



**Немецкая экономическая группа
Исследовательский центр ИПМ**

Аналитические записки [PS/02/2016]

**Международные связи и внешние
шоки: опыт использования
различных спецификаций
глобальной VAR для Беларуси**

Игорь Пелипась, Глеб Шиманович, Роберт Кирхнер

Берлин/Минск, декабрь 2016



**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИПМ**
исследования • прогнозы • мониторинг

Информация об Исследовательском центре ИПМ

Исследовательский центр ИПМ был создан в 1999 г. в рамках совместного проекта Института приватизации и менеджмента (Минск, Беларусь) и CASE – Центра социальных и экономических исследований (Варшава, Польша). Центр входит в исследовательскую сеть фонда CASE. Исследовательский центр ИПМ активно сотрудничает с Немецкой экономической группой в Беларуси (GET Belarus). В рамках данного сотрудничества Центр осуществляет информационно-аналитическую поддержку Национального банка, Министерства экономики, Министерства финансов и других государственных и негосударственных организаций, вовлеченных в процесс формирования экономической политики в стране.

Миссия Исследовательского центра ИПМ – содействие повышению национальной конкурентоспособности через разработку рекомендаций для экономической политики на основе экономических исследований и продвижение профессионального диалога по актуальным проблемам экономического развития.

Исследовательский центр ИПМ

220088 Минск, Беларусь, ул. Захарова 50 б

Тел.: +375 (17) 2 100 105

Факс: +375 (17) 2 100 105

E-Mail: research@research.by

<http://www.research.by>

Информация о Немецкой экономической группе в Беларуси (GET Belarus)

Главной задачей Немецкой экономической группы в Беларуси является поддержание диалога по вопросам экономической политики с белорусским правительством, структурами гражданского общества и международными организациями. Эксперты Немецкой экономической группы имеют опыт консультирования по экономическим вопросам правительств ряда трансформационных стран, в том числе Украины, России и Молдавии. Исследовательский центр ИПМ и Немецкая экономическая группа предоставляют информационно-аналитическую поддержку Совету министров, Национальному банку, Министерству иностранных дел, Министерству экономики и другим учреждениям, вовлеченным в процесс формирования и реализации экономической политики в стране.

Немецкая экономическая группа

c/o Berlin Economics

Schillerstr. 59

D-10627 Berlin

Tel: +49 30 / 20 61 34 64 0

Fax: +49 30 / 20 61 34 64 9

E-Mail: info@get-belarus.de

<http://www.get-belarus.de>

© 2016 Немецкая экономическая группа

© 2016 Исследовательский центр ИПМ

Все права защищены.

Международные связи и внешние шоки: опыт использования различных спецификаций глобальной VAR для Беларуси

Резюме

Беларусь, как малая открытая экономика, тесно интегрирована в глобальную экономику через сложный комплекс продуктовых, торговых и финансовых каналов. Эмпирическое исследование влияния различных внешних шоков, например, изменения мировых цен на нефть или спада производства у основных торговых партнеров Беларуси, на основные макроэкономические переменные, такие как реальный ВВП, инфляция и обменный курс, представляет несомненный интерес для исследователей и органов государственного управления.

Для рассмотрения указанной проблемы в данной работе используется достаточно новый и тонкий эконометрический метод – глобальная векторная авторегрессия (GVAR). GVAR как модель, учитывающая взаимосвязи между многими странами, специально разработана для анализа глобальных макроэкономических проблем и до сих пор, насколько нам известно, еще широко не использовалась для анализа экономики Беларуси. Наше исследование – это попытка восполнить данный пробел.

Используя GVAR для анализа экономики Беларуси, мы рассматривали два различных подхода к построению модели. На первом этапе использовалась большая модель, включающая 34 страны и делающая возможным более полный учет экономических международных связей. На втором этапе исследовалось влияние шоков на экономику Беларуси в рамках малой модели, включающей пять стран-членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), с учетом влияния некоторых важных внешних переменных.

Для анализа трансмиссии как внешних, так и внутренних шоков использовались обобщенные функции импульсного отклика (GIRF). Каковы основные результаты нашего исследования и выводы для экономической политики? В целом результаты эмпирического анализа соответствуют теоретическим ожиданиям. В обеих версиях модели наблюдается существенное влияние обменного курса на цены (эффект переноса). Кроме того, отмечается влияние на инфляцию шока со стороны широкого денежного агрегата. В то же время роль канала процентной ставки в трансмиссионном механизме монетарной политики оказывается достаточно слабой. Внешние шоки, такие как падение цен на нефть, снижение российского или общемирового ВВП, также оказывают ожидаемое негативное влияние на выпуск в Беларуси. Несколько неожиданной оказывается более сильная реакция белорусского ВВП на изменение цен на нефть, чем на динамику российского ВВП. Что касается России, то здесь наблюдается типичная реакция на динамику цен на нефть, что отражается и в изменении ВВП.

Результаты, полученные на основе GVAR модели, сравнивались с результатами стандартной структурной векторной авторегрессии (SVAR) для белорусской экономики. При этом учитывалось влияние внешних переменных, и определялось влияние аналогичных внешних и внутренних шоков, что и в GVAR модели. В целом результаты трех различных моделей (малой GVAR, большой GVAR и SVAR для отдельно взятой страны) являются схожими, говоря в пользу устойчивости полученных оценок. При этом выбор конкретной модели в значительной степени зависит от конкретного эмпирического вопроса, стоящего перед исследователем.

Авторы

Игорь Пелипась	pelipas@research.by	+375 17 / 210 01 05
Глеб Шиманович	shymanovich@research.by	+375 17 / 210 01 05
Роберт Кирхнер	kirchner@berlin-economics.com	+49 30 / 20 61 34 64 2

Содержание

1. Введение.....	5
2. Построение GVAR модели.....	6
2.1. GVAR моделирование: краткий обзор.....	6
2.2. Используемые данные.....	7
2.3. Идентификация GVAR и оценка модели.....	10
3. Реакция экономики Беларуси на внутренние и внешние шоки: результаты различных спецификаций GVAR.....	13
3.1. Результаты большой GVAR модели.....	13
3.2. Результаты малой GVAR модели для ЕАЭС.....	17
4. SVAR и GVAR: сравнительный анализ результатов.....	20
5. Краткие выводы.....	27
Литература.....	28
Приложение. Отдельные функции обобщенного импульсного отклика на шоки в большой GVAR модели.....	30

Список рисунков

Рис. 1. Влияние внутренних шоков на макроэкономические показатели Беларуси.....	13
Рис. 2. Влияние шока цены на нефть на макроэкономические показатели Беларуси.....	15
Рис. 3. Влияние шоков внешнего ВВП и ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси.....	16
Рис. 4. Влияние шока обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели Беларуси.....	17
Рис. 5. Влияние шока цены на нефть на макроэкономические показатели Беларуси и реальный ВВП России в рамках малой GVAR модели для ЕАЭС.....	18
Рис. 6. Влияние шока ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси в рамках малой GVAR модели для ЕАЭС.....	19
Рис. 7. Влияние шока обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели Беларуси в рамках GVAR модели для ЕАЭС.....	20
Рис. 8. Ориентированный ациклический граф (ОАГ) для SVAR модели.....	23
Рис. 9. Монетарная трансмиссия в Беларуси: SVAR модель.....	24
Рис. 10. Влияние шока цены на нефть: SVAR модель.....	25
Рис. 11. Влияние шока внешнего реального ВВП и российского номинального обменного курса: SVAR модель.....	26
Рис. А1. Влияние шока цен на нефть на макроэкономические показатели России, других стран СНГ и стран еврозоны.....	30
Рис. А2. Влияние шока реального ВВП России и номинального обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели других стран СНГ.....	31
Рис. А3. Влияние шока внешнего реального ВВП на внутренний.....	31

Список таблиц

Таблица 1. Группировка стран, включенных в модель.....	7
Таблица 2. Список переменных, включенных в GVAR модель.....	8
Таблица 3. Веса для расчета внешних переменных.....	9
Таблица 4. Спецификации моделей для отдельных стран.....	11
Таблица 5. Конечные спецификации моделей для отдельных стран.....	11
Таблица 6. Одновременные эффекты влияния внешних переменных на соответствующие внутренние переменные.....	12
Таблица 7. Конечная спецификация малой GVAR модели для ЕАЭС.....	18
Таблица 8. SVAR модель: нерекурсивная схема идентификации.....	22
Таблица 9. SVAR и GVAR: сравнение результатов.....	27

1. Введение

В глобальной экономике отдельные страны взаимосвязаны весьма сложным образом через множество различных каналов. Однако даже после учета этих связей вне поля зрения могут оставаться остаточные взаимозависимости вследствие непосредственно ненаблюдаемых интеракций и побочных эффектов, которые не были достаточным образом учтены при рассмотрении обычных каналов взаимодействия. Учет указанных взаимосвязей – это серьезная проблема при моделировании национальных экономик и осуществлении модельных экспериментов в глобальном контексте. Для такого моделирования современным и весьма полезным инструментом является глобальная векторная авторегрессионная модель (GVAR).

Основы GVAR были заложены в работе Pesaran, Schuermann, Weiner, (2004). После этой основополагающей работы появился внушительный объем литературы, посвященной моделированию на основе GVAR моделей. Всесторонний обзор различных аспектов моделирования при помощи GVAR моделей представлен в Chudik, Pesaran (2016). В настоящее время GVAR модели используются для эмпирического исследования следующих проблем: (1) глобальных макроэкономических проблем (глобальная инфляция, глобальные дисбалансы и рассогласования обменных курсов, роль США, как доминирующей экономики, синхронизация деловых циклов и растущая роль Китая в мировой экономике, эффекты от вступления в Еврозону, моделирование цен на сырье и недвижимость, эффекты фискальной и монетарной политики, рынок труда, роль кредита и макроэкономические последствия изменения климата); (2) прогнозирования; (3) глобальных финансов; (4) региональных и отраслевых проблем. Подробный обзор практики использования GVAR моделей для анализа экономической политики дается в работе di Mauro, Pesaran, (2013). Насколько нам известно, эмпирический анализ белорусской экономики при помощи GVAR модели еще не проводился. Поэтому в данном исследовании мы попытались восполнить этот пробел и включить экономику Беларуси в контекст GVAR модели.

Основной целью исследования является рассмотрение экономики Беларуси в глобальном контексте и анализ влияния различных внешних шоков на основные макроэкономические показатели (реальный ВВП, инфляцию, обменный курс), а также выявление трансмиссионных каналов этих шоков, используя возможности GVAR модели. При этом мы рассматривали два возможных варианта при моделировании: (1) использование большого массива данных, включающего 34 страны; (2) использование небольшой выборки, включающей данные по 5 странам-членам Евразийского экономического союза (ЕАЭС), дополненные внешними переменными Евросоюза, США и Китая, а также ценами на нефть. В ходе исследования решались следующие основные задачи:

- определялось влияние на экономику Беларуси внешних шоков со стороны России и основных мировых экономик;
- выявлялось наличие взаимосвязей между странами-членами ЕАЭС;
- сопоставлялись результаты, получаемые на основе малой и большой GVAR модели;
- сравнивались результаты GVAR моделей с сопоставимой SVAR моделью для белорусской экономики, дополненной соответствующими внешними переменными (используя в качестве примера анализ трансмиссионного механизма монетарной политики).

Работа имеет следующую структуру. В следующем разделе кратко без технических деталей рассматривается методология GVAR моделирования, описывается массив данных, используемый для построения GVAR моделей, и обсуждаются проблемы идентификации и оценки моделей. Третий раздел посвящен эмпирическому анализу. Здесь анализируются внешние и внутренние шоки и их трансмиссия в экономике Беларуси и ее основных торговых партнеров. При этом рассматриваются две модели: большая GVAR модель (34 страны) и малая GVAR модель для стран-членов ЕАЭС¹. В четвертом разделе была построена SVAR модель, дополненная внешними переменными, и проведены сравнения результатов, полученные на основе различных подходов. Завершается работа краткими выводами.

¹ Результаты такого анализа были представлены в краткой аналитической записке PB/08/2016: «International linkages and external shocks: A Global VAR perspective for Belarus. Evidence from a small EAEU model», <http://eng.research.by/webroot/delivery/files/english/pp/pb2016e08.pdf>.

2. Построение GVAR модели

2.1. GVAR моделирование: краткий обзор

GVAR модель представляет собой многострановую модель, предназначенную для анализа межстрановых взаимосвязей. Эта модель предполагает взаимодействие между исследуемыми странами посредством международной торговли и показывает влияние различных шоков, исходящих от отдельных стран (или их групп) на другие страны (или их группы). Формальное детальное описание GVAR методологии представлено в работах Pesaran, Schuermann, Weiner (2004), di Mauro, Pesaran (2013), Smith, Galesi (2014), Chudik, Pesaran (2016) и многих других статьях по данной тематике. В этом разделе мы очень кратко рассмотрим основы GVAR моделирования, опуская технические детали.

В общих чертах GVAR методология включает в себя два этапа:

1) Для каждой страны, выбранной для анализа, строится стандартная VAR модель, включающая набор релевантных внутренних переменных (например, реальный ВВП, индекс потребительских цен, различные процентные ставки, обменный курс и т.д.). Затем эта VAR модель дополняется набором зарубежных (внешних) переменных, которые рассматриваются в модели как слабо экзогенные. Зарубежные переменные в целом совпадают с внутренними переменными модели для каждой отдельно взятой страны. Эти переменные строятся как средневзвешенные величины внутренних переменных всех торговых партнеров отдельно взятой страны в GVAR модели. Схема взвешивания обычно отражает внешнеторговые связи (веса двухсторонней торговли) между анализируемыми странами, однако возможны и альтернативные схемы взвешивания. В дополнение к зарубежным переменным VAR модель может включать так называемые глобальные переменные, которые рассматриваются в качестве экзогенных переменных по отношению к системе в целом (например, цены на природные ресурсы). В результате для каждой страны, выбранной для анализа, оценивается отдельная векторная авторегрессионная модель/векторная авторегрессионная модель с механизмом корректировки равновесия (VEC), включающая внутренние, зарубежные и глобальные переменные. При этом предполагается, что внешние переменные, входящие в модели для отдельных стран, эмпирически являются слабо экзогенными переменными, а сами модели структурно стабильны (это тестируемые гипотезы). Следует отметить, что лаговая структура моделей и количество зарубежных переменных может различаться для различных стран. Это также является предметом эмпирического тестирования.

2) На основе оцененных моделей для отдельно взятых стран строится и оценивается глобальная VAR как отдельная модель, которая затем используется для анализа динамических реакций системы (в частности, анализируется, как различные шоки передаются через отдельные страны и регионы, посредством функций импульсного отклика и разложения вариации ошибки прогноза), прогнозирования или контрфактуальных экспериментов. Важно, что GVAR модель позволяет осуществлять моделирование для групп взаимосвязанных стран или регионов и соответственно исследовать трансмиссию шоков между различными странами, их группами, блоками, экономическими союзами, а также регионами.

