

Международные связи и внешние шоки: использование глобальной VAR-модели для Беларуси¹

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.

Реакция экономики Беларуси на внутренние и внешние шоки: результаты малой GVAR-модели для ЕАЭС

Для оценки информативности региональной модели при анализе влияния внешних шоков на экономику Беларуси была построена глобальная векторная авторегрессия (GVAR) по пяти странам ЕАЭС (Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан и Россия). 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 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 $I(1)$. Соответственно, для построения векторной авторегрессии (VAR) с механизмом корректировки равновесия (VEC) не потребовалось производить дополнительных изменений в спецификациях. Они содержали детерминистические компоненты в виде константы, включенной в VAR без ограничений, 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

¹ Окончание. Начало см.: Банкаўскі веснік. – 2017. – № 3 (644). – С. 3–14.

стран (за исключением Казахстана, где ранг составил 3). Однако приемлемые профили устойчивости для коинтеграционных соотношений были получены только после сокращения числа векторов до 2 для всех стран. Данная спецификация 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 (таблица 1).

Динамический анализ на основании малой GVAR-модели, построенной только для стран ЕАЭС, дает результаты, близкие к тем, что были получены при расчете большой модели. Шок увеличения цен на нефть оказывает положительное долгосрочное влияние на экономический рост в Беларуси (рисунок 1). 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.

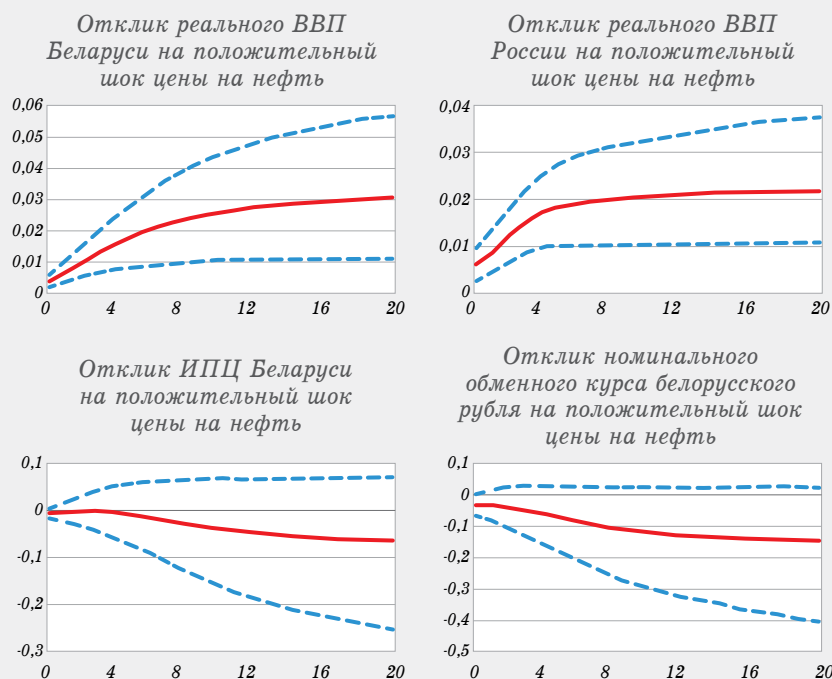
Положительный шок роста ВВП России, в отличие от шока цены на нефть, связан с укреплением белорусского рубля, сокращением широкой денежной массы и соответствующим замедлением инфляции (рисунок 2). Инфляция в Беларуси и номинальный обменный курс также подвержены влиянию шока

девальвации российского рубля (рисунок 3). В то же время влияние шока ВВП России на экономический рост Беларуси практически незначимо. Данные результаты также совпадают с результатами, полученными в рамках большой GVAR-модели. Тем не менее они остаются контринтуитивными относительно раз-

личий во влиянии цен на нефть и российского ВВП на экономический рост Беларуси.

