

# Международные связи и внешние шоки: использование глобальной VAR-модели для Беларуси

Игорь ПЕЛИПАСЬ



Председатель наблюдательного совета  
Исследовательского центра Института  
приватизации и менеджмента кандидат  
экономических наук, доцент

Глеб ШИМАНОВИЧ



Экономист Исследовательского  
центра Института приватизации и  
менеджмента

**Ключевые слова:**

*глобальная VAR-модель (GVAR), структурная VAR-модель (SVAR), международные экономические связи, внешние и внутренние шоки, импульсные отклики, монетарная трансмиссия, ЕАЭС.*

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 основополагающей работе [11], с появлением которой много работ было посвящено моделированию на основе GVAR-моделей. Всесторонний обзор различных аспектов моделирования при помощи GVAR-моделей представлен в [3].

В настоящее время GVAR-модели используются для эмпирического исследования таких проблем, как:

1) глобальные макроэкономические проблемы (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) прогнозирование;  
3) глобальные финансы;  
4) региональные и отраслевые проблемы.

Подробный обзор практики использования GVAR-моделей для анализа экономической политики дается в работе [6]. 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.

### 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, которые исходят от отдельных стран (или их групп) и влияют на другие страны (или их группы). Формальное детальное описание GVAR-методологии представлено в [3; 6; 11; 14] 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.

I. 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 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 могут различаться для различных стран. Это также является предметом эмпирического тестирования.

II. 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 [14].

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) тестирование 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 доверительных 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 для анализа распространения шоков использовались обобщенные функции импульсного отклика [7; 8], которые 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.

### Используемые данные

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 [1]. 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.

Список основных партнеров был определен на основании географической структуры внешней торговли стран ЕАЭС. Были отобраны 29 стран с долей во внешнеторговом обороте стран ЕАЭС выше 0,5% в течение 2013–2015 гг. Большинство отобранных стран представляют Европу и Юго-Восточную Азию (таблица 1). С учетом стран ЕАЭС общее количество стран, включенных в модель, составило 34. Из-за 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 исходя из географического принципа и/или

уровня экономического развития. 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 актуальнее 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 [6]. 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 [3], 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

Таблица 1

## Группировка стран, включенных в модель

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

Примечание. Собственная разработка автора.

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 (таблица 2). Выбор данных переменных был предопределен результатами предыдущих исследований, посвященных каналам монетарной трансмиссии в Беларуси [2].

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 нестандартизированные формы отчетности. Для них широкая денежная масса оценивалась строкой «сумма денег и квазиденег». Для

стран, применяющих стандартизированные формы учета денежных агрегатов, в качестве показателя широкой денежной массы был использован агрегат МЗ. 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 еврозоны.

В качестве краткосрочных процентных ставок применяются ставки по депозитам населения сроком до 3 месяцев или ставки межбанковского рынка. Для стран СНГ и стран с развивающимися 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 выступали база международной финансовой статистики (МВФ), статистическая база данных ОЭСР, Евростата, Европейского центрального банка, национальных статистических агентств и центральных банков, а также публикации в журналах и СМИ. Собранные данные охватывают период с I квартала 1997 г. по II квартал 2016 г. (78 наблюдений). Выбор данного периода определен доступностью данных – программа GVAR Toolbox 2.0<sup>1</sup>, 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/SEATS<sup>2</sup>. При этом сезонная корректировка была применена ко всем рядам, где комбинированный тест на определяемую сезонность выявил наличие сезонного фактора<sup>3</sup>. В частности,

Таблица 2

## Список переменных, включенных в GVAR-модель

Аббревиатура	Название переменной	Примечание
<b>Внутренние переменные</b>		
<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 ставки межбанковского рынка сроком 1–3 месяца, доли единицы
<i>m</i>	Широкая денежная масса	Агрегат МЗ, деньги и квазиденьги, индекс, 2010 = 1
<b>Внешние переменные</b>		
<i>gdpx</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>cpiх</i>	Внешний индекс потребительских цен	
<i>perх</i>	Внешний номинальный обменный курс к доллару США	
<i>nsrх</i>	Внешние краткосрочные процентные ставки	
<i>mх</i>	Внешняя широкая денежная масса	
<b>Глобальные переменные</b>		
<i>oil</i>	Цена на нефть	WTI, индекс, 2010 = 1

Примечание. Собственная разработка автора.

