвет соответствует большему уровню корреляции. F1 – фактор глобальной экономической активности, F2 – фактор глобальной инфляции, F3 – глобальный сырьевой фактор, F4 – глобальный номинальный фактор. Источник: расчёты автора

Рисунок 24 – корреляция информационных рядов для глобального сырьевого фактора и информационных рядов для фактора глобальной инфляции с глобальными факторами.

series id	F1	F2	F3	F4
ВВП	0.7292	0.5407	0.6510	-0.3055
Конечное потребление	0.3936	0.7051	0.3495	-0.4670
Конечное потребление домохозяйств	0.3380	0.6454	0.3992	-0.5019
Конечное потребление госуправления	0.1271	0.3382	0.3383	-0.1466
Конечное потребление некоммерческих организаций	0.1088	0.0338	-0.0718	0.0013
валовое накопление	0.6400	0.4039	0.4245	-0.1134
Валовое накопление капитала	0.4580	0.4655	0.4241	-0.3645
Экспорт	0.2856	-0.0110	0.3647	-0.0149
Импорт	0.5530	0.4593	0.4344	-0.1733
индекс цен на строительно монтажные работы	0.5092	0.0215	0.3460	0.1443
индекс цен на грузовые перевозки	-0.0399	0.1051	-0.1424	-0.0223
Индекс реальной заработной платы	0.2367	0.5832	0.3382	-0.5634
Реальный эффективный обменный курс	-0.0602	-0.1685	-0.0081	0.4502
Ставка денежного рынка	-0.3168	-0.4399	-0.4417	0.2601
Ставка по депозитам	-0.1985	-0.6761	-0.2737	0.4126
ИПЦ на товары и услуги	0.0346	-0.0834	-0.1270	-0.0246
ИПЦ на услуги	-0.0360	0.0070	-0.0894	-0.0266
ИПЦ на продовольственные товары	0.0889	-0.0604	-0.0880	-0.0111
ИПЦ на непродовольственные товары	-0.0170	-0.1147	-0.0204	0.0367
Индекс цен производителей пром. товаров	0.0890	-0.1634	0.4448	0.1025

Примечание – Зеленый и красный цвет отвечают за положительную и отрицательную корреляцию, соответственно. Более насыщенный цвет соответствует большему уровню корреляции. F1 – фактор глобальной

экономической активности, F2 – фактор глобальной инфляции, F3 – глобальный сырьевой фактор, F4 – глобальный номинальный фактор. Источник: расчёты автора

Рисунок 25 – корреляция отечественных информационных рядов с глобальными факторами.

series id	F1	F2	F3	F4
Цены на строительно-монтажные работы	0.4577	0.1063	0.1958	0.0613
Цены на грузовые перевозки	-0.0503	0.0694	0.0197	-0.0239
Индексы тарифов на грузовые перевозки	-0.0519	0.0946	-0.0015	-0.0174
Индексы тарифов на перевозку грузов автомобильным транспортом	0.1924	0.0030	0.0898	0.0672
Индексы тарифов на перевозку грузов железнодорожным транспортом	-0.0182	-0.0378	0.1271	0.0249
Индексы тарифов на транспортировку грузов трубопроводным транспортом	-0.0518	0.0499	-0.0458	-0.0378
Индекс цен производителей с. х. продукции	0.1349	-0.1127	0.1589	0.0200
Цены производителей продукции растениеводства	0.0914	-0.1530	0.2376	0.0542
Индекс цен производителей продукции животноводства	0.1353	-0.0294	-0.0586	-0.0376
ИПП ВШЭ, добыча полезных ископаемых	0.4324	0.3120	0.2392	-0.1311
ИПП ВШЭ, обрабатывающие производства	0.7062	0.4098	0.4491	0.0228
ИПП ВШЭ, обеспечение электроэнергией	0.1910	0.1247	0.1589	-0.0136
ИПП ВШЭ, всего	0.6697	0.3957	0.4376	0.0031
Индекс реальной заработной платы	0.2145	0.6092	0.2308	-0.5586
M0	0.4518	0.6081	0.2094	-0.5604
M2	0.5465	0.5618	0.4059	-0.5796
Денежная база в широком определении	0.3629	0.3807	0.1042	-0.3613
Наличные деньги в обращении	0.3570	0.6132	0.1185	-0.6452
Корр. счета кредитных организаций в ЦБ	0.1367	0.2410	0.0117	-0.1400
Обязательные резервы	0.6542	0.3067	0.4103	0.0637
Депозиты банков в ЦБ России	0.0945	0.0252	0.0519	-0.0525

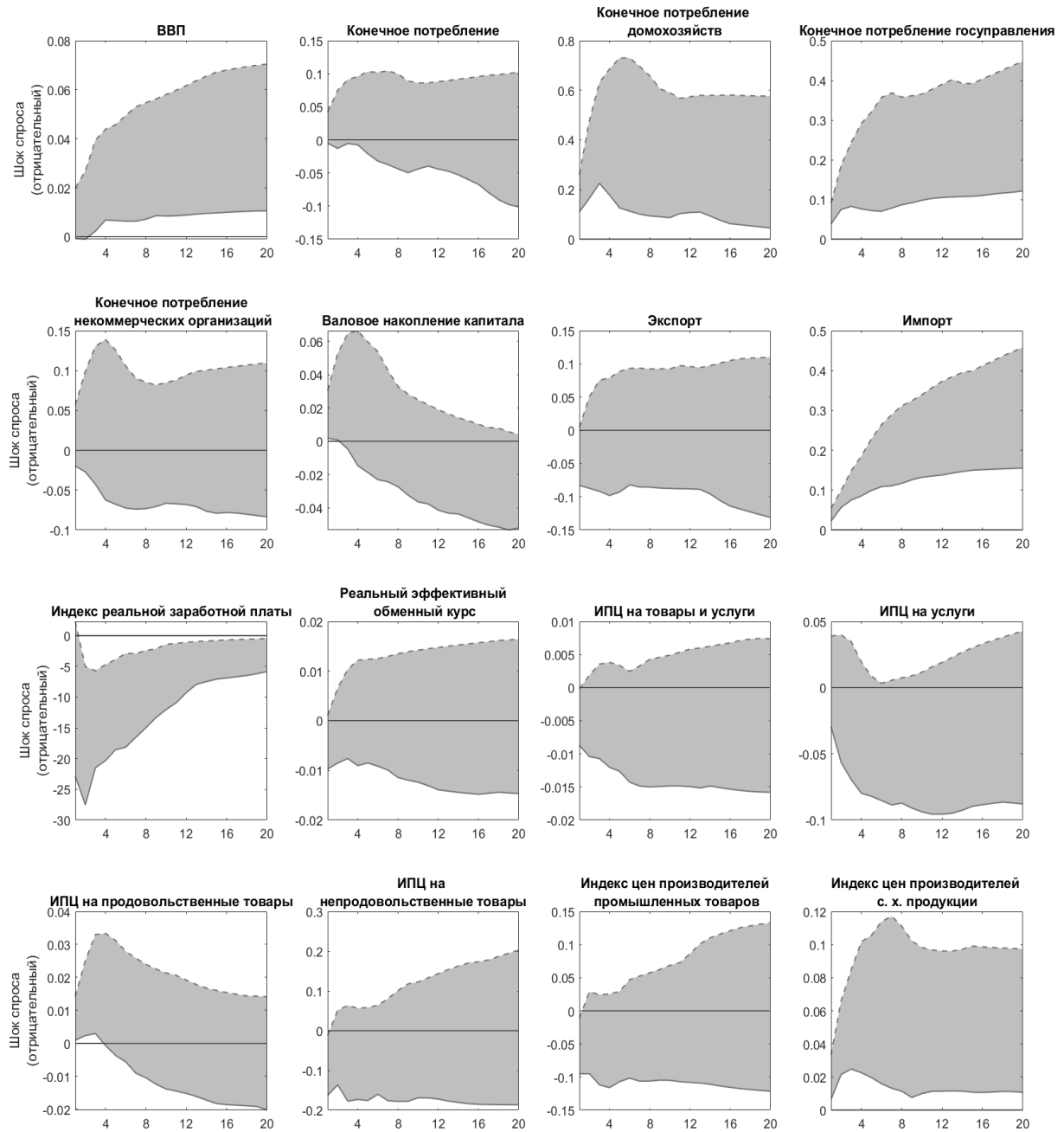
Примечание – Зеленый и красный цвет отвечают за положительную и отрицательную корреляцию, соответственно. Более насыщенный цвет соответствует большему уровню корреляции. F1 – фактор глобальной экономической активности, F2 – фактор глобальной инфляции, F3 – глобальный сырьевой фактор, F4 – глобальный номинальный фактор. Источник: расчёты автора

Рисунок 26 – корреляция отечественных информационных рядов с глобальными факторами.

Рассмотрим теперь реакцию показателей Российской экономики в ответ на глобальный шок спроса, представленную на рисунках 27, 28. Как и во всем мире, положительный шок спроса приводит к увеличению выпуска в РФ, что в связи с наращиванием мощностей производства приводит к кратковременному увеличению накопления основного капитала. Данный шок приводит к росту конечного потребления домохозяйств и государственных расходов, однако суммарная реакция уровня конечного потребления оказывается незначимой. Немного неожиданная реакция наблюдается для реальных заработных плат, которые в ответ на глобальный шок спроса падают, что может быть связано с высокой жесткостью номинальных заработных плат в РФ, что в совокупности с ростом цен в результате глобального шока спроса приводит к таким результатам. Однако столь продолжительное восстановление заработных плат, на протяжении пяти лет, может указывать или на некоторую ошибку в идентификации фактора, или на качество наблюдаемого ряда реальных заработных плат. Реальный эффективный обменный курс имеет незначимую реакцию, что может быть связано с глобальной природой рассматриваемого шока: так как внезапно возникший спрос «доступен» для всех мировых экономик, данный шок не приводит к укреплению рубля. Индексы промышленного производства ожидаемо претерпевают рост, притом во всех категориях: обеспечение электроэнергией, добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства пользуются спросом в связи с увеличением экономической активности в попытке удовлетворить внезапно возникший спрос. Увеличение экономической активности также ожидаемо

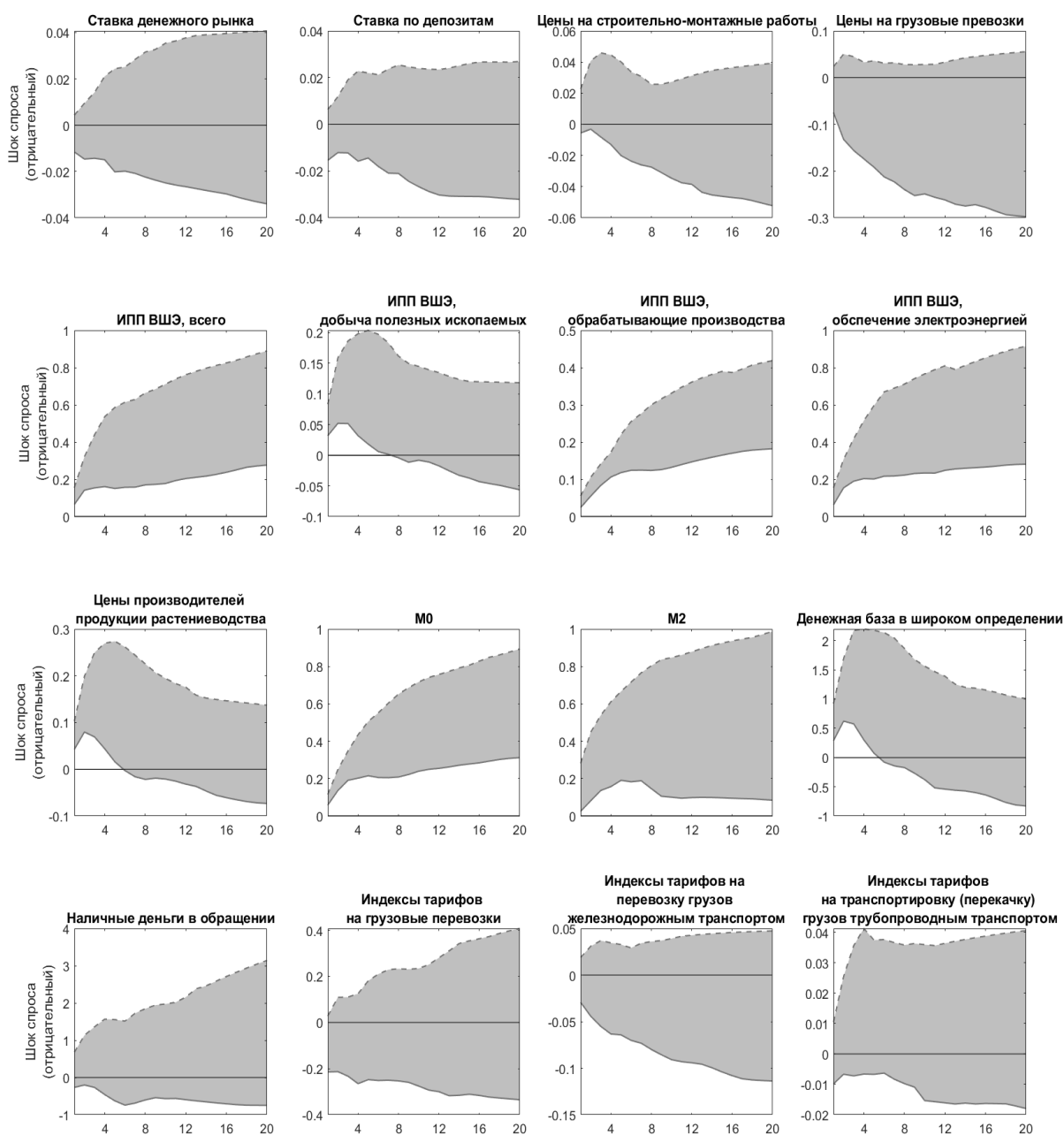
приводит к увеличению количества транзакций, спроса на деньги и, как следствие, денежной массы. Индексы цен, в основном, не имеют значимой реакции, за исключением цен на продовольственные товары, однако рост цен в этой категории значимо не отражается в общем индексе потребительских цен на товары и услуги. Краткосрочные ставки процента, такие как ставки по депозитам и ставка денежного рынка в ответ на глобальный шок спроса не показывают значимой реакции.

Наблюдая существенную корреляцию между фактором глобальной инфляции и российскими макроэкономическими переменными, важно понимать, что мировыми инфляционными процессами движут шоки, в существенной степени влияющие и на российскую экономику. Идентификация таких шоков и выявление реакции российских макроэкономических переменных на них может оказать существенную помощь в проведении экономической политики в ответ на некоторые глобальные вызовы.



Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 27 – импульсные отклики домашних переменных на шок спроса в модели с четырьмя глобальными факторами

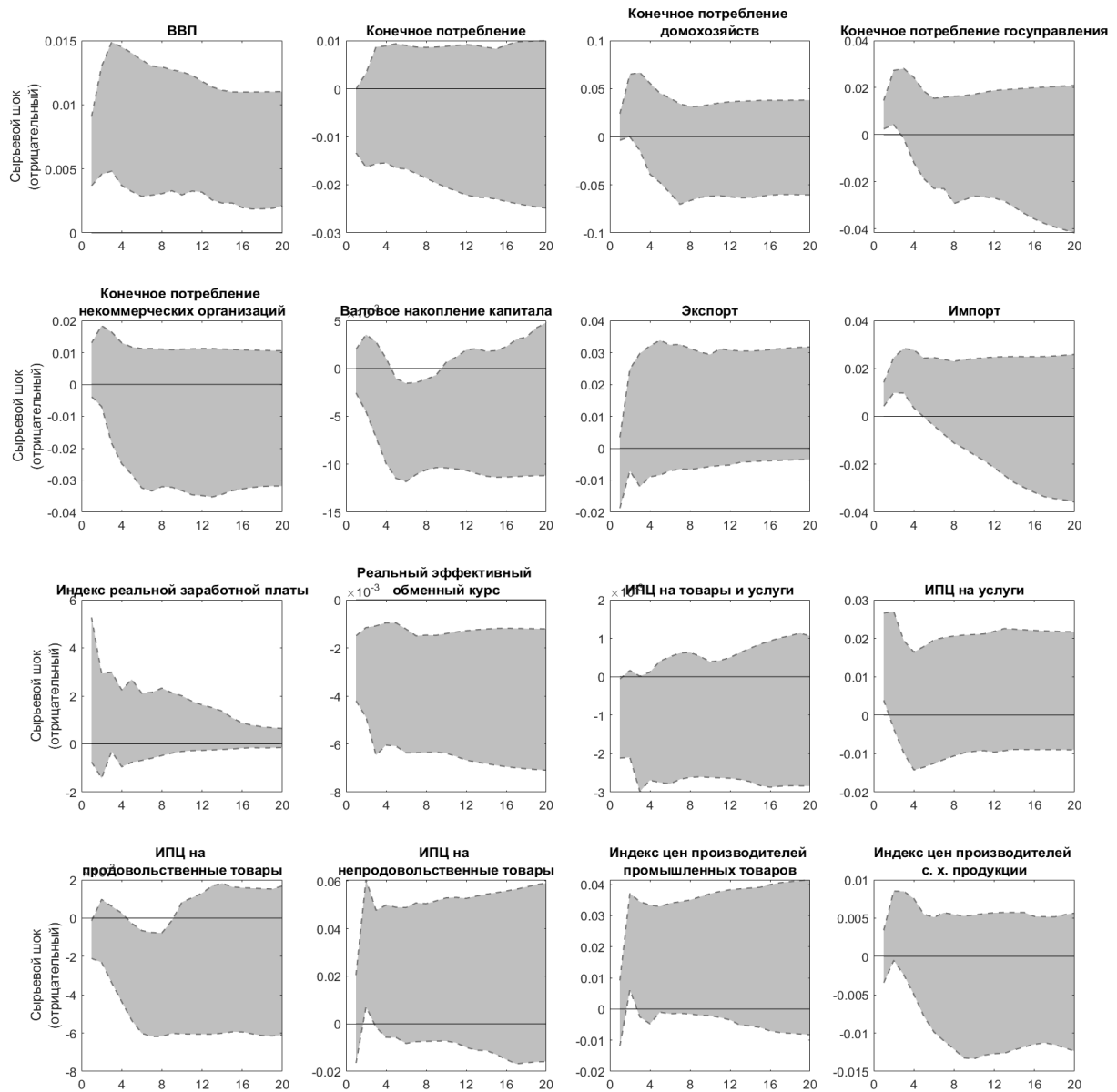


Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 28 – импульсные отклики домашних переменных на шок спроса в модели с четырьмя глобальными факторами