Методология GVAR моделирования практически реализована в специальном программном обеспечении GVAR Toolbox, которое представляет собой набор процедур MatLab и интерфейса, выполненного в Excel и удобного для целей как моделирования, так и анализа экономической политики (более подробно об этом см. Smith, Galesi, 2014). Можно выделить следующие основные этапы GVAR моделирования: (1) создание массива данных (определение стран и регионов, используемых в анализе, сбор данных, характеризующих торговые потоки между странами, формирование матрицы весов для GVAR модели); (2) определение первоначальных установок модели и выбор весов для построения зарубежных переменных; (3) спецификация индивидуальных VARX* моделей (определение внутренних, зарубежных и глобальных переменных, выбор лаговой структуры моделей); (4) тестирование на коинтеграцию (определение количества долгосрочных связей); (5) наложение ограничений сверхидентификации на коинтеграционные векторы (если необходимо); (6) тестирования на слабую экзогенность; (7) определение доминантной переменной, спецификация и оценка модели для доминантной переменной; (8) решение GVAR модели; (9) тестирование модели на структурную стабильность; (10) осуществление динамического анализа GVAR модели (выбор горизонта прогнозирования, бутстрэпирование довери-

тельных интервалов, объединение отдельных стран в группы или регионы, выбор шоков, расчет обобщенных функций импульсного отклика (GIRF) и обобщенных разложений вариации ошибки прогноза (GFEVD) или ортогональных их аналогов).

В последующем анализе для анализа распространения шоков использовались обобщенные функции импульсного отклика (см. Коор, et al., 1996; Pesaran, Shin, 1998). Обобщенные функции импульсного отклика выступают в качестве альтернативы ортогональным функциям импульсного отклика. Они инвариантны к выбору порядка расположения переменных и стран в модели. Обобщенные функции импульсного отклика имеют преимущество в том, что при отсутствии четкого предварительного знания этого порядка, они, тем не менее, позволяют получить полезную информацию относительно трансмиссии отдельных шоков в системе.

2.2. Используемые данные

Целью данной работы является анализ влияния внешних шоков на экономику Беларуси и каналов их трансмиссии. Несмотря на то, что Беларусь является малой открытой экономикой, основное влияние глобальные шоки оказывают на нее не напрямую, а опосредованно через динамику экономических показателей России (Крук, Точицкая, Шиманович, 2009). Поэтому в данном исследовании мы обращаем также внимание на внешние шоки, чувствительные для экономики России и других стран ЕАЭС, и их потенциальное влияние на Беларусь. Соответствующий анализ посредством GVAR модели требует подготовки обширной базы статистических данных, которые включают в себя временные ряды экономических показателей стран ЕАЭС, их основных экономических партнеров и глобальных переменных.

Таблица 1. Группировка стран, включенных в модель

Аббревиатура	Название страны	Аббревиатура	Название страны
BLR	Беларусь	GER	Германия
RUS	Россия	GRE	Греция
CIS	СНГ	ITA	Италия
ARM	Армения	NLD	Нидерланды
KAZ	Казахстан	SPN	Испания
KYR	Кыргызстан	CHN	Китай
UKR	Украина	OEE	Другие страны с развивающимися рынками
CEE	Центральная и Восточная Европа	BRA	Бразилия
CZE	Чехия	IND	Индия
HUN	Венгрия	KOR	Корея
LAT	Латвия	TUR	Турция
LTH	Литва	VNM	Вьетнам
POL	Польша	USA	США
ROM	Румыния	GBR	Великобритания
SVK	Словакия	JPN	Япония
EUR	Еврозона	ODE	Другие страны с развитой рыночной экономикой
AUT	Австрия	CAN	Канада
BEL	Бельгия	SUI	Швейцария
FIN	Финляндия	SWE	Швеция
FRA	Франция		

Источник: составлено авторами.

Список основных партнеров был определен на основании географической структуры внешней торговли стран ЕАЭС. Были отобраны 29 стран с долей во внешнеторговом обороте стран ЕАЭС в течение 2013–2015 гг. выше 0.5%. Большинство отобранных стран представляют Европу и Юго-Восточную Азию (см. табл. 1). С учетом стран ЕАЭС общее количество стран, включенных в модель, составило 34. С учетом сложности построения моделей для каждой страны и низкого влияния отдельных стран на экономическое положение Беларуси и других участников ЕАЭС большинство стран было объединено в группы. Группировка была осуществлена исходя из географического принципа и/или уровня экономического развития стран. В частности, мы выделили Еврозону и Центральную и Восточную Европу, которые объединяют большинство стран ЕС, регион СНГ, группу стран с

развитой рыночной экономикой и группу стран с развивающимися рынками. Данное агрегирование позволяет также использовать в модели региональные шоки, которые зачастую актуальней шоков отдельных стран, учитывая эффекты от региональной интеграции и глобальных цепочек создания стоимости. В качестве отдельных стран мы рассматриваем только Беларусь и Россию, а также Великобританию, Китай, США и Японию, подчеркивая их роль в мировой экономике.

Моделирование влияния внешних шоков в рамках GVAR методологии обычно основывается на анализе каналов денежной трансмиссии (Mauro, Pesaran, 2013). Это связано с тем, что монетарная политика является основным инструментом, с помощью которого государство реагирует на внешние шоки и внутренние дисбалансы. Как следствие, ключевыми переменными, которые анализируются в исследованиях с использованием GVAR методологии, являются реальный ВВП, инфляция, обменный курс, кратко- и долгосрочные процентные ставки. Кроме того, спецификации могут включать индекс цен на недвижимость, фондовые индексы, показатели сектора государственных финансов и рынка труда (Chudik, Pesaran, 2014), которые отражают взаимосвязь экономики с мировыми рынками. Так как целью данного исследования является анализ влияния внешних шоков на экономику Беларуси и стран ЕАЭС, зачастую слабо интегрированных в глобальные рынки, мы ограничили модель монетарными переменными. К тому же расширение модели требует соответствующих статистических данных, которые во многих случаях недоступны. Таким образом, анализируемая модель включала в себя следующие переменные: реальный ВВП, индекс потребительских цен, номинальный обменный курс, номинальную краткосрочную процентную ставку, широкую денежную массу (см. табл. 2). Выбор данных переменных был предопределен результатами предыдущих исследований, посвященных каналам монетарной трансмиссии в Беларуси (Пелипась, Кирхнер, 2015).

Таблица 2. Список переменных, включенных в GVAR модель

Аббре-виатура	Название переменной	Примечание
Внутренние переменные		
<i>gdp</i>	Реальный ВВП	индекс, 2010 = 1
<i>cpi</i>	Индекс цен потребителей	индекс, 2010 = 1
<i>per</i>	Номинальный обменный курс к доллару США	индекс, 2010 = 1
<i>nsr</i>	Краткосрочные процентные ставки	ставка по депозитам или межбанковского рынка сроком 1–3 месяца, доли единицы
<i>m</i>	Широкая денежная масса	агрегат М3, деньги и квази-деньги, индекс, 2010 = 1
Внешние переменные		
<i>gdp_x</i>	Внешний реальный ВВП	Рассчитаны как средневзвешенное значение соответствующих показателей остальных стран. Весы определены исходя из географической структуры внешней торговли в 2011-2015 гг.
<i>cpi_x</i>	Внешний индекс потребительских цен	
<i>per_x</i>	Внешний номинальный обменный курс к доллару США	
<i>nsr_x</i>	Внешние краткосрочные процентные ставки	
<i>m_x</i>	Внешняя широкая денежная масса	
Глобальные переменные		
<i>oil</i>	Цена на нефть	WTI, индекс, 2010 = 1

Источник: составлено авторами.

Подготовка временных рядов для краткосрочной процентной ставки и широкой денежной массы была затруднена различиями в методах, которые страны используют для учета данных показателей. В случае денежных агрегатов многие страны, как указано в международной финансовой статистике МВФ, используют не стандартизированные формы отчетности. Для них широкая денежная масса оценивалась строкой «сумма денег и квази-денег». Для стран, применяющих стандартизированные формы учета денежных агрегатов, в качестве показателя широкой денежной массы был использован агрегат М3. Кроме того, некоторые страны переходили с одной методологии учета на другую. В данном случае мы полагали, что возникающий структурный сдвиг затрагивал только объемы денежной массы, но не ее динамику, что позволяло построить ряд данных исходя из темпов роста и базового значения объема широкой денежной массы. Темпы роста также были использованы для реконструкции временных рядов стран Еврзоны.

В качестве краткосрочных процентных ставок применяются ставки по депозитам населения сроком до 3 месяцев или ставки межбанковского рынка. Для стран СНГ и стран с раз-

вивающимися рынками в основном были использованы ставки по депозитам по причине их большей доступности, а для стран с развитой рыночной экономикой – ставки межбанковского рынка.

Источниками данных для макроэкономических и монетарных переменных выступала база международной финансовой статистики (МВФ), статистическая база данных ОЭСР, Евростат, Европейский центральный банк, национальные статистические агентства и центральные банки, а также публикации в журналах и СМИ². Собранные данные охватывают период с 1 квартала 1997 г. по 2 кв. 2016 г. (78 наблюдений). Выбор данного периода определен доступностью данных – программа GVAR Toolbox 2.0³, в которой выполнялись расчеты, не разрешает наличие пропущенных значений. По этой причине отдельные отсутствующие наблюдения на концах выборки были экстраполированы в рамках процедуры сезонной корректировки, проведенной посредством TRAMO/SEATS⁴. При этом сезонная корректировка была применена ко всем рядам, где комбинированный тест на определяемую сезонность выявил наличие сезонного фактора⁵. В частности, тесты показали, что сезонная корректировка была необходима для всех рядов данных за исключением краткосрочных процентных ставок и обменного курса. Процентные ставки были также единственной переменной, которая была взята не в логарифмах (а в долях единицы).

Полученные ряды данных использовались для описания динамики реального ВВП, инфляции, обменного курса, краткосрочной процентной ставки и широкой денежной массы как непосредственно самих стран, так и динамики показателей внешнего мира. Последние рассчитывались как средневзвешенные значения всех стран, включенных в модель. Веса определялись на основании объемов внешней торговли между странами⁶. Программа GVAR Toolbox 2.0 предоставляет возможность выбора между постоянными весами и меняющимися во времени. Мы применяли постоянные веса, оцененные на основании торговых потоков между странами в период 2011–2015 гг.

Таблица 3. Веса для расчета внешних переменных

	BLR	CEE	CHN	CIS	EUR	GBR	JPN	ODE	OEE	RUS	USA
BLR	–	0.008	0.001	0.030	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.051	0.000
CEE	0.104	–	0.022	0.093	0.186	0.050	0.010	0.026	0.029	0.108	0.012
CHN	0.038	0.066	–	0.138	0.142	0.092	0.356	0.076	0.303	0.136	0.240
CIS	0.097	0.026	0.018	–	0.017	0.003	0.003	0.004	0.011	0.084	0.002
EUR	0.164	0.623	0.194	0.287	–	0.497	0.128	0.294	0.231	0.366	0.191
GBR	0.026	0.051	0.034	0.015	0.138	–	0.022	0.065	0.036	0.027	0.045
JPN	0.003	0.012	0.150	0.014	0.039	0.023	–	0.026	0.103	0.048	0.085
ODE	0.008	0.040	0.051	0.044	0.132	0.110	0.041	–	0.054	0.033	0.286
OEE	0.031	0.053	0.243	0.078	0.116	0.066	0.172	0.053	–	0.103	0.124
RUS	0.523	0.092	0.040	0.271	0.077	0.020	0.035	0.013	0.045	–	0.015
USA	0.007	0.029	0.246	0.028	0.152	0.139	0.234	0.443	0.187	0.044	–

Примечание. Веса для расчета внешних показателей для отдельной страны или группы стран представлены по столбцам.

Источник: собственные расчеты в GVAR Toolbox 2.0 на основании данных из Trade MAP.

Веса, полученные после агрегирования стран в группы, представлены в табл. 3. Они показывают доминирующую роль России в определении динамики внешних переменных Беларуси. Еврозона и страны ЦВЕ также играют важную, но не столь значительную роль в формировании внешней экономической среды Беларуси. Для других стран СНГ влияние России и Еврозоны на динамику внешних экономических переменных равнозначно. Еще одним важным партнером для региона является Китай. Внешние переменные для России в

² Например, значения реального ВВП Украины для ранних периодов были оценены на основании данных из Ukrainian-European Policy and Legal Advice Centre (2002). Ukrainian Economic Trends. Monthly update: January. Квартальные значения ВВП Вьетнама были взяты из Vu Tuan Khai (2012). Estimates of Quarterly Real GDP for Vietnam, Seikei University, Economic Department Journal, 43 (2).

³ <https://sites.google.com/site/gvarmodelling/gvar-toolbox>.

⁴ Данный подход был применен для оценки монетарных показателей Японии в 2016Q2, инфляции во Вьетнаме в 2016Q2, квартального ВВП Армении в 1997 г. и Казахстана в 1997–1999 гг. на основании годовых темпов роста.

⁵ Тестирование на сезонность, сезонная корректировка и экстраполяция была осуществлена в программе JDemetra+ 2.1.0.

⁶ Торговые потоки были получены из базы Trade MAP.

основном определяются экономическими показателями Еврозоны, а также стран ЦВЕ, Китая и других стран с развивающимися рынками. Единственной глобальной переменной, включенной в анализ, была цена на нефть. Страны ЕАЭС являются экспортерами природных ресурсов, и цена на нефть в значительной мере отражает влияние мировых рынков на условия торговли данных стран.

2.3. Идентификация GVAR и оценка модели

Базовая спецификация для большинства стран включала в себя 5 внутренних переменных (gdp , spi , per , nsr , m), которые рассматривались как эндогенные, а также 4 внешние переменные ($gdpx$, $spix$, $perx$, mx)⁷ и глобальную переменную цены на нефть (oil), которые являются слабо экзогенными. Отдельная спецификация была применена только к США, так как обменные курсы других стран были заданы к доллару США. Как следствие, курс доллара США в модели для США был задан как внешняя переменная. Цены на нефть были включены в качестве экзогенных для всех стран. В других работах, (см., например, Dees, et al., 2007), цена на нефть моделируется как эндогенная переменная относительно экономики США. Однако соответствующие тесты подтверждают слабую экзогенность цены нефти для США в рассматриваемом нами временном периоде.

Методология GVAR основана на коинтеграционном анализе. Поэтому важно, чтобы переменные были по возможности интегрированы с порядком 1. Во многих работах авторы сталкиваются с проблемой наличия $I(2)$ переменных и для ее решения трансформируют номинальные монетарные переменные в реальные, а также используют уровень инфляции вместо индекса потребительских цен. Однако тесты на единичный корень, заложенные в программе GVAR Toolbox 2.0, показали, что практически все внутренние переменные в модели являются $I(1)$. Оба из доступных тестов – расширенный тест Дики-Фуллера (ADF) и взвешенный-симметричный тест Дики-Фуллера (WS) – свидетельствуют о нестационарности первых разностей только в случае индекса потребительских цен (spi) в Беларуси и широкой денежной массы (m) в Великобритании. Индекс потребительских цен в Беларуси ранее неоднократно тестировался на единичный корень (см., например, Пелипась, Кирхнер, 2015), и результаты показывают, что это $I(1)$ процесс с несколькими структурными сдвигами⁸. Соответственно, включение ИПЦ Беларуси в модель не должно сказаться на качестве получаемых результатов. Детальный анализ динамики денежной массы Великобритании, учитывая ее слабое потенциальное влияние на экономику Беларуси и стран ЕАЭС, не является целью данного исследования. По этой причине данная переменная была исключена из модели во избежание возможных проблем, связанных с включением нестационарной переменной в краткосрочные взаимосвязи.