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. Считает-

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



Примечание. Собственные 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 2000-ми повторений. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 1

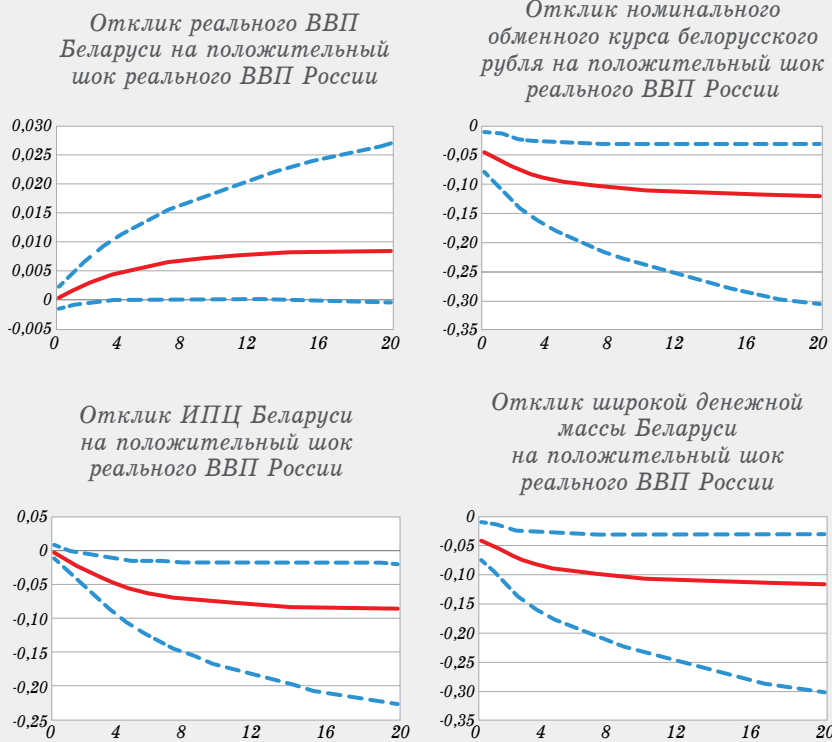
Таблица 1

Конечная спецификация малой GVAR-модели для ЕАЭС

| ЕАЭС | Внешние переменные | | | Глобальные переменные | | | | Лаговая структура | | Ранг коинтеграции |
|------|--------------------|------------------|------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| | gdp _x | cri _x | per _x | oil | gdp ^{usa} | gdp ^{chn} | nsr ^{usa} | 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. Собственные расчеты авторов. Внутренними переменными для всех стран являются gdp, cri, per, nsr, т. Глобальные переменные были включены в модель в качестве доминантной единицы [5]. Спецификация VAR-модели предполагала отсутствие коинтеграции между глобальными переменными, обратной реакции от внутренних переменных и включала только 1 лаг глобальных переменных.

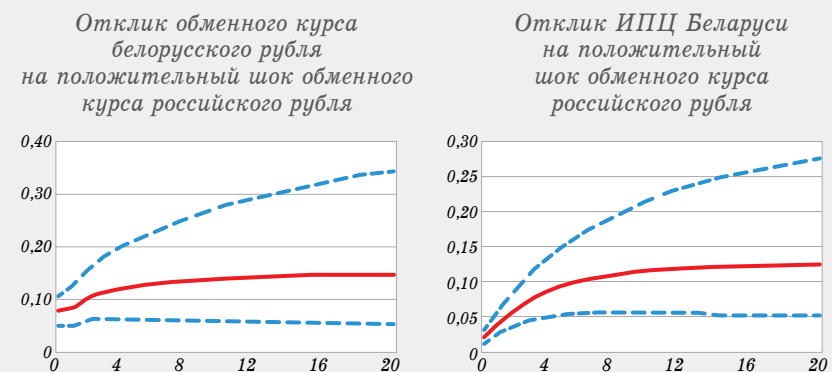
Влияние шока ВВП России на макроэкономические показатели Беларуси в рамках малой GVAR-модели для ЕАЭС



Примечание. Собственные расчеты авторов. Сплошная красная линия представляет собой 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-ми повторений. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 2

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



Примечание. Собственные расчеты авторов. Сплошная красная линия представляет собой 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-ми повторений. Штриховые голубые линии отражают 90%-й доверительный интервал.

Рисунок 3

ся, 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 (рисунок 1). 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 корреляцией 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 структурная векторная авторегрессия (SVAR) с экзогенными переменными, построенная для отдельно взятой страны, может дать лучшие результаты, чем GVAR-модель.