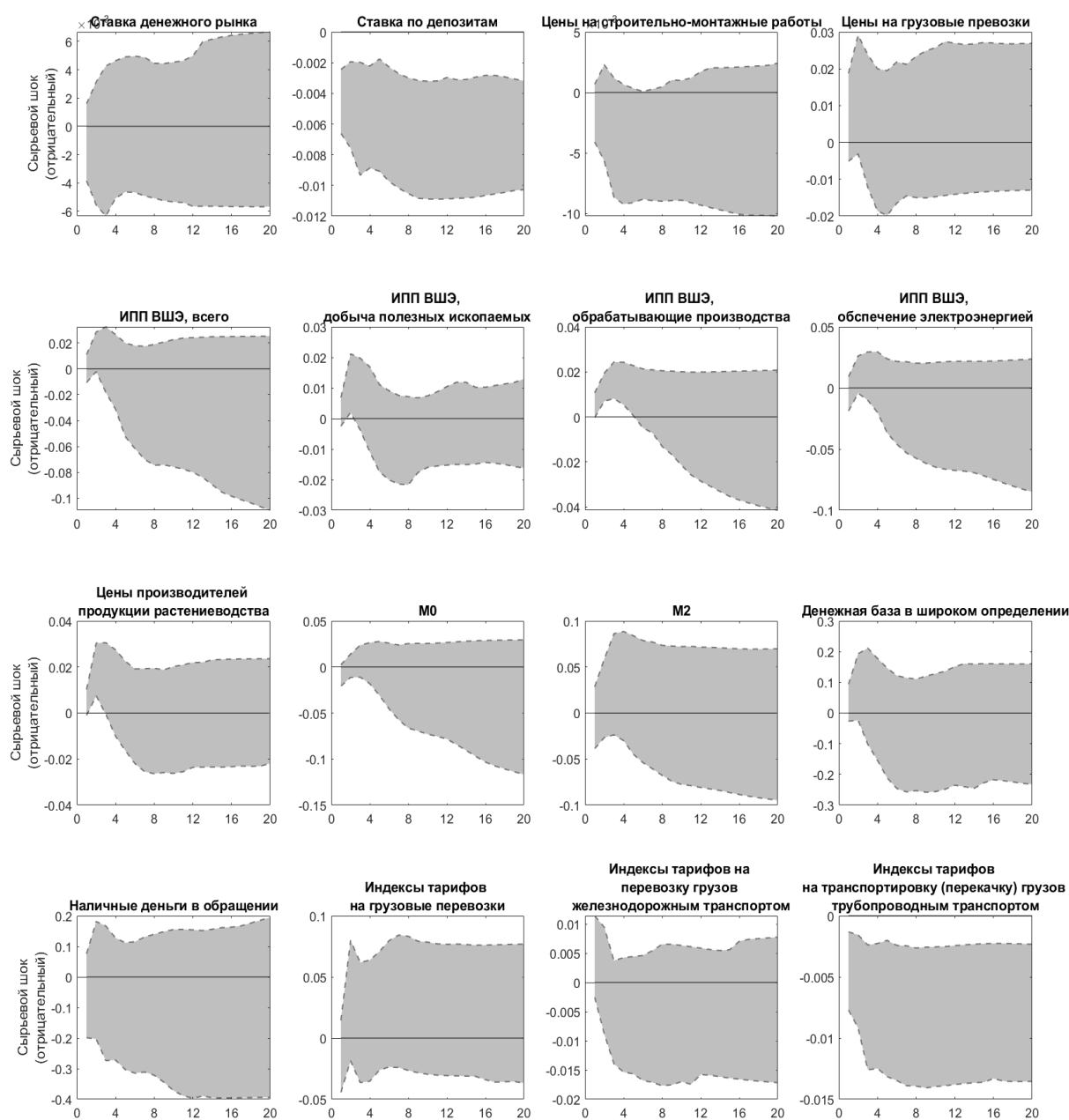
Увеличение цен на сырье, а в частности на нефтепродукты, в результате глобального сырьевого шока, представленного на рисунках 29 и 30, приводит к росту выпуска в результате прямого трансферта богатства в российскую

экономику, однако не сопровождается увеличением накопления капитала. Спрос на российскую валюту также растет, что отражается на реальном эффективном обменном курсе, что является важным отличием глобального сырьевого шока от глобального шока спроса. Индексы промышленного производства остаются практически без изменений, за исключением обрабатывающих производств, которые могут стремиться повысить предложение своей продукции в момент образования повышенных цен на нее. Потребление домохозяйств и некоммерческих организаций не реагирует значимо на данный шок, а государственные расходы претерпевают рост в течение нескольких кварталов, что, однако, не приводит к значимой реакции конечного потребления в совокупности. Индексы потребительских цен, аналогично с шоком спроса, не показывают значительной реакции, кроме цен на продовольственные товары, что падают примерно через год после возникновения шока, однако спустя 4 периода реакция вновь становится незначимой. Что касается ставок процента, импульсный отклик ставки денежного рынка незначим, однако ставка по депозитам снижается с самого первого периода возникновения глобального сырьевого шока и остается на новом стабильном уровне. Денежные показатели в рамках данной модели не испытывают значимой реакции на глобальный сырьевой шок.



Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 29 – импульсные отклики домашних переменных на сырьевой шок в модели с четырьмя глобальными факторами

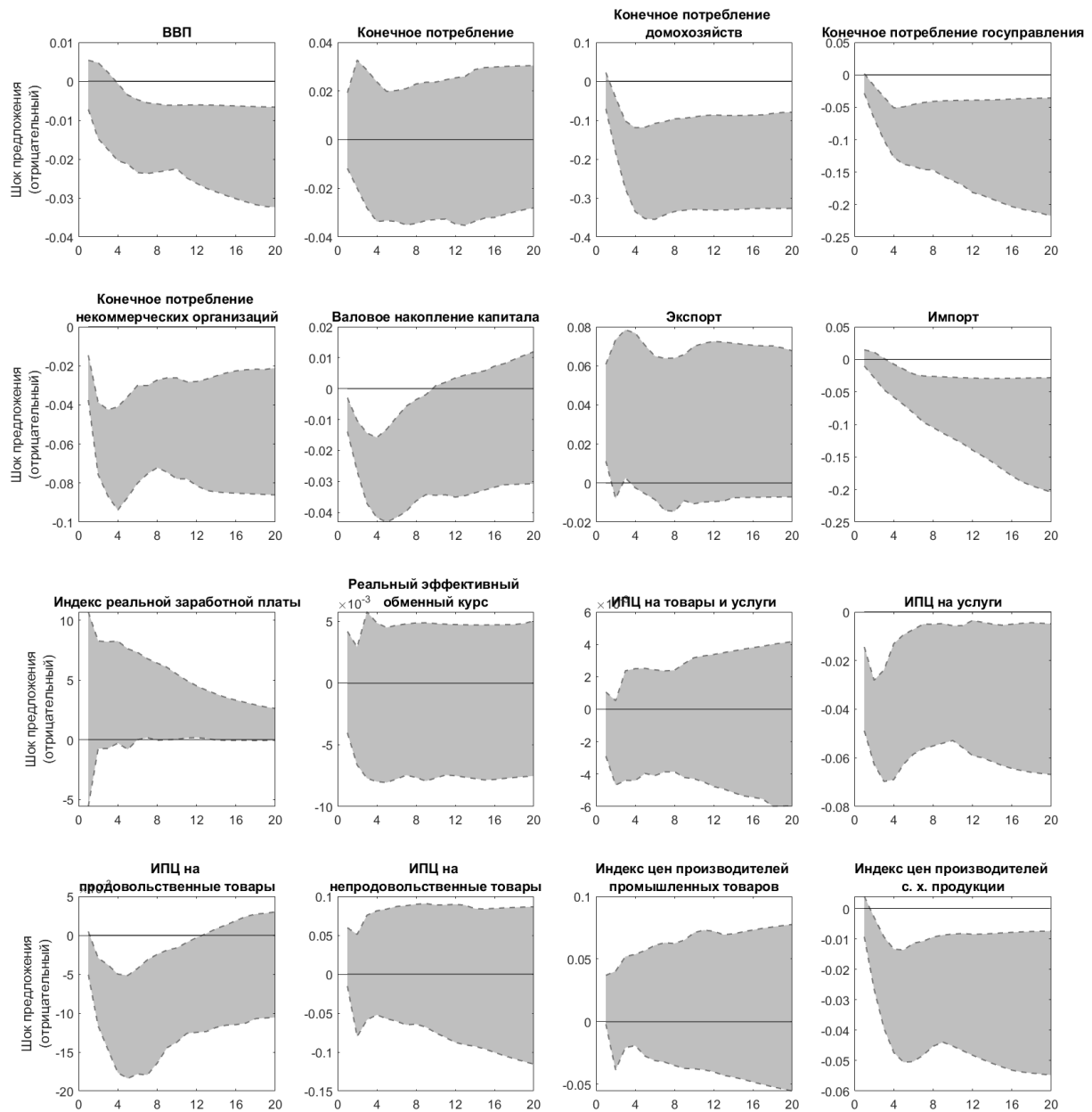


Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 30 – импульсные отклики домашних переменных на сырьевой шок в модели с четырьмя глобальными факторами

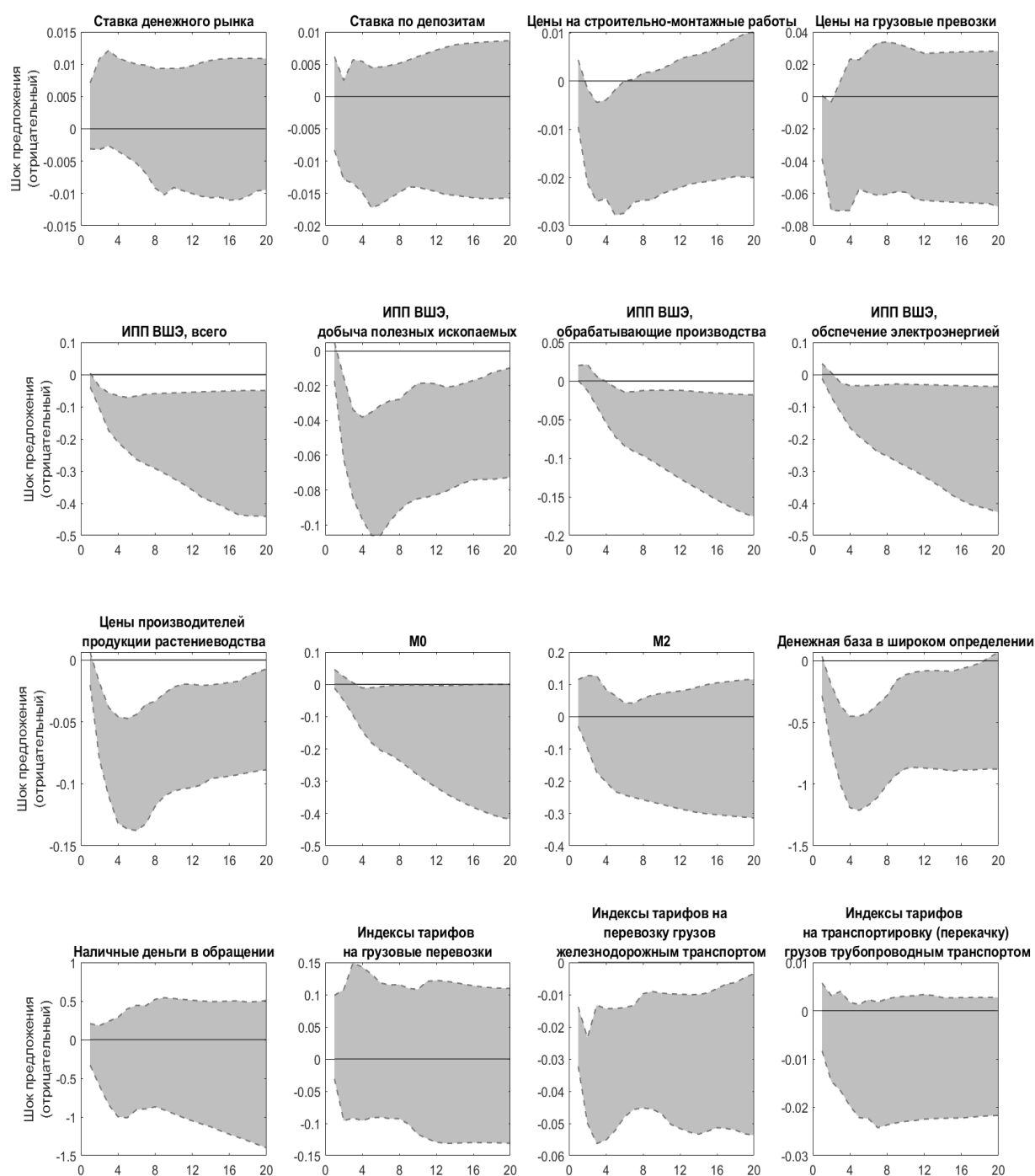
Глобальный отрицательный шок предложения, представленный на рисунках 31 и 32, приводит к снижению как выпуска, так и потребления домохозяйств, государства и НКО в российской экономике. Сниженная экономическая

активность отрицательно влияет на накопление капитала, а также на импорт. Ожидаемые реакции демонстрируют индексы потребительских цен на услуги и продовольственные товары, которые падают в отсутствии прежнего уровня спроса со стороны конечных потребителей. Вслед за снижением экономической активности следует и замедление активности в промышленной сфере, отражающееся в снижении индексов промышленного производства, особо сильное снижение наблюдается для добычи полезных ископаемых, в то время как сферы обработки, обеспечения электроэнергией реакция имеет хоть и значимый, но более сдержанный характер. Суммарно индекс промышленного производства также снижается, начиная с момента возникновения глобального шока предложения, и выходит на новый стабильный уровень спустя 4–5 кварталов после возникновения данного шока.



Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 31 – импульсные отклики домашних переменных на шок предложения в модели с четырьмя глобальными факторами



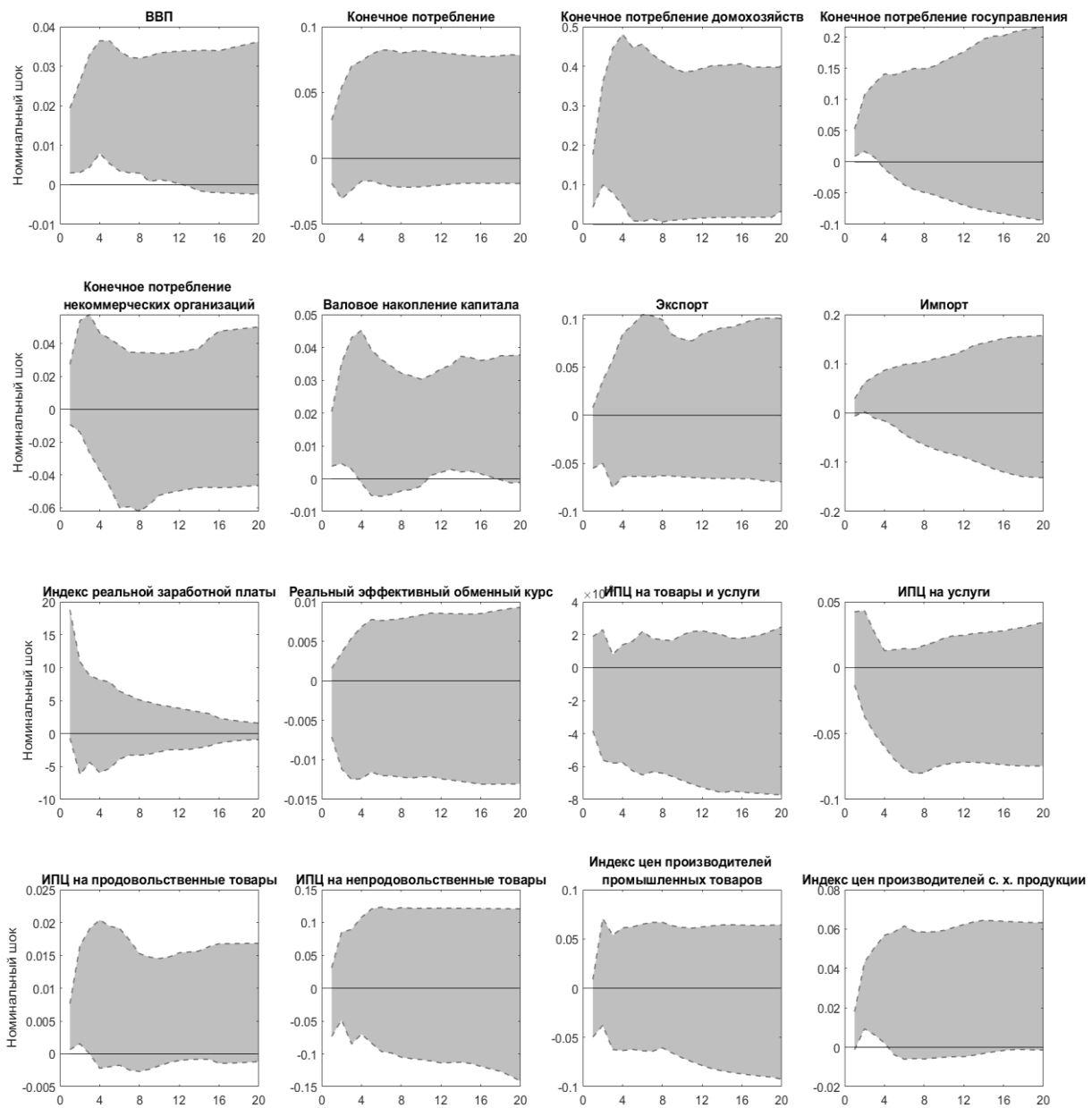
Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 32 – импульсные отклики домашних переменных на шок предложения в модели с четырьмя глобальными факторами

Последним рассматривается глобальный номинальный шок, реакции российских показателей на такой шок можно увидеть на рисунках 33 и 34. Реакция