Большинство внешних переменных также не стационарно в уровнях и стационарно в первых разностях. Исключение составляют внешний индекс потребительских цен ($spix$) для стран Еврозоны и внешняя широкая денежная масса (mx) для Китая, России и США. Данные переменные были исключены из анализа, исходя из предположения о слабом влиянии внешней инфляции и внешнего спроса на деньги на большинство экономик (см. табл. 6).

Важным этапом коинтеграционного анализа является выбор лаговой структуры и тестирование на ранг коинтеграции. Количество лагов, включенных в спецификации уравнений отдельных стран, было автоматически определено на основании байесовского критерия Шварца, исходя из максимально возможной длины лага равной 4 для внутренних переменных и 2 для внешних. В результате необходимое количество лагов составило 1 для внутренних и 2 для внешних (см. табл. 4). Два лага внутренних переменных было включено только в модель для Беларуси. На практике малое количество лагов является желательным при построении GVAR модели из-за большого количества переменных и относительно коротких временных рядов.

⁷ Внешний обменный курс ($nsrx$) не был включен в модели отдельных стран, так как согласно используемой методике расчета он фактически является номинальным эффективным обменным курсом доллара США. Соответственно, он был включен только в модель США.

⁸ GVAR Toolbox не позволяет учесть структурные сдвиги из-за сложностей их моделирования в рамках GVAR модели. Считается, что проблема наличия структурных сдвигов частично решается за счет включения в анализ внешних переменных, динамика которых провоцирует возникновение большинства из этих сдвигов.

Таблица 4. Спецификации моделей для отдельных стран

Страна или группа стран	Лаговая структура		Количество коинтеграционных векторов	
	Внутренние переменные	Внешние переменные		
BLR	Беларусь	2	1	3
CEE	Центральная и Восточная Европа	1	1	1
CHN	Китай	1	1	0
CIS	СНГ	1	1	1
EUR	Евросоюз	1	1	0
GBR	Великобритания	1	1	1
JPN	Япония	1	1	1
ODE	Другие страны с развитой рыночной экономикой	1	1	1
OEE	Другие страны с развивающимися рынками	1	1	1
RUS	Россия	1	1	1
USA	США	1	1	0

Источник: собственные расчеты.

Ранг коинтеграции был изначально оценен с помощью статистики следа для спецификации с константой, включенной в VAR и коинтеграционное пространство, и трендом, включенным только в коинтеграционное пространство. Результаты теста показали наличие большого количества коинтеграционных векторов. При этом их свойства во многих случаях были неудовлетворительными: собственные значения моделей превышали 1, а профили устойчивости (см. подробнее в Pesaran, Shin, 1996) свидетельствовали как о слишком медленном возвращении системы к равновесию после шоков на коинтеграционные соотношения, так и об его отсутствии в принципе, что указывало на наличие нежелательных взрывных процессов.

Таблица 5. Конечные спецификации моделей для отдельных стран

	Внутренние переменные					Внешние переменные					Глобальная переменная
	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>ner</i>	<i>nsr</i>	<i>m</i>	<i>gdp_x</i>	<i>cpix</i>	<i>ner_x</i>	<i>nsrx</i>	<i>mx</i>	<i>oil</i>
BLR	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
CEE	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
CHN	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
CIS	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
EUR	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
GBR	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
JPN	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
ODE	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
OEE	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
RUS	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
USA	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1

Примечание. 1 и 0 означают, что переменная включена в модель или исключена из нее.

Источник: собственные расчеты.

Для улучшения качества спецификаций мы постепенно усекали число коинтеграционных векторов до тех пор, пока профили устойчивости не свидетельствовали о быстром восстановлении равновесия в коинтеграционных соотношениях. Подобный подход был также применен, например, в De Waal, van Eyden (2016). В результате усечения для ряда стран все возможные долгосрочные соотношения были отвергнуты, так как механизм коинтеграционного анализа, заложенный в GVAR Toolbox, не выявил правдоподобных коинтеграционных соотношений⁹. В случае Беларуси ранг коинтеграции был принят равным 3, так как при такой спецификации все коинтеграционные векторы гарантировали восстановление равновесия. При этом дальнейшее усечение модели приводило к возникновению взрывных процессов.

⁹ Детальный коинтеграционный анализ можно провести вне GVAR Toolbox 2.0, но он крайне осложнен из-за большого количества переменных. Однако такой анализ выходит за рамки данного исследования.

Методология GVAR требует, чтобы все внешние переменные были слабо экзогенными в рамках долгосрочных соотношений. Тесты на слабую экзогенность внешних переменных, включенных в коинтеграционные соотношения, а также индекса цен на нефть отвергают на 5% уровне значимости гипотезу о слабой экзогенности только для внешнего индекса потребительских цен (*cpi*) Беларуси. Соответственно, данная переменная была исключена из анализа (см. табл. 5), что не отразилось на параметрах полученных коинтеграционных соотношений.

В результате оценки моделей для отдельных стран можно рассчитать одновременные эффекты внешних переменных на внутренние¹⁰. В соответствии с Dees, et al. (2007) они могут быть интерпретированы как эластичность внутренней переменной относительно внешней. Положительный и статистически значимый коэффициент при реальном ВВП показывает, что внутреннее производство немедленно реагирует на изменение ВВП стран-партнеров. Например, увеличение внешнего ВВП на 1% ведет к росту ВВП Беларуси на 0.3%. Для России и других стран СНГ данная эластичность значительно выше (табл. 6), что подчеркивает их более быструю реакцию на изменения на глобальных рынках.

Таблица 6. Одновременные эффекты влияния внешних переменных на соответствующие внутренние переменные

Страна/регион	Коэффициент/ <i>t</i> -статистика	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>nsr</i>	<i>m</i>
BLR	коэффициент	0.324	–	2.214	–0.118
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	4.309	–	1.799	–0.801
CEE	коэффициент	0.635	0.324	0.434	0.145
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	4.733	4.208	1.365	1.082
CHN	коэффициент	0.759	–0.331	0.224	–
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	2.100	–1.896	1.043	–
CIS	коэффициент	1.816	0.300	0.821	0.427
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	3.027	2.668	3.041	2.279
EUR	коэффициент	0.874	–	0.331	0.365
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	5.106	–	2.808	1.227
GBR	коэффициент	0.650	0.743	0.843	–
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	3.010	6.066	3.581	–
JPN	коэффициент	1.046	0.201	0.081	–0.279
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	3.442	1.064	2.544	–2.466
ODE	коэффициент	0.749	0.694	0.603	0.320
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	9.566	7.064	5.898	2.190
OEE	коэффициент	0.364	0.602	0.796	0.301
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	3.053	2.462	1.477	1.490
RUS	коэффициент	1.658	3.141	0.156	–
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	6.213	1.523	0.583	–
USA	коэффициент	0.425	0.599	0.841	–
	<i>t</i> -статистика Ньюи-Уэста	2.908	4.379	3.260	–

Примечание. Полу жирным выделены статистически значимые коэффициенты.

Источник: собственные расчеты.

Данные страны даже чрезмерно реагируют на изменение в ВВП стран-партнеров – соответствующие коэффициенты эластичности превышают 1. Статистически значимые одновременные эффекты для ВВП наблюдаются во всех странах и регионах, что подчеркивает наличие тесных взаимосвязей в мировой экономике и синхронизацию бизнес циклов (см. Ricci-Risquete, Ramajo-Hernández, 2015).

Синхронизация также свойственна динамике процентных ставок в развитых странах. Страны с менее развитыми финансовыми рынками менее подвержены влиянию изменений в мировых процентных ставках. Соответствующие эластичности для Беларуси и России не являются статистически значимыми. Краткосрочные процентные ставки в других странах СНГ демонстрируют большую согласованность с внешними ставками. Кроме того, для данных стран свойственна определенная степень синхронизации инфляции с инфляцией основных торговых партнеров, что несвойственно большинству других стран.

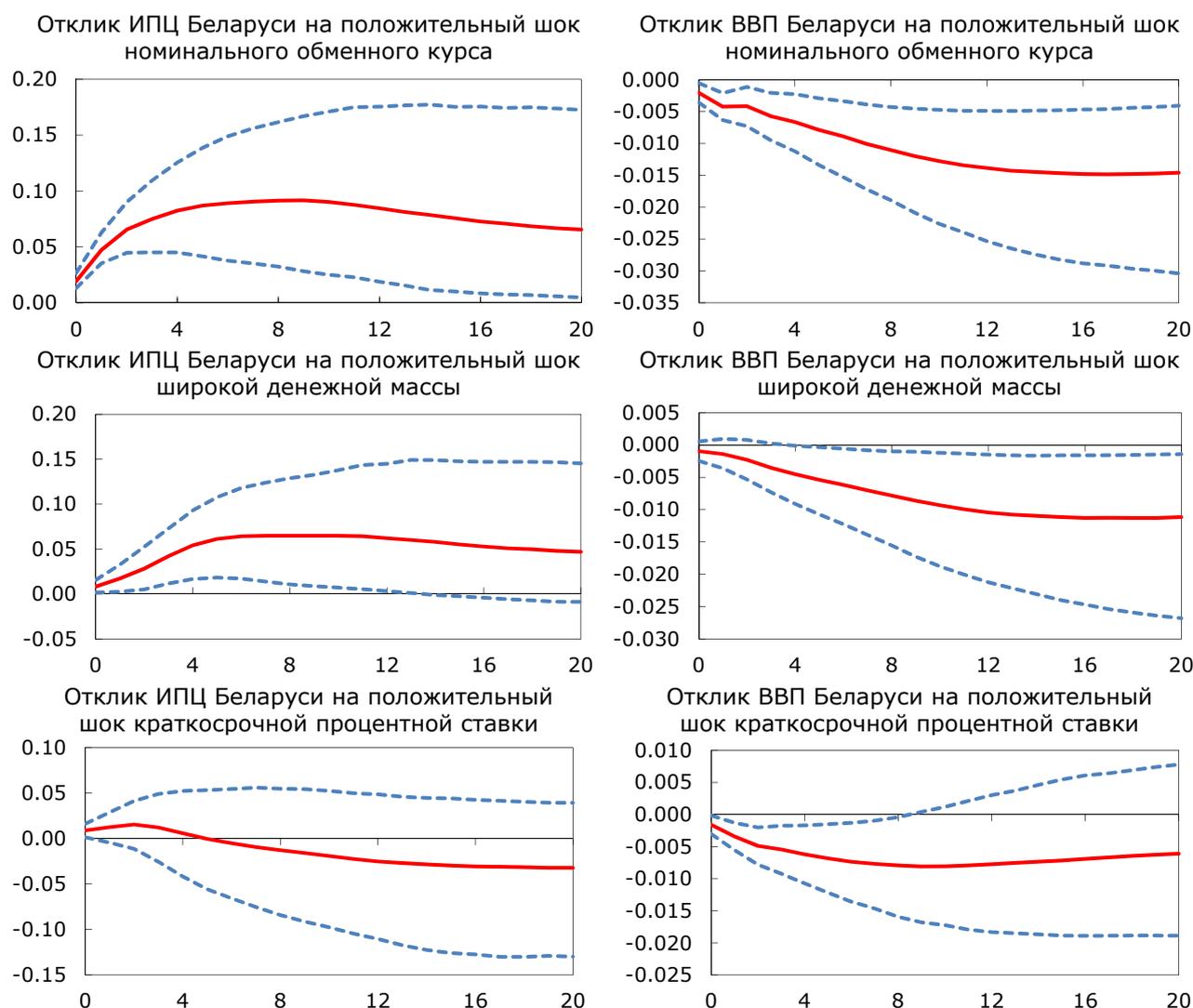
¹⁰ Они представлены коэффициентами при внешних переменных в первых разностях в текущем периоде.

3. Реакция экономики Беларуси на внутренние и внешние шоки: результаты различных спецификаций GVAR

3.1. Результаты большой GVAR модели

Построенная GVAR модель позволяет анализировать влияние на экономику Беларуси внешних шоков, связанных с мировыми и региональными экономическими тенденциями, посредством функций импульсного отклика. Мы будем использовать обобщенные функции импульсного отклика, так как они не требуют идентификации структурных шоков, что является чрезмерно сложной задачей в рамках GVAR модели.

Рис. 1. Влияние внутренних шоков на макроэкономические показатели Беларуси



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения номинального обменного курса белорусского рубля, широкой денежной массы (M3) или краткосрочной процентной ставки. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

Источник: собственные расчеты.

Внутренние шоки в экономике Беларуси. Помимо анализа внешних шоков GVAR модель также позволяет изучать реакцию переменных на внутренние шоки, принимая во внимание влияние мировой и региональной экономики. Результаты, полученные с помощью построенной модели, в значительной степени соответствуют теоретическим ожиданиям относительно влияния монетарных переменных на макроэкономические показатели Беларуси. Во-первых, они показывают наличие взаимосвязи между обменным курсом и инфляцией. Отрицательный шок обесценивания белорусского рубля сопровождается статистически значимым увеличением уровня цен (см. рис. 1). Девальвация на 1 стандартное отклоне-

ние (на 7.7%) связана с одновременным ростом потребительских цен на 2%. В течение года данный эффект увеличивался до уровня инфляции в 8%. Шок обесценивания национальной валюты также сопровождается сокращением реального ВВП. Данный эффект сохраняется в долгосрочном периоде, но его масштаб не столь высок, как в случае влияния на инфляцию.

Во-вторых, увеличение широкой денежной массы (M3) также сопровождается ускорением инфляции и сокращением экономической активности. Положительный шок предложения денег может иметь краткосрочный стимулирующий эффект на экономику страны, но создавая при этом инфляционное давление. Однако высокие инфляционные ожидания и долларизация делают стимулирующий эффект роста предложения денег невозможным для Беларуси. Напротив, положительный шок предложения денег сопровождается сокращением ВВП в долгосрочном периоде. Кроме того, он приводит к статистически значимому ускорению инфляции. Данный эффект сохраняется в течение трех лет.

В-третьих, процентные ставки оказывают слабое влияние на инфляцию. Статистически значимый эффект от увеличения краткосрочных процентных ставок на инфляцию отсутствует, что отражает слабую эффективность канала процентной ставки в механизме монетарной трансмиссии в Беларуси. Тем не менее, положительный шок процентных ставок сопровождается сокращением реального ВВП. Статистически значимый эффект от данного шока сохраняется на протяжении двух лет, подчеркивая влияние процентных ставок на инвестиции. Таким образом, профили импульсных откликов соответствуют ожиданиям, что говорит о качестве построенной GVAR модели и возможности ее использования для анализа влияния внешних шоков на экономику Беларуси и механизмов их распространения.

