

Построение глобальной векторной авторегрессии с учётом торговых и финансовых взаимосвязей между странами для прогнозирования российских макроэкономических показателей

Зубарев А.В, Кириллова М.А.

ИПЭИ РАНХиГС

Аннотация

Целью данной работы исследования является анализ влияния внешних шоков на российскую экономику и построение прогнозов динамики российских макроэкономических переменных в рамках модели глобальной векторной авторегрессии. В настоящем исследовании особое внимание уделяется включению в модель каналов для передачи не только реальных, но и финансовых шоков при помощи использования различных весов для агрегирования переменных. Также модель для российской экономики расширена за счёт включения в исследование не только переменных реального сектора, но и показателей уровня инфляции и процентной ставки. В результатах приведено сравнение функций импульсных откликов для российских показателей в ответ на негативный шок ВВП Китая.

Ключевые слова: внешние шоки, финансовые взаимосвязи, торговые взаимосвязи, глобальная авторегрессия

JEL: C32, E17, F47

Construction of a global vector autoregression with trade and financial relationships between countries and forecasting of Russian macroeconomic indicators

Zubarev A.V., Kirillova M.A.

RANEPA

Abstract

The purpose of this research is to analyze the impact of external shocks on the Russian economy and build forecasts for the dynamic of Russian macroeconomic variables within the framework of a global vector autoregression model. In this study, special attention is focused on including channels for transmitting not only real but also financial shocks into the model by using different weights for aggregating variables. Also, the model for the Russian economy has been expanded by including not only variables of the real sector, but also indicators of the inflation rate and interest rate. The results provide impulse response functions for Russian indicators in response to a US interest rate shock.

Key words: external shocks, financial linkages, trade linkages, global autoregression

JEL: C32, E17, F47

Введение

Российская экономика является частью мировой экономики не только в смысле торговых потоков, но также и в контексте интеграции российского финансового рынка в мировой. В связи с этим внешние шоки могут распространяться на российскую экономику в том числе и через канал финансового рынка. Глобальная модель векторной авторегрессии позволяет охватить многие регионы мира, что даёт возможность корректно специфицировать шоки мировой экономики и другие внешние шоки с учётом межстрановых зависимостей, а включение в неё финансового сектора позволяет не только рассматривать влияние внешних финансовых шоков на отечественную экономику, но и наблюдать трансмиссию других типов шоков через финансовый рынок. К ключевым внешним шокам относятся шоки спроса в крупных экономиках мира, шоки мировой процентной ставки и др. Помимо структурного анализа, актуальность построенной модели обусловлена возможностью проводить сценарный анализ с целью получения краткосрочных и среднесрочных прогнозов ключевых российских макроэкономических показателей в условиях ограничения торговых потоков и экономических санкций, наблюдаемых уже сейчас. Также интересным вопросом является моделирование влияния санкций и торговых ограничений на экономику ЕС и других крупных партнёров.

Основная цель исследования заключается в анализе влияния внешних шоков на российскую экономику и построении прогнозов динамики российских макроэкономических переменных в рамках модели глобальной векторной авторегрессии. Для этого строится глобальная модель векторной авторегрессии с выделенными для России реальным и финансовым секторами и строятся сценарные прогнозы развития экономик в условиях различных видов экономической политики и сценарии развития российской экономики и экономик торговых партнёров при различных вариантах ограничений во внешнеэкономических связях.

1 Анализ и систематизация литературы по распространению внешних шоков через финансовый сектор

Особое место среди работ по использованию модели глобальной векторной авторегрессии, применяемой для исследования динамики макроэкономических показателей стран под воздействием различных шоков, занимают те, где отдельно выделяется финансовый канал распространения данных шоков.

Модель глобальной векторной авторегрессии (GVAR), представленная в работе [1], изначально создавалась именно как инструмент для оценки потерь, понесенных крупнейшими мировыми экономиками из-за Азиатского финансового кризиса 1997-1998

годов. Среди остальных моделей, описывающих мировую экономику, GVAR–модель выделяется собственным методом борьбы с проклятием размерности, возникающим при построении векторной авторегрессии с большим количеством показателей и проявляющихся в сложности получения состоятельных оценок на недостаточно длинных выборках наблюдений. Авторы предложили агрегировать некоторые переменные с помощью заранее выбранных весов. Таким образом модель учитывает не только прямой канал связи между экономиками, при котором макроэкономические показатели одних стран влияют на показатели других стран, благодаря вхождению в модель в качестве слабоэкзогенных переменных. Добавляется и канал связи через веса, которые отражают косвенные взаимосвязи между странами и могут содержать сразу целый набор трансмиссионных механизмов. Как правило, в качестве весов в этой и последующих работах используются объёмы торговли между странами, включёнными в модель. С одной стороны, авторы отмечают, что логично взвешивать реальные показатели, такие как выпуск, инфляцию, обменный курс и реальную денежную массу, с помощью торговых весов, чтобы показать, как изменение спроса и предложения со стороны других экономик влияет на реальный сектор рассматриваемой экономики. Фондовый индекс и процентную ставку же допускается взвешивать с помощью весов, показывающих финансовые потоки между странами.