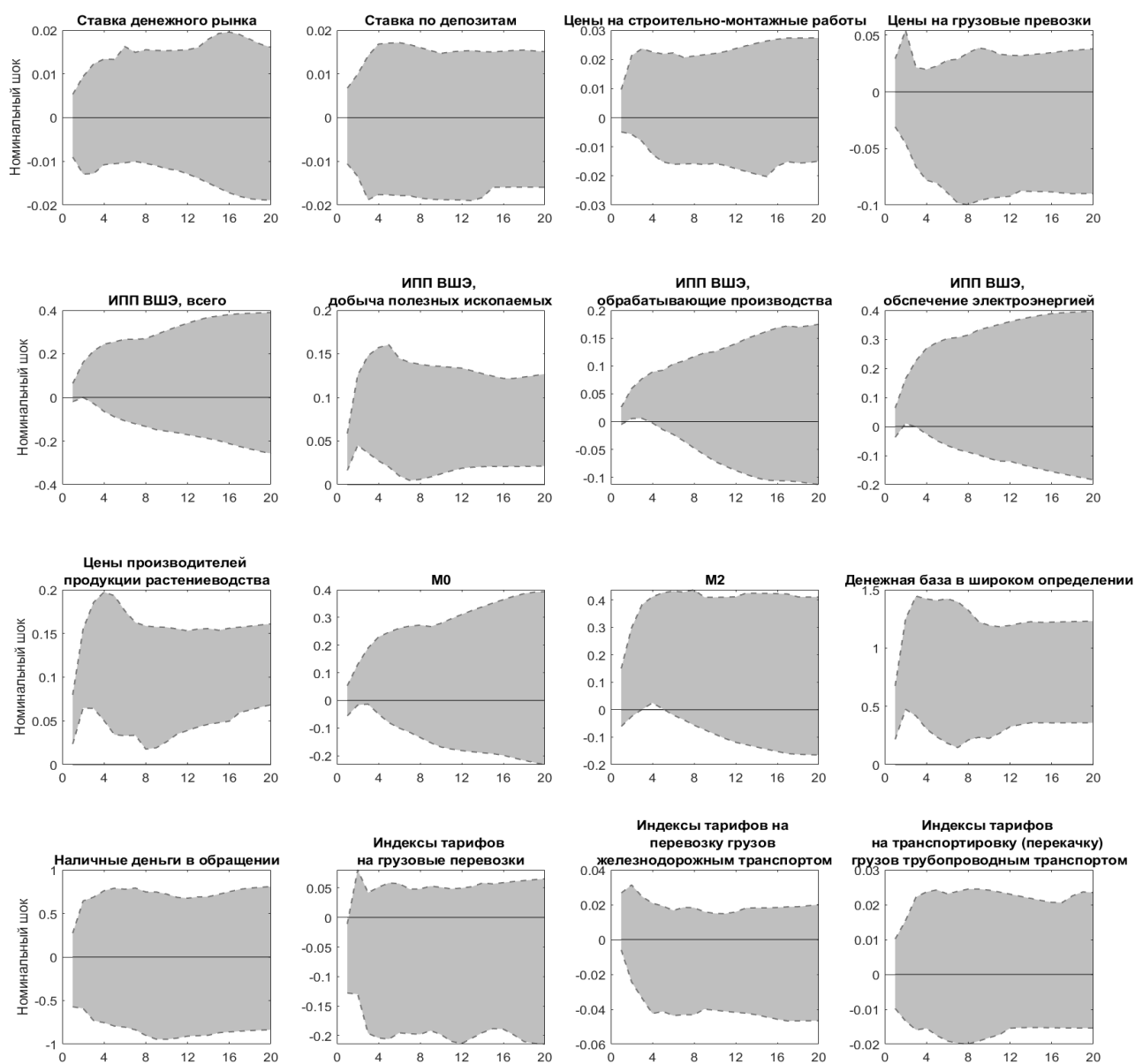
российской экономики не совпадает с реакцией глобальных факторов, то есть если в ответ на глобальный кратковременный рост ставок процента глобальная экономическая активность снижается, то в России растет выпуск, потребление домохозяйств и государства и накопление капитала. Также наращивается добыча полезных ископаемых. Индексы потребительских цен, за исключением ИПЦ на продовольственные товары в первые несколько периодов после возникновения шока, не показывают значимой реакции на глобальный номинальный шок. Аналогичное наблюдение верно и для показателей краткосрочных ставок процента и денежных показателей.

В результате анализа импульсных откликов российских переменных на глобальные шоки спроса и предложения, глобальный сырьевой и номинальный шоки российские макроэкономические показатели в рамках построенной модели в основном демонстрируют ожидаемые реакции, что позволяет утверждать об отсутствии мисспецификации модели и глобальных шоков. Глобальные шоки спроса и сырьевой шок оказывают схожее влияние на российские экономические показатели, однако имеют важное отличие в реакции реального эффективного валютного курса и индексов промышленных производств, что указывает на верное разделение данных шоков в предложенной модели. Глобальный номинальный шок и глобальный шок предложения также оказывают на российские показатели влияние, согласующееся с экономической теорией.



Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 33 – импульсные отклики домашних переменных на глобальный номинальный шок в модели с четырьмя глобальными факторами



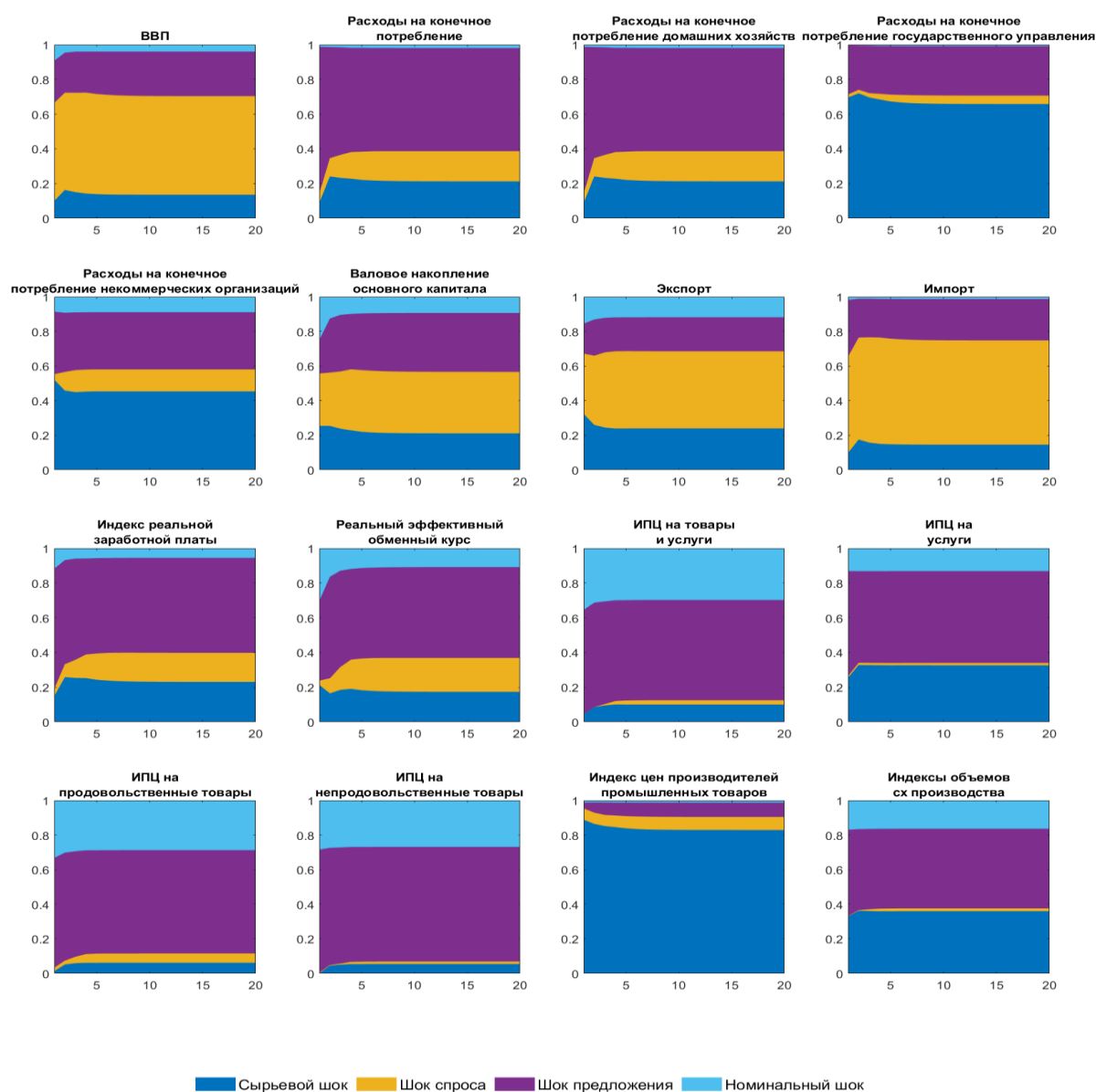
Примечание – Серая область представляет импульсный отклик в модели со знаковыми ограничениями. Источник: расчёты автора

Рисунок 34 – импульсные отклики домашних переменных на глобальный номинальный шок в модели с четырьмя глобальными факторами

Посмотрим теперь на вклады специфицированных глобальных шоков в ошибки прогноза российских показателей, декомпозиция этих ошибок представлена на рисунках 35 и 36. Динамика российских переменных в основном диктуется глобальными шоками спроса, предложения и сырьевыми шоками, в то время как номинальный шок зачастую играет незначительную роль.

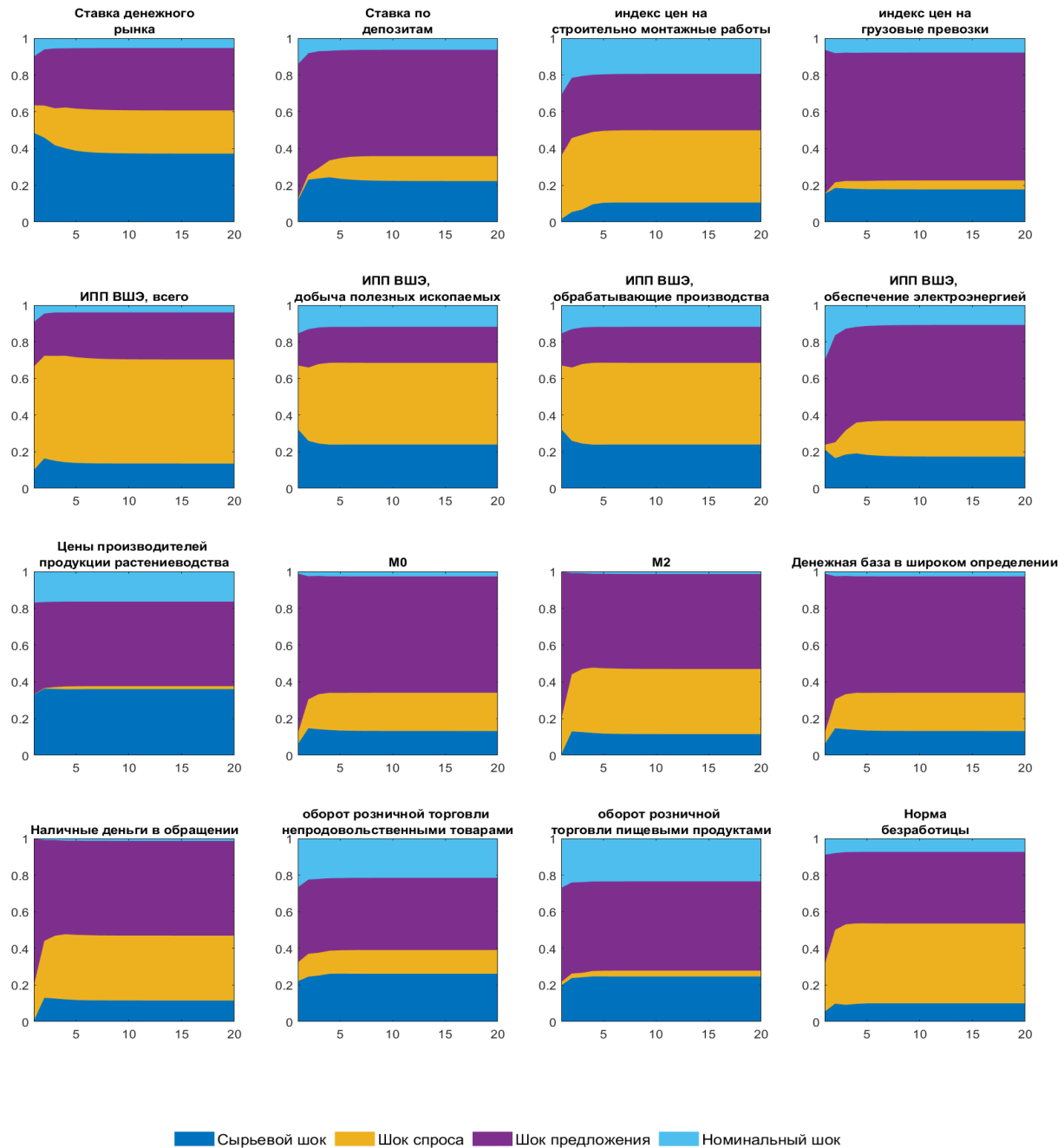
Существенного объема вклад номинальный шок привносит в индексы потребительских и некоторых других цен, а также в обороты розничной торговли пищевыми и непродовольственными товарами.

Неочевидными кажутся высокие вклады шоков предложения в ошибку прогнозов российских макроэкономических показателей, однако обратившись к импульсным откликам на данный вид глобального шока, вспомним, что они оказывали сильное значимое влияние на промышленное производство, что могло послужить каналом проникновения данного шока в динамику остальных показателей.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 35 – декомпозиция ошибок прогноза в модели с четырьмя глобальными факторами



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 36 – декомпозиция ошибок прогноза в модели с четырьмя глобальными факторами

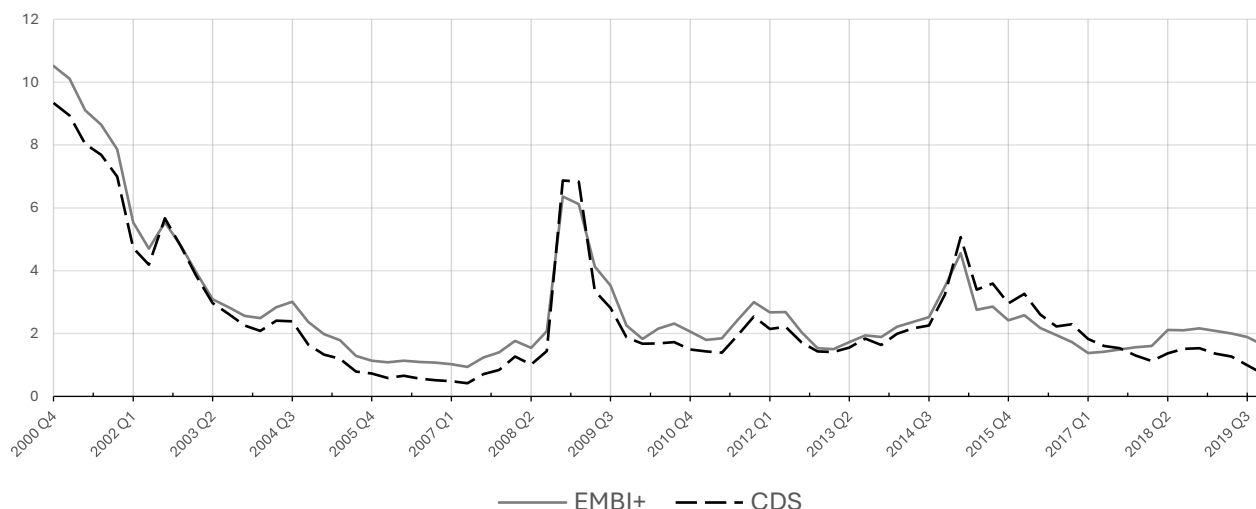
В данном разделе было рассмотрено поведение российской экономики в ответ на глобальные шоки в рамках модели факторной векторной авторегрессии. Построенные модели с двумя, тремя и четырьмя внешними факторами показали схожие результаты как на длинных временных промежутках, включающих в себя глобальные кризисы, так и на коротких временных промежутках, исключающих влияние таковых. В результате анализа влияния специфицированных шоков на российскую экономику было выявлено, что реальные российские макропоказатели реагируют на все виды специфицированных шоков, шок спроса и глобальный сырьевой шок приводят к росту выпуска в РФ, однако имеют различия во влиянии на другие макропоказатели. Основным дифференцирующим эти шоки показателем стал реальный эффективный валютный курс, который для глобального шока спроса не показывал значимой реакции, а в случае глобального сырьевого шока, что является прямым трансфертом богатства в российскую экономику за счет роста реальных цен на нефть, свидетельствует об укреплении реального курса рубля в случае роста глобальных цен на сырье. Реакция российской экономики на глобальный шок предложения оказалась схожей с реакцией глобальной экономики, а глобальный номинальный шок, наоборот, для России оказывает благоприятное воздействие на экономическую активность, в отличие от мировой экономики, где он приводит к её замедлению. Анализ декомпозиции дисперсии ошибок прогноза российских макроэкономических показателей указывает на подверженность российских макроэкономических показателей вкладам специфицированных глобальных шоков, причём наибольший вес имеют глобальные шоки спроса, предложения и сырьевые шоки, в то время как глобальный номинальный шок вносит существенные вклады лишь в ограниченный набор показателей. Полученные результаты полезны и как сами по себе при формулировании экономической политики государства в различных условиях, так и могут быть в дальнейшем использованы для встраивания данных глобальных шоков в динамическую стохастическую модель общего равновесия для анализа

чувствительности российской экономики к рассматриваемым шокам при различных правилах экономической политики.

Глава 3. Влияние шоков премии за риск на российскую экономику

Помимо практически полностью экзогенных глобальных шоков, рассмотренных в предыдущем разделе, российская экономика может быть чувствительна к шокам премии за риск, которые могут быть описаны как изменение восприятия инвесторами российской экономики. Данные шоки могут быть связаны как с изменениями в мировой экономике, так и возникать как результат политики России. В данном разделе влияние данного на российскую экономику будет рассмотрено в рамках SVAR-модели, а также будут рассмотрены вклады данного шока в динамику выпуска и реальных инвестиций, что позволит оценить объемы и, как следствие, важность данного шока для российской экономики. Как уже упоминалось, исследования, посвященные данному шоку, крайне немногочисленны в зарубежной литературе, а для отечественной экономики и вовсе не проводились.

Как уже было сказано ранее, одним из первых вопросов, встающих при постановке задачи оценки влияния премии за риск на конкретную экономику – определение и измерение страновой премии за риск. После проведенного анализа литературы, посвященной данной теме, было принято решение использования динамики кредитных дефолтных свопов (CDS), динамика которых представлена на рисунке 37. Преимущества и недостатки использования данного показателя при нормальном функционировании финансовых рынков в качестве меры странового риска обсуждались в работах [78] и [79].



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 37 – динамика суверенных спредов

В данном исследовании используются квартальные данные для таких переменных⁴, как реальный ВВП, инвестиции в основной капитал, глобальный индекс реальной деловой активности и двух вида суверенных спредов, характеризующих премию за риск: спред CDS для Российской Федерации и аналогичный индекс EMBI+.⁵ Последний представляет собой взвешенное по капитализации среднее спредов фиксированного набора долларовых облигаций РФ.