Внешние шоки: цена на нефть. Динамика цены на нефть зачастую считается важным фактором экономического роста Беларуси. На самом деле, темпы роста реального ВВП Беларуси в последние годы в значительной степени повторяли профиль динамики цены на нефть¹¹. Добыча собственной нефти в Беларуси крайне ограничена, но экономика страны извлекает выгоду от низких цен на энергоресурсы, импортируемые из России. Кроме того, важной статьёй экспорта являются калийные удобрения, динамика цен на которые связана с динамикой цен на другие сырьевые и энергетические товары. Ещё одним фактором, определяющим взаимосвязь экономики Беларуси и цен на нефть, является значительная зависимость ее основных торговых партнеров-стран СНГ от экспорта сырьевых и энергетических товаров. Соответственно, цена на нефть предопределяет состояние спроса на основных для Беларуси внешних рынках.

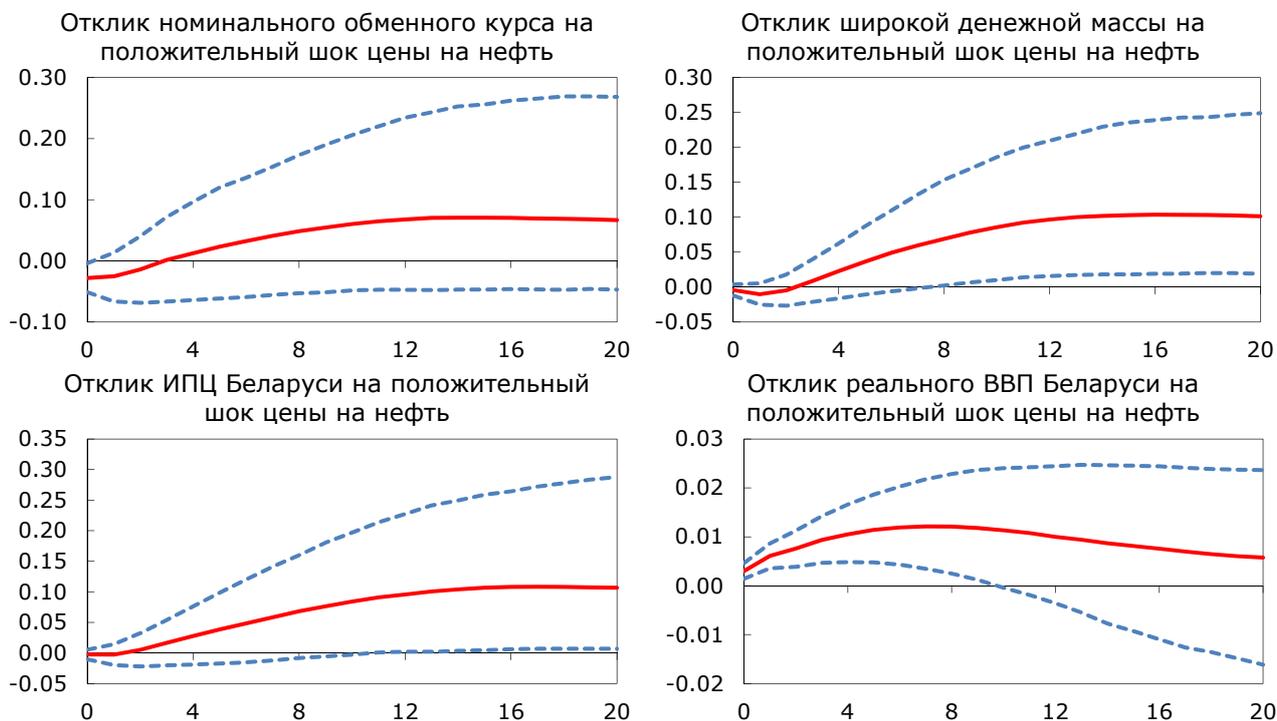
Таким образом, за счет действия нескольких каналов цена нефти действительно может оказывать значительное влияние на экономику Беларуси. Функции импульсного отклика на шок цены на нефть подтверждают данный вывод. Увеличение цены нефти на одно стандартное отклонение (на 15%) ведет к росту реального ВВП на 1% к концу года (см. рис. 2). Статистическая значимость данного эффекта сохраняется на протяжении трех лет. Схожая по масштабу и направлению реакция на положительный шок цены нефти наблюдается и для ВВП России и других стран СНГ (см. Приложение, рис. А1). При этом в случае России данный эффект более устойчив во времени, чем в Беларуси и других странах региона.

Напротив, экономический рост развитых стран не связан с динамикой цен на нефть: импульсный отклик реального ВВП США, Японии, Европейских стран на шок цены на нефть статистически не отличим от нуля. При этом стоимость нефти влияет на уровень инфляции в развитых странах, определяя уровень издержек производства. В странах СНГ данный эффект не наблюдается, так как увеличение мировых цен на энергетические товары не означает автоматического увеличения внутренних цен на них. Ускорение инфляции вследствие роста цен на нефть из стран СНГ характерно только Беларуси. Статистически значимым данный эффект становится только по истечению трех лет и является следствием постепенного наращивания денежной массы, которое происходит на протяжении четырех лет после шока. Такая взаимосвязь может быть объяснена тем, что благоприятная

¹¹ См. соответствующие графики в презентации Movchan (2016). On the verge of the new economic cycle – how to set up for the failure, and how not to, представленной на конференции KEF-2016 «Реформы для вовлекающего роста», Минск, ноябрь 3-4, 2016, http://kef.research.by/webroot/delivery/files/kef-2016-slides/rusD1P1S4_KEF2016_Movchan_.pdf.

внешняя среда позволяет смягчить монетарную политику, следствием чего является возникновение инфляционного давления в долгосрочном периоде, когда положительный эффект роста цены нефти на ВВП начинает уменьшаться.

Рис. 2. Влияние шока цены на нефть на макроэкономические показатели Беларуси



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения цены на нефть. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

Источник: собственные расчеты.

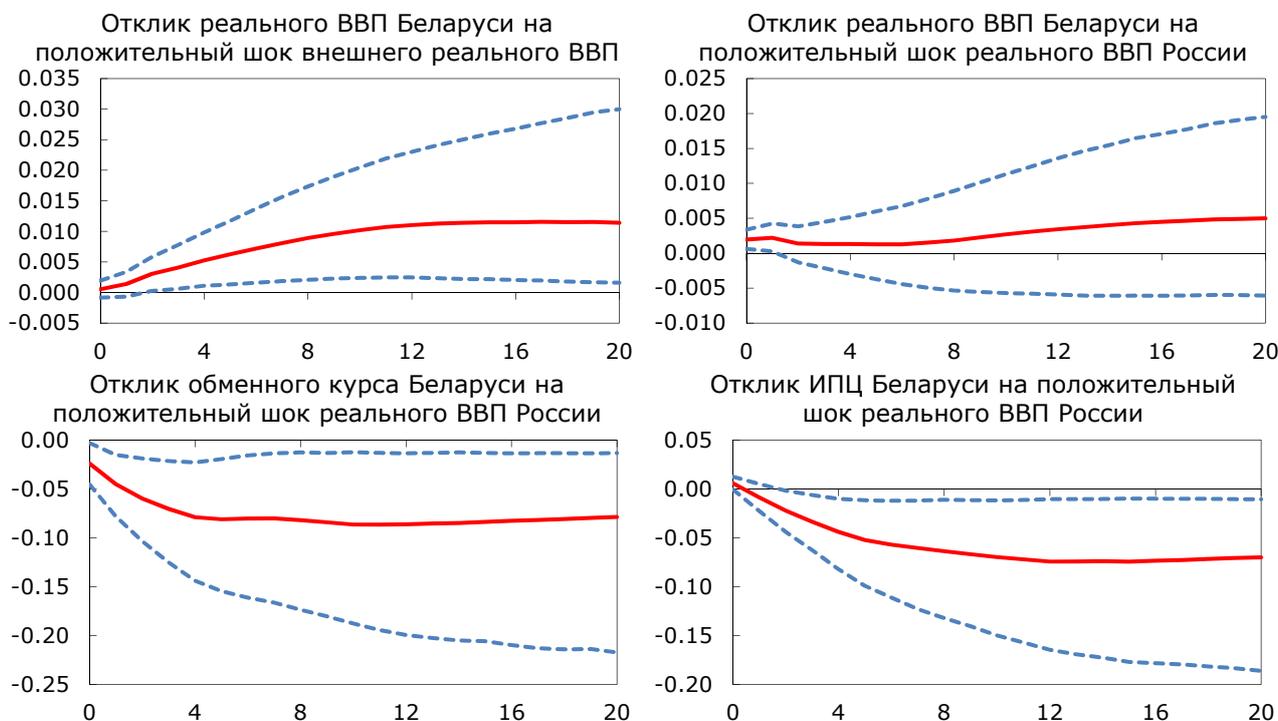
В России и других странах СНГ увеличение цен на нефть также сопровождается укреплением национальной валюты на фоне улучшившихся условий торговли. Данный эффект не сохраняется в долгосрочном периоде, так как дополнительные доходы от экспорта дают возможность увеличивать внутреннее потребление, что отражается в последующем росте импорта и нейтрализации эффекта на обменный курс. Обменные курсы других стран также укрепляются относительно доллара вследствие роста цены на нефть. Это связано с тем, что цена на нефть установлена в долларах США и, следовательно, между нею и обменным курсом доллара существует обратная зависимость. В связи с этим отсутствие статистически значимой реакции обменного курса белорусского рубля на шок требует дополнительного анализа. Отсутствие реакции обменного курса на изменение цены нефти может быть связано с продолжительным периодом действия режима фиксированного обменного курса к доллару США. Еще одним объяснением может быть ошибка спецификации модели, связанная с корреляцией внешних шоков, в частности шока цены на нефть, а также шоков реального ВВП России¹² и обменного курса российского рубля. Данные предположения могут быть частично проверены с помощью альтернативных моделей оценки влияния внешних шоков на каналы монетарной трансмиссии Беларуси (см. раздел 4).

Внешние шоки: мировая экономика и экономика России. Согласно полученным оценкам коэффициентов одновременного эффекта, эластичность ВВП Беларуси относительно динамики ВВП стран торговых партнеров достаточно низкая, если сравнивать с коэффициентами других стран. Функции обобщенного импульсного отклика подтверждают слабую реакцию ВВП Беларуси на шоки внешнего ВВП в краткосрочном периоде. При этом в дол-

¹² См. Графики цены на нефть и ВВП России в презентации Klepach (2016). Russian economy: Prospects for recovery, prospects for sustained growth, на конференции KEF-2016 «Реформы для вовлекающего роста», Минск, ноябрь 3-4, 2016, http://kef.research.by/webroot/delivery/files/kef-2016-slides/rusD1P1S3_KEF2016_Klepach.pdf.

госрочном периоде прямая зависимость между ВВП Беларуси и стран торговых партнеров является статистически значимой (рис. 3). Влияние шока внешнего ВВП на экономический рост Беларуси постепенно аккумулируется и через 3 года соответствует среднему значению для стран СНГ (см. Приложение, рис. А3). Такая замедленная реакция экономики Беларуси на изменение экономического положения в странах торговых партнерах может быть связана с продолжительным периодом, когда экономический рост поддерживался за счет стимулирования внутреннего спроса. При этом состояние российской экономики всегда оказывало значительное влияние на экономический рост в Беларуси. Вклад России в матрице весов, на основании которой рассчитывались внешние показатели Беларуси, превышает 50%, отражая ее доминирующее положение в географической структуре внешней торговли Беларуси. Однако результаты моделирования непосредственно шока российского ВВП не соответствуют данным ожиданиям. Шок увеличения ВВП России оказывает значительное влияние на темпы экономического роста Беларуси только в течение полугодия. Эффект данного шока на другие страны СНГ значительно более выраженный, но также исчезает в долгосрочном периоде (см. Приложение, рис. А2). Вероятно, это также связано со значительной коррелированностью российского ВВП и цен на нефть, которая означает, что в применяемой нами спецификации шок ВВП России частично заложен в шоке цены нефти.

Рис. 3. Влияние шоков внешнего ВВП и ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения внешнего реального ВВП или ВВП России. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

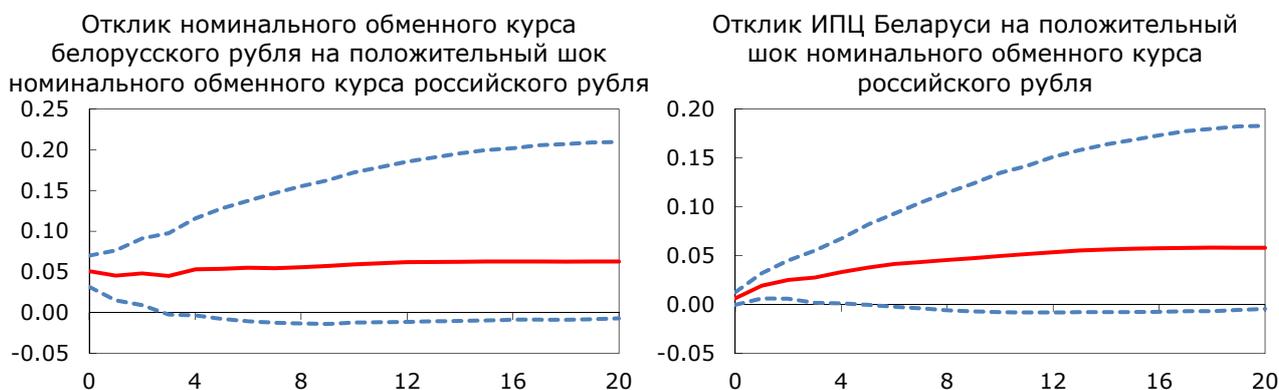
Источник: собственные расчеты.

В отличие от экономического роста, обменный курс и инфляция, согласно результатам моделирования, подвержены влиянию шока ВВП России. Увеличение экспорта Беларуси, обусловленное ростом российского рынка, ведет к укреплению белорусского рубля. Соответственно под влиянием канала обменного курса монетарной трансмиссии это приводит к замедлению инфляции. Однако в последние годы более актуальной является противоположная ситуация, когда отрицательный шок сокращения российского ВВП приводит к обесцениванию белорусского рубля и ускорению инфляции.

Изменения в курсе российского рубля также оказывают влияние на макроэкономическую ситуацию в Беларуси. Согласно полученным результатам, шок обесценивания российского

рубля на 7.7% (одно стандартное отклонение) ведет в краткосрочном периоде к снижению курса белорусского рубля на 5% (рис. 4). В дальнейшем действие канала обменного курса ведет к возникновению инфляционного давления, что отражается в статистически значимом росте уровня цен в течение первого года после шока девальвации российского рубля. Влияние динамики обменного курса российского рубля на обменные курсы других стран СНГ менее выражено в краткосрочном периоде, но устойчиво и статистически значимо в долгосрочном периоде (см. Приложение, рис. A2).

Рис. 4. Влияние шока обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели Беларуси



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения номинального курса российского рубля. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал. *Источник:* собственные расчеты.

Другие внешние шоки, включая изменение реального ВВП США, Еврозоны, Китая, а также процентной ставки США, не влияют на макроэкономические показатели Беларуси и стран СНГ в целом. Из этого следует, что влияние внешних шоков на экономику Беларуси может быть изучено в рамках меньшей модели, ограниченной регионом ЕАЭС, без потери в качестве полученных результатов.