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 од-

новременных 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.

Далее будет рассмотрена SVAR-модель с экзогенными переменными в контексте анализа трансмиссионного механизма монетарной политики в Беларуси. Исходя из традиционного подхода к анализу трансмиссионного механизма монетарной политики [9], 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, Беларусь 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 являются 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-модели.

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*), широкая денежная масса (*m*) – на денежную базу (*mb*)². Эти замены нужны для того, чтобы привлечь во внимание режим монетарного таргетирования в Беларуси, который рассматривается в работе [3]³.

Учитывая вышесказанное, SVAR-модель для анализа каналов монетарной трансмиссии в Беларуси включала следующие 5 эндогенных переменных: номинальная ставка рефинансирования (*NIRR*), денежная база (*mb*)⁴, реальный ВВП (*gdp*), индекс потребительских цен (*spi*) и номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США (*ner*). Модель также включала 3 экзогенные переменные: цена нефти (*oil*), средневзвешенный зарубежный реальный ВВП (*gdpx*) 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 строится 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 применяется в литературе и основывается на работе [10], 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 используется так называемая AB-модель [4].

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 накладываются на основе экономи-

² Переменная денежной базы была скорректирована на сезонность в программе *JDmetra+ 2.1.0*.

³ Механизм монетарной трансмиссии в Беларуси рассматривается в работах [1; 2].

⁴ 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).

Таблица 2

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) | * |
| 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 А-матрицу | | | | | | | | ограничения на В-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: $\chi^2(18) = 19,4054$ ($p = 0,3673$)

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

Примечание. Составлено и рассчитано авторами при помощи эконометрической программы JMulTi 4.24.

ческой теории [8]. 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, базирующихся на теории графов [6; 7]. В этом случае идентификация основывается на корреляционной/ковариационной матрице остатков VAR-модели и алгоритме опреде-

ления ориентированных ациклических графов [11]. 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 коэффициенты⁵.

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 довери-

тельные 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 осуществлялись при помощи эконометрического программного обеспечения JMulTi 4.24⁶.

В первой части таблицы 2 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

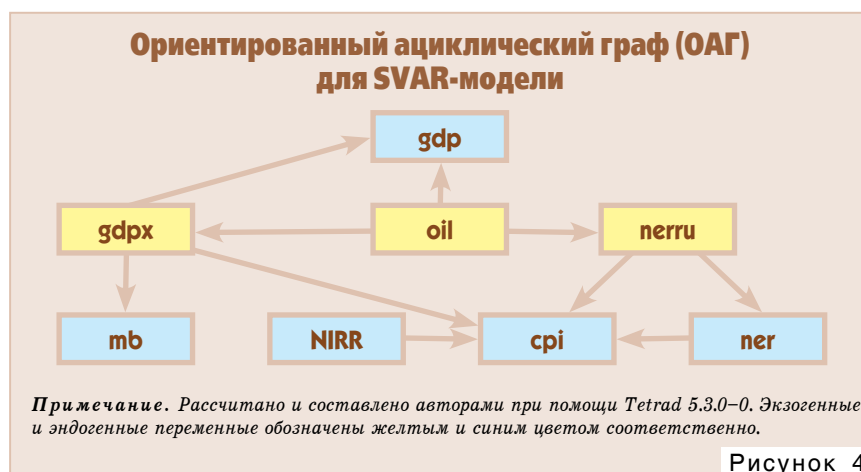
⁵ Для построения ОАГ использовалась программа TETRAD 5.3.0-0, <http://www.phil.cmu.edu/tetrad/>.

⁶ См.: <http://www.jmulti.de/>.

ВВП. Эта переменная экзогенна по отношению ко всем остальным переменным системы за исключением *oil*, которая может оказывать влияние на переменную *gdp*. 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*. 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.