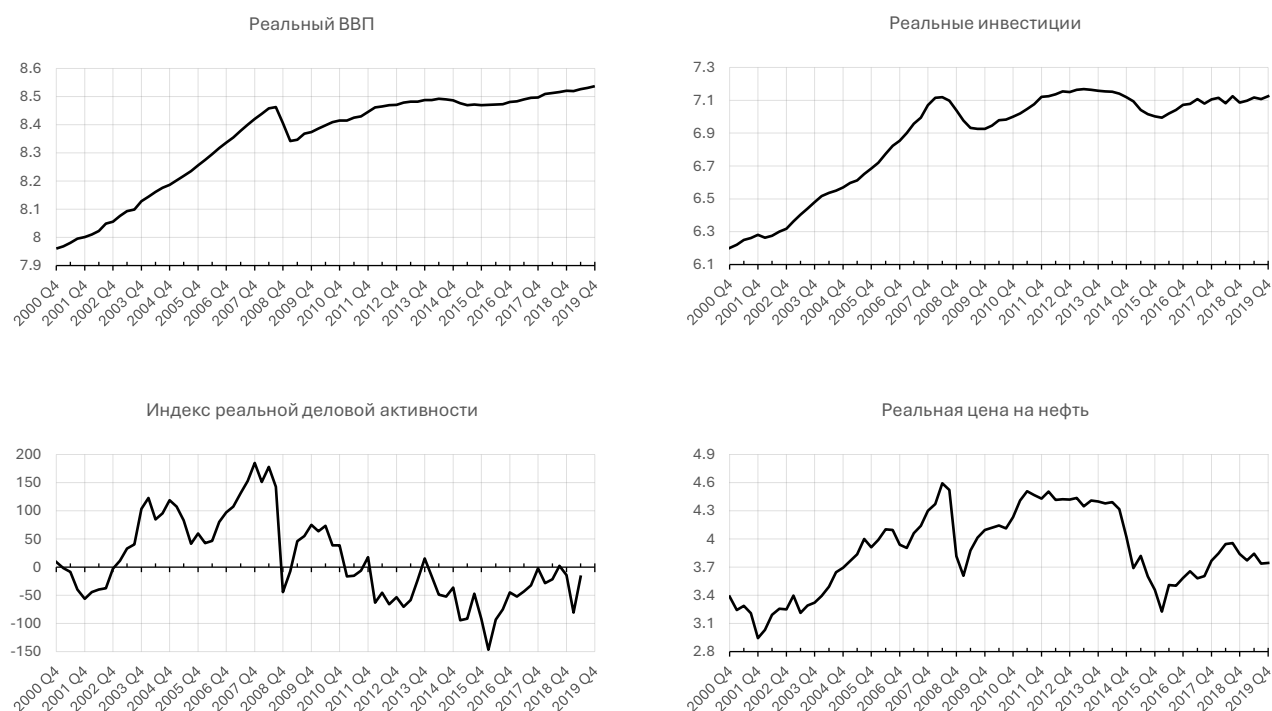
Из рисунка 37 видно, что оба показателя демонстрируют схожую динамику, однако CDS-спред имеет несколько большую амплитуду колебаний по сравнению с индексом EMBI+. Это может быть связано с повышенной чувствительностью CDS к различным шокам, так как в его основе лежат производные финансовые инструменты. На рисунке 37 отчетливо видны пики в кризисные периоды. Пик в районе конца 2008 года соответствует мировому финансовому кризису, а в районе конца 2014 – кризисной ситуации в России, вызванной резким ослаблением национальной валюты. Высокие значения спреда в начале выбранного промежутка

⁴ Ряды ВВП и инвестиций в основной капитал взяты с сайта службы государственной статистики и доступны только в квартальном виде.

⁵ Тикер JPSSEMRU для EMBI+.

отражают затухающие отголоски дефолта 1998 года. На рисунке 38 изображена динамика остальных макроэкономических показателей. Резкие изменения их динамики также соответствуют упомянутым кризисным периодам.

Ввиду ограниченной доступности данных по суверенным спредам (конкретно по спреду CDS) анализируется период с III квартала 2000 года по IV квартал 2019 года. Однако даже в случае наличия данных для временного промежутка до 2000 года, их использование было бы нецелесообразным, так как этому моменту времени предшествовал трансформационный сдвиг в российской экономике, включавший в себя момент дефолта 1998 года, и включение таких данных сделало бы модель слишком восприимчивой к критике Лукаса. Макроэкономические показатели, где это необходимо, очищены от сезонной компоненты с помощью процедуры Х-13.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 38 – динамика макропоказателей в реальном выражении

Для тестирования рядов на единичные корни используется LR-тест, предложенный в работе [90], а также ADF-тест, причём оба теста используются с бутстраповскими критическими значениями (преимущества бутстрапа показаны, например, в работе [91], и даны рекомендации по выбору бутстраповского алгоритма). LR-тест является (почти) оптимальным, если начальное условие временного ряда является малым (в терминах отклонения от потенциального среднего значения; фактически же видим начальное наблюдение, а не начальное условие), в то время как его мощность будет уменьшаться при увеличении начального условия. С другой стороны, мощность теста ADF с OLS-детрендрованием будет расти с увеличением начального условия. Таким образом, нет необходимости использовать большое количество тестов (см. [92]), достаточно использовать только оптимальные для конкретных случаев. Из результатов тестирования, представленных в таблице 4, видим, что для рядов нефти, выпуска и инвестиций все тесты не отвергают наличие единичного корня. Для двух вариантов спредов тесты дают противоположные результаты, однако в данном случае результаты теста ADF являются более предпочтительными, так как LR-тест более чувствителен к высоким начальным условиям (они наблюдались из-за высоких значений премии за риск в период после дефолта 1998 года). В связи с этим будем трактовать эти два ряда как стационарные, что также соответствует логике работы [81].

Таблица 4 – тесты на единичные корни

Переменная	LR		ADF	
	test	critical	test	critical
gdp	0.25144	2.78656	-1.60313	-3.22588
invest	0.68177	1.96422	-2.03547	-3.52616
oil	0.50958	1.319	-1.90013	-3.09042
embi	0	1.84069	-4.0686	-3.18514

cds	0	1.33036	-3.55631	-3.06067
-----	---	---------	----------	----------

Примечание. Тест LR является правосторонним, ADF – левосторонним, критические значения соответствуют уровню значимости 5%. Источник: расчёты автора

В качестве основного инструмента используется структурная векторная авторегрессия. Так как Россия является малой открытой нефтеэкспортирующей экономикой, реальная цена на нефть включается в модель в виде экзогенной переменной (*Oil*). Эндогенные переменные имеют следующий порядок: логарифм реального ВВП (*GDP*), логарифм реальных инвестиций в основной капитал (*INV*) и логарифм спреда (*CDS*). Все переменные, кроме спреда, взяты в разностях, спецификация модели представлена в формуле (6) и выглядит следующим образом:

$$\begin{bmatrix} \Delta GDP_t \\ \Delta INV_t \\ CDS_t \end{bmatrix} = C + \sum_{i=1}^p A_i \begin{bmatrix} \Delta GDP_{t-i} \\ \Delta INV_{t-i} \\ CDS_{t-i} \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^q B_i \Delta Oil_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (6)$$

где A_i и B_i – матрицы оцененных коэффициентов, а p и q – количество лагов эндогенных и экзогенных переменных, соответственно. Спецификация модели основана на экономической теории и особенностях российской экономики. Выбранный порядок переменных в совокупности с краткосрочными ограничениями позволяет провести идентификацию структурных шоков, руководствуясь следующими соображениями: ожидаем, что выпуск и инвестиции, являясь медленными переменными, не будут реагировать на шоки спреда в момент их возникновения, а выпуск также не будет реагировать на инвестиционный шок моментально, так как требуется существенное время на трансформацию освоенных инвестиций в рост готового продукта. В итоге определяем следующие три типа структурных шоков: шок производительности, инвестиционный шок, который можно трактовать как шок притока капитала и шок суверенного спреда, характеризующий рост премии за риск. Согласно озвученным ограничениям, все

рассматриваемые шоки могут оказывать моментальное влияние на спред, что согласуется с экономической логикой: рост производительности или приток капитала могут моментально менять настроение инвесторов и снижать премию за риск. При оценивании модели используются два лага эндогенных и экзогенных переменных. Значения информационных критериев для моделей с разным количеством лагов представлены в таблице 5. Все три теста дают разные результаты, однако в итоге выбирается спецификация с двумя лагами (соответствует критерию Акаике) по причине того, что использование дополнительных лагов не столь критично по сравнению с возможными пропущенными переменными. К тому же, такие инертные показатели, как выпуск и инвестиции, должны быть подвержены влиянию нефтяных цен на горизонте более одного квартала. Критерий Шварца, как видим, предпочитает модель с двумя лагами модели с тремя лагами. Тем не менее, полученные результаты оказались достаточно устойчивыми к выбору количества лагов и идентичны на качественном уровне.

Таблица 5 – выбор количества лагов

Количество лагов	Значение критерия		
	AIC	BIC	logLik
1	-9.9360	-9.3840	395.5667
2	-10.1013	-9.1743	408.7978
3	-9.9274	-8.6197	409.3147

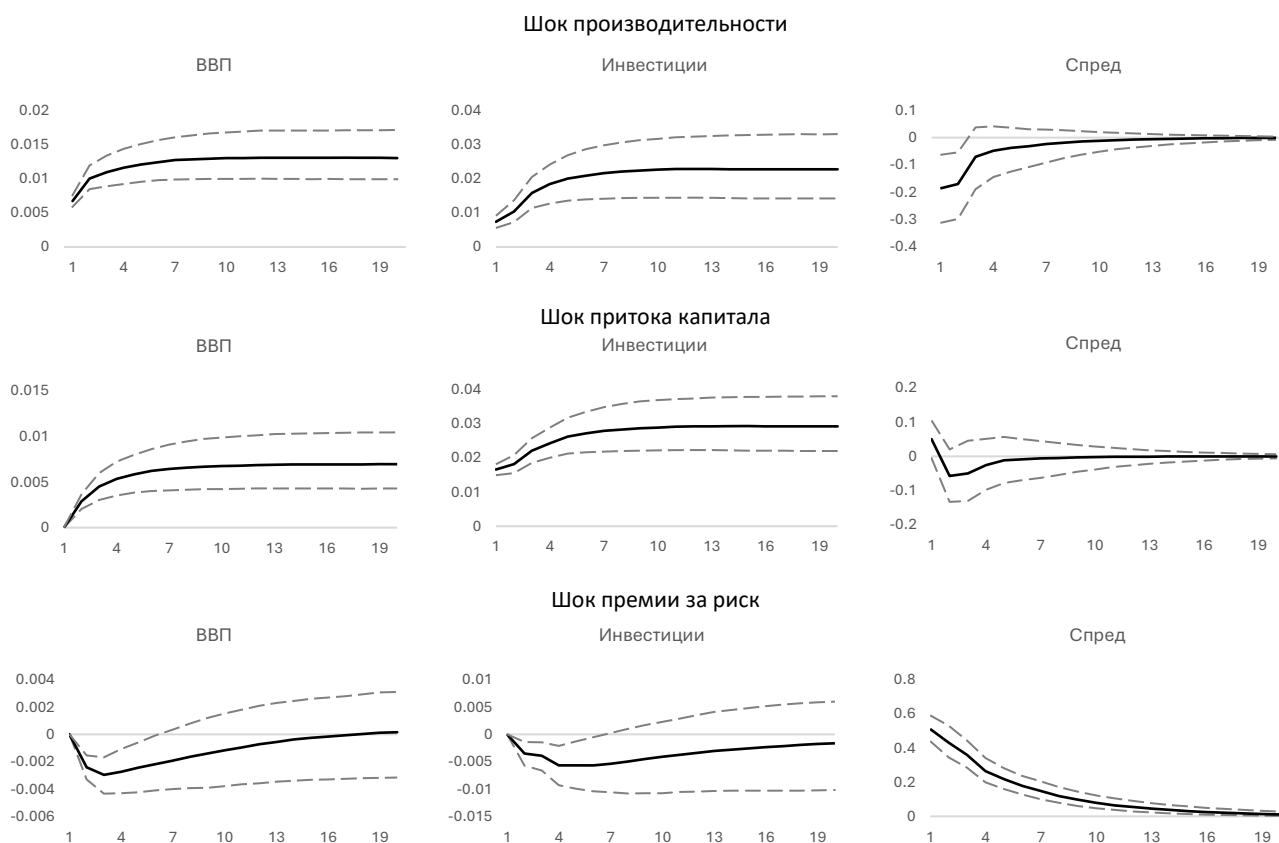
Примечание – Источник: расчёты автора

Функции импульсных откликов представлены на рисунке 39. На графиках сплошные линии представляют точечные медианные бутстраповские оценки импульсного отклика, пунктирными линиями изображены 68% бутстраповские доверительные интервалы. В целях улучшения читаемости результатов для переменных реального выпуска и инвестиций функции импульсных откликов

приведены в накопленном виде. Сначала рассмотрим шок производительности. Резкое снижение предельных издержек на производство приводит к падению цен и увеличению реальных заработных плат. Ввиду уменьшения затрат на производство также становятся доступны новые средства для наращивания объемов основного капитала. С течением времени и ростом покупательской способности растет и спрос на товары, что дополняет положительный эффект на выпуск и инвестиции. В результате на графиках видим ожидаемую картину: шок производительности приводит к перманентному росту выпуска и инвестиций. Реакция спреда также довольно логична: при появлении в стране новых технологий экономика становится более привлекательной для инвесторов и более стабильной, например, в результате уменьшения чувствительности к санкциям, что отражается в снижении премии за риск. По мере затухания шока производительности суверенный спред также возвращается на прежний уровень.

Инвестиционный шок, трактуемый как шок притока капитала, вызывает ожидаемое увеличение инвестиций и, соответственно, выпуска, однако он не приводит к значимому снижению спреда (премии за риск). Так как шок притока капитала часто возникает в результате избытка средств на мировых рынках и может быть никак не связан с привлекательностью конкретной экономики, то такая реакция выглядит убедительно.

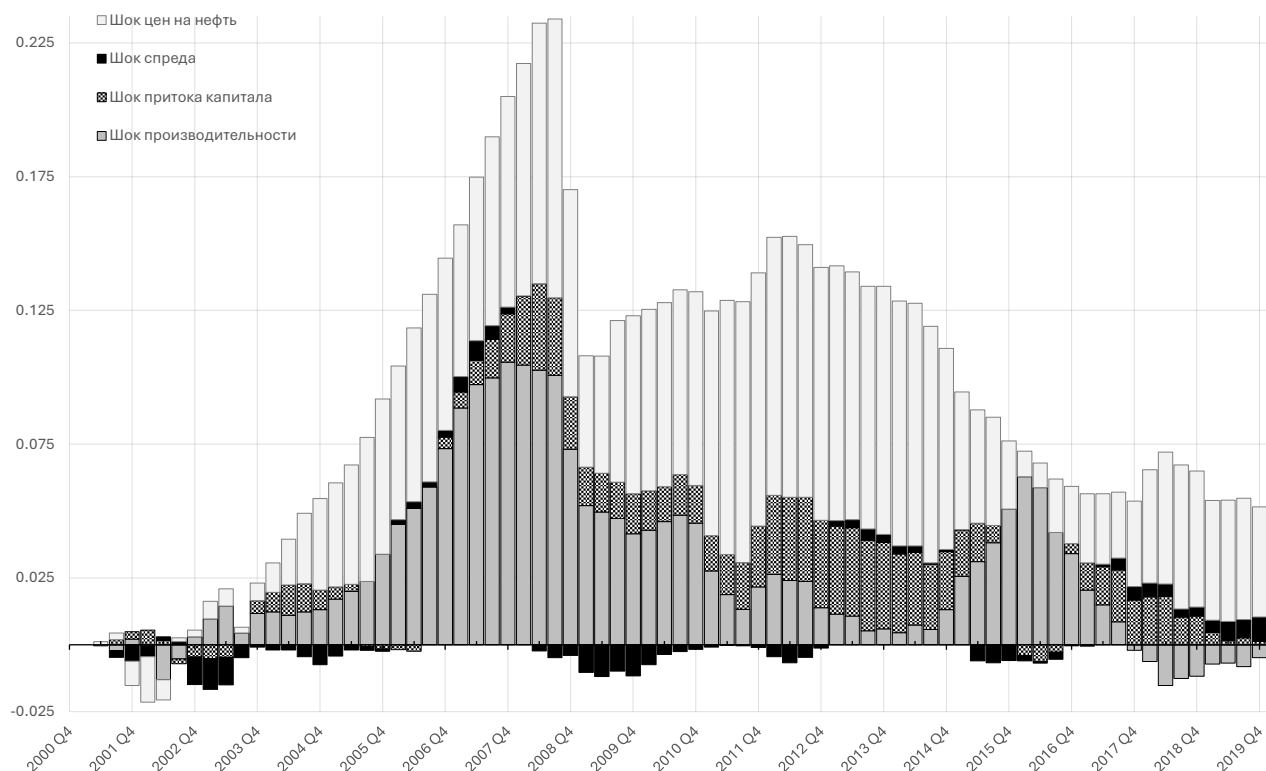
В результате неожиданного шока премии за риск (шока спреда), например, из-за введения санкций, сам спред резко возрастает, однако в долгосрочном периоде по мере приспособления экономики к существованию в новых условиях возвращается к первоначальному уровню. Результатом действия такого шока является ограничение на заимствования на мировом рынке капитала, что непосредственно приводит к снижению инвестиций и замедлению производства в краткосрочной перспективе. Значимая реакция реальных переменных затухает примерно за 8-10 кварталов.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 39 – импульсные отклики

Рассмотрим теперь историческую декомпозицию вкладов каждого шока в динамику переменных. Декомпозиция выпуска представлена на рисунке 40. Видно, что помимо вкладов шоков производительности ВВП сильно подвержен шокам цены на нефть. В кризисные периоды 2008 и 2014-2015 годов вклад динамики нефти ожидаемо сильно уменьшается. Похожим образом ведут себя шоки инвестиций, однако объем их вклада в динамику выпуска сравнительно невелик. Шоки спреда также вносят относительно малый вклад в динамику выпуска, тем не менее заметен их негативный вклад в динамику в кризисные периоды, последний из которых характеризовался в том числе введением экономических санкций.