Несмотря на то, что изначальной целью модели являлось исследование кредитных рисков, методология получила широкое распространение для исследования самых различных шоков. В работах [2], [3], [4], [5] исследуются шоки спроса, предложения на рынке нефти и нефтяных цен. В работе [6] изучается влияние пандемии covid-19 на выбросы CO₂. В исследовании [7] оценивается эффект различной политики государства по сдерживанию пандемии на заболеваемость в странах. В работе [8] оценивается влияние коронавируса на развитие «зелёной» энергетики. В работе [9] авторы развивают практическую сторону применения GVAR–подхода; включают новый показатель – цену на нефть, пока эндогенную для США и слабоэкзогенную для остальных стран; изучают возможность получения откликов на структурные шоки. Основной эмпирической целью авторов является все так же изучение финансовых шоков, но на этот раз исключительно силами GVAR–модели. В качестве финансового шока выступает шок монетарной политики в США. Авторы немного изменяют набор переменных, добавляя к упомянутым выше переменным ставку денежного рынка и долгосрочную ставку. В результате удаётся обнаружить, что данный финансовый шок не только очень быстро распространяется, но ещё и усиливается, когда достигает, например, стран Еврозоны. Авторы заостряют внимание на том, что за усиление шока отвечают дополнительные каналы связи через

торговые веса и возникновение вторичных эффектов через сеть торговых партнёров. Тем не менее, эффект от монетарного шока США на другие экономики достаточно мал и в ряде случаев статистически незначим. Авторы исследования [10] со схожими целями строят модель GVAR для 27 экономик и включают такие показатели, как межбанковская ставка, темпы роста корпоративных займов, цен на фондовых рынках и выпусков. Для агрегирования с целью получения внешних слабоэкзогенных переменных в модели используются веса финансовых потоков. Анализ показал, что фондовые индексы разных стран являются основным каналом передачи финансовых шоков в краткосрочном периоде, а кредитные переменные отвечают за долгосрочный эффект данных шоков.

В работе [11] авторы исследуют влияние финансового кризиса 2007–2009 гг. на показатели крупнейших стран через два канала: торговый и финансовый. В качестве переменных для моделирования экономики США используются: краткосрочная процентная ставка, доходность рынка акций, индекс VIX, спред между рыночной ставкой и доходностью десятилетних американских облигаций. Для всех остальных стран и регионов в моделировании участвуют только краткосрочная ставка и доходность по акциям. Авторы делают вывод, что шок ликвидности оказал сильное более влияние на развитые экономики, чем на развивающиеся. Шок же отношения к риску и покупка более надёжных активов сильнее повлиял на развивающиеся экономики и страны Евразии. Интересным выводом является то, что шоки, происходящие внутри американской экономики, сильнее всего повлияли на процентные ставки в развитых странах, а в развивающихся странах сильнее всего пострадала рыночная доходность. Авторы заключают, что все указанные наблюдения были бы не обнаружены без использования глобальной модели.

В работе [12] анализируется влияние сокращения объёмов выдаваемых частному сектору кредитов на выпуски и обменные курсы различных стран, особенно влияния шоков, происходящих в США, ЕС и Японии. Авторы используют модель GVAR для 33 экономик и включают в рассмотрение стандартный набор переменных для описания индивидуальных моделей экономик стран: выпуск, обменный курс, фондовый индекс, уровень инфляции, процентную ставку, реальную цену на нефть (является слабоэкзогенной для всех стран, кроме США, для которой эндогенная). В качестве новых финансовых переменных выбраны объём кредитов частному сектору в реальном выражении и спред доходностей гособлигаций. В исследовании используются показатели реального и финансового сектора, поэтому для агрегирования переменных (особенность подхода GVAR для снижения размерности) используются и торговые, и финансовые веса. В работе исследуются шоки выдачи кредитов в трёх центрах мировой финансовой

системы (США, Япония и Евросоюз). Авторы предполагают, что каналы передачи шоков между переменными реального сектора (выпусками, уровнями инфляции, обменными курсами) преимущественно торговые и нужны для исследования макроэкономических шоков, например, выпуска или процентной ставки. Объёмы кредитов, спреда доходностей облигаций, процентные ставки изменяются под воздействием шоков, распространяющихся по иным каналам: из-за изменения условий на финансовых рынках или изменения отношения к риску. Для того, чтобы учесть эти каналы, выбраны портфельные инвестиции, прямые иностранные инвестиции и требования центральных банков между всеми странами. При использовании финансовых весов ЕС, США и Япония гораздо сильнее связаны друг с другом, чем при использовании торговых весов. Аналогично Великобритания при схеме с финансовыми весами является более важным источником финансовых возмущений. Страны Азии, напротив, имеют больший вес для остальных стран в качестве торговых партнёров, а не финансовых. Был сделан вывод, что схемы с прямыми инвестициями лучше всего помогают предсказывать выпуск. По результатам работы выявлено, что снижение объёмов выдачи кредитов в США приводит к существенному падению домашнего и иностранного выпуска и объясняет около четверти его колебаний. Аналогичные шоки ЕС или Японии оказывают гораздо меньший, а иногда и статистически незначимый эффект на другие страны. Финансовые показатели иностранных кредитов и фондовых рынков сильно реагируют на кредитный шок США, а особенно это заметно для ЕС и Японии.

Схожий подход используется в работе [13] для исследования поведения обменных курсов, в особенности курса евро, во время банковских кризисов и повышения вероятности дефолта при набегах на банки. Автор построил модель GVAR для 12 стран, включая ЕС, Японию, Великобританию и США. В качестве переменных для экономик брались спреды CDS (в качестве прокси переменной для премии за риск для каждой страны), номинальные обменные курсы, эффективный обменный курс евро и индекс страха VIX (для учёта общемирового отношения к риску). Взвешивание проводится с помощью финансовых весов на основе портфельных инвестиций между странами. В работе предполагается идентификация двух шоков: банкротство и общее повышение рисков дефолта. В результате анализа функций импульсных откликов автор сделал вывод, что реакция суверенного и банковского спредов на рост глобальных рисков на рынке сильная и статистически значимая. При этом шоки банкротства иногда давали статистически незначимый эффект. Несмотря на это, именно внутри ЕС реакция была самая сильная что может говорить о связи между частным и банковским секторами в ЕС.