3.2. Результаты малой GVAR модели для ЕАЭС

Для оценки того, насколько может быть информативна региональная модель при анализе влияния внешних шоков на экономику Беларуси, мы построили GVAR модель по пяти странам ЕАЭС (Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана и России). Несмотря на большие возможности по выбору переменных, которые дает модель с малым числом стран, мы использовали те же данные и тот же горизонт времени, что и в большой модели для сопоставимости полученных результатов. Соответственно внутренними переменными были реальный ВВП, индекс потребительских цен, номинальный обменный курс, краткосрочная процентная ставка и широкая денежная масса. В качестве слабо экзогенных внешних переменных были использованы средневзвешенные реальный ВВП, индекс потребительских цен и обменный курс стран ЕАЭС. Взвешивание переменных было осуществлено на основании объемов внутрирегиональной торговли. Внешние широкая денежная масса и краткосрочные процентные ставки были исключены из модели, так как монетарные переменные стран ЕАЭС едва ли влияют на региональное развитие – зачастую они оказывают только ограниченный эффект даже на внутренние макроэкономические показатели. Кроме того, мы предположили, что экономические показатели России не подвержены влиянию инфляции и обменных курсов других стран ЕАЭС. Уменьшенное количество внешних переменных позволило дополнить модель несколькими глобальными переменными. В дополнение к ценам на нефть мы включили в качестве глобальных переменных ВВП Китая, США и Еврозоны, процентные ставки США, предполагая значимое влияние данных переменных на мировую экономику.

Все переменные, включенные в региональную модель, согласно ADF и WS тестам на единичный корень, интегрированы с порядком 1. Соответственно, для построения VAR модели с механизмом корректировки равновесия (VEC) не потребовалось производить дополнительных изменений в спецификациях. Они содержали детерминистические компоненты в

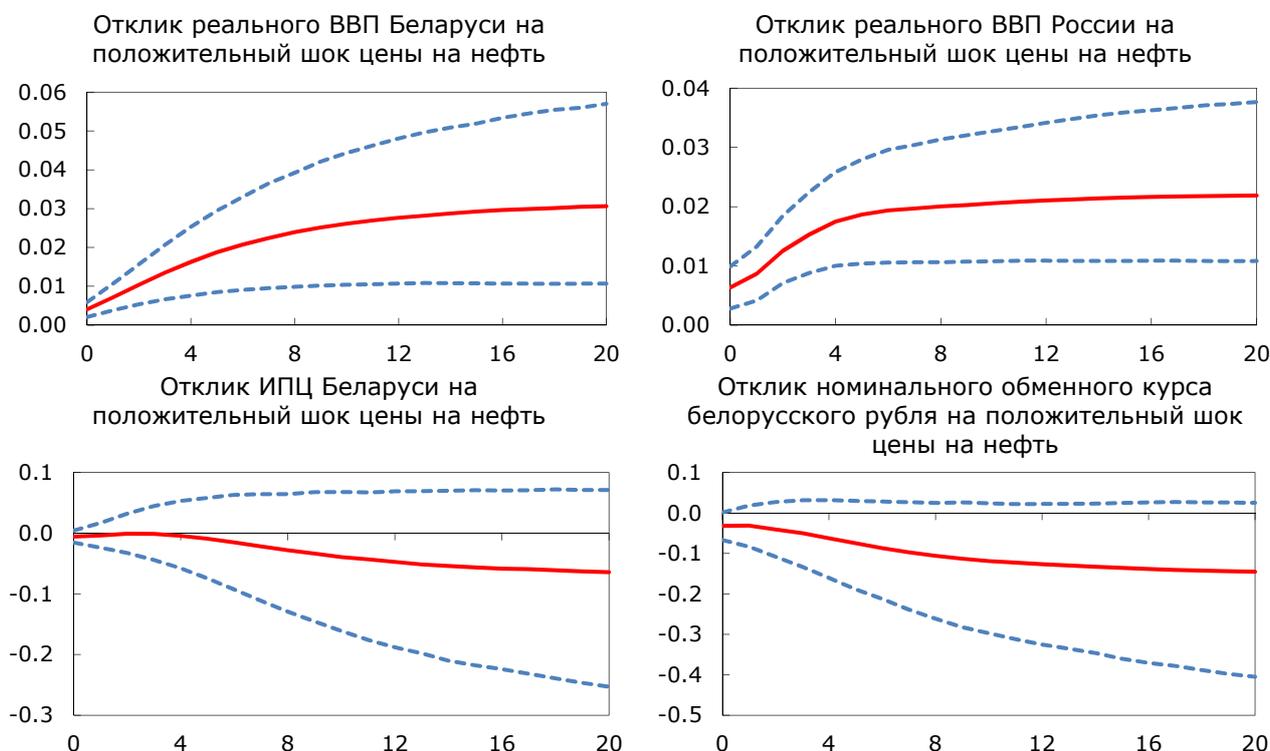
виде константы, включенной в VAR и коинтеграционное пространство, и тренда, включенного только в коинтеграционное пространство. Количество лагов эндогенных и экзогенных переменных было ограничено 1, исходя из значений байесовского критерия Шварца. Изначально коинтеграционный ранг на основе статистики следа был равен 4 для большинства стран (за исключением Казахстана, где ранг составил 3). Однако приемлемые профили устойчивости для коинтеграционных соглашений были получены только после сокращения числа векторов до 2 для всех стран. Данная спецификации потребовала корректировки модели для Беларуси, так как тесты отвергли гипотезу о слабой экзогенности внешнего ИПЦ. Соответственно, в конечной спецификации только внешний реальный ВВП и номинальный обменный курс оказывали прямое влияние на внутренние макроэкономические показатели Беларуси (табл. 7).

Таблица 7. Конечная спецификация малой GVAR модели для ЕАЭС

ЕАЭС	Внешние переменные			Глобальные переменные			Лаговая структура		Ранг коинтеграции	
	<i>gdp_x</i>	<i>cpi_x</i>	<i>ner_x</i>	<i>oil</i>	<i>gdp^{usa}</i>	<i>gdp^{chn}</i>	<i>nsr^{usa}</i>	внутренние переменные		внешние переменные
ARM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
BLR	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2
KAZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
KGZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
RUS	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2

Примечание. Внутренними переменными для всех стран являются *gdp*, *cpi*, *ner*, *nsr*, *m*. Глобальные переменные были включены в модель в качестве доминантной единицы (см. Chudik, Pesaran, 2014). Ее VAR спецификация предполагала отсутствие коинтеграции между глобальными переменными, обратной реакции от внутренних переменных и включала только 1 лаг глобальных переменных.
Источник: собственные расчеты.

Рис. 5. Влияние шока цены на нефть на макроэкономические показатели Беларуси и реальный ВВП России в рамках малой GVAR модели для ЕАЭС

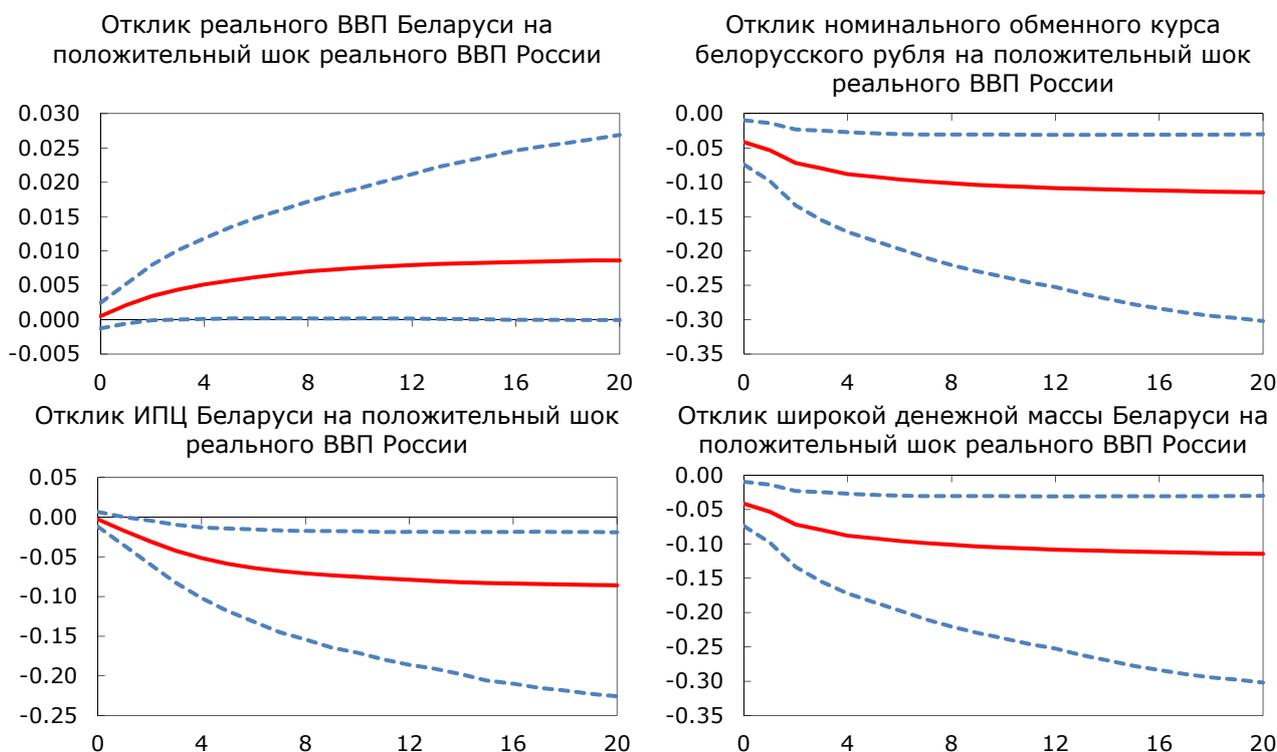


Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения цены на нефть. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.
Источник: собственные расчеты.

Динамический анализ на основании малой GVAR модели, построенной только для стран ЕАЭС, дает результаты близкие к тем, что были получены при расчете большой модели¹³. Шок увеличения цен на нефть оказывает положительное долгосрочное влияние на экономический рост в Беларуси (см. рис. 5). При этом оно не ведет к укреплению национальной валюты и не оказывает влияния на уровень цен. В других странах ЕАЭС воздействие шока цен на нефть на обменный курс статистически значимо, что полностью повторяет результаты большой модели.

Положительный шок роста ВВП России, в отличие от шока цены на нефть, связан с укреплением белорусского рубля, сокращением широкой денежной массы и соответствующим замедлением инфляции (см. рис. 6). Инфляция в Беларуси и номинальный обменный курс также подвержены влиянию шока девальвации российского рубля (см. рис. 7). В то же время влияние шока ВВП России на экономический рост Беларуси практически незначимо. Данные результаты также совпадают с результатами, полученными в рамках моделирования большой GVAR модели. Тем не менее, они остаются контринтуитивными относительно различий во влиянии цен на нефть и российского ВВП на экономический рост Беларуси.

Рис. 6. Влияние шока ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси в рамках малой GVAR модели для ЕАЭС



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения реального ВВП России. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

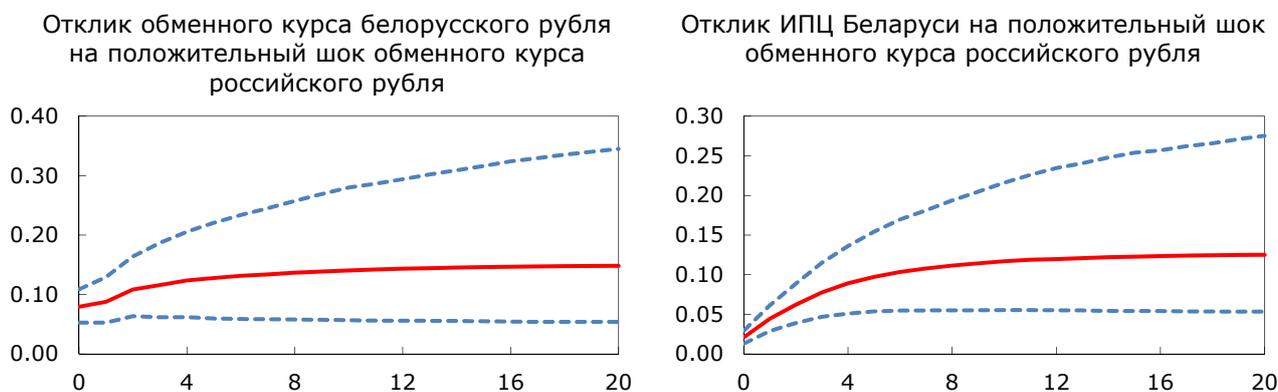
Источник: собственные расчеты.

Согласно теоретическим ожиданиям и результатам предыдущих исследований шок цены на нефть должен влиять на экономику Беларуси в первую очередь через изменение экономического положения в России. Считается, что белорусская экономика в большей степени зависит от экономического роста в России, чем от цены на нефть самой по себе. Однако большая и малая GVAR модели показывают, что эластичность ВВП Беларуси по цене нефти выше, чем у России (см. рис. 5). При этом реакция белорусского ВВП на изменения ВВП стран ЕАЭС менее выражена, чем реакция российского ВВП. Коэффициент одновременного эффекта от изменения внешнего ВВП на внутренний составляет 0.22% в Беларуси и 0.77% в России. Такие противоречивые результаты могут быть объяснены корреля-

¹³ Реакция макроэкономических переменных Беларуси на внутренние шоки имеет небольшие отличия. Схематическое представление данных откликов и их сравнение с результатами большой GVAR модели см. в табл. 9.

цией цены на нефть и ВВП России. Их одновременное включение в модель негативно отражается на качестве полученных результатов. Исключение из модели цены на нефть позволяет получить импульсные отклики макроэкономических показателей Беларуси на шок российского ВВП соответствующие теоретическим ожиданиям. Однако это неизбежно негативно отражается на общем качестве GVAR модели. В связи с этим SVAR модель с экзогенными переменными, построенная для отдельной страны, может дать лучшие результаты, чем GVAR модель.

Рис. 7. Влияние шока обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели Беларуси в рамках GVAR модели для ЕАЭС



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения номинального обменного курса российского рубля. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

Источник: собственные расчеты.

4. SVAR и GVAR: сравнительный анализ результатов

В данном разделе осуществляется сравнение импульсных откликов, полученных на основе GVAR моделей, рассмотренных ранее, с результатами, полученными при помощи стандартной SVAR модели, дополненной некоторыми релевантными экзогенными переменными. Результаты, вытекающие из GVAR моделирования, могут быть применены и в SVAR модели: мы можем включить в модель как средневзвешенные, так и индивидуальные зарубежные переменные. Это обеспечивает необходимую гибкость при построении SVAR модели с различными типами экзогенных переменных и позволяет анализировать всевозможные виды внешних шоков. В SVAR модели экзогенные переменные обычно включаются в форме X-переменных, которые учитывают влияние одновременных эффектов и лаговую структуру. В этом случае невозможно получить соответствующие импульсные отклики эндогенных переменных при шоках экзогенных переменных (здесь возможно только использование динамических мультипликаторов, которые нельзя напрямую сравнивать с функциями импульсного отклика). В данной работе используется другой подход. Первоначально все интересующие нас переменные включаются в VAR без ограничений как эндогенные, а затем налагаются необходимые ограничения на лаговую структуру, позволяющие сделать предполагаемые внешние переменные экзогенными по отношению к внутренним эндогенным переменным.