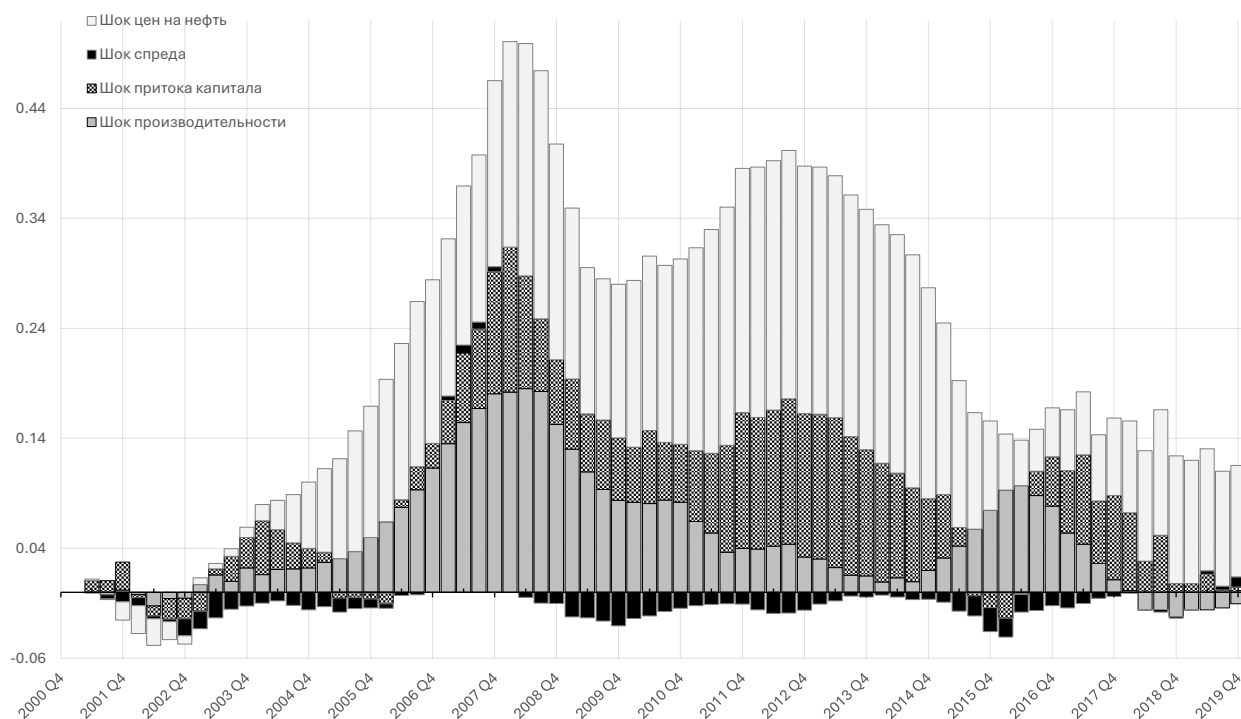
Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 40 – историческая декомпозиция выпуска

В декомпозиции инвестиций на рисунке 41 наблюдается аналогичная картина: сильны вклады шоков производительности и реальной цены на нефть, однако также наблюдается достаточно высокий вклад шоков притока капитала, который был отрицательным в период кризиса 2014-2015 годов. Шоки спреда имеют в среднем больший вклад в инвестиции, чем в выпуск, что согласуется с интерпретацией спреда как премии за риск в Российской экономике, на которую в существенной степени обращают внимание инвесторы. Наибольшие негативные значения вклада этого шока также можно наблюдать во время кризисов 2008 и 2014-2015 годов.

Одной из причин относительно умеренного вклада шоков премии за риск в динамику реальных макроэкономических показателей даже в период введения экономических санкций может являться наличие других каналов, через которые эти внешние негативные факторы влияют на российскую экономику. Это могут быть как шоки оттока капитала, значимый для периода 2014–2015 годов, так и

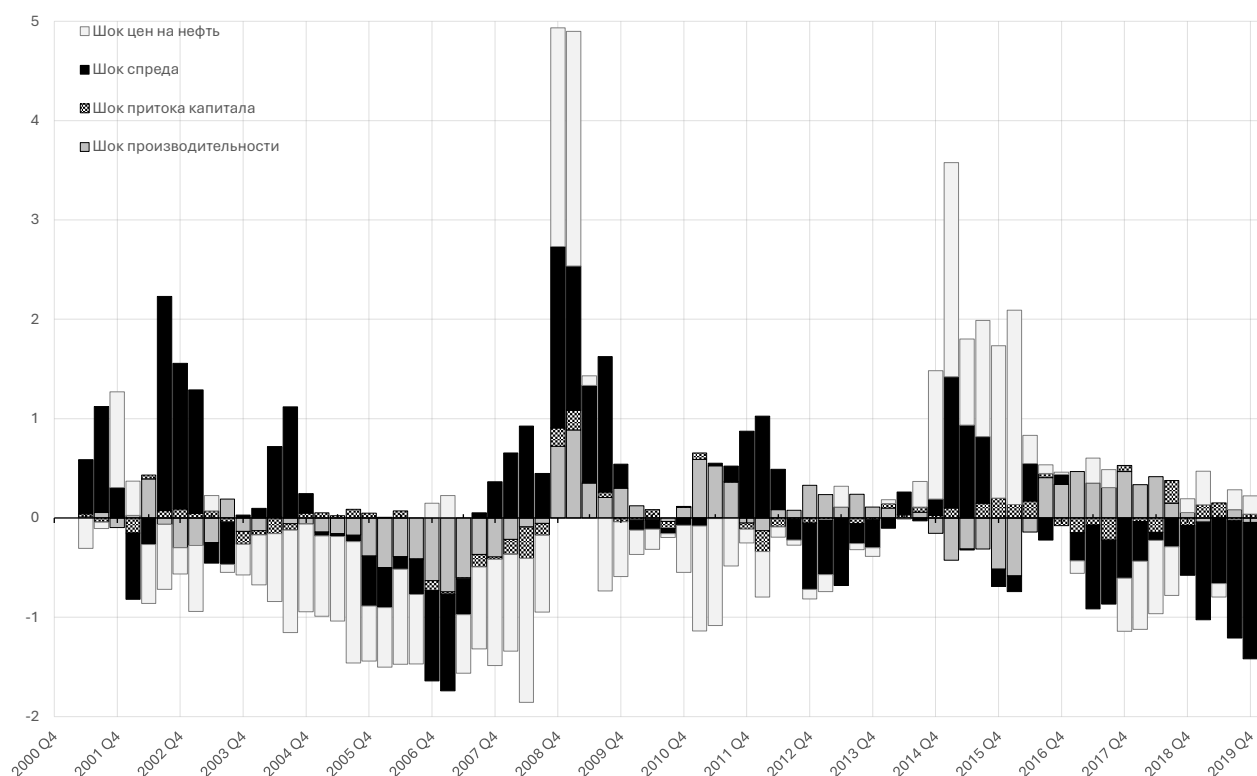
негативные шоки производительности из-за некоторых ограничений на импорт технологий после 2015 года.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 41 – историческая декомпозиция инвестиций

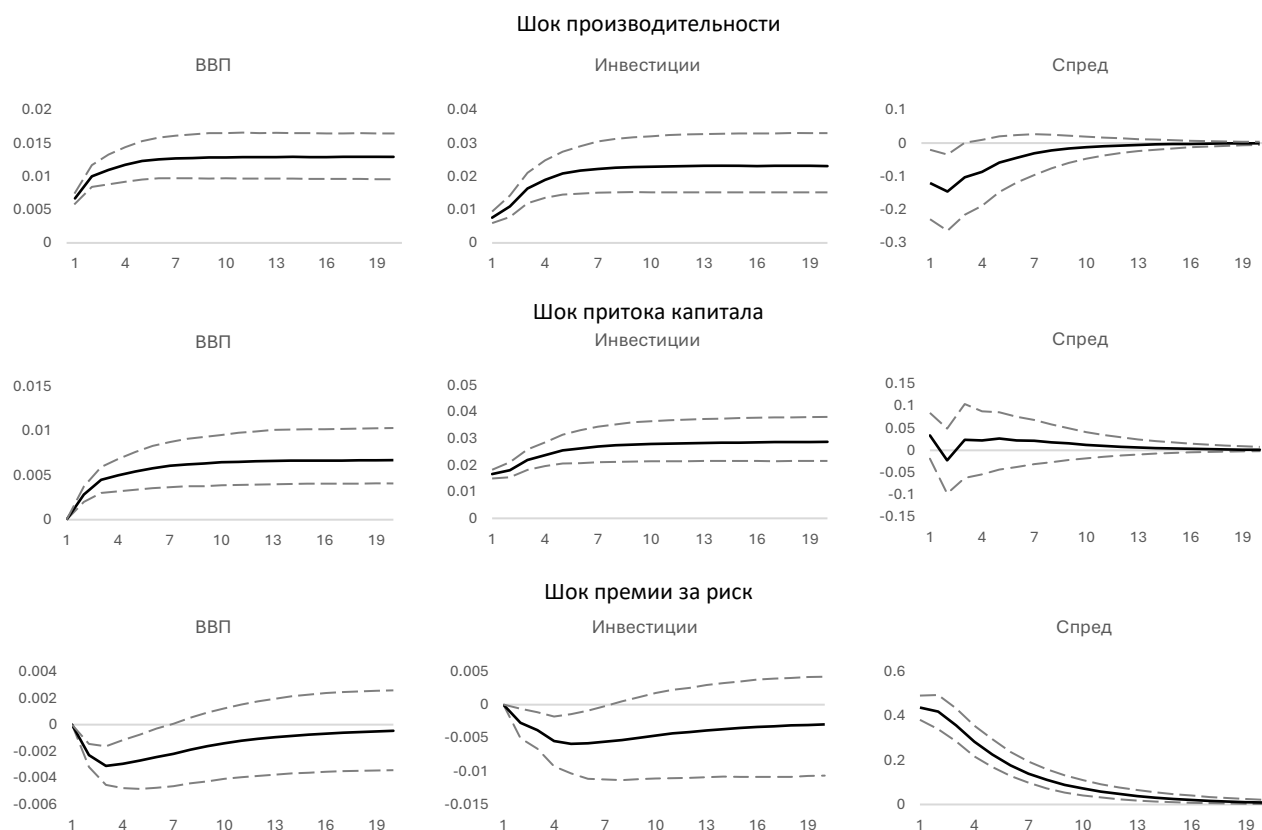
Что касается динамики спреда, изображённой на рисунке 42, то она в основном зависит от шоков премии за риск, однако нефтяные шоки также приносят существенный вклад. Из рисунка видно, что в период с 2004 года до начала 2008 рост цены на нефть способствовал сужению спреда, что ожидаемо для зависимой от нефти российской экономики. В кризисные периоды 2008 и 2014 годов падение цен на нефть оказывало противоположное влияние. Таким образом, существенная часть динамики премии за риск в кризисные периоды объяснялась фактором нефтяных цен, который также брал на себя значительную часть объясняющей силы для реальных макроэкономических показателей (выпуска и инвестиций).



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 42 – историческая декомпозиция спреда CDS

В качестве альтернативной спецификации для проверки устойчивости результатов также оценивается идентичную модель, где в качестве показателя суверенного спреда используем индекс EMBI+. Импульсные отклики для данной модели приведены на рисунке 43. Видно, что они практически идентичны откликам из модели с использованием спреда CDS (рисунок 39). Наблюдаются лишь незначительные количественные отличия, на качественном уровне результаты остаются неизменными.

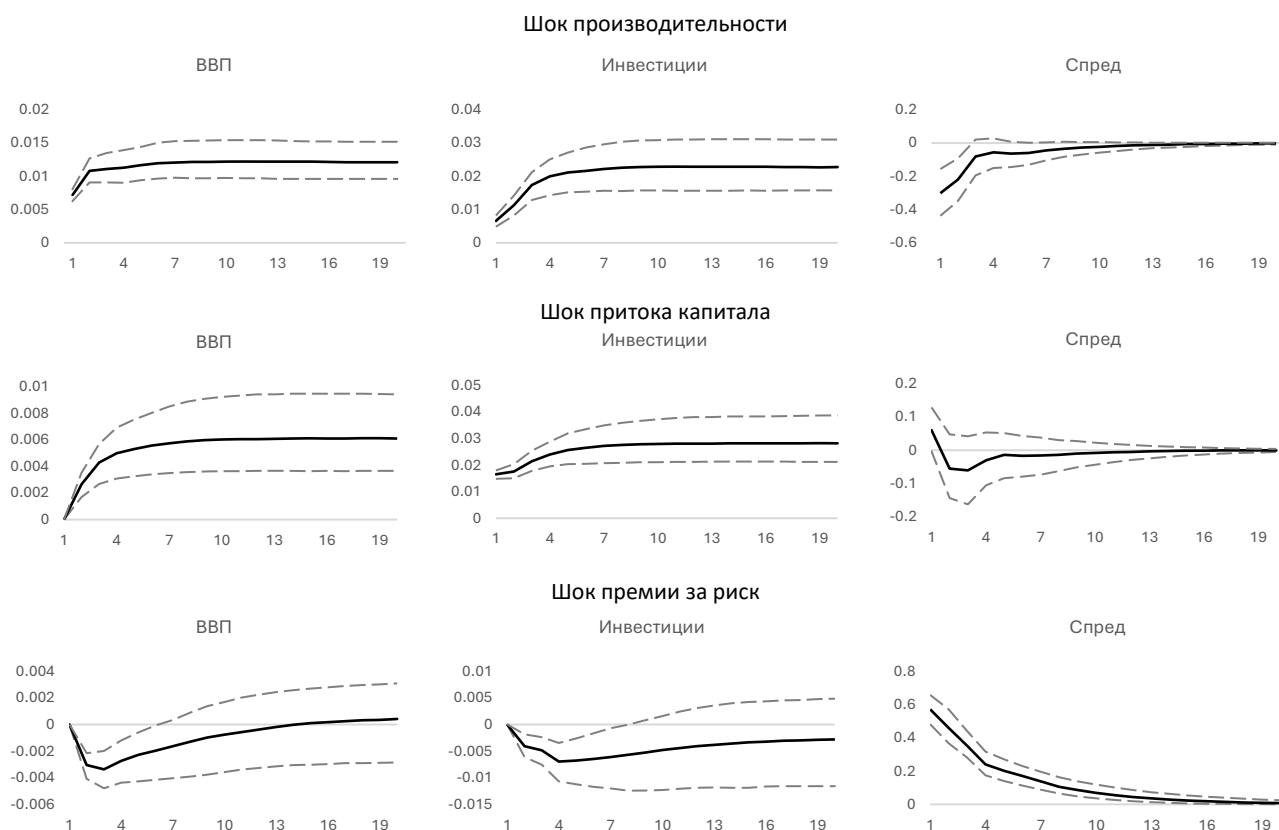


Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 43 – импульсные отклики в модели с индексом EMBI+

В исследованиях [87] и [30] было показано, что существенная часть динамики нефтяных цен в последние две декады была вызвана шоками мирового спроса. Следуя этим работам, устойчивость результатов проверяется с использованием в качестве экзогенной переменной индекса реальной деловой активности (вместо реальной цены нефти), рассчитываемого Лутцом Килианом и публикуемого на его сайте.⁶ В итоге видим, что импульсные отклики в такой модели, приведённые на рисунке 44, идентичны полученным в предыдущих спецификациях. Это также даёт свидетельства об устойчивости полученных результатов.

⁶ <https://sites.google.com/site/lkilian2019/research/data-sets>



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 44 – модель с индексом реальной деловой активности

Подводя итоги, было обнаружено значимое влияние шоков премии за риск на выпуск и инвестиции, однако из исторической декомпозиции этих переменных можно сделать вывод, что общий вклад шоков премии за риск в динамику реальных переменных не столь велик. В значительной степени динамика выпуска и инвестиций объясняется нефтяными шоками и шоками производительности, шоки притока капитала оказывали больший вклад в динамику инвестиций. Следует отметить, что рассмотренный шок премии за риск очищен от шоков цены на нефть и притока капитала, а значит он характеризует изменение спреда из-за политических и институциональных рисков и не связан, например, с падением цены на нефть. Это, в свою очередь, было продемонстрировано на примере исторической декомпозиции динамики спреда, где было обнаружено существенное влияние шоков нефтяных цен, объясняющих более половины динамики рассматриваемого спреда. Возможно, причиной умеренного вклада шока премии

за риск в динамику выпуска в периоды введения экономических санкций может быть распространение негативных эффектов от подобных внешних ограничений через каналы шоков производительности и шоков притока капитала.

Также были рассмотрены альтернативные спецификации модели, используя различные переменные в качестве меры премии за риск и индекс глобальной экономической активности как экзогенную переменную. Результаты оказались устойчивыми к изменениям спецификации.

Глава 4. Наукастинг и прогнозирование

Краткосрочное прогнозирование отдельных макроэкономических показателей является крайне актуальной задачей, поскольку оно в существенное важно для проведения экономической политики. К сожалению, сбор и обработка статистической информации зачастую происходят не моментально, и требуемые временные ряды могут обновляться с задержкой. Данное несовершенство привело к возникновению понятия наукастинга, существенно изменившего философию современного аппарата макроэкономического прогнозирования. Наукастинг является одним из видов прогнозирования, однако в данном случае прогнозируется не будущий, а текущий период времени. Основным отличием классического прогнозирования от наукастинга является то, что для будущих периодов недоступны никакие данные, в то время наукастинг использует информацию по какому-то доступному набору экономических показателей для построения прогноза переменных, выходящих с существенной задержкой в официальной статистике.

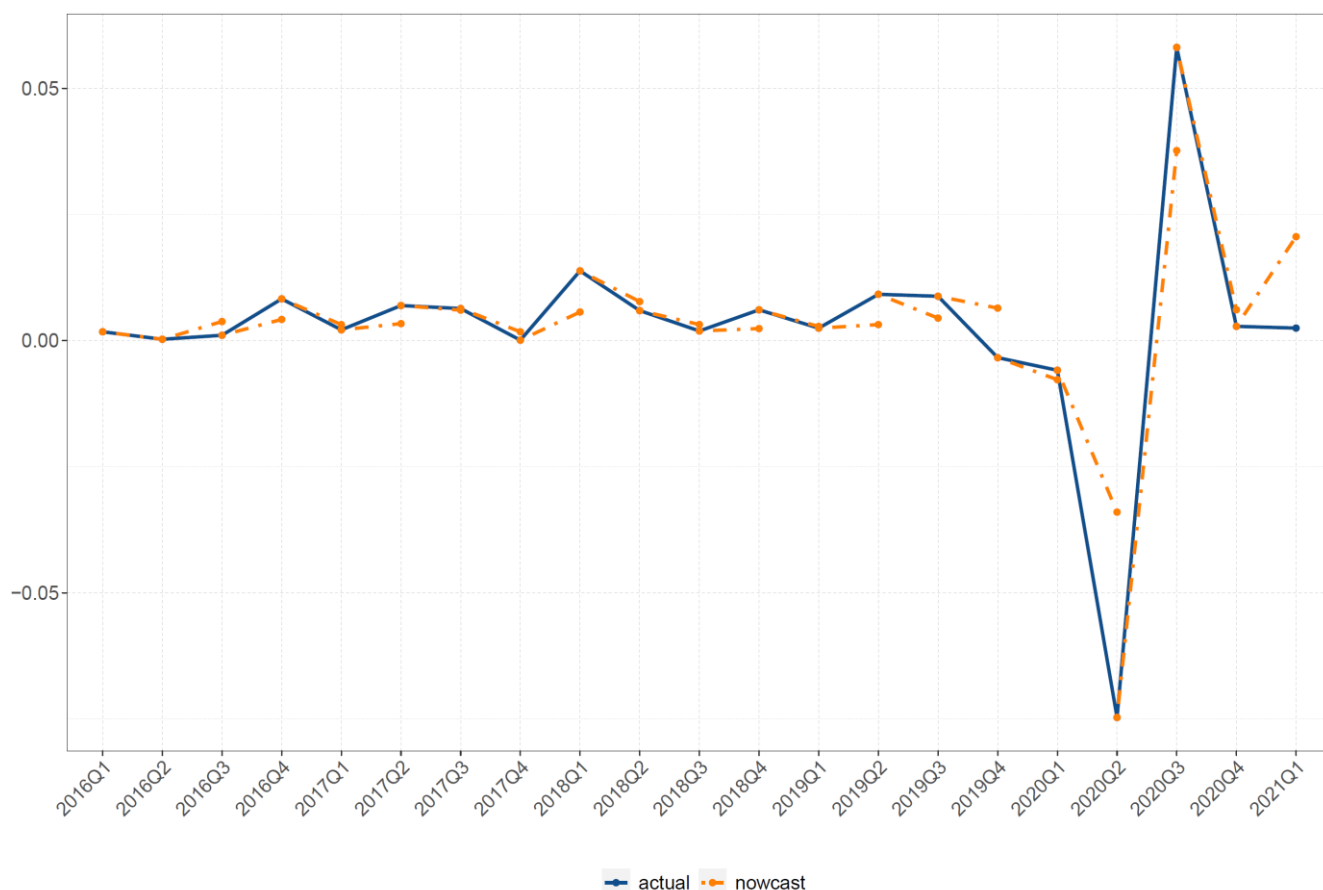
Выделенные в рамках построенных факторных моделей внешние и внутренние факторы содержат в себе большое количество информации, которая может быть полезна для построения прогнозов отдельных переменных, в частности, наукастинга. Задача наукастинга ряда российского ВВП весьма востребована, так как он выходит в официальной статистике с существенной задержкой. Для российской экономики прогнозирование с помощью факторных моделей затрагивается некоторыми исследователями [61], однако в основном используется выделение неинтерпретируемых факторов по общему набору данных только лишь с целью прогнозирования, в то время как предложенные в данном исследовании модели, как было показано ранее, также позволяют проводить некоторый экономический анализ. Также для российской экономики не проводилось сравнение прогнозной силы моделей, использующих различные объемы наборов переменных, что также представлено в данном исследовании.