Независимо от размера экономики с точки зрения объемов выпуска, шоки, произошедшие в любой стране, вызывают колебания обменных курсов, но разнятся по странам.

В байесовской модели GVAR (BGVAR) авторы [14] используют месячные данные с октября 2000 г. по июнь 2016 г. по 28 странам для оценки наличия вторичных эффектов, связанных с покупкой активов Европейским центральным банком. Для идентификации шока используются долгосрочная доходность в странах ЕС и спреды долгосрочной доходности между странами ЕС. Шоки, происходящие в обоих показателях, вызывают положительные вторичные эффекты для промышленного производства стран, не входящих в зону евро. Эффекты в основном передаются по финансовым каналам и перевешивают влияние роста обменного курса национальной валюты по отношению к евро.

С помощью модели GVAR, оценённой на месячных данных с октября 2008 г. по июнь 2014 г., в [15] изучают распространение шоков от принятия нетрадиционных мер монетарной политики ФРС США и ЕЦБ в 24 крупнейших экономиках (развитые экономики и развивающиеся страны). Шок нетрадиционных мер денежно-кредитной политики измеряется в работе [16] с помощью теневой процентной ставки, в то время как шоки монетарной политики идентифицируются через знаковые ограничения. Нетрадиционные меры ФРС США имеют более сильное внутреннее и внешнее влияние, чем аналогичные шоки Еврозоны, особенно с точки зрения динамики выпуска и инфляции. В то же время отклики в развивающихся странах оказываются довольно неоднородными. В исследовании [17] анализируется воздействие нетрадиционных мер денежно-кредитной политики ЕЦБ на шесть стран ЕС, не входящих в зону евро. В анализе на месячных данных (с 2008 по 2014 год) используется модель GVAR, которая включает основные страны ЕС, Бразилию, Китай, Индию, Россию, Швейцарию, Великобританию и США. В отличие от выводов [14] в данной работе не выявлено статистически значимой реакции выпуска и инфляции стран ЕС, не входящих в зону евро в ответ на шок.

В данном разделе были рассмотрены теоретические и эмпирические подходы к исследованию воздействия локальных и глобальных шоков на экономику, особое внимание уделялось методологии глобальной векторной авторегрессии (GVAR). Основной чертой модели GVAR является возможность множество различных каналов связи между экономиками и мировыми рынками на региональном и мировом уровне, что помогает идентифицировать самые различные шоки. Традиционно большинство исследователей сосредотачивается либо на рассмотрении реального сектора экономики, в котором шоки распространяются по торговым каналам, либо на финансовом секторе с распространением шоков по каналам потока капитала. Ряд авторов добавляет в

исследование мировые сырьевые рынки (например, нефтяной) или финансовые рынки (через мировую волатильность). В нашей работе ставится цель построить глобальную модель, которая позволит использовать оба указанных способа учёта связи между партнёрами и даёт возможность исследовать более широкий спектр шоков. Кроме того, мы предлагаем расширить модель для России [18], включив в неё переменные и реального, и номинального характера.

2 Оценка глобальной модели векторной авторегрессии

В [9], [2], [3] и других работах по GVAR, представленных в обзоре, предлагается стандартный подход для оценивания индивидуальных уравнений модели GVAR в виде (1) :

$$x_{it} = a_{i0} + a_{i1}t + \sum_{l=1}^{p_i} \Phi_i x_{i,t-l} + \Lambda_{i0} x_{it}^* + \sum_{l=1}^{q_i} \Lambda_{il} x_{i,t-l}^* + \Psi_{i0} d_t + \sum_{l=1}^{s_i} \Psi_{il} d_{t-l} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где x_{it} – вектор эндогенных переменных i -ой страны;

x_{it}^* – агрегированные слабоэкзогенные переменные других стран относительно i -ой, которые являются внешними факторами;

d_t – вектор экзогенных глобальных переменных (в нашем случае это цены на нефть).

Для построения индивидуальных моделей экономик для каждой из N стран в нашей работе используется следующий набор переменных (все в логарифмах): $x = (y, \pi, eq, rer, sp, r, qoil)'$, где y – реальный ВВП, π – уровень инфляции, eq – реальный фондовый индекс, rer – реальный обменный курс национальной валюты относительно доллара США, r – номинальная краткосрочная процентная ставка, sp – кредитный спред (разность между доходностью на рынке ценных бумаг страны и долгосрочной процентной ставкой государственных облигаций), $qoil$ – объемы добычи нефти.

Не все переменные должны присутствовать в каждой индивидуальной страновой модели. Добычу нефти $qoil$ нужно включать только для стран–экспортёров нефти. Если у страны нет достаточно наблюдений для расчёта индекса внутреннего фондового рынка или доходностей на рынке долгосрочных ценных бумаг, то данные показатели можно не включать, тогда для ряда стран будут использоваться более короткие модели.