<sup>1</sup> См.: <https://sites.google.com/site/gvarmodelling/gvar-toolbox>.

<sup>2</sup> Данный подход был применен для оценки монетарных показателей Японии во II квартале 2016 г., инфляции во Вьетнаме также во II квартале 2016 г., квартального ВВП Армении в 1997 г. и Казахстана в 1997–1999 гг. на основании годовых темпов роста.

<sup>3</sup> Тестирование на сезонность, сезонная корректировка и экстраполяция были осуществлены в программе JDemetra+2.1.0.

тесты показали, что сезонная корректировка была необходима для всех временных рядов, 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 странами. 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.

Веса, полученные после агрегирования стран в группы, представлены в таблице 3. Они показывают доминирующую роль России в определении динамики внешних переменных Беларуси.

Евразонна 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 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.

#### Идентификация GVAR-модели и ее оценка

Базовая спецификация для большинства стран включала в себя 5 внутренних переменных (*gdp, cpi, ner, nsr, m*), которые рассматривались как эндогенные, а также 4 внешние переменные (*gdpx, cpiх, nerх, mх*)<sup>4</sup> 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 цена на нефть моделируется как эндогенная переменная относительно экономики США [5]. Однако соответствующие тесты подтверждают слабую экзогенность цены нефти для США в рассматриваемом 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 –

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. Расчеты авторов в GVAR Toolbox 2.0 на основании данных из базы Trade MAP. Веса для расчета внешних показателей для отдельной страны или группы стран представлены по столбцам.

<sup>4</sup> Внешний обменный курс не был включен в модели отдельных стран, так как, согласно используемой методике расчета, он фактически является номинальным эффективным обменным курсом доллара США, поэтому он был включен только в модель США.

Фуллера (ADF) и взвешенный-симметричный тест Дики – Фуллера (WS) – свидетельствуют о нестационарности первых разностей только в случае индекса потребительских цен (*cpi*) в Беларуси и широкой денежной массы (*m*) в Великобритании. Индекс потребительских цен в Беларуси ранее неоднократно тестировался на единичный корень [2], и результаты показывают, что это  $I(1)$  процесс с несколькими структурными сдвигами<sup>5</sup>. 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 (*cpi<sub>x</sub>*) для стран еврозоны и внешняя широкая денежная масса (*m<sub>x</sub>*) 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 (таблица 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 внешних переменных (таблица 4). Два лага внутренних переменных бы-

ли включены 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.

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 [10] 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.

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 в [4]. 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 соотношений<sup>6</sup>. 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.

Методология GVAR требует, чтобы все внешние переменные были слабо экзогенными в рамках долгосрочных соотношений. Тесты

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	Еврозона	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

*Примечание. Расчеты авторов.*

<sup>5</sup> GVAR Toolbox не позволяет учесть структурные сдвиги из-за сложности их моделирования в рамках GVAR-модели. Однако проблема наличия структурных сдвигов частично решается за счет включения в анализ внешних переменных, динамика которых провоцирует возникновение большинства из этих сдвигов.

<sup>6</sup> 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.

на слабую экзогенность внешних переменных, включенных в коинтеграционные соотношения, а также индекса цен на нефть отвергают на 5%-м уровне значимости гипотезу о слабой экзогенности только для внешнего индекса потребительских цен (*cpi*) Беларуси. Соответственно, данная переменная была исключена из анализа (таблица 5), что не отразилось на параметрах полученных коинтеграционных соотношений.

В результате оценки моделей для отдельных стран можно рассчитать одновременные эффекты внешних переменных на внутреннее<sup>7</sup>. В соответствии с [5] 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 (таблица 6), что подчеркивает их более быструю реакцию на изменения на глобальных рынках.

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 [13].

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.

**Реакция экономики Беларуси на внутренние и внешние шоки: 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.

**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 (рисунок 1). Девальвация на одно стандартное отклонение (на 7,7%) связана с одновременным ростом потребительских цен на 2%. В течение

Таблица 5

**Конечные спецификации моделей для отдельных стран**

	Внутренние переменные					Внешние переменные					Глобальная переменная
	gdp	cpi	per	nsr	m	gdpх	cpiх	perх	nsrx	mх	oil
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.* Расчеты авторов. 1 и 0 означают, что переменная включена в модель или исключена из нее.