Для наукастинга выпуска российской экономики ряд ВВП (и другие ряды, выходящие одновременно с ВВП в национальной статистике) исключается из набора информационных переменных, оставляя лишь те, которые выходят значительно раньше, и переоцениваем модель, представленную в формулах (3), (4). Это практически не оказывает влияния на выделяемые факторы, так как удаляется лишь несколько рядов из множества. В итоге вновь выделенные факторы могут быть использованы для наукастинга в рамках уравнения (7):

$$y_t = Z_0 F_t + Z_1 F_{t-1} + \alpha y_{t-1} + \eta_t, \quad (7)$$

где Z_0, Z_1, α , – матрицы неизвестных оцениваемых параметров, y_t – квартальный темп прироста сезонно сглаженного реального ВВП, η_t – случайные ошибки. Данное уравнение схоже с уравнением из работы [61], однако отличается тем, что в набор переменных также включены факторы глобальной экономики. Для получения наукаста конкретного момента времени факторная модель оценивается на выборке вплоть до соответствующего наукасту периода. Далее полученные оценки факторов используются в прогнозном уравнении, которое оценивается с помощью метода наименьших квадратов.

Для оценки точности получаемых прогнозов используется тестовая выборка длиной 25% от полного периода, начиная со второго квартала 2016 года, поочередно строя наукаст каждого последующего периода вплоть до первого квартала 2021 года. Результаты такого наукастинга приведены на рисунке 45.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 45 – наукастинг по факторной модели

Можно заметить, что полученные наукасты достаточно качественно предсказывают динамику выпуска, особенно на периоде, предшествующем глобальной пандемии. RMSE прогнозов на промежутке 2016Q2–2020Q1 составила 0.18. При сравнении, например, с работой [61], удалось добиться не большей ошибки прогноза, используя лишь квартальные данные. При рассмотрении промежутка 2016Q2–2021Q1, включающего мировой кризис, ошибка прогноза возрастает до 1.34, что ожидаемо, так как природа данного кризиса (вызванного пандемией) существенно отличается от остальных кризисов на рассматриваемом промежутке, что непосредственно оказывает влияние на параметры экономической системы. Так, ряд используемых переменных традиционно носит в некотором смысле опережающий характер по сравнению с выпуском, однако принудительное закрытие предприятий и снижение мобильности граждан вместе с негативными ожиданиями вызвали резкое падение выпуска, не предварявшееся снижением

безработицы, оборота розничной и других быстрых переменных в предыдущем периоде. При этом из графика видно, что полученные наукасты качественно воспроизводят динамику выпуска в кризисный период, связанный с распространением COVID-19 и существенным негативным шоком глобального спроса. Лишь в период первого сильного падения выпуска во II квартале 2020 года наблюдается явная количественная разница между прогнозным и фактическим значением, однако в последующие два периода точность прогнозов уже достаточно высока.

Распространенной практикой оценки предсказательной силы модели является ее сравнение с наивным прогнозом или стандартным авторегрессионным процессом. Однако было бы странным полагать, что такие простые модели всегда могут качественно описывать динамику сложной экономической системы. Данное обстоятельство мотивирует к выбору более «точной» и «сильной» альтернативы. Как было указано выше, в эмпирической литературе такой альтернативой FAVAR–моделям зачастую выступает класс BVAR моделей, поэтому именно он будет использоваться его в качестве потенциально сильной альтернативы.

В качестве априорного распределения в используемой среднеразмерной BVAR модели используется распределение Миннесота, предложенное в работах [70], [71]. Его суть заключается в априорном предположении, что ряды эндогенных переменных описываются процессом авторегрессии первого порядка, а также независимы друг с другом и с экзогенными переменными. Техническая постановка модели, а также выбор гиперпараметров эквивалентны работе [93]. Для наукастинга реального ВВП используется достаточно гибкий метод условного прогнозирования, основанный на минимизации функции перекрестной энтропии (см., подробнее [94]).

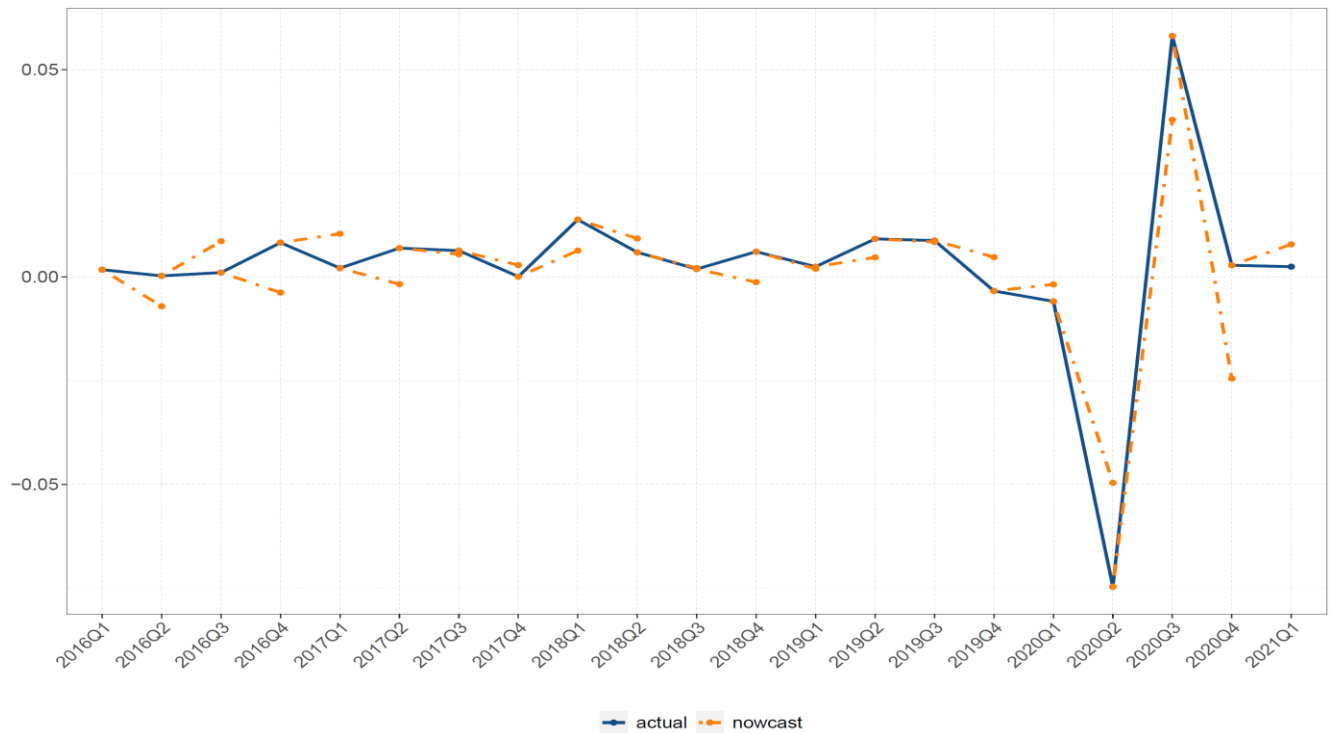
Для учета влияния факторов мировой конъюнктуры в модель включается составной опережающий индикатор ОЭСР, реальная цена на нефть марки BRENT и реальный эффективный валютный курс. Внутреннее состояние экономики – фаза бизнес-цикла, состояние производства и возможности потребления населения

представлены составным опережающим индикатором российской экономики, рассчитанным ОЭСР, уровнем безработицы, индексом промышленного производства, оборотом розничной торговли и доходами. Модель в приведенной форме имеет вид, представленный в уравнении (8):

$$Y_t = C + \sum_{i=1}^4 A_i Y_{t-i} + \sum_{j=0}^4 B_j X_j + \varepsilon_t, \quad (8)$$

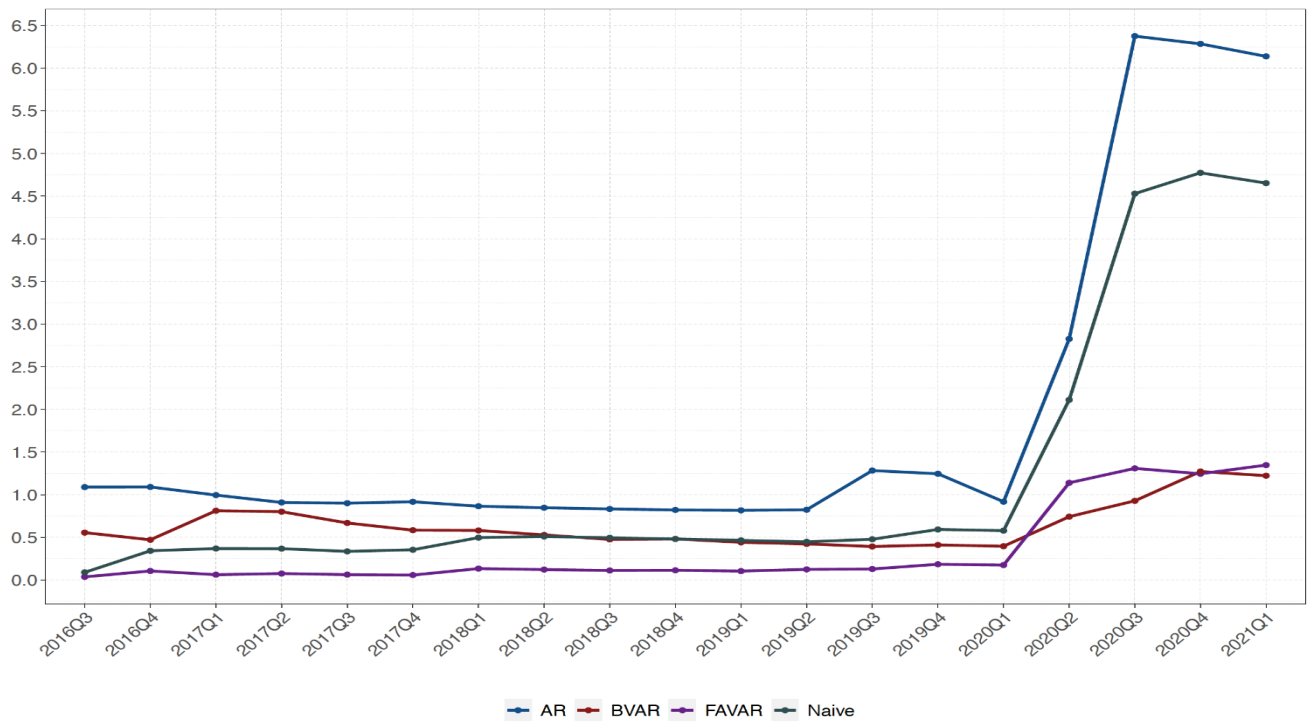
где Y_t – матрица значений эндогенных переменных в период t , куда входят реальный ВВП, индекс промышленного производства, реальный эффективный валютный курс, реальный оборот розничной торговли, композитный опережающий индикатор для России, реальные доходы и безработица с четырьмя лагами; C – вектор констант; X_t – матрица экзогенных переменных в период t , в которую входят реальная цена на нефть и композитный опережающий индикатор ОЭСР; ε_t – вектор ошибок в период t ; A_i и B_j – матрицы коэффициентов перед эндогенными и экзогенными переменными перед лагами глубины i и j соответственно. Наукасты по данной модели, приведенные на рисунке 46, несколько лучше захватывают амплитуду колебаний выпуска в период кризиса, вызванного глобальной пандемией, однако на предшествующем, более спокойном периоде менее точны по сравнению с наукастами на основе факторной модели. Данное наблюдение не отвергается тестом Диеболда-Мариано [95]. На всем тестовом периоде тест Диеболда-Мариано также не дал оснований отвергнуть гипотезу о большей точности наукастов, полученных с помощью факторной модели.

В качестве альтернативы также рассмотрены наивные прогнозы и прогнозы по AR-модели, которые часто выступают в роли базового бенчмарка для проверки прогнозных моделей (см, например, [96]). Однако по прогнозной силе данные модели явно уступают факторной, о чём свидетельствуют и результаты теста Диеболда-Мариано. Ошибки наукастов для моделей BVAR и факторной модели, а также AR-модели и наивного прогноза приведены на рисунке 47.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 46 – наукастинг по модели BVAR



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 47 – RMSE наукастов по моделям FAVAR и BVAR накопленным итогом с 2016Q2

Некоторым улучшением предложенной модели может стать использование четырех факторов (вместо двух) для описания динамики глобальной экономики, которые впоследствии используются для очистки российских информационных рядов и, как следствие, внутренних факторов, от их влияния. В модели используются следующие глобальные факторы: фактор экономической активности, фактор инфляции, сырьевой и номинальный факторы. Использование номинальных показателей и инфляции имеет множество неоспоримых плюсов для построения наукастов, так как зачастую такие данные доступны практически в режиме реального времени. Также данные ряды крайне непосредственно связаны с динамикой глобальных инфляционных процессов, что обсуждалось в работе [97]. Для определения необходимого количества домашних факторов использовался тест Баи и Нг [98], согласно которому используются первые три главные компоненты, которые суммарно отвечают за 89% вариации в данных.

Для выделения глобальных факторов используется 43 информационных ряда для стран ОЭСР, США и Европы: реальные показатели выпуска и его составляющие, а также индексы промышленного производства для фактора глобальной экономической активности; индексы потребительских цен для фактора глобальной инфляции; различные сырьевые индексы и реальная цена на нефть для глобального сырьевого фактора; краткосрочные ставки процента для глобального номинального фактора. Российские информационные ряды помимо ВВП и его составляющих включают 20 показателей: индексы цен, промышленного производства, краткосрочных ставок процента, физического объема оборота розничной торговли продовольственными и непродовольственными товарами, норму безработицы, а также композитный лидирующий индикатор для России (CLI index) и ряд других номинальных показателей. Ряды рассматриваются на промежутке с I квартала 2000 года по I квартал 2021 года в квартальном выражении. Все ряды, где это необходимо, очищены от сезонности с помощью процедуры X13. Нестационарные ряды рассматриваются в разностях, а также все переменные центрированы и стандартизованы при выделении главных компонент.

Для получения наукаста по описанной модели факторная модель оценивается на выборке вплоть до соответствующего наукасту периода, после чего полученные оценки факторов используются в прогнозном уравнении, оцениваемом с помощью метода наименьших квадратов:

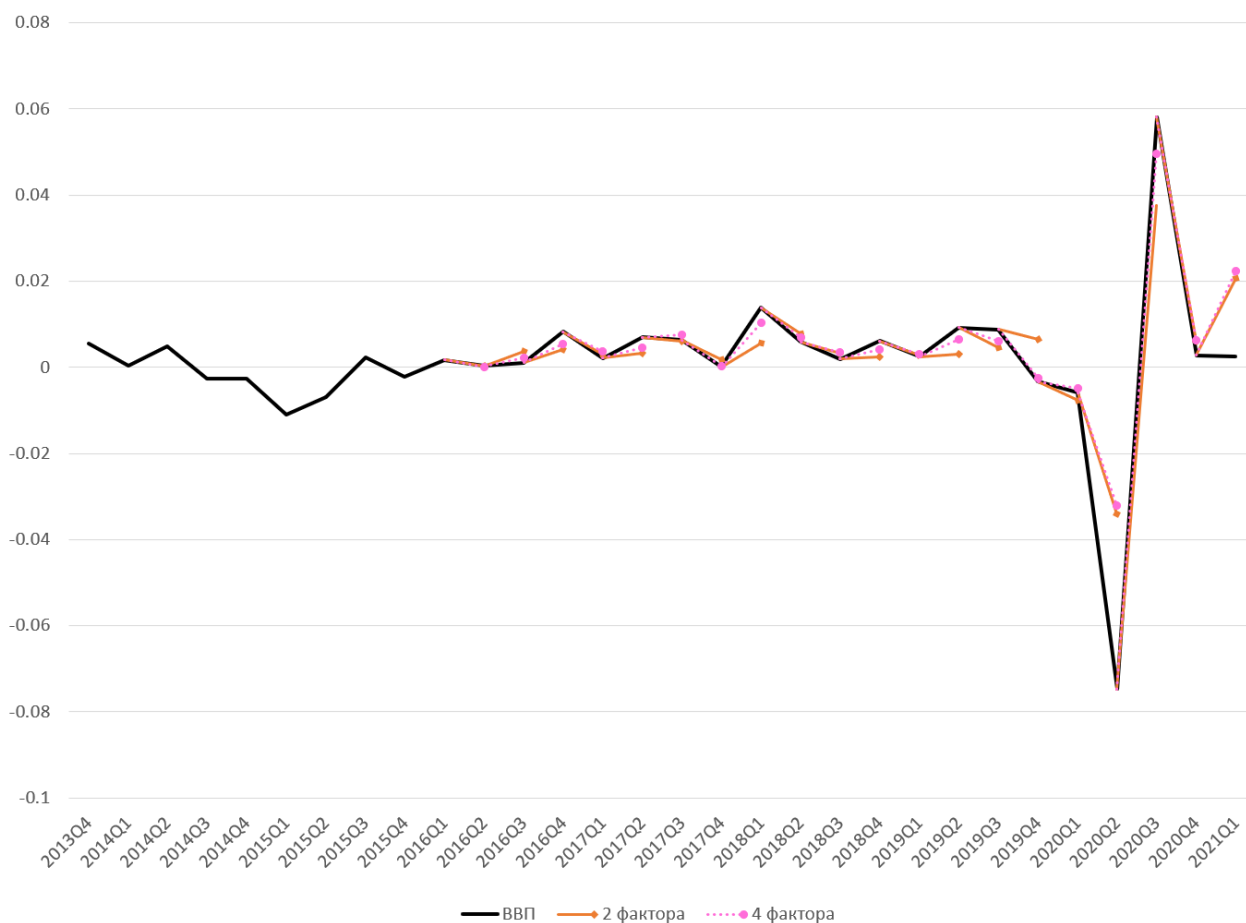
$$y_t = Z_0 F_t + Z_1 F_{t-1} + \alpha y_{t-1} + \eta_t, \quad (9)$$

где y_t – реальный ВВП, F_t – вектор факторов, Z_0, Z_1 – оцениваемые параметры.