Идентификация SVAR-модели была осуществлена на основе ОАГ. Был использован СРС-метод в программе TETRAD с параметром $\alpha = 0,2^7$. 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 и на почти экзогенные переменные. Полученные результаты представлены на рисунке 4. Согласно этим результатам имеют место следую-



щие 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 рисунке 4, были использованы для идентификации ограничений на А-матрицу (вторая часть таблицы 2). Совместно с диагональными элементами матрицы, равными 1, это дает 18 заполненных элементов матрицы. Все остальные элементы А-матрицы, согласно принятым ограничениям, равны нулю. Объединяя эту матрицу с В-матрицей, в которой оцениваются только диагональные элементы, получаем АВ-модель, позволяющую идентифицировать структурные шоки. Важно, что в данном случае наложенные ограничения поддерживаются данными. Ограничения сверхидентификации не отвергаются согласно соответствующему LR-тесту (третья часть таблицы 2). Таким образом, полученная SVAR-модель

может быть использована для анализа импульсных откликов в результате структурных шоков.

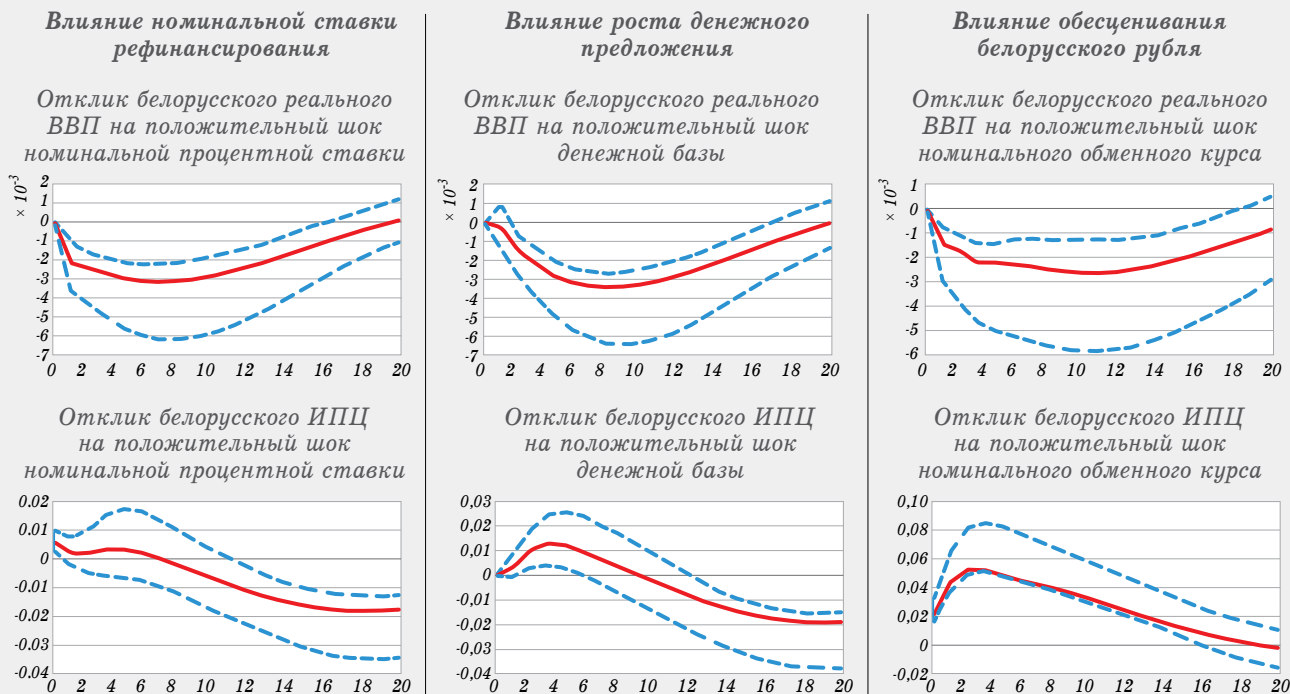
Внутренние шоки в экономике Беларуси. Рисунок 5 отражает монетарную трансмиссию в белорусской экономике: влияние номинальной ставки рефинансирования, роста денежного предложения и обесценивания (укрепления) белорусского рубля на основные макроэкономические переменные – реальный ВВП и ИПЦ. Согласно теоретическим 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 потребительских цен. Наконец, девальвация белорусского рубля должна 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 двух кварталов (до этого периода результаты являются неопределенными, так

⁷ Для выборок менее 100 наблюдений этот параметр существенно превышает стандартный уровень значимости и обычно выбирается на уровне, равном 0,2–0,3.