Для решения проблемы сверхпараметризации из-за включения в модель слишком большого числа регрессоров и их запаздываний авторы метода [1] предложили

агрегировать слабоэкзогенные переменные путем взвешивания. В настоящей работе мы взвешиваем внешние показатели следующим образом: $y_{it}^* = \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt}$, $w_{ij} = 0$ где w_{ij} – вес, с

которым j -я страна воздействует на i -ю. Авторы пионерской работы, как и многие авторы, исследующие шоки в реальном секторе, предлагают брать веса из торгового баланса: для

каждой пары стран $w_{ij} = \frac{Export_{ij} + Import_{ij}}{Export_i + Import_i}$. Если вес – доля торговли со страной j в общей

торговле страны i , то при распространении шоков от одной страны к её торговым партнёрам большее влияние на экономику i окажут те страны, которые сильнее с ней связаны. Например, выглядит полезным использовать для реальных переменных, таких,

как выпуск, реальный обменный курс и объёмы добычи нефти, торговые веса для агрегирования. Для номинальных же показателей (номинальной краткосрочной ставки или спреда доходностей) логично было бы использовать веса, по которым передаются

шоки финансового сектора; были выбраны входящие и исходящие потоки прямых иностранных инвестиций по аналогии с выводами [12]: $w_{ij} = \frac{InInvest_{ij} + OutInvest_{ij}}{InInvest_i + OutInvest_i}$.

Большинство исследований указывает на наличие единичного корня в рядах x_{it} (см. [9] и др.), поэтому оценивание модели производится в форме модели коррекции ошибок с экзогенными и слабоэкзогенными переменными (VECMX) в виде (2) с некоторым количеством долгосрочных коинтеграционных соотношений ECM_{it} в виде (3):

$$\Delta x_{it} = a_{i0} + \alpha_{i1} ECM_{i,t-1} + \sum_{l=1}^{p_i} \Phi_{il} \Delta x_{i,t-l} + \sum_{l=0}^{q_i} \Lambda_{il} \Delta x_{i,t-l}^* + \sum_{l=0}^{s_i} \Psi_{il} \Delta d_{t-l} + u_{it}, \quad (2)$$

$$ECM_{it} = -\beta'_i ((x'_{it}, x'^*_{it}, d'_{it})' - \gamma_i t) = \beta'_{ix} x_{it} + \beta'_{ix^*} x^*_{it} + \beta'_{id} d_{it} + \beta'_i \gamma_i t. \quad (3)$$

После оценивания индивидуальные модели вместе образуют систему из уравнений, которая и является GVAR-моделью. Преобразованная в форму векторной авторегрессии глобальная модель (4)

$$Gx_t = Hx_{t-1} + \dots + a_0 + a_1 t + \sum_{i=1}^N \Psi_i d_t + u_t, u_t \sim IID(0, \Sigma_u) \quad (4)$$

может быть использована для стандартных операций: прогнозирования и получения функций импульсных откликов. В данной работе мы используем обобщённые функции импульсных откликов (GIRF, [19]), имеющие преимущество по сравнению с ортогональными импульсными откликами, так как для их построения не требуется проводить ортогонализацию шоков и проводить упорядочивание переменных всех стран, а также применять какие-либо теоретически обоснованные ограничения. Прогнозирование производится по обычному алгоритму работы с векторной авторегрессией.

Рассматриваемая модель предполагает, что данные представлены в виде сбалансированной панели, а ковариационная матрица состоит из попарных ковариаций между всеми показателями всех стран на одном и том же временном промежутке. Мы же включаем в модель Россию и другие страны ЕАЭС, данные по макроэкономическим показателям которых доступны на более коротком периоде, чем по всем остальным странам. Для этого ковариационная матрица складывается из ковариаций, полученных при оценивании модели со странами, имеющими более длинные ряды, и из ковариаций России и стран ЕАЭС с остальными странами на коротких рядах ([18]).

Особое внимание при построении GVAR-модели мы уделяем индивидуальной модели для российской экономики, так как наибольший интерес представляет реакция российских показателей на внешние шоки. К наиболее важным для российской экономики каналам передачи шоков стоит отнести канал снижения торговли с теми или иными регионами. Также гигантскую роль играет канал изменения цен на энергоносители. По указанным причинам в работе основной упор делается на таких показателях российской экономики, как выпуск, реальный обменный курс относительно доллара США, инфляция и добыча нефти, а в качестве важнейшей экзогенной переменной используется мировая цена на нефть. В более ранних работах по моделированию глобальной векторной авторегрессии с участием российской экономики (например, [18] и [20]) мы уделяли большое внимание динамике реальных показателей: выпуску, реальному курсу и объёму добычи нефти, так как литературе не выявлено значительного влияния внешних финансовых шоков на реальные макропоказатели России. Например, в работе [21] по исследованию эффекта санкций в 2014 году авторы отмечают значимое, но малое влияние финансовых ограничений на российскую экономику. К схожему выводу приходят авторы работы [22], делая вывод, что шоки премии за риск оказывают значимый эффект на выпуск, но вклад их является достаточно умеренным. Расширяя модель для России, мы дополнительно будем включать уровень инфляции и процентную ставку для российской экономики в ряд уравнений.

Исходя из [18], предлагается рассматривать в качестве коинтеграционного соотношения указанную модель (5):

$$y_{rus,t} = c + \mu_0 dt_{0t} \times t + \gamma dt_{1t} + \mu_1 dt_{1t} \times t + \beta poil_t + v_{1t}, \quad (5)$$

где dt_{0t} – дамми-переменная, отвечающая за период до структурного сдвига в третьем квартале 2007 года;

dt_{1t} – дамми-переменная, отвечающая за периода после сдвига (точечные оценки взяты из работ [23], [24]).