<sup>7</sup> Они представлены коэффициентами при внешних переменных в первых разностях в текущем периоде.

Таблица 6

**Одновременные эффекты влияния внешних переменных  
на соответствующие внутренние переменные**

Страна/регион	Коэффициент/t-статистика	gdp	cpi	nsr	m
BLR	коэффициент	<b>0,324</b>	–	2,214	–0,118
	t-статистика Ньюи-Уэста	4,309	–	1,799	–0,801
CEE	коэффициент	<b>0,635</b>	<b>0,324</b>	0,434	0,145
	t-статистика Ньюи-Уэста	4,733	4,208	1,365	1,082
CHN	коэффициент	<b>0,759</b>	–0,331	0,224	–
	t-статистика Ньюи-Уэста	2,100	–1,896	1,043	–
CIS	коэффициент	<b>1,816</b>	<b>0,300</b>	<b>0,821</b>	<b>0,427</b>
	t-статистика Ньюи-Уэста	3,027	2,668	3,041	2,279
EUR	коэффициент	<b>0,874</b>	–	<b>0,331</b>	0,365
	t-статистика Ньюи-Уэста	5,106	–	2,808	1,227
GBR	коэффициент	<b>0,650</b>	<b>0,743</b>	<b>0,843</b>	–
	t-статистика Ньюи-Уэста	3,010	6,066	3,581	–
JPN	коэффициент	<b>1,046</b>	0,201	<b>0,081</b>	<b>–0,279</b>
	t-статистика Ньюи-Уэста	3,442	1,064	2,544	–2,466
ODE	коэффициент	<b>0,749</b>	0,694	<b>0,603</b>	<b>0,320</b>
	t-статистика Ньюи-Уэста	9,566	7,064	5,898	2,190
OEE	коэффициент	<b>0,364</b>	<b>0,602</b>	0,796	0,301
	t-статистика Ньюи-Уэста	3,053	2,462	1,477	1,490
RUS	коэффициент	<b>1,658</b>	3,141	0,156	–
	t-статистика Ньюи-Уэста	6,213	1,523	0,583	–
USA	коэффициент	<b>0,425</b>	<b>0,599</b>	<b>0,841</b>	–
	t-статистика Ньюи-Уэста	2,908	4,379	3,260	–

*Примечание.* Расчеты авторов. Полужирным выделены статистически значимые коэффициенты.

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 шириной денежной массы (МЗ) также сопровождается ускорением инфляции и сокращением экономической активности. Положительный шок предложения денег может иметь краткосрочный стимулирующий эффект на экономику страны, но создавать 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.