Монетарная трансмиссия в Беларуси: SVAR-модель



Примечание. Собственные расчеты авторов. Красная сплошная линия представляет собой 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%-е доверительные интервалы, полученные бутстрэп-методом и представляющие собой процентилю Холла (количество псевдовыборок при бутстрэпировании было равно 1 000).

Рисунок 5

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. 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.

Внешние шоки: цена на нефть. На рисунке 6 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 нефть⁸ ведет к увеличению

зарубежного реального ВВП⁹, 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.

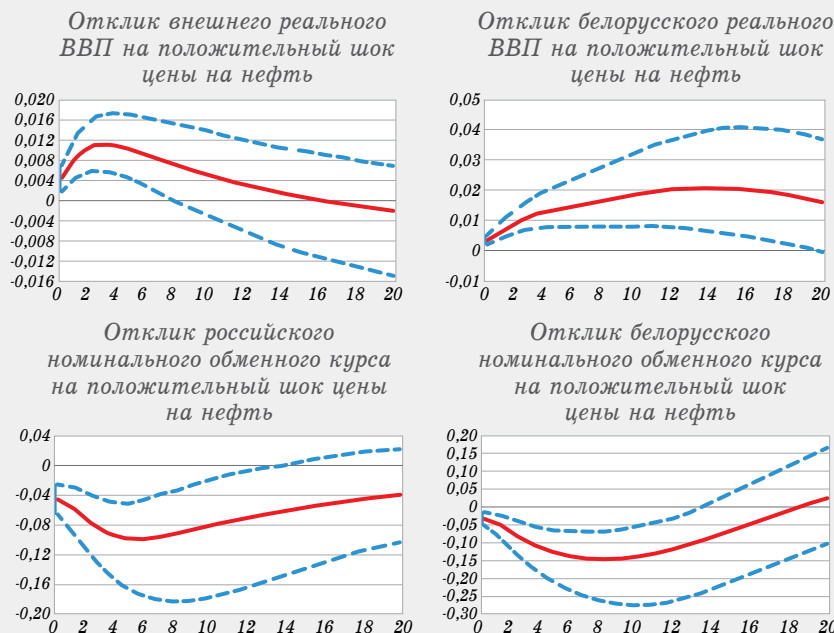
⁸ Поскольку функции импульсного отклика симметричны, то при уменьшении цены на нефть графики будут читаться симметрично в противоположном направлении.

⁹ 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.

Внешние шоки: мировая экономика и экономика России. На рисунке 7 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 курса ожидаемо ведет к повышению номинального обменного курса в Беларуси и росту потребительских цен. Таким образом, все рассмотренные импульсные отклики соответствуют теоретическим ожиданиям.

Для сравнения результатов, полученных при помощи SVAR-модели, дополненной экзогенными переменными, с аналогичными результатами GVAR-моделей мы обобщили их в компактной форме (таблица 3). 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.