Обозначив тренд со структурным сдвигом как $\mu_t = \mu_0 dt_{0t} \times t + \mu_1 dt_{1t} \times t$, модель можно переписать в виде (6)

$$\begin{aligned} \Delta y_{rus,t} = & \mu_t + \gamma \Delta dt_{1t} + \alpha v_{1,t-1} + \eta_1 (\Delta y_{rus,t-1} - \mu_{t-1} - \gamma \Delta dt_{1,t-1}) + \eta_2 \Delta \pi_{rus,t-1} + \\ & + \eta_3 \Delta rer_{rus,t-1} + \eta_4 \Delta r_{rus,t-1} + \rho_1 \Delta y_{rus,t}^* + \theta \Delta poil_t + \varepsilon_{1t}. \end{aligned} \quad (6)$$

В соответствии с [25], [26] на долгосрочный реальный эффективный курс рубля могут влиять такие переменные, как дифференциал производительности труда, чистые иностранные активы или условия торговли. Для учёта влияния каналов спроса и предложения со стороны торговых партнёров на выпуск России в уравнение для курса включаются выпуски: $y_{rus,t}$ и агрегированный торговый партнёр $y_{rus,t}^*$:

$$rer_{rus,t} = c_{rus} + \phi_1 y_{rus,t} + \phi_2 y_{rus,t}^* + \beta poil_t + v_{2t}. \quad (7)$$

Предполагается, что изменение цены на нефть и инфляция могут влиять на реальный курс в краткосрочном периоде, поэтому векторная модель коррекции ошибок для курса рубля записывается как:

$$\Delta rer_{rus,t} = c + \alpha v_{2,t-1} + \rho \Delta \pi_{rus,t} + \theta_1 \Delta poil_t + \theta_2 \Delta poil_{t-1} + \varepsilon_{2t}. \quad (8)$$

Для номинальных показателей России обнаружено лишь одно коинтеграционное соотношение, показывающее долгосрочную взаимосвязь между процентной ставкой $r_{rus,t}$

и инфляцией $\pi_{rus,t}$, что напоминает эффект Фишера с дополнительными факторами для нефтедобывающей страны в виде коинтеграции с объёмами добычи нефти в России и мировыми ценами на нефть :

$$r_{rus,t} = c_{rus} + \rho_1 \pi_{rus,t} + \rho_2 rer_{rus,t} + \rho_3 qoil_{rus,t} + \theta poil_t + v_{4,t} \quad (9)$$

Соответствующие модели коррекции ошибок для инфляции и ставки процента в России представлены ниже:

$$\begin{aligned} \Delta \pi_{rus,t} &= c_{1,rus} + \alpha_1 v_{4,t-1} + \rho_1 \Delta y_{rus,t-1} + \rho_2 \Delta \pi_{rus,t-1} + \eta \Delta y_t^* + \theta poil_t + \varepsilon_{4,t} \\ \Delta r_{rus,t} &= c_{2,rus} + \alpha_2 v_{4,t-1} + \theta poil_{t-1} + \varepsilon_{5,t} \end{aligned} \quad (10)$$

Что касается коинтеграционного соотношения для объёма добычи нефти в России в модели (11), то мы используем подход с выделением структурного сдвига в тренде, как для реального ВВП:

$$qoil_{rus,t} = c_{rus} + \mu_0 dt_{0t} \times t + \gamma dt_{1t} + \mu_1 dt_{1t} \times t + \beta poil_t + v_{3,t}, \quad (11)$$

где dt_{0t} – дамми периода до $T_{rus} = 2007q3$;

dt_{1t} – дамми периода, начиная с T .

Мы предлагаем следующую спецификацию модели коррекции ошибок для предложения нефти со стороны стран-экспортёров, убрав из неё наблюдения на момент времени t , что подчёркивает инерционность $qoil$, что объясняется в [18]:

$$\Delta qoil_{it} = c_i + \alpha v_{i,t-1} + \beta_1 \Delta y_{i,t-1}^* + \beta_2 \Delta qoil_{i,t-1} + \phi_1 \Delta poil_{t-1} + \phi_2 \Delta poil_{t-2} + \varepsilon_{it}. \quad (12)$$

По аналогии с работами [3], [4], [18] мы добавляем в полученную GVAR–модель уравнение для цены на нефть в форме (13):

$$\Delta poil_t = c + \sum_{l=1}^p \alpha_l \Delta poil_{t-l} + \sum_{l=0}^q \beta_l \Delta Y_{t-l} + \sum_{l=0}^r \gamma_l \Delta Q_{t-l} + v_t, \quad (13)$$

где $poil_t$ – цена на нефть;

Y_t – мировой спрос;

Q_t – мировое предложение нефти.

В модели рассматриваются развитые экономики, страны Азии и Латинской Америки, Европы, Африки, а также страны Востока и Центральной Азии. Развитые страны представлены США, Японией Великобританией, Южной Кореей, Канадой, Австралией, Сингапуром, Швейцарией, Швецией, Норвегией и странами Еврзоны: Германией, Нидерландами, Францией, Бельгией, Италией, Австрией, Испанией, Финляндией. Китай, Индия, Индонезия, Малайзия и Таиланд представляют азиатские экономики, а Аргентина, Бразилия, Чили, Мексика и Перу – экономики латинской Америки. Страны Евразии включают Россию, Турцию, Армению, Казахстан, Кыргызстан и Беларусь, а страны Африки – ЮАР. Страны Востока и Центральной Азии представлены Саудовской Аравией и Ираном. Экономики GCC+ представлены Бахрейном, Кувейтом, ОАЭ, Ливией, Оманом, Катаром и Алжиром.