В дальнейшем мы рассмотрим SVAR модель с экзогенными переменными в контексте анализа трансмиссионного механизма монетарной политики в Беларуси. Исходя из традиционного подхода к анализу трансмиссионного механизма монетарной политики (см. Mishra, Montiel, 2013), SVAR модель обычно включает в себя следующий набор переменных: 1) целевые переменные (например, реальный ВВП и ИПЦ), 2) операционные цели монетарной политики (например, процентная ставка центрального банка, денежная база, обменный курс), 3) промежуточные цели (например, денежные агрегаты), 4) внешние переменные (например, мировые цены на нефть). В Беларуси цели монетарной политики со временем менялись: от таргетирования обменного курса в недалеком прошлом до монетарного таргетирования, применяемого в настоящее время. Поэтому в SVAR модели обменный курс может рассматриваться и как операционная цель, и как переменная, характеризующая открытость экономики (особенно в условиях режима плавающего обменного курса).

Кроме того, экономика Беларуси имеет тесные экономические и политические связи с Россией, экономика которой оказывает сильное влияние на белорусскую. Следовательно, российский реальный ВВП или средневзвешенный реальный ВВП из GVAR модели является подходящей экзогенной переменной в SVAR модели. Номинальный обменный курс российского рубля также выступает очень важной переменной для белорусской экономики, которая должна быть включена в SVAR модель. Наконец, цена на нефть – это одна из ключевых экзогенных переменных для экономики Беларуси, и она тоже должна быть учтена в SVAR модель.

Перед спецификацией SVAR модели мы изменили несколько переменных по сравнению с GVAR моделью, а именно, номинальная краткосрочная процентная ставка (*nsr*) была заменена на номинальную ставку рефинансирования (*NIRR*), и широкая денежная масса (*m*) была заменена на денежную базу (*mb*)¹⁴. Эти замены нужны для того, чтобы принять во внимание режим монетарного таргетирования в Беларуси, который рассматривается в работе Пелипась, Кирхнер (2015)¹⁵.

Учитывая вышесказанное, SVAR модель для анализа каналов монетарной трансмиссии в Беларуси включала следующие 5 эндогенных переменных: номинальная ставка рефинансирования (*NIRR*), денежная база (*mb*)¹⁶, реальный ВВП (*gdp*), индекс потребительских цен (*cpi*) и номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США (*ner*). Модель также включала 3 экзогенные переменные: цена нефти (*oil*), средневзвешенный зарубежный реальный ВВП (*gdp_x*) и номинальный обменный курс российского рубля по отношению к доллару США (*nerru*). Все переменные, за исключением *NIRR*, были выражены в натуральных логарифмах. Для спецификации и оценки SVAR модели использовалась следующая стратегия.

1) Сначала используется VAR модель без ограничений, включающая потенциально экзогенные переменные. Затем на лаговую структуру данной модели налагаются соответствующие ограничения таким образом, чтобы сделать эти переменные экзогенными по отношению к остальным переменным системы. В этом случае эндогенные переменные не могут оказывать влияния на экзогенные, в то время как последние являются частью системы. Такой прием позволяет использовать экзогенные переменные для анализа импульсных откликов.

В SVAR модели использовались логарифмические уровни переменных, которые являются нестационарными с порядком интегрированности $I(1)$. Такой подход часто используется в литературе, и основывается на работе Sims, Stock, Watson (1990), где авторы показали возможность использования нестационарных (с единичным корнем) и потенциально коинтегрированных переменных в VAR моделях. Поскольку наша цель – это анализ откликов отдельных переменных на шоки других переменных, такой подход представляется вполне обоснованным. При этом использование нестационарных переменных в уровнях (вместо их первых разностей) позволяет косвенно учесть наличие потенциальной коинтегрированности между исследуемыми переменными.

После оценки VAR модели с ограничениями на лаговую структуру для экзогенных переменных накладываются ограничения идентификации на матрицу краткосрочных одновременных эффектов с целью выделить отдельные шоки и сделать их структурными (SVAR модель). Для этого использовалась так называемая AB-модель (см. Breitung, Bruggemann, Lutkepohl, 2004).

2) Важной процедурой в рамках SVAR модели является идентификация матрицы краткосрочных одновременных эффектов. Обычно используется рекурсивная схема идентификации или схема, основанная на соображениях экономической теории. В первом случае, как правило, предполагается, что более экзогенные переменные располагаются в модели первыми, а более эндогенные – последними. Это может приводить к неопределенности и произвольности при идентификации SVAR модели. Во втором случае ограничения наклад-

¹⁴ Переменная денежной базы была скорректирована на сезонность в программе JDemetra+ 2.1.0.

¹⁵ Механизм монетарной трансмиссии в Беларуси рассматривается в работах Мирончик (2015), Безбородова, Михаленок (2015).

¹⁶ Использование денежных агрегатов M1 и M2 дает аналогичные результаты. Включение в SVAR модель агрегата M3 (где доминируют депозиты в иностранной валюте, номинированные в белорусских рублях) ведет к контринтуитивным результатам (рост M3 приводит к снижению ИПЦ).

дываются на основе экономической теории (см., например, работу Kim, Roubini, 2000). Однако следует отметить, что наложенные ограничения на основе экономической теории (как при рекурсивной, так и при нерекурсивной схеме) не всегда оказываются приемлемыми со статистической точки зрения. Это означает, что ограничения могут отвергаться соответствующими статистическими тестами или большое количество оцененных коэффициентов в матрице краткосрочных одновременных эффектов может оказаться статистически незначимыми.

Проблема идентификации SVAR модели может быть решена при помощи формальных статистических методов, основанных на теории графов (см. Demiralp, Hoover, 2003; Hoover, Demiralp, Perez, 2009). В этом случае идентификация основывается на корреляционной/ковариационной матрице остатков VAR модели и алгоритма определения ориентированных ациклических графов (Spirtes, Glymour, Scheines, 2000). Такой подход позволяет определить статистически значимые одновременные каузальные связи между переменными и осуществить идентификацию SVAR модели на основе реальных свойств используемых данных. При этом важно, что ориентированные ациклические графы (ОАГ) при идентификации SVAR модели, как правило, дают возможность получить матрицу краткосрочных одновременных эффектов, содержащую статистически значимые коэффициенты¹⁷.

3) На основе идентифицированной SVAR модели можно определить влияние ортогональных (структурных) шоков. Такой анализ осуществляется при помощи функций импульсного отклика. Для оценки значимости влияния шоков мы использовали доверительные интервалы, полученные бутстрэп методом. Данный подход особенно уместен при использовании SVAR модели в уровнях, когда статистические выводы, основанные на асимптотике, могут оказаться проблематичными. Оценка SVAR модели и анализ импульсных откликов осуществлялся при помощи эконометрического программного обеспечения JMulTi 2.24¹⁸.

Таблица 8. SVAR модель: нерекурсивная схема идентификации

(1) Включение экзогенных переменных: ограничения на лаговую структуру

oil(t)	*	0	0	0	0	0	0	0	oil(t-1)	*	0	0	0	0	0	0	0	oil(t-2)	*	CONST
gdp(t)	*	*	0	0	0	0	0	0	gdp(t-1)	*	*	0	0	0	0	0	0	gdp(t-2)	*	
nerru(t)	*	*	*	0	0	0	0	0	nerru(t-1)	*	*	*	0	0	0	0	0	nerru(t-2)	*	
NIRR(t)	*	*	*	*	*	*	*	*	NIRR(t-1)	*	*	*	*	*	*	*	*	NIRR(t-2)	*	
mb(t)	*	*	*	*	*	*	*	*	mb(t-1)	*	*	*	*	*	*	*	*	mb(t-2)	*	
gdp(t)	*	*	*	*	*	*	*	*	gdp(t-1)	*	*	*	*	*	*	*	*	gdp(t-2)	*	
cpi(t)	*	*	*	*	*	*	*	*	cpi(t-1)	*	*	*	*	*	*	*	*	cpi(t-2)	*	
ner(t)	*	*	*	*	*	*	*	*	ner(t-1)	*	*	*	*	*	*	*	*	ner(t-2)	*	

(2) Идентификация структурных шоков

ограничения на A -матрицу								ограничения на B -матрицу							
oil	gdp	nerru	NIRR	mb	gdp	cpi	ner	oil	gdp	nerru	NIRR	mb	gdp	cpi	ner
1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0
*	1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0
0	*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0
*	*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
0	*	*	*	0	0	1	*	0	0	0	0	0	0	*	0
0	0	*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*

(3) LR-тест ограничений сверхидентификации SVAR модели: $\chi^2(18) = 19.4054$ ($p = 0.3673$)

Примечание. * означает свободно оцениваемый параметр; 0 означает, что на параметр наложено нулевое ограничение; CONST – константа.

Источник: Составлено и рассчитано авторами при помощи эконометрической программы JMulTi 4.24.

В первой части табл. 8 представлены ограничения на лаговую структуру SVAR модели. Как видим, цена на нефть является наиболее экзогенной переменной в системе. Она оказывает влияние на все остальные переменные системы, в то время как эти переменные не влияют на переменную *oil*. Следующей почти экзогенной переменной выступает зарубежный реальный ВВП. Эта переменная экзогенна по отношению ко всем остальным переменным системы за исключением *oil*, которая может оказывать влияние на переменную *gdp*.

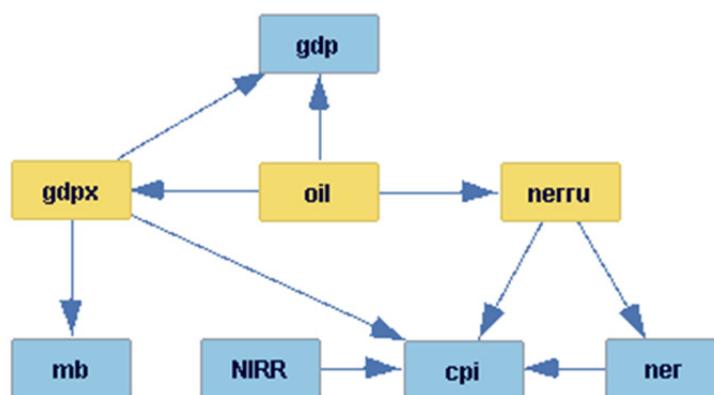
¹⁷ Для построения ОАГ использовалась программа TETRAD 5.3.0-0, <http://www.phil.cmu.edu/tetrad/>.

¹⁸ <http://www.jmulti.de/>.

Третьей почти экзогенной переменной является номинальный обменный курс российского рубля. Эта переменная экзогенна по отношению ко всем остальным переменным за исключением переменных *oil* и *gdp_x*. Все остальные переменные – это внутренние переменные, они являются эндогенными и взаимодействуют друг с другом.

Модель также включает константу (переменная тренда оказывается статистически незначимой во всех уравнениях системы и исключается из модели). Чтобы обеспечить определенную сопоставимость с лаговой структурой GVAR модели, длина лага в SVAR модели была выбрана, равной 2. При такой спецификации имеет место автокорреляция остатков модели. Включение одного дополнительного лага решает эту проблему, но конечные результаты (функции импульсного отклика) остаются практически одинаковыми как для модели с двумя, так и с тремя лагами. Поэтому мы предпочли более простую модель в смысле лаговой структуры, которая более сопоставима с нашей GVAR моделью, рассмотренной ранее.

Рис. 8. Ориентированный ациклический граф (ОАГ) для SVAR модели



Примечание. Экзогенные и эндогенные переменные обозначены желтым и синим цветом соответственно.

Источник: рассчитано и составлено авторами при помощи Tetrad 5.3.0-0.

Идентификация SVAR модели была осуществлена на основе ОАГ. Был использован СРС-метод в программе TETRAD с параметром $\alpha = 0.2$ ¹⁹. Следует отметить, что в нашем случае алгоритм выявляет связи между переменными, но не показывает всех их необходимых направлений. Поскольку в модели имеется три экзогенные переменные, то это позволяет определить все каузальные краткосрочные одновременные эффекты, используя следующее правило: эндогенные переменные не могут влиять на экзогенные, но экзогенные переменные могут воздействовать как на эндогенные, так на почти экзогенные переменные. Полученные результаты представлены на рис. 8.

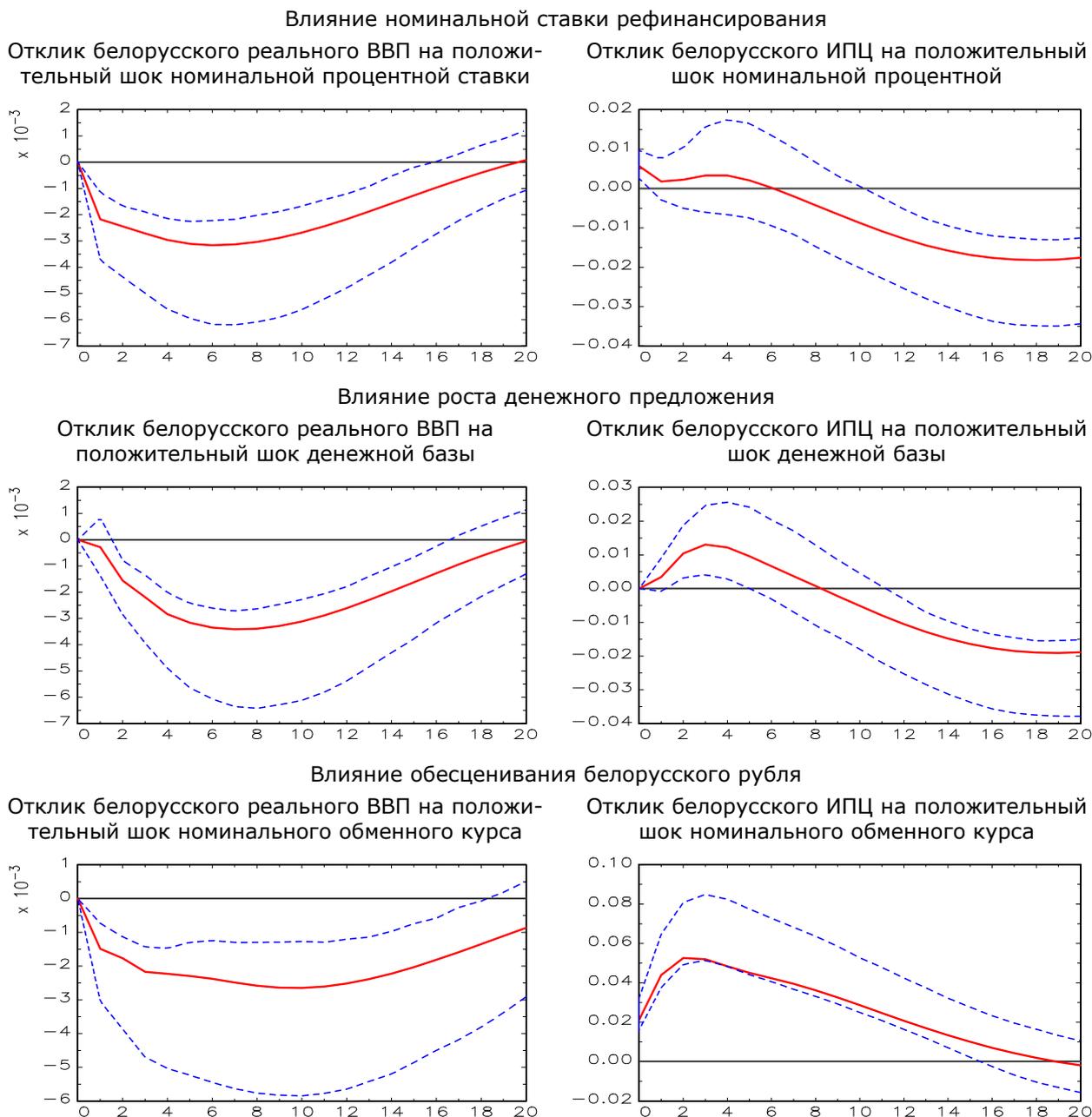
Согласно этим результатам, имеют место следующие одновременные каузальные связи: между ценой на нефть и зарубежным и внутренним реальным ВВП, а также номинальным обменным курсом российского рубля; между зарубежным реальным ВВП и внутренним реальным ВВП, денежной базой и индексом потребительских цен; между номинальным обменным курсом российского рубля и номинальным обменным курсом белорусского рубля и индексом потребительских цен; между номинальной ставкой рефинансирования и индексом потребительских цен. Все обозначенные направления влияния представляются вполне обоснованными и не противоречат теоретическим соображениям.