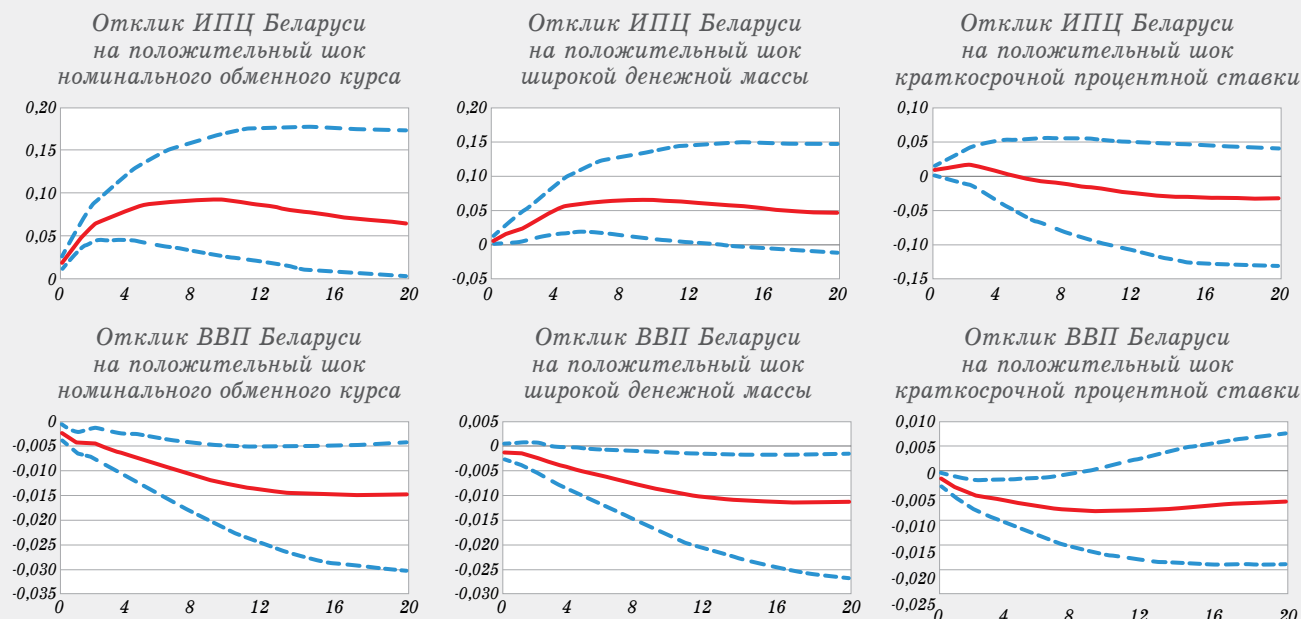
В-третьих, процентные ставки оказывают слабое влияние на инфляцию. Статистически значимый эффект от увеличения краткосрочных процентных ставок на инфляцию отсутствует, что отражает слабую эффективность канала процентной ставки в механизме монетарной трансмиссии в Беларуси. Тем не менее положительный 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 нефть. Добыча собственной нефти в Беларуси



### Влияние внутренних шоков на макроэкономические показатели Беларуси



**Примечание.** Расчеты авторов. 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 (МЗ) или краткосрочной процентной ставки. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп-процедуры с 2 000-ми повторениями. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 1

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. Еще 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 (рисунок 2). Статистическая значимость данного эффекта сохраняется на протяжении трех лет. Схожая по масштабу и направле-

нию реакция на положительный шок цены нефти наблюдается и для ВВП России и других стран СНГ. 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 истечении 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 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.

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. Отсут-

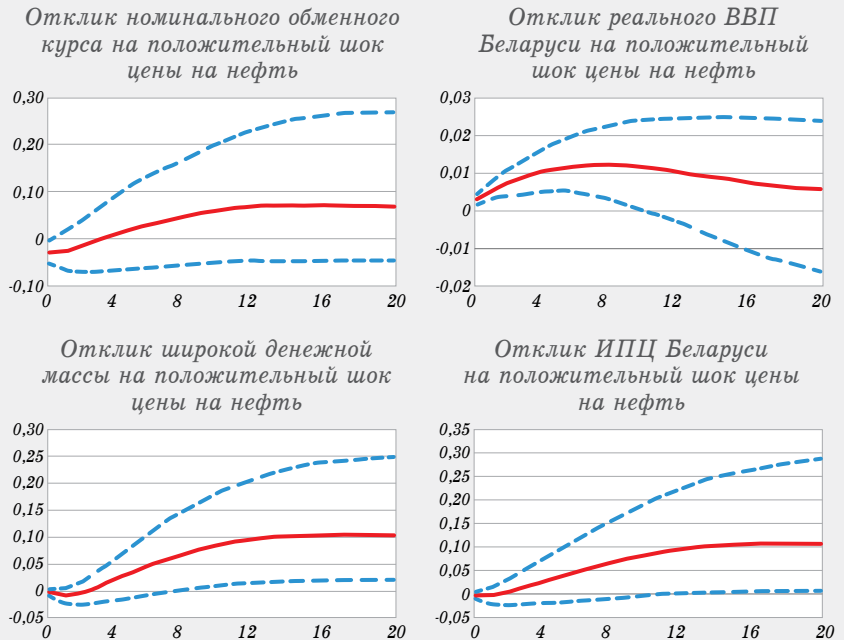
ствие реакции обменного курса на изменение цены нефти может быть связано с продолжительным периодом действия режима фиксированного обменного курса к доллару США. Еще одним объяснением может быть ошибка спецификации модели, связанная с корреляцией внешних шоков, в частности шока цены на нефть, а также шоков реального ВВП России и обменного курса российско-го рубля. Данные предположения могут быть частично проверены с помощью альтернативных моделей оценки влияния внешних шоков на каналы монетарной трансмиссии Беларуси.