Переменные для всех стран получены из квартальных данных (для стран ЕАЭС за 1999–2020 гг., для остальных стран за 1979–2020 гг.). Данные по ВВП, ИПЦ, фондовому индексу, ставке и нефтяным ценам взяты из баз IMF¹ и OECD². Данные по добыче нефти взяты в EIA³. Ряды для реального выпуска очищены от сезонности с помощью процедуры X-13ARIMA-SEATS. При отсутствии квартальных данных ряды интерполированы в соответствии с процедурой, описанной в [9]. Объёмы экспорта и импорта для каждой страны взяты из торговой статистики DOTS IMF⁴. Объёмы потока капитала взяты из исследования прямых иностранных инвестиций CDIS IMF⁵.

Временные ряды для России и других стран ЕАЭС взяты за период 1999q1–2020q4. Период с 1979–1998 гг. относится к времени существования СССР и переходному периоду, поэтому не отражает состояние экономики. В уравнение для стран ЕАЭС учитываются: уровень реального ВВП, реальный обменный курс, уровень инфляции и объёмы добычи нефти. Данные переменные являются ключевыми для описания системы отечественной экономики, экономик стран ЕАЭС и их связей с глобальной экономикой и странами-партнёрами.

Для расчётов выбрано оценивание с фиксированными весами, так как в работах [9], [27] и других исследованиях авторы использовали фиксированные, хотя и усреднённые за

¹ International Monetary Fund, International Financial Statistics <https://data.imf.org/>

² Organisation for Economic Co-operation and Development <https://stats.oecd.org/>

³ Energy Information Administration <https://www.eia.gov/international/data/world/>

⁴ International Monetary Fund, Direction of Trade Statistics <https://data.imf.org/>

⁵ IMF Foreign Direct Investment Survey <https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLS/direct-investment>

несколько лет веса, аргументируя это тем, что торговля между странами изменяется на рассматриваемом периоде незначительно, а колебания макропоказателей вносят гораздо больший вклад в оценки, чем колебания торговых весов. В частности, в работе [9] проводятся расчёты при фиксированных (но сглаженных за три года) и изменяющихся каждый год весах, и при сравнении результатов различия статистически незначимы. Для исследования реакции макропоказателей и дальнейшего прогнозирования их динамики для усреднения был выбран период 2016–2018 гг. Указанный период не захватывает адаптационный период после санкций, наложенных в конце 2014 г. и шок пандемии covid-19 в 2020 г.

3 Результаты эмпирической оценки модели и построение сценарных прогнозов развития экономик

В данной работе анализируется воздействие макроэкономического шока ВВП Китая на крупнейшие экономики мира. Функции импульсных откликов посчитаны для периода в 20 кварталов, однако наиболее интересными и валидными обычно являются краткосрочные оценки для периода 1–2 года (до 8 кварталов). Все отклики получены в ответ на шоки в размере 1% соответствующего макроэкономического показателя. Также построены 68% доверительные интервалы и медианный импульсный отклик, полученные при помощи процедуры бутстрапирования.

На рисунке 1 показаны импульсные отклики Китая, стран ЕС, России, Японии, Великобритании и США в ответ на снижение ВВП Китая на 1%. В данном случае модель оценивалась при использовании одних и тех же торговых весов для агрегации всех переменных. В результате выпуск стран ЕС снижается на 0.2% и темпы снижения не меняются в течение двух лет после шока. Схожая реакция наблюдается и у России, за исключением того, что реакция стран ЕС происходит мгновенно, а в России — через квартал после соответствующего шока. ВВП Японии реагирует только в течение двух кварталов после возникновения шока, сначала упав на 0.2%, а далее медианный отклик приближается к нулю. Отклики Великобритании с США статистически значимы на всём периоде наблюдения, падение Великобритании составляет около 0.2%, США — 0.1%.