Результаты, представленные на рис. 8, были использованы для идентификации ограничений на **A**-матрицу (вторая часть табл. 8). Совместно с диагональными элементами этой матрицы, равными 1, это дает 18 заполненных элементов матрицы. Все остальные элементы **A**-матрицы, согласно принятым ограничениям, равны нулю. Объединяя эту матрицу с **B**-матрицей, в которой оцениваются только диагональные элементы, получаем **AB**-модель, позволяющую идентифицировать структурные шоки. Важно, что в данном случае наложенные ограничения подтверждаются данными. Ограничения сверхидентификации не от-

¹⁹ Для выборок менее 100 наблюдений этот параметр существенно превышает стандартный уровень значимости и обычно выбирается на уровне, равном 0.2–0.3.

вергаются согласно соответствующему LR-тесту (третья часть табл. 8). Таки образом, полученная SVAR модель может быть использована для анализа импульсных откликов в результате структурных шоков.

Рис. 9. Монетарная трансмиссия в Беларуси: SVAR модель



Примечание. Красная сплошная линия представляет функцию импульсного отклика соответствующей переменной в результате положительного структурного шока, равного одному стандартному отклонению, номинальной процентной ставки, денежной базы и номинального обменного курса; голубые штриховые линии изображают 90% доверительные интервалы, полученные бутстрэп методом и представляющие собой процентиля Холла (количество псевдо-выборок при бутстрэпировании было равно 1000).

Источник: собственные расчеты.

Внутренние шоки в экономике Беларуси. Рис. 9 отражает монетарную трансмиссию в белорусской экономике: влияние номинальной ставки рефинансирования, роста денежного предложения и обесценивания (укрепления) белорусского рубля на основные макроэкономические переменные – реальный ВВП и ИПЦ. Согласно теоретическим ожиданиям, ужесточение монетарной политики посредством увеличения номинальной процентной ставки должно приводить к снижению реального выпуска и уменьшению инфляции. Кроме того, предполагается, что рост денежного предложения положительно связан с ростом по-

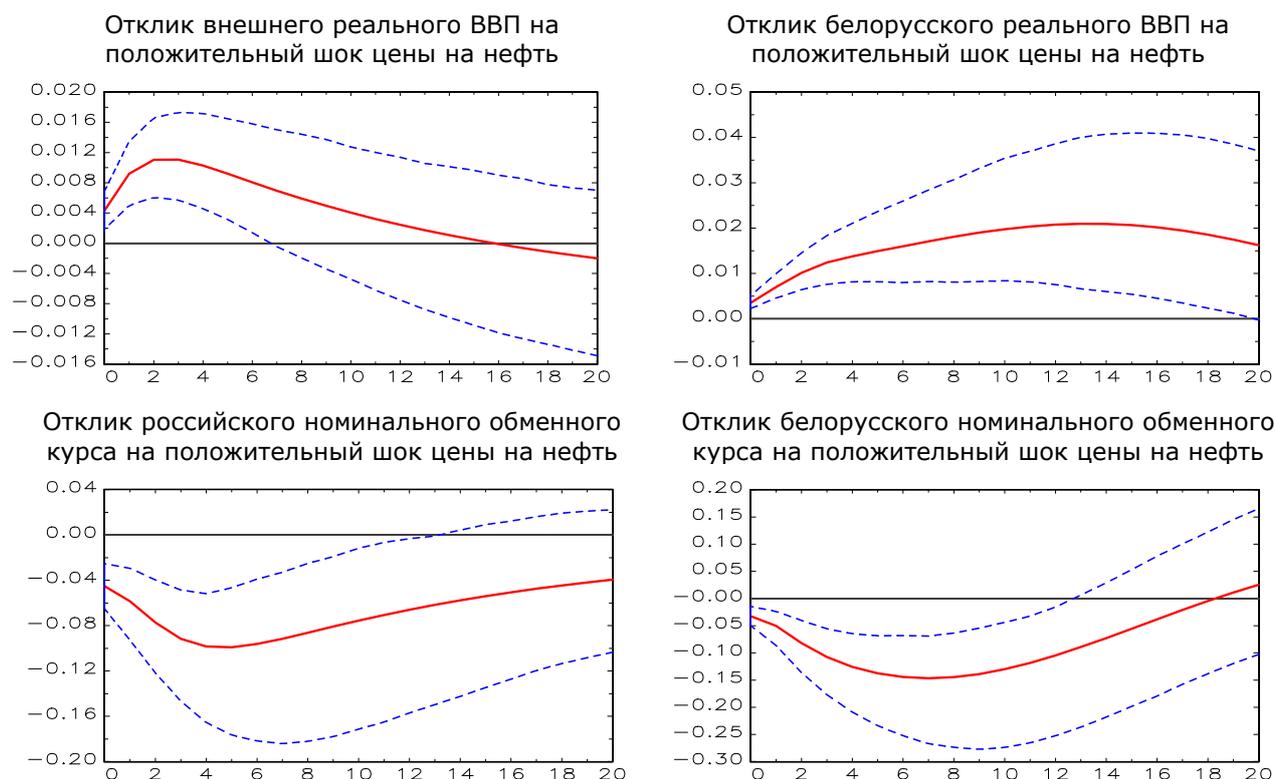
требительских цен. Наконец, девальвация белорусского рубля должно сопровождаться ростом цен.

В целом полученные результаты согласуются с теоретическими ожиданиями. Рост номинальной ставки рефинансирования ведет к статистически значимому сокращению реального ВВП, пик которого приходится на примерно 5–6 квартал. Индекс потребительских цен также имеет тенденцию к снижению, однако этот эффект не является статистически значимым в пределах какого-либо резонного временного периода.

Шок монетарной базы ведет к сокращению реального ВВП после приблизительно 2 кварталов (до этого периода результаты являются неопределенными, так как доверительные интервалы находятся и в положительной, и в отрицательной области) и росту индекса потребительских цен, который достигает своего пика примерно через 3–4 квартала. Влияние данных шоков статистически значимо и соответствует результатам большой GVAR модели (см. подробно об этом в подразделе 3.1) Реакция реального ВВП на шок денежной базы выглядит слишком большой, но в целом это согласуется с теоретическими ожиданиями, согласно которым экспансионистская денежная политика не является надлежащим стимулом для экономического роста в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Шок номинального обменного курса (обесценивание белорусского рубля) ведет к статистически значимому сокращению реального ВВП и росту индекса потребительских цен, что фактически совпадает с результатами, полученными ранее на основе большой GVAR модели.

Итак, отклики основных макроэкономических индикаторов в основном не противоречат теоретическим ожиданиям. Кроме того, профиль реального ВВП выглядит как J-кривая, в которой восстановление начинается примерно после 2.5 лет. Таким образом, SVAR модель с экзогенными переменными достаточно хорошо описывает механизм монетарной трансмиссии в Беларуси в контексте внешних шоков, влияющих на национальную экономику.

Рис. 10. Влияние шока цены на нефть: SVAR модель

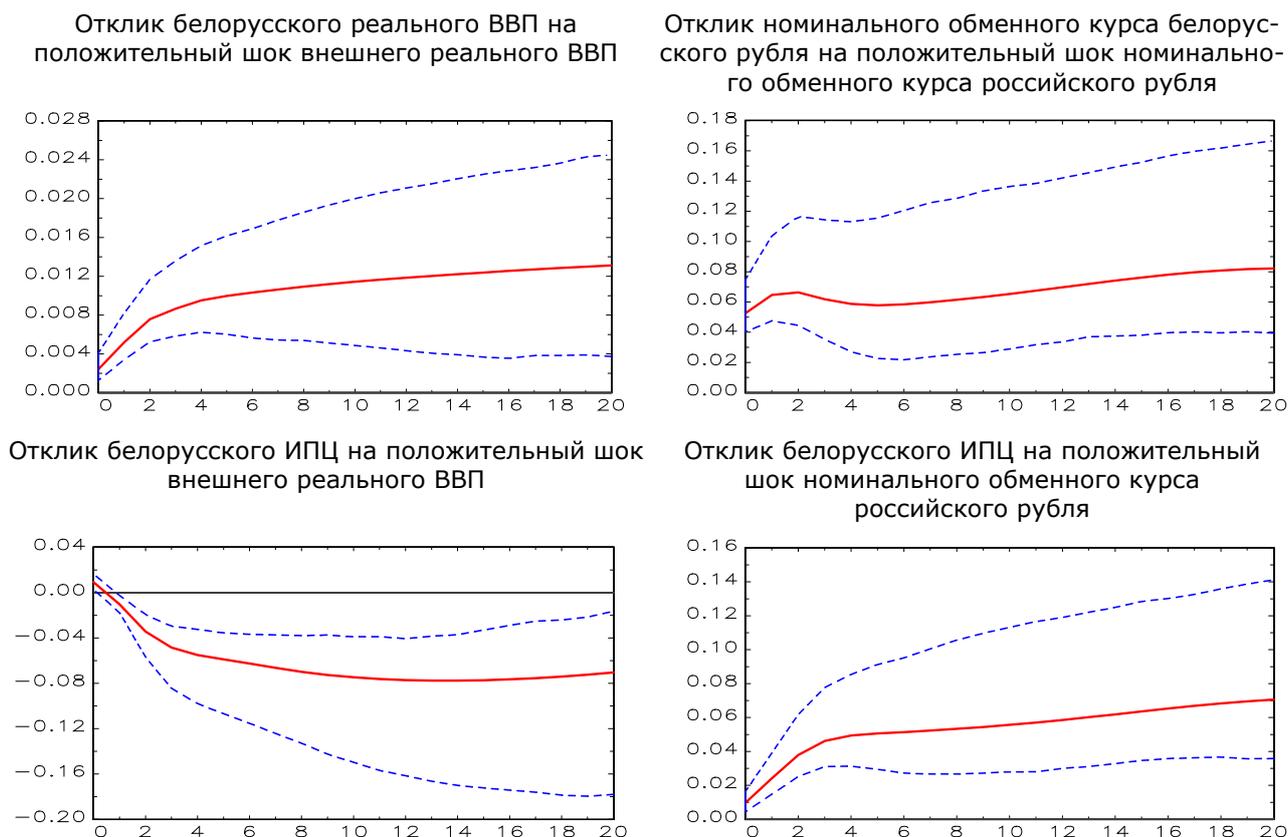


Примечание. Красная сплошная линия представляет функцию импульсного отклика соответствующей переменной в результате положительного структурного шока, равного одному стандартному отклонению, цены на нефть; голубые штриховые линии изображают 90% доверительные интервалы, полученные бутстрэп методом и представляющие собой процентилю Холла (количество псевдо-выборок при бутстрэпировании было равно 1000).

Источник: собственные расчеты.

Внешние шоки: цена на нефть. На рис. 10 показано влияние шока цены на нефть на зарубежный и внутренний реальный ВВП, а также российский и белорусский номинальный обменный курс. Полученные результаты весьма определены: рост цен на нефть²⁰ ведет к увеличению зарубежного реального ВВП²¹, который достигает своего максимального значения где-то через 2–3 квартала. Данный эффект исчезает после 6–7 кварталов, и значения функции импульсного отклика становятся незначимыми. Реакция белорусского реального ВВП еще более ярко выражена: функция импульсного отклика является положительной на протяжении всего анализируемого периода. Профили импульсного отклика для номинального обменного курса в России и Беларуси в целом схожи, хотя в последнем случае сила влияния выше. В обеих странах положительный шок цены на нефть снижает номинальный обменный курс и этот эффект постепенно исчезает после достижения своего максимума через примерно 4 и 7 кварталов в России и Беларуси соответственно.

Рис. 11. Влияние шока внешнего реального ВВП и российского номинального обменного курса: SVAR модель



Примечание. Красная сплошная линия представляет функцию импульсного отклика соответствующей переменной в результате положительного структурного шока, равного одному стандартному отклонению, внешнего реального ВВП и номинального обменного курса российского рубля; голубые штриховые линии изображают 90% доверительные интервалы, полученные бутстрэп методом и представляющие собой процентиля Холла (количество псевдо-выборок при бутстрэпировании было равно 1000).

Источник: собственные расчеты.

Внешние шоки: мировая экономика и экономика России. На рис. 11 отражено влияние шоков зарубежного реального ВВП и российского номинального обменного курса. Рост зарубежного реального ВВП (следовательно, и российского реального ВВП) приводит к выраженному увеличению реального ВВП в Беларуси. В то же время это сопровождается статистически значимым снижением ИПЦ. Увеличение российского номинального обменного

²⁰ Поскольку функции импульсного отклика симметричны, то при уменьшении цены на нефть графики будут читаться симметрично в противоположном направлении.

²¹ Средневзвешенный зарубежный реальный ВВП для Беларуси в значительной степени совпадает с российским реальным ВВП (поскольку Россия является одним из главных торговых партнеров). Поэтому в рамках данного анализа он может рассматриваться как аппроксимация реального ВВП России.

курса ожидаемо ведет к повышению номинального обменного курса в Беларуси и росту потребительских цен. Таким образом, все рассмотренные импульсные отклики соответствуют теоретическим ожиданиям.