Важно отметить, что для каждого периода наукаст строится с использованием факторов (как домашних, так и внешних), оцененных на выборке вплоть до данного периода.

Для проверки гипотезы об улучшении качества прогнозов от добавления большего количества зарубежных факторов используется тестовая выборка объемом чуть более 20% от имеющегося набора данных, начиная со второго квартала 2016 года.

Последовательность полученных наукастов по модели с четырьмя глобальными факторами представлена на рисунке 48.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 48 – наукасты по факторным моделям

Полученные наукасты на периоде до начала глобальной пандемии COVID-19 имеют достаточно высокую точность в рамках RMSE и хорошо предсказывают динамику выпуска до начала глобальной пандемии. При рассмотрении всего тестового периода точность прогноза значительно снижается ввиду нестандартной природы глобального кризиса. Основным наблюдением является значимое отличие полученных прогнозов в пользу модели с большим количеством факторов на промежутке 2016Q2–2020Q1 согласно тесту Диеболда-Мариано. Однако на полном периоде тестирования значимого отличия не наблюдается.

Интересным является сравнение схожей прогнозной модели, построенной лишь на российских данных (и реальной цене на нефть), с прогнозами Министерства экономического развития России. Последние публикуются в форме сезонной разности (квартал к аналогичному кварталу предыдущего года), но для

возможности сопоставления они переведены в темпы роста за последний квартал. Формулировка упрощенной модели может быть представлена уравнениями (10), (11) и (12).

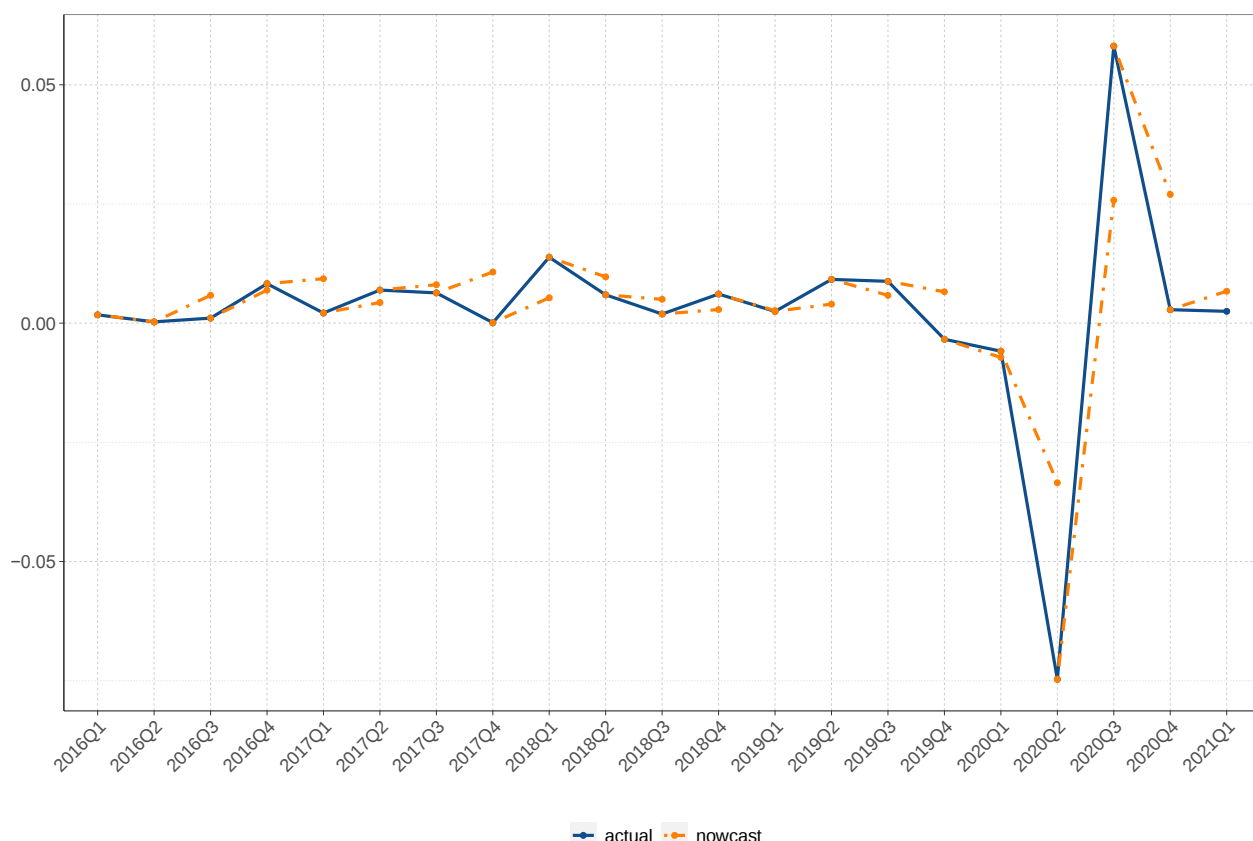
$$X_t = \Lambda F_t + \varepsilon_t, \quad (10)$$

$$F_t = \Omega F_{t-1} + \zeta_t, \quad (11)$$

$$y_t = Z_0 F_t + Z_1 F_{t-1} + \alpha y_{t-1} + \beta p_t + \eta_t, \quad (12)$$

где X_t – матрица наблюдаемых информационных рядов в квартал t , F_t – матрица ненаблюдаемых факторов, y_t – квартальный темп прироста сезонно сглаженного реального ВВП, p_t – реальная цена на нефть. $Z_0, Z_1, \Omega, \Lambda, \alpha, \beta$ – матрицы неизвестных оцениваемых параметров, $\varepsilon_t, \zeta_t, \eta_t$ – случайные ошибки. Для выделения факторов используется модель, формулировка которой сходна с моделью из работы [99]. Непосредственно для наукастинга выпуска применяется отдельное прогнозное уравнение, аналогичное работе [61].

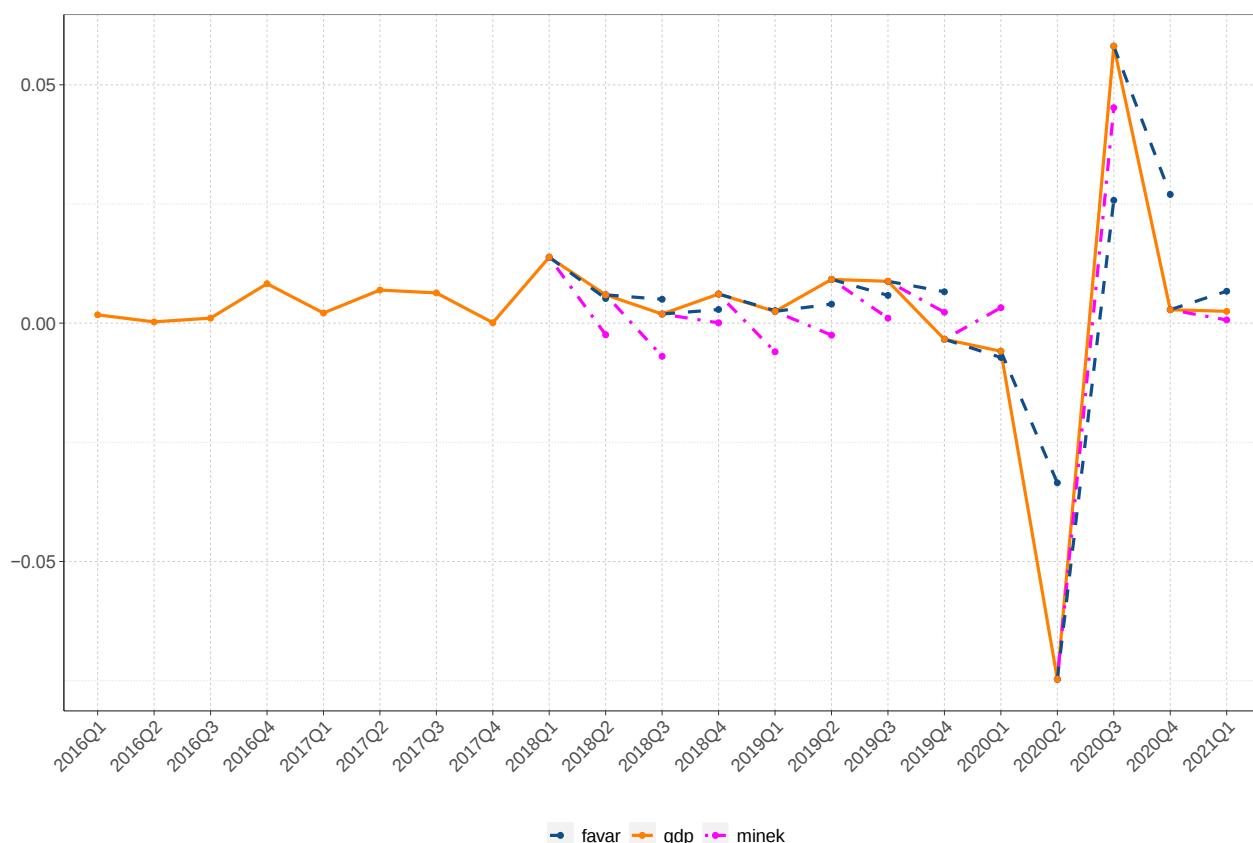
Для оценки качества прогнозов используется тестовую выборку объемом чуть более 20% от имеющегося набора данных, начиная со второго квартала 2016 года. Для каждого периода до первого квартала 2021 года поочередно строится наукаст с использованием факторов, оцененных на выборке вплоть до данного периода. Последовательность таких наукастов приведена на рисунке 49.



Примечание – Источник: расчёты автора

Рисунок 49 – наукасты по упрощенной факторной модели

RMSE наукастов по факторной модели в два раза ниже, чем RMSE оценок ВВП Министерства экономического развития России на докризисном периоде, а также тест Диеболда-Мариано указывает на превосходство полученных наукастов над оценками ВВП, публикуемых министерством экономического развития, приведенных на рисунке 50. Стоит отметить, что сравнить прогнозы на всём периоде не представляется возможным, так как Министерством экономического развития не были своевременно опубликованы прогнозы за II и IV кварталы 2020 года.



Примечание: сайт министерства экономического развития не предоставлял данных за 2020Q2 и 2020Q4 в периоды, следующие за данными периодами
 Источник: расчёты автора

Рисунок 50 – сравнение прогнозов FAVAR и оценок министерства экономического развития

В данном разделе была рассмотрена возможность использования предложенных факторных моделей (в различных формах) для наукастинга выпуска. Для анализа прогнозной силы модели использовались базовые AR и наивные прогнозы, а также, в качестве более продвинутой альтернативы, модель BVAR, построенную из некоторых показателей, входящих в основную модель, в частности, использовались и «быстрые» переменные, которые часто показывают свою важность при наукастинге. В итоге на основании результатов теста Диеболда-Мариано можно заключить, что построенная факторная модель превосходит альтернативу по прогнозной силе, а значит вполне успешно может быть использована для наукастинга российских макроэкономических показателей. Также было продемонстрировано, что использование большего количества

зарубежных данных в виде глобальных факторов инфляции и номинального фактора позволяет превзойти ранее полученные оценки динамики темпов роста выпуска на промежутке, предшествующем глобальной пандемии.

Предложенная редуцированная модель, оцененная лишь на российских данных, также позволила получить качественные оценки динамики темпов роста выпуска, особенно на промежутке, предшествующем глобальной пандемии. Для периода коронавирусной инфекции качество оценки хоть и получилось несколько хуже, тем не менее, получилось достаточно точно предсказать восстановление выпуска в III квартале 2020 года. Также важно отметить, что данная модель продемонстрировала более точные наукасты в сравнении с прогнозами, публикуемыми Министерством экономического развития России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью работы является разработка методики идентификации ключевых внешнеэкономических шоков в рамках факторной авторегрессионной модели для последующего анализа реакции макроэкономических показателей на данные шоки и оценки их вклада в макроэкономическую динамику, а также методики использования построенных внешних факторов для наукастинга и прогнозирования. В ходе проведения исследования были выполнены все поставленные задачи.

В ходе анализа научной литературы были рассмотрены преимущества и недостатки современных версий моделей векторной авторегрессии, таких как факторная векторная авторегрессия, глобальная векторная авторегрессия и байесовская векторная авторегрессия. Для достижения поставленной цели идентификации глобальных шоков и оценки их влияния на российскую экономику наиболее подходящим оказался класс моделей факторной векторной авторегрессии, так как при использовании данного класса моделей возможна спецификация большого количества внешних структурных шоков, влияние которых в дальнейшем может быть рассмотрено с помощью функций импульсных откликов на все используемые показатели в модели, притом количество данных показателей ограничено лишь их доступностью. Было выявлено, что для экономики российского типа основными глобальными шоками будут являться шоки спроса и предложения, а также важны шоки на сырьевых рынках. Следующими по актуальности могут быть глобальные финансовые шоки, однако ввиду невысокой интегрированности российских финансовых рынков глобальные номинальные шоки могут иметь не столь сильное влияние на российскую экономику, как шоки спроса, предложения и нефтяные шоки. Однако существует другой класс шоков, к которому российская экономика может быть чувствительна как развивающаяся экономика через инвестиционные каналы – шок премии за риск, или восприятия инвесторами рисков вложения в российскую экономику. Анализ научной литературы показал, что среди основных современных

инструментов при работе с указанными шоками предпочтительным является использование моделей факторной векторной авторегрессии, являющихся естественным расширением классического подхода структурных векторных авторегрессий. При рассмотрении работ, посвященных наукастингу, было выявлено, что в научной литературе наукастинг российских показателей в рамках моделей факторных векторных авторегрессий практически не освещен, а сравнение прогнозной силы моделей с различными наборами переменных для российской экономики не проводилось вовсе.

В исследовании были сформулированы и апробированы факторные векторные авторегрессии с двумя, тремя и четырьмя внешними факторами, рассмотрена идентификация шоков с помощью краткосрочных и знаковых ограничений. В частности, была рассмотрена модель с факторами глобальной экономической активности, глобальных цен на сырье и фактором глобальной инфляции. Используя данные факторы были предложены схемы идентификации глобальных шоков спроса и предложения и глобального сырьевого шока. Результаты, полученные при оценивании базовой модели с тремя факторами, а также различные проверки на робастность данной модели не указали на наличие мисспецификации модели или схемы идентификации глобальных шоков, что позволило предложить изменения базовой модели в двух направлениях: в одном случае для анализа изменения реакции экономики до и после глобального мирового кризиса предлагается модель с двумя факторами (из-за относительно коротких анализируемых периодов), в другом случае предлагается расширение базовой модели с использованием четвертого глобального фактора – номинального. Для модели с четырьмя факторами также была предложена знаковая схема идентификации упомянутых шоков с добавлением глобального номинального шока. При этом все предложенные модели для российской экономики оцениваются впервые в рамках данного исследования, а модели лишь с двумя факторами, позволяющие оценивать их на коротких промежутках, и модель с четырьмя глобальными факторами является новыми для научной литературы в целом. То же

самое можно сказать и о предложенных краткосрочных и знаковых схемах идентификации шоков. При апробировании указанных моделей было выявлено, что вклады внешних шоков в динамику российских переменных составляет до 80%, что еще раз подчеркивает актуальность проведенного исследования. В модели с четырьмя факторами предложенный номинальный фактор интерпретировался как величина, обратная ставке процента, а специфицированный номинальный шок также вносил значительный вклад в динамику российских экономических показателей, в особенности для показателей цен, обменного курса и, как следствие, экспорта. Сравнение реакций экономических показателей в рамках двухфакторной модели показало, что характер реакций до и после мирового финансового кризиса остается в целом схожим, однако для некоторых показателей значительно изменяется скорость реакции.

Отличительной особенностью рассматриваемых моделей является использование впервые предложенной и апробированной процедуры, позволяющей при построении глобальной части модели использовать временные ряды большей продолжительности, нежели ряды для домашнего блока модели, что является актуальным, так как временные ряды для зарубежных экономик зачастую доступны начиная с более раннего, чем для российской экономики, периода. Использование данной процедуры может позволить производить оценку моделей для российской экономики с более полными данными для зарубежного блока, что позволяет получать более качественные оценки глобальных факторов. Учитывая изменения общероссийского классификатора видов экономической деятельности в 2015 году, данная процедура является востребованной при проведении анализа российской экономики в отраслевом разрезе. Применение данной процедуры может выступать альтернативой вынужденному использованию модели с двумя факторами при ограниченной длине российских экономических рядов.

Также в данном исследовании рассматривается несколько способов количественной оценки премии за риск, которые потом впервые для российской экономики апробируются в рамках моделей структурной векторной авторегрессии.

Анализ динамики российских показателей показал, что российская экономика подвержена влиянию всех специфицированных шоков, притом глобальные шоки спроса и глобальный сырьевой шок влекут за собой рост выпуска, но различаются во влиянии на остальные показатели. Реакция российской экономики на глобальный шок предложения схожа с реакцией глобальной экономики, а глобальный номинальный шок, наоборот, для России оказывает благоприятное воздействие на экономическую активность, в отличие от мировой экономики, где он приводит к её замедлению. Шок премии за риск также приводит к снижению выпуска в российской экономике в краткосрочной перспективе. При анализе вкладов данных шоков в динамику российских показателей оказалось, что наибольшее значение для российской экономики имеют глобальные шоки спроса и глобальные шоки на сырьевых рынках, за ними по размеру вкладов следуют шоки предложения и совсем небольшое влияние оказывают глобальные номинальные шоки. Вклады шоков премии за риск также имеют небольшой объем, по сравнению, например, с шоками цен на нефть и внутренними шоками производительности. Стоит отметить, что результаты оказались устойчивы к изменению показателей, используемых в качестве количественной оценки премии за риск.