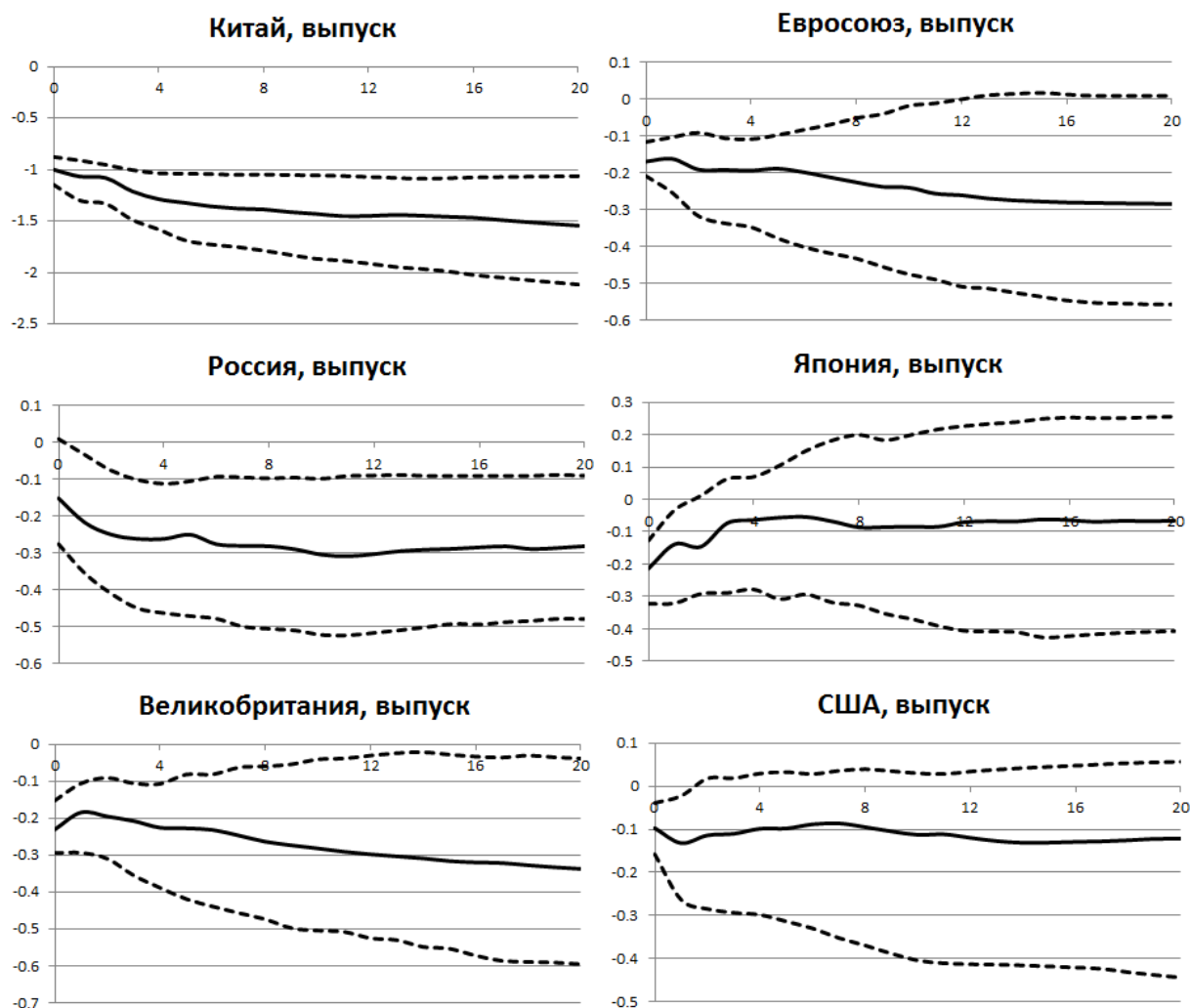


Рисунок 1 — Отрицательный шок ВВП Китая: реакция выпусков при торговых весах

Иная ситуация наблюдается при изучении аналогичного шока в модели, оценённой с использованием различных весов для реальных и финансовых переменных. В первом случае использовались те же самые торговые веса, во втором же — веса, полученные из потоков прямых иностранных инвестиций между странами. В результате при падении ВВП Китая на 1% срок статистически значимого воздействия на остальные страны не изменился, но величина падения выпусков выросла. Так падение ВВП стран ЕС и России увеличилось с 0.2% до 0.4%; у Японии — с 0.2% до 0.3%. Моментальное падение выпуска Великобритании осталось на уровне 0.2%, но падение через несколько кварталов после возникновения шока достигает 0.4%. Падение выпуска в США достигает 0.3% вместо 0.1% в предыдущем варианте взвешивания. Таким образом, при использовании меньшего

числа каналов передачи шоков, мы, возможно, недооцениваем эффект внешнего воздействия шоков стран-партнёров на рассматриваемые экономики.