Таблица 9. SVAR и GVAR: сравнение результатов

Положительный шок	Большая GVAR модель			Малая GVAR модель для ЕАЭС			SVAR модель		
	Отклик внутренних переменных								
	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>ner</i>	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>ner</i>	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>ner</i>
<i>oil</i>	++	+	+	++	-	-	++	-	---+
<i>gdp_x</i>	++	---*	---*	++	---*	---*	++	---	---
<i>nerru</i>	-+	++	++	-	++	++	-+	++	++
	Отклик внешних (зарубежных) переменных								
	<i>gdp_x*</i>	<i>nerru</i>	<i>gdp_x*</i>	<i>nerru</i>	<i>gdp_x</i>	<i>nerru</i>			
<i>oil</i>	++	---+	++	--	++-	--			
<i>gdp_x</i>	++	-	NA	NA	NA	--			
	Монетарная трансмиссия								
	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>	<i>gdp</i>	<i>cpi</i>			
<i>nsr (NIRR)</i>	--	+-	-	+	--	-			
<i>m (mb)</i>	--	++	-+	+-	--	++			
<i>ner</i>	--	++	--	++	--	++			

Примечание. ++ означает положительный статистически значимый отклик; + означает положительный статистически незначимый отклик; -- означает отрицательный статистически значимый отклик; - означает отрицательный статистически незначимый отклик; ++- и ---+ означает статистически значимый отклик, который теряет свою значимость в долгосрочном периоде; NA - данные отклики не рассматривались; * означает, что вместо зарубежной переменной использовалась переменная для России. Статистически значимые отклики выделены серым цветом.

Источник: собственные расчеты.

Для сравнения результатов, полученных при помощи SVAR модели дополненной экзогенными переменными, с аналогичными результатами GVAR моделей мы обобщили их в компактной форме, представленной в табл. 9. Как видно, в целом результаты импульсных откликов различных моделей (большая GVAR, малая GVAR для ЕАЭС и SVAR для отдельно взятой страны) не противоречат друг другу и во многих случаях выглядят вполне обоснованными. Каждая из моделей имеет свои достоинства и недостатки. На наш взгляд, все рассмотренные модели могут дополнять друг друга. В частности, большая GVAR модель может быть использована для экспресс анализа международных связей и оценки влияния соответствующих внешних шоков. Результаты такого моделирования могут быть успешно использованы для построения более локальных моделей, которые исследуют взаимодействия в рамках экономических союзов, таких как ЕАЭС, а также для углубленного анализа различных аспектов экономической динамики на основе SVAR моделей для отдельно взятой страны, дополненной внешними переменными (например, для анализа трансмиссионного механизма монетарной политики). При этом выбор методологии, по нашему мнению, должен определяться целями эмпирического исследования и основываться на тщательном сборе данных и их анализе.

5. Краткие выводы

В представленном исследовании предпринята попытка моделирования международных связей экономики Беларуси при помощи достаточно нового аналитического подхода – глобальной векторной авторегрессионной модели, которая до настоящего времени не применялась для анализа белорусской экономики. GVAR модель является многострановой моделью, специально разработанной для изучения глобальных макроэкономических проблем.

В данной работе были использованы большая (34 страны) и малая (5 стран-членов ЕАЭС) GVAR модели, при помощи которых определялись реакции основных макроэкономических переменных Беларуси, таких как реальный ВВП, инфляция и номинальный обменный курс, на широкий набор внешних и внутренних шоков. Полученные профили откликов в большинстве случаев соответствуют теоретическим соображениям. Другой тип VAR моделей, такой как структурные векторные авторегрессии (SVAR) для отдельно взятой страны в значительной степени подтверждают результаты, полученные с помощью GVAR моделей, что свидетельствует об устойчивости полученных нами результатов.

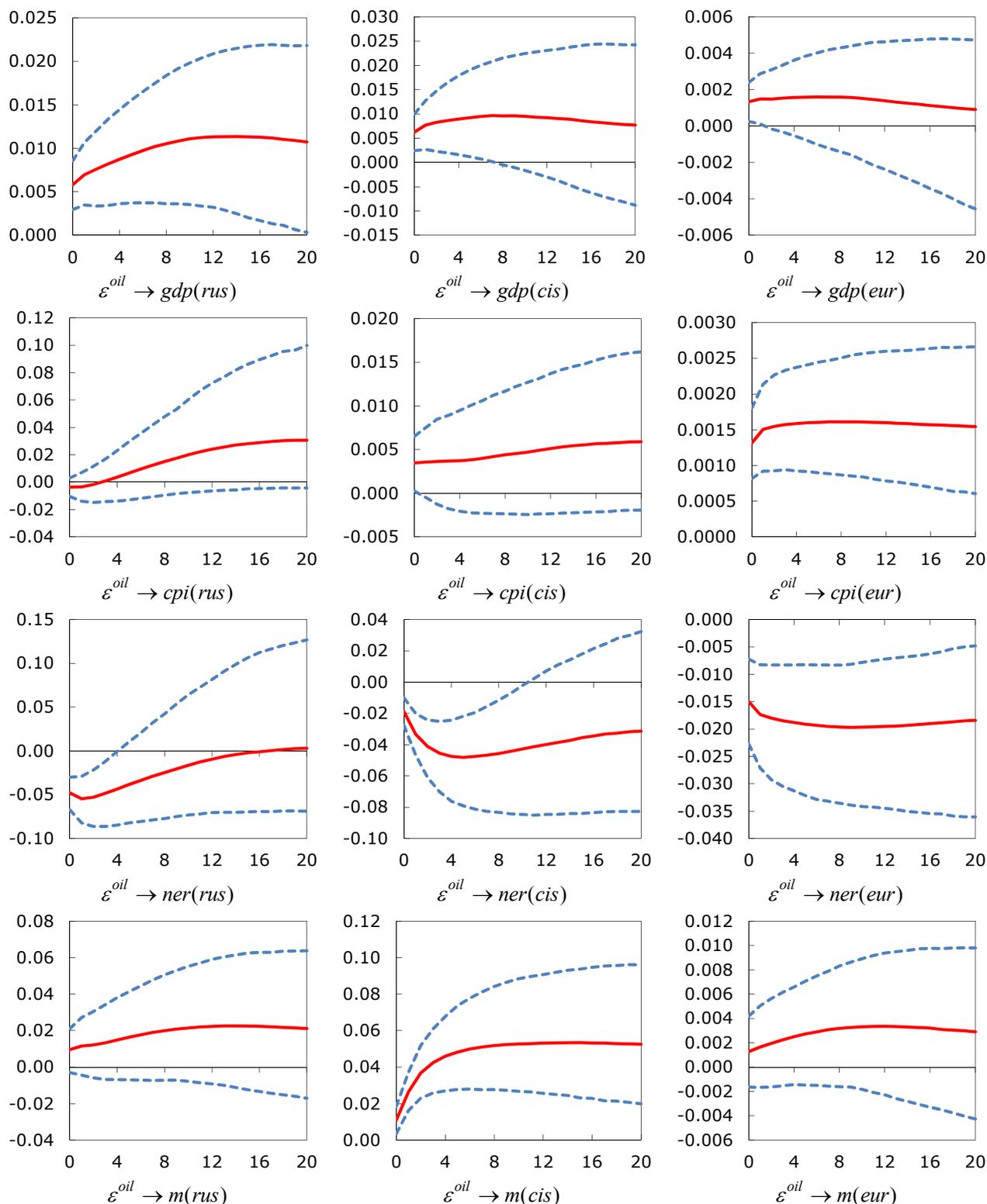
Литература

- Безбородова, А., Михаленок, Ю. (2015). Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики на основе байесовских векторных авторегрессий, *Банковский вестник*, 4, 23–30; 5, 29–36.
- Крук, Д., Точицкая, И., Шиманович, Г. (2009). Влияние глобального экономического кризиса на экономику Беларуси, рабочий материал Исследовательского центра ИПМ WP/09/03.
- Мирончик, Н. (2015). Теоретическое представление о монетарной трансмиссии в Республике Беларусь, *Банковский вестник*, 4, 16–22.
- Пелипась, И., Кирхнер, Р. (2015). Эмпирические основы монетарного таргетирования в Беларуси, *Банковский вестник*, 11, 14–20; 12, 10–20.
- Breitung, J., Bruggemann, R., Lutkepohl, H. (2004). Structural vector autoregressive modeling and impulse responses. In H. Lutkepohl and M. Kratzig (eds.), *Applied time series econometrics*, Cambridge University Press, 159–196.
- Chudik, A., Pesaran, M.H. (2016). Theory and practice of GVAR modelling, *Journal of Economic Surveys*, 30, 165–197.
- De Waal, A., van Eyden, R. (2016). The impact of economic shocks in the rest of the world on South Africa: Evidence from a global VAR, *Emerging Markets Finance and Trade*, 52, 557–573.
- Dées, S., di Mauro F., Pesaran, H., Smith, L. (2007). Exploring the international linkages of the euro area: a global VAR analysis, *Journal of Applied Econometrics*, 22, 1–38.
- Demiralp, S., Hoover, K. D. (2003). Searching for the causal structure of a vector autoregression, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65, 745–767.
- di Mauro, F., Pesaran, M.H. (2013). *The GVAR Handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for policy analysis*. Oxford University Press, Oxford.
- Hoover, K. D., Demiralp, S., Perez, S. J. (2009). Empirical identification of the vector autoregression: The causes and effects of US M2. In J. L. Castle and N. Shephard (eds.), *The Methodology and Practice of Econometrics*, Oxford University Press, 37–58.
- Kim, S., Roubini, N. (2000). Exchange rate anomalies in the industrial countries: A solution with a structural VAR approach, *Journal of Monetary Economics*, 45, 561–586.
- Koop, G, Pesaran, M. H, Potter, S.M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models, *Journal of Econometrics*, 74, 119–147.
- Mishra, P., Montiel, P. (2013). How effective is monetary transmission in low-income countries? A survey of the empirical evidence, *Economic Systems*, 37, 187–216.
- Pesaran, H., Shin, Y. (1996). Cointegration and speed of convergence to equilibrium, *Journal of Econometrics*, 71, 117–143.
- Pesaran, M. H., Schuermann, T. Weiner, S. M. (2004). Modeling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconomic model, *Journal of Business and Economic Statistics*, 22, 129–162.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models, *Economics Letters*, 58, 17–29.
- Pesaran, M.H., Schuermann, T., Weiner, S.M. (2004). Modelling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconomic model, *Journal of Business and Economics Statistics*, 22, 129–162.
- Pesaran, M.H., Smith, L.V., Smith, R. P. (2007). What if the UK or Sweden had joined the Euro in 1999? An empirical evaluation using a Global VAR, *International Journal of Finance and Economics*, 12, 55–87.
- Ricci-Risquete, A., Ramajo-Hernández, J. (2015). Macroeconomic effects of fiscal policy in the European Union: a GVAR model, *Empirical Economics*, 48, 1587–1617.

- Sims, C. A., Stock, H., Watson, M. W. (1990). Inference in linear time series models with some unit roots, *Econometrica*, 58, 13–144.
- Smith, L. V., Galesi, A. (2014). GVAR Toolbox 2.0. User Guide, available at <https://sites.google.com/site/gvarmodelling/gvar-toolbox>.
- Spirtes, P., Glymour, C. and Scheines, R. (2000). *Causation, prediction and search*, MIT Press, Cambridge, MA, 568 pp.

Приложение А. Отдельные функции обобщенного импульсного отклика на шоки в большой GVAR модели

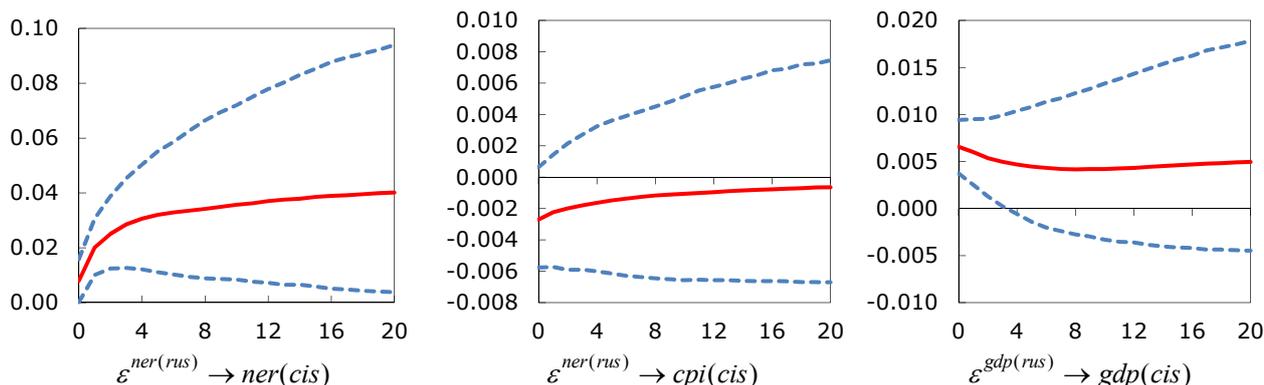
Рис. А1. Влияние шока цен на нефть на макроэкономические показатели России, других стран СНГ и стран еврозоны



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения цены на нефть. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

Источник: собственные расчеты.

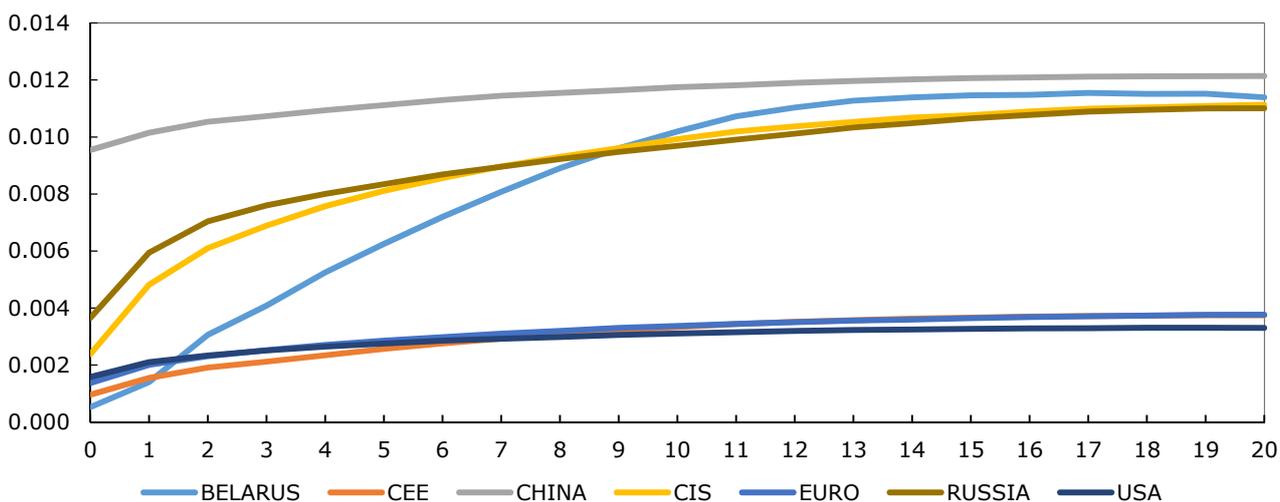
Рис. А2. Влияние шока реального ВВП России и номинального обменного курса российского рубля на макроэкономические показатели других стран СНГ



Примечание. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения реального ВВП России или номинального обменного курса российского рубля. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Штриховые голубые линии отражают 90% доверительный интервал.

Источник: собственные расчеты.

Рис. А3. Влияние шока внешнего реального ВВП на внутренний



Примечание. Цветные линии представляет медианную оценку функций обобщенного импульсного отклика (GIRF) реального ВВП соответствующих стран на положительный шок одного стандартного отклонения внешнего реального ВВП. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп процедуры с 2000 повторений. Доверительные интервалы не представлены на рисунке, так как нижняя граница 90% доверительного интервала находится в положительной области для всех стран.

Источник: собственные расчеты.