**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 долгосрочном периоде прямая зависимость между ВВП Беларуси и стран – торговых партнеров является статистически значимой (рисунок 3).

Влияние шока внешнего ВВП на экономический рост Беларуси постепенно аккумулируется и через 3 года соответствует среднему значению для стран СНГ. 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

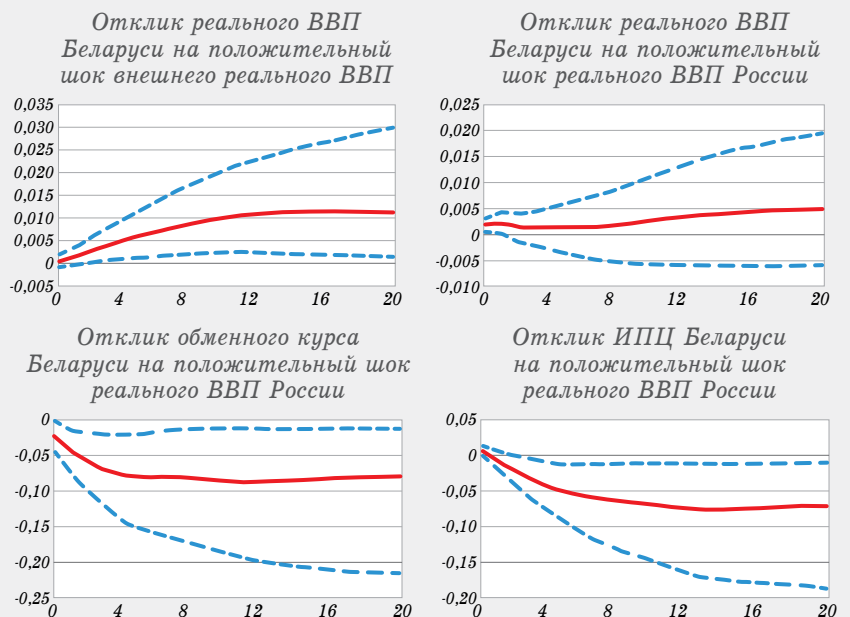
### Влияние шока цены на нефть на макроэкономические показатели Беларуси



**Примечание.** Расчеты авторов. 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 2 000-ми повторений. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 2

### Влияние шоков внешнего ВВП и ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси



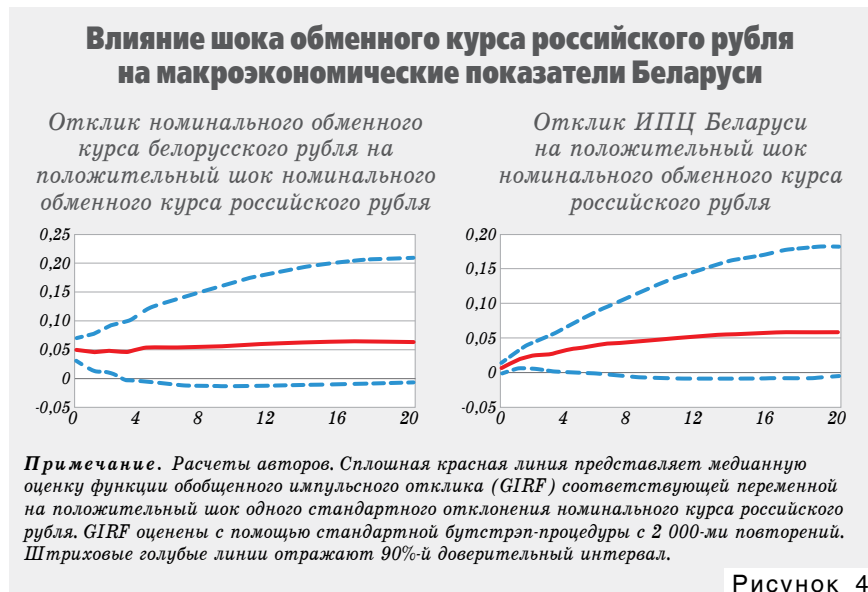
**Примечание.** Расчеты авторов. Сплошная красная линия представляет медианную оценку функции обобщенного импульсного отклика (GIRF) соответствующей переменной на положительный шок одного стандартного отклонения внешнего реального ВВП или ВВП России. GIRF оценены с помощью стандартной бутстрэп-процедуры с 2 000-ми повторений. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 3

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. 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.