Своевременная оценка показателей, подсчет которых занимает до нескольких кварталов у статистических служб, крайне востребована как при проведении исследований, так и при принятии решений об экономической политике. Поэтому сформулированные модели факторной векторной авторегрессии также были апробированы в рамках задачи наукастинга, при этом факторы, получаемые из структурных моделей в целях наукастинга показателей российской экономики, использовались впервые. Предложенные модели не только превзошли по качеству прогнозов тривиальные альтернативные модели, такие как модели авторегрессии и наивного прогноза, но и показали себя в некоторых случаях лучше или не хуже альтернативы в виде баесовской авторегрессии, что является стандартом для литературы, посвященной прогнозированию. Также

впервые для российской экономики было проведено сравнение прогнозной силы факторных моделей при использовании различных наборов переменных для наукастинга. При использовании двух или четырех внешних факторов, наилучшие результаты показала модель с четырьмя факторами, со значимым превосходством прогнозов на периоде, предшествующем пандемии COVID-19 и статистически неотличимым на периоде, включающем кризис коронавирусной инфекции. Таким образом, добавление предложенного в данном исследовании фактора глобальной инфляции приводит к значимому улучшению получаемых наукастов. Также построенные прогнозы по крайне ограниченному набору данных, где в качестве зарубежных показателей использовалась лишь реальная цена на нефть, оказались точнее прогнозов, предоставляемых некоторыми официальными ведомствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bernanke B.S., Boivin J., and Elias P., "Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 120, No. 1, 2005. pp. 387-422.
2. Potjagailo G., "Spillover effects from Euro area monetary policy across Europe: A factor-augmented VAR approach," *Journal of International Money and Finance*, No. 72, 2017. pp. 127-147.
3. Hajek J., Horvath R., "The Spillover Effect of Euro Area on Central and Southeastern European Economies: A Global VAR Approach," *Open Economies Review*, Vol. 27, 2016. pp. 359-385.
4. Eickmeier S., Breitung J., "How synchronized are new EU member states with the euro area? Evidence from a structural factor model," *Journal of Comparative Economics*, No. 34, 2006. pp. 538-563.
5. Rees A., Belke A., "Globalisation and monetary policy—A FAVAR analysis for the G7 and the eurozone," *North American Journal of Economics and Finance*, No. 29, 2014. pp. 306-321.
6. Hoque M.E., Soo Wah L., and Zaidi M.A.S., "Oil price shocks, global economic policy uncertainty, geopolitical risk, and stock price in Malaysia: Factor augmented VAR approach," *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, Vol. 32, No. 1, January 2019. pp. 3701-3733.
7. Liu P., Mumtaz H., and Theophilopoulou A., "The transmission of international shocks to the UK. Estimates based on a time-varying factor augmented VAR," *Journal of International Money and Finance*, Vol. 46, 2014. pp. 1-15.
8. Liu Z., Spiegel M.M., and Tai A., "Measuring the effects of dollar appreciation on Asia: A FAVAR approach," *Journal of International Money and Finance*, 2017.

9. Choi W.G., Kang T., Kim G.Y., and Lee B., "Global liquidity transmission to emerging market economies, and their policy responses," *Journal of International Economics*, No. 109, 2017. pp. 153-166.
10. Charnavoki V., Dolado J.J., "The Effects of Global Shocks on Small Commodity-Exporting Economies: Lessons from Canada," *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 2, No. 6, 2014. pp. 2007-237.
11. Kilian L., "A comparison of the effects of exogenous oil supply shocks on output and inflation in the G7 countries," *Journal of the European Economic Association*, Vol. 6, No. 1, March 2008. pp. 78-121.
12. Kilian L., Park C., "The impact of oil price shocks on the U.S. stock market," *International Economic Review*, Vol. 50, No. 4, November 2009. pp. 1267-1287.
13. Mehrara M., Oskoui K., "The sources of macroeconomic fluctuations in oil exporting countries: A comparative study," *Economic Modelling*, Vol. 24, No. 3, May 2007. pp. 365-379.
14. Esfahani H., Mohaddes K., and Pesaran M., "Oil exports and the Iranian economy," *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 53, No. 3, August 2013. pp. 221-237.
15. Esfahani H., Mohaddes K., and Pesaran M., "An empirical growth model for major oil exporters," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 29, No. 1, January 2014. pp. 1-21.
16. Pesaran M., Schruermann T., and Weiner S., "Modeling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconomic model," *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 2, No. 22, November 2004. pp. 129-162.
17. Dees S., Mauro F., Pesaran M., and Smith L., "Exploring the international linkages of the euro area: A global VAR analysis," *Journal of applied econometrics*, Vol. 1, No. 22, 2007. pp. 1-38.
18. Galesi A., Sgherri S. Regional financial spillovers across Europe: a Global VAR analysis // IMF Working Paper. 2009. No. 09/23.

19. Chudik A., Fratzscher M. Identifying the global transmission of the 2007-2009 financial crisis in a GVAR model // *European Economic Review*. 2011. No. 55. pp. 325-339.
20. Eickmeier S., Ng T. How Do Credit Supply Shocks Propagate Internationally? A Gvar Approach // *Bundesbank Series 1 Discussion Paper*. 2011. No. 2011,27.
21. Bettendorf T. Spillover effects of credit default risk in the euro area and the effects on the Euro: A GVAR approach // *International Journal of Finance and Economics*. 2019. Vol. 24. No. 1. pp. 296-312.
22. Chudik A., Mohaddes K., Pesaran M., Raissi M., and Rebucci A., "A counterfactual economic analysis of Covid-19 using a threshold augmented multi-country model," *Journal of International Money and Finance*, Vol. C, No. 119, 2021. pp. 1-26.
23. Chen Q., Lombardi M., Ross A., and Zhu F. Global Impact of US and Euro Area Unconventional Monetary Policies: A Comparison, Technical report // *BIS Working Papers*. 2017. No. 610.
24. Lombardi M., Zhu F. A Shadow Policy Rate to Calibrate US Monetary Policy at the Zero Lower Bound // *BIS Working Papers*. 2014. Vol. 452.
25. Cashin P., Mohaddes K., Raissi M., and Raissi M., "The differential effects of oil demand and supply shocks on the global economy," *Energy Economics*, No. 6, 2014. pp. 113-134.
26. Mohaddes K. P.M. Country-specific oil supply shocks and the global economy: A counterfactual analysis // *Energy Economics*. 2016. No. 59. pp. 382-399.
27. Mohaddes K., Raissi M., "The U.S. Oil Supply Revolution and the Global Economy.," *Empirical Economics*., No. Vol. 57., 2019.. pp. 1515-1546.
28. Considine J., Hatipoglu E., and Aldayel A. The sensitivity of oil price shocks to preexisting market conditions: A GVAR analysis 2021. No. 100225.
29. Зубарев А.В., Кириллова М.А., "Построение модели GVAR для российской экономики," Т. 27, № 1, 2023. С. 9-32.

30. Polbin A., Skrobotov A., and Zubarev A., "How the oil price and other factors of real exchange rate dynamics affect real GDP in Russia," *Emerging Markets Finance and Trade*, February 2019. pp. 1-14.
31. Малаховская О., "Валютная политика в странах с несовершенными финансовыми рынками в условиях негативных шоков платежного баланса," *Журнал экономической теории*, № 4, 2015. С. 36-49.
32. Полбин А., "Построение динамической стохастической модели общего равновесия для экономики с высокой зависимостью от экспорта нефти," *Экономический журнал ВШЭ*, Т. 2, № 17, 2013. С. 347-397.
33. Benzell S et al., "Simulating Russia's and other large economies' challenging and interconnected transitions," *National Bureau of Economic Research, Inc, NBER Working Papers* 2015.
34. Полбин А.В., Скроботов А., "Тестирование наличия изломов в тренде структурной компоненты ВВП Российской Федерации," *Экономический журнал ВШЭ*, Т. 20, № 4, 2016. С. 588-623.
35. Турунцева М.Ю., Зямалов В.Е., "Фондовые рынки в условиях смены условий торговли," *Журнал Новой экономической ассоциации*, Т. 3, № 31, 2016. С. 93-109.
36. Шоломицкая Е., "Влияние ключевых макроэкономических шоков на инвестиции в России," *Экономический журнал ВШЭ*, Т. 21, № 1, 2017. С. 89-113.
37. Kuboniwa M., "A comparative analysis of the impact of oil prices on oil-rich emerging economies in the Pacific Rim," *Journal of Comparative Economics*, Vol. 42, No. 2, May 2014. pp. 328-339.
38. Дробышевский С.М., Идрисов Г.И., Каукин А.С., Павлов П.Н., and Синельников-Мурылев С.Г., "Декомпозиция темпов роста российской экономики в 2007-2017 гг. и прогноз на 2018-2020 гг.," *Вопросы Экономики*, Т. 9, 2018. С. 5-31.

39. Ломиворотов Р., "Влияние Внешних шоков и денежно-кредитной политики на экономику России," Вопросы Экономики, Т. 11, 2014. С. 122-139.
40. Пестова А., Мамонов М., "Оценка влияния различных шоков на динамику макроэкономических показателей в России и разработка условных прогнозов на основе BVAR-модели российской экономики," Экономическая политика, Т. 11, № 4, 2016. С. 56-92.
41. Полбин А., Андреев М., Зубарев А., "Зависимость стран — членов ЕАЭС от цен на сырьевые товары," Экономика региона, Т. 2, № 14, 2018. С. 623-637.
42. Полбин А.В., "Оценка траектории темпов трендового роста ВВП России в ARX-модели с ценами на нефть," Экономическая политика, Т. 15, № 1, 2020. С. 40-63.
43. Stock J., Watson M., "Forecasting Using Principal Components From a Large Number of Predictors," Journal of the American Statistical Association, Vol. 97, 2002. pp. 1167-1179.
44. Stock J.H., Watson M.W., "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes," Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 20, No. 2, 2002. pp. 147-162.
45. Forni M., Hallin M., Lippi M., and Reichlin L., "The Generalized Dynamic Factor Model," Journal of the American Statistical Association, Vol. 100, 2005. pp. 830-840.
46. Forni M., Hallin M., Lippi M., and Reichlin L., "The generalized dynamic factor model consistency and rates," Journal of Econometrics, Vol. 119, 2004. pp. 231 – 255.
47. Doz C., Giannone D., and Reichlin L., "A two-step estimator for large approximate dynamic factor models based on Kalman filtering," Journal of Econometrics, Vol. 164, 2011. pp. 188-205.
48. Doz C., Giannone D., and Reichlin L., "A Quasi-Maximum Likelihood Approach for Large, Approximate Dynamic Factor Models," Review of Economics and Statistics, Vol. 94, No. 4, 2012. pp. 1014-1024.

49. Barhoumi K., Darné O., and Ferrara L., "Are disaggregate data useful for factor analysis in forecasting French GDP?," *Journal of Forecasting*, Vol. 29, 2010.
50. Harvey D., Leybourne S., and Newbold P., "Testing the equality of prediction mean squared errors," *International Journal of Forecasting*, Vol. 13, 1997. pp. 281-291.
51. Alvarez R., Camacho M., and Perez-Quiros G., "Aggregate versus disaggregate information in dynamic factor models," *International Journal of Forecasting*, Vol. 32, 2016. pp. 680-694.
52. Chernis T., Sekkel R., "A dynamic factor model for nowcasting Canadian GDP," *Empirical Economics*, Vol. 53, 2017. pp. 217–234.
53. Bragoli D., Modugno M., "A nowcasting model for Canada: Do US variables matter?," *Finance and Economics Discussion Series*, Vol. 36, 2016.
54. Marcellino M., Schumacher C., "Factor MIDAS for Nowcasting and Forecasting with Ragged-Edge Data: A Model Comparison for German GDP," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 72, 2010. pp. 518-550.
55. Luciani M., Ricci L., "Nowcasting Norway," Available at SSRN 2211647, 2013.
56. D'Agostino A., McQuinn K., and O'Brien D., "Nowcasting Irish GDP," MPRA paper, 2011.
57. Matheson T.D., "An analysis of the informational content of New Zealand data releases: The importance of business opinion surveys," *Economic Modelling*, Vol. 27, No. 1, 2010. pp. 304 - 314.
58. Giannone D., Agrippino S., and Modugno M., "Nowcasting China Real GDP," 2013.
59. Modugno M., Soybilgen B., and Yazgan E., "Nowcasting Turkish GDP and news decomposition," *International Journal of Forecasting*, Vol. 32, 2016. pp. 1369-1384.
60. Bragoli D., Metelli L., and Modugna M., "The Importance of Updating: Evidence from a Brazilian Nowcasting Model," *Finance and Economics Discussion Series*, 2014.

61. Поршаков А.С., Пономаренко А.А., Синяков А.А., "Оценка и прогнозирование ВВП России с помощью динамической факторной модели," Журнал Новой экономической ассоциации, Т. 2, № 30, 2015. С. 60-76.
62. Dahlhaus T., Guénette J.D., and Vasishtha G., "Nowcasting BRIC+M in real time," International Journal of Forecasting, Vol. 33, 2017. pp. 915–935.
63. Banbura M., Gianonne M.M., and Reichlin L., "Nowcasting and the Real Time Data Flow," Handbook of Economic Forecasting, Vol. 1, 2013. pp. 123-147.
64. Barhoumi K., Darne O., and Ferrara L., "Are Disaggregate Data Useful for Factor Analysis in Forecasting French GDP?," Journal of Forecasting, Vol. 29, No. 1-2. pp. 132-44.
65. Luciani M., "Forecasting with Approximate Dynamic Factor Models: The Role of Nonpervasive Shocks.," International Journal of Forecasting, Vol. 1, No. 30, 2014. pp. 20-29.
66. Bai J., Ng S., "Forecasting Economic Time Series Using Targeted Predictors," Journal of Econometrics, Vol. 2, No. 146, 2008. pp. 304-317.
67. Camacho M., Perez-Quiros G., "Introducing the Euro-Sting: Short-Term Indicator of Euro Area Growth.," Journal of Applied Econometrics, Vol. 4, No. 25, 2010. pp. 663-694.
68. Banbura M., Giannone M.M., and Reichlin L., "Large Bayesian Vector Auto Regressions," Journal of Applied Econometrics, Vol. 1, No. 25, 2010. pp. 71-92.
69. Dahlhaus T., Guénette J.D., and Vasishtha G., "Nowcasting BRIC+M in real time," International Journal of Forecasting, Vol. 33, No. 4, 2017. pp. 915-935.
70. Doan T., Litterman R., "Forecasting And Conditional Projection Using Realistic Prior Distributions," Econometric Reviews, Vol. 3, No. 1, January 1984. pp. 1-100.
71. Litterman R., "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions-Five Years of Experience," Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 4, No. 1, 1986. pp. 25-38.

72. Bańbura M., Giannone D., and Reichlin L., "Large Bayesian vector auto regressions," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 25, No. 1, January 2010. pp. 71-92.
73. Koop G., "Forecasting with Medium and Large Bayesian VARS," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 28, No. 2, March 2013. pp. 177-203.
74. Domit S., Monti F., and Sokol A., "A Bayesian VAR benchmark for COMPASS," *Bank of England*, Vol. 583, 2016.
75. Deryugina E., Ponomarenko A., "Accounting for Post-Crisis Macroeconomic Developments in Russia: A Large Bayesian Vector Autoregression Model Approach," *Emerging Markets Finance and Trade*, Vol. 51, No. 6, 2015. pp. 1261-1275.
76. Ломиворотов Д.А., "Использование байесовских методов для анализа денежно-кредитной политики в России," *Прикладная эконометрика*, Т. 38, № 2, 2015. С. 41-63.
77. Ломоносов Д.А., Полбин А.В., Фокин Н.Д., "Шоки спроса, предложения, ДКП и цен на нефть в российской экономике (анализ на основе модели BVAR со знаковыми ограничениями)," *Вопросы экономики*, № 10, 2020. С. 83-104.
78. Revoltella D., Mucci F., and Mihaljek D., "Properly pricing country risk: a model for pricing long-term fundamental risk applied to central and eastern European countries," *Financial theory and practice*, Vol. 34, No. 3, July 2010. pp. 219-245.
79. Ismailescu I., Kazemi H., "The reaction of emerging market credit default swap spreads to sovereign credit rating changes," *Journal of Banking and Finance*, Vol. 34, No. 12, December 2010. pp. 2861-2873.
80. Rodriguez I.M., Dandapani K., and Lawrence E.M., "Measuring Sovereign Risk: Are CDS Spreads Better than Sovereign Credit Ratings?," *Financial Managment*, Vol. 48, No. 1, March 2019. pp. 229-256.
81. Uribe M., Yue V.Z., "Country spreads and emerging countries: Who drives whom?," *Journal of international Economics*, Vol. 69, No. 1, 2006. pp. 6-36.

82. Полбин А., "Эконометрическая оценка структурной макроэкономической модели российской экономики," Прикладная эконометрика, Т. 33, № 1, 2014. С. 3-29.
83. Ващелюк Н., Полбин А., and Трунин П., "Оценка макроэкономических эффектов шока ДКП для российской экономики," Экономический журнал ВШЭ, Т. 19, № 2, 2015. С. 169–198.
84. Banerji S., Ventouri A., and Zilong W., "The sovereign spread in Asian emerging economies: The significance of external versus internal factors," Economic Modelling, Vol. 36, 2014. pp. 566-576.
85. Rotemberg M., Woodford M., "Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity," Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 4, No. 28, 1996. pp. 549-577.
86. Bai J., Ng S., "Determining the number of factors in approximate factor models," Vol. 1, No. 70, 2002. pp. 191-221.
87. Killian L., "Not all oil price shocks are alike: Disentangling Demand and supply shocks in the crude oil market," American Economic Review, Vol. 3, No. 99, 2009. pp. 1053-1069.
88. Rotemberg J., Woodford M., "Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity," National Bureau of Economic Research, No. 5634, 1996.
89. Boivin S., Giannoni P., "Measuring the effects of monetary policy: A factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach," Quarterly Journal of Economics, Vol. 1, No. 120, 2005. pp. 387-422.
90. Jansson M., Nielsen M.Ø., "Nearly Efficient Likelihood Ratio Tests of the Unit Root Hypothesis," Econometrica, Vol. 80, No. 5, September 2012. pp. 2321-2332.
91. Skrobotov A., "On bootstrap implementation of likelihood ratio test for a unit root," Economics Letters, Vol. 171, October 2018. pp. 154-158.

92. Taylor R., Harvey D., and Leybourne S., "Unit root testing in practice: Dealing with uncertainty over the trend and initial condition," *Econometric Theory*, Vol. 25, 2009. pp. 587-636.
93. 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*, Т. 25, № 2, 2021. С. 227-262.
94. Robertson J.C., Tallman E.W., and Whiteman C.H., "Forecasting using relative entropy," *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 37, No. 3, 2005. pp. 383-401.
95. Diebold F., Mariano R., "Comparing predictive accuracy," *Journal of Business and Economic Statistics*, No. 13, 1995. pp. 253-263.
96. Жемков М, "Краткосрочная оценка ВВП России методом комбинирования прогнозов," *Серия докладов об экономических исследованиях Банка России* 2021.
97. Зубарев А.В., Рыбак К.С., "Оценка влияния глобальных шоков на российскую экономику в рамках факторной модели," *Журнал Новой экономической ассоциации.*, Т. 4, № 56, 2022. С. 48-68.
98. Bai J., Ng S., "Determining the number of factors in approximate factor models," *Econometrica*, Vol. 1, No. 70, 2002. pp. 191-221.
99. Bernanke B.S., Boivin J., and Elias P., "Measuring the effects of monetary policy: a factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 120, No. 1, February 2005. pp. 387-422.
100. Koop G., Korobilis D., "A new index of financial conditions," *European Economic Review*, No. 71, 2014. pp. 101-116.