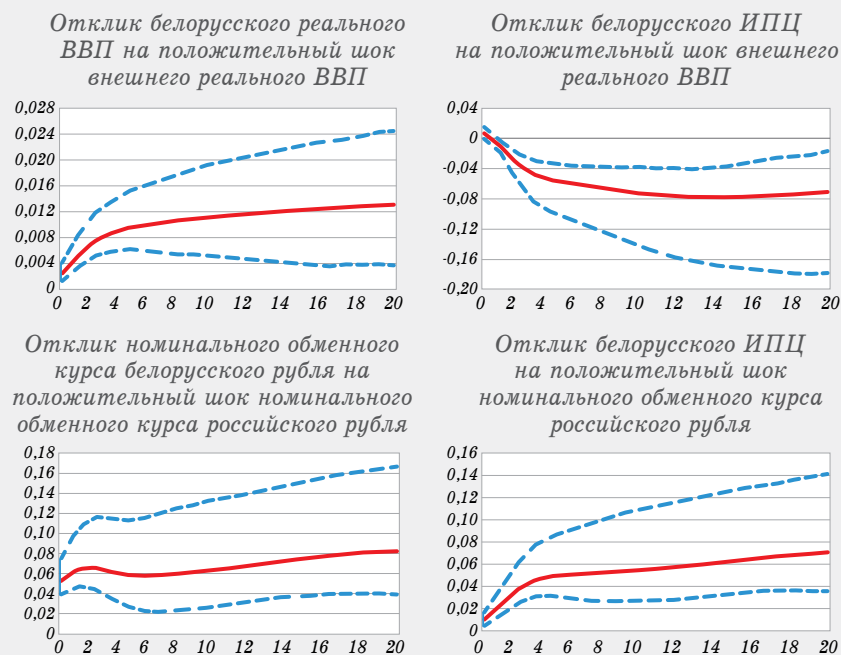
Влияние шока цены на нефть: SVAR-модель



Примечание. Собственные расчеты авторов. Красная сплошная линия представляет собой функцию импульсного отклика соответствующей переменной в результате положительного структурного шока, равного одному стандартному отклонению, цены на нефть; голубые штриховые линии изображают 90%-е доверительные интервалы, полученные бутстрэп-методом и представляющие собой процентиля Холла (количество псевдовыборок при бутстрэпировании было равно 1 000).

Рисунок 6

Влияние шока внешнего реального ВВП и российского номинального обменного курса: SVAR-модель



Примечание. Собственные расчеты авторов. Красная сплошная линия представляет собой 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%-е доверительные интервалы, полученные бутстрэп-методом и представляющие собой процентиля Холла (количество псевдовыборок при бутстрэпировании было равно 1 000).

Рисунок 7

Таблица 3

SVAR и GVAR: сравнение результатов

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

Примечание. Собственные расчеты авторов.

++ 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.

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. 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 теоретиче-

ским соображениям. Использование структурной векторной авторегрессии (SVAR), дополненной внешними переменными, в значительной степени подтверждают результаты GVAR-моделей, что свидетельствует об устойчивости полученных результатов.

* * *

Материал поступил 11.01.2017.

Источники:

1. Безбородова, А. Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики на основе байесовских векторных авторегрессий // А. Безбородова, Ю. Михаленок // Банкаўскі веснік. – 2015. – № 4. – С. 23–30; № 5. – С. 29–36.
2. Мирончик, Н. Теоретическое представление о монетарной трансмиссии в Республике Беларусь // Н. Мирончик // Банкаўскі веснік. – 2015. – № 4. – С. 16–22.
3. Пелипась, И. Эмпирические основы монетарного таргетирования в Беларуси // И. Пелипась, Р. Курхнер // Банкаўскі веснік. – 2015. – № 11. – С. 14–20; № 12. – С. 10–20.
4. Breitung, J. Structural vector autoregressive modeling and impulse responses // J. Breitung, R. Bruggemann, H. Lutkepohl // In H. Lutkepohl and M. Kratzig (eds.) Applied time series econometrics. – 2004. – Cambridge University Press. – P. 159–196.
5. Chudik, A. Theory and practice of GVAR modelling // A. Chudik, M.H. Pesaran // Journal of Economic Surveys. – 2016. – Vol. 30, № 1. – P. 165–197.
6. Demiralp, S. Searching for the causal structure of a vector autoregression // S. Demiralp, K.D. Hoover // Oxford Bulletin of Economics and Statistics. – 2003. – Vol. 65, № 1. – P. 745–767.
7. Hoover, K.D. Empirical identification of the vector autoregression: The causes and effects of US M2 // K.D. Hoover, S. Demiralp, S.J. Perez // In J.L. Castle and N. Shephard (eds.), The Methodology and Practice of Econometrics. – 2009. – Oxford University Press. – P. 37–58.
8. Kim, S. Exchange rate anomalies in the industrial countries: A solution with a structural VAR approach // S. Kim, N. Roubini // Journal of Monetary Economics. – 2000. – Vol. 45, № 3. – P. 561–586.
9. Mishra, P. How effective is monetary transmission in low-income countries? A survey of the empirical evidence // P. Mishra, P. Montiel // Economic Systems. – 2013. – Vol. 37, № 2. – P. 187–216.
10. Sims, C.A. Inference in linear time series models with some unit roots // C.A. Sims, H. Stock, M.W. Watson // Econometrica. – 1990. – Vol. 58, № 1. – P. 13–144.
11. Spirtes, P. Causation, prediction and search // P. Spirtes, C. Glymour, R. Scheines // MIT Press. – 2000. – 568 p.