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% (рисунок 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. Как показывает анализ, 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.

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.

Вторая часть статьи будет посвящена исследованию реакции экономики Беларуси на внутренние и внешние шоки при помощи малой GVAR-модели, а также сравнительному анализу результатов, полученных на основе многосторонних GVAR-моделей и структурной векторной авторегрессии (SVAR) для отдельно взятой страны.

(Продолжение следует.)

\* \* \*

Материал поступил 11.01.2017.

#### Источники:

1. Крук, Д. Влияние глобального экономического кризиса на экономику Беларуси [Электронный ресурс] / Д. Крук, И. Точицкая, Г. Шиманович // Рабочие материалы / Исследовательский центр ИПМ, WP/09/03. – Минск, 2009. – 69 с. – Режим доступа: <http://www.research.by/webroot/delivery/files/wp2009r03.pdf>. – Дата доступа 11.01.2017.
2. Пелипась, И. Эмпирические основы монетарного таргетирования в Беларуси / И. Пелипась, Р. Курхнер // Банкаўскі веснік. – 2015. – № 11. – С. 14–20; № 12. – С. 10–20.
3. Chudik, A. Theory and practice of GVAR modelling / A. Chudik, M.H. Pesaran // Journal of Economic Surveys. – 2016. – Vol. 30, № 1. – P. 165–197.
4. De Waal, A. The impact of economic shocks in the rest of the world on South Africa: Evidence from a global VAR / A. de Waal, R. van Eyden // Emerging Markets Finance and Trade. – 2016. – Vol. 52, № 3. – P. 557–573.
5. Dées, S. Exploring the international linkages of the euro area: a global VAR analysis / S. Dées, F. di Mauro, H. Pesaran, L. Smith // Journal of Applied Econometrics. – 2007. – Vol. 22, № 1. – P. 1–38.
6. Di Mauro, F. The GVAR Handbook: Structure and applications of a macro model of the global economy for policy analysis / F. di Mauro, M.H. Pesaran // Oxford University Press. – 2013. – 286 p.
7. Koop, G. Impulse response analysis in nonlinear multivariate models / G. Koop, M.H. Pesaran, S.M. Potter // Journal of Econometrics. – 1996. – Vol. 74, № 1. – P. 119–147.
8. Pesaran, H. Cointegration and speed of convergence to equilibrium / H. Pesaran, Y. Shin // Journal of Econometrics. – 1996. – Vol. 71, № 1–2. – P. 117–143.

9. Pesaran, M.H. Modeling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconometric model / M.H. Pesaran, T. Schuermann, S.M. Weiner // *Journal of Business and Economic Statistics*. – 2004. – Vol. 22, № 2. – P. 129–162.
10. Pesaran, M.H. Generalized impulse response analysis in linear multivariate models / M.H. Pesaran, Y. Shin // *Economics Letters*. – 1998. – Vol. 58, № 1. – P. 17–29.
11. Pesaran, M.H. Modelling regional interdependencies using a global error-correcting macroeconometric model / M.H. Pesaran, T. Schuermann, S.M. Weiner // *Journal of Business and Economics Statistics*. – 2004. – Vol. 22, № 2. – P. 129–162.
12. Pesaran, M.H. What if the UK or Sweden had joined the Euro in 1999? An empirical evaluation using a Global VAR / M.H. Pesaran, L.V. Smith, R.P. Smith // *International Journal of Finance and Economics*. – 2007. – Vol. 12, № 1. – P. 55–87.
13. Ricci-Risquete, A. Macroeconomic effects of fiscal policy in the European Union: a GVAR model / A. Ricci-Risquete, J. Ramajo-Hernández // *Empirical Economics*. – 2015. – Vol. 48, № 4. – P. 1587–1617.
14. Smith, L.V. GVAR Toolbox 2.0. [Electronic resource] / L.V. Smith, A. Galesi // *User Guide*. – 2014. – 181 p. – Mode of access: <https://sites.google.com/site/gvarmodelling/gvar-toolbox>. – Date of access: 11.01.2017.