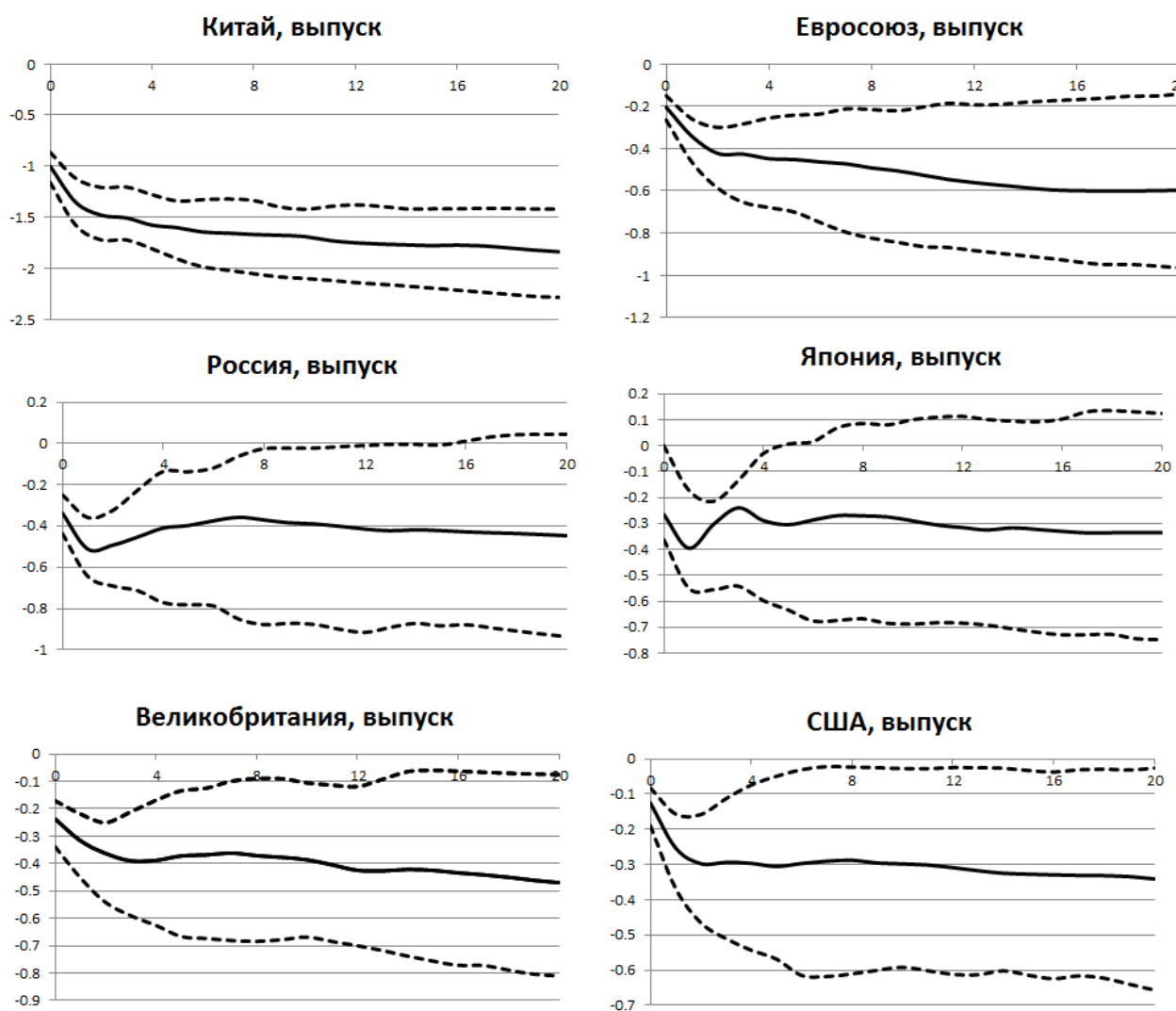


Рисунок 2 — Отрицательный шок ВВП Китая: реакция выпусков при торговых и финансовых весах

Заключение

Основной чертой модели GVAR является возможность множество различных каналов связи между экономиками и мировыми рынками на региональном и мировом уровне, что помогает идентифицировать самые различные шоки. Традиционно большинство исследователей сосредотачивается либо на рассмотрении реального сектора экономики, в котором шоки распространяются по торговым каналам, либо на финансовом секторе с распространением шоков по каналам потока капитала. Мы сосредоточились на работах, посвящённых распространению шоков по различным финансовым каналам и с

различными схемами идентификации шоков. Для этого строится модель GVAR (45 экономик, охватывающие более 90% мирового ВВП, включая модель для России с переменными и реального, и номинального характера), с помощью которой проводится оценка влияния экономических шоков на выпуск Российской Федерации и других стран модели. Для исследования распространения шоков получены функции импульсных откликов в ответ на негативный шок выпуска Китая. Замечено, что падение выпусков крупнейших экономик проявляется приблизительно в два раза сильнее, если использовать не только торговые веса в качестве канала передачи реальных шоков, но добавить и веса потоков инвестиций, которые, вероятно, помогают отслеживать и передачу номинальных шоков между странами.

Список использованных источников

1. Pesaran M.H., Schuermann T., and Weiner S.M., "Modeling Regional Interdependencies Using a Global Error-Correcting Macroeconometric Model," *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 22, No. 2, 2004. pp. 129–162.
2. Cashin P., Mohaddes K., Raissi M., and Raissi M. The Differential Effects of Oil Demand and Supply Shocks on the Global Economy // *Energy Economics*. 2014. Vol. 44. pp. 113-134.
3. Mohaddes K. P.M. Country-specific oil supply shocks and the global economy: A counterfactual analysis // *Energy Economics*. 2016. No. 59. pp. 382-399.
4. Mohaddes K., Raissi M., "The U.S. Oil Supply Revolution and the Global Economy.," *Empirical Economics.*, No. Vol. 57., 2019.. pp. 1515-1546.
5. Considine J., Hatipoglu E., and Aldayel A. The sensitivity of oil price shocks to preexisting market conditions: A GVAR analysis 2021. No. 100225.
6. Smith L.V., Tauri N., and Yamagata T. Assessing the Impact of COVID-19 on Global Fossil Fuel Consumption and Co2 Emissions // *ISER DP*. 2021. No. 1093.
7. Milani F. COVID-19 Outbreak, Social Response, and Early Economic Effects: A Global VAR Analysis of Cross-Country Interdependencies // *CESifo Working Papers*. 2020. No. Vol. 8518.
8. Li R., Zhang F., and Wang Q. How does the EU's COVID-19 economic recession impact the renewable energy of other countries? The spillover effect // *Energy Strategy Reviews*. 2022. Vol. 40.
9. Dees S., Mauro F., and Pesaran M.H., "Exploring the international linkages of the Euro area a Global VAR analysis," *Journal of applied econometrics*, Vol. 22, No. 1, 2007. pp.

- 1–38.
10. Galesi A., Sgherri S. Regional financial spillovers across Europe: a Global VAR analysis // IMF Working Paper. 2009. No. 09/23.
 11. Chudik A., Fratzscher M. Identifying the global transmission of the 2007-2009 financial crisis in a GVAR model // European Economic Review. 2011. No. 55. pp. 325-339.
 12. Eickmeier S., Ng T. How Do Credit Supply Shocks Propagate Internationally? A Gvar Approach // Bundesbank Series 1 Discussion Paper. 2011. No. 2011,27.
 13. Bettendorf T. Spillover effects of credit default risk in the euro area and the effects on the Euro: A GVAR approach // International Journal of Finance and Economics. 2019. Vol. 24. No. 1. pp. 296-312.
 14. Colabella A. Do ECB's Monetary Policies Benefit EMEs? A GVAR Analysis on the Global Financial and Sovereign Debt Crises and Postcrises Period // Oxford Bulletin of Economics and Statistics. 2021. Vol. 83. No. 2. pp. 472-494.
 15. Chen Q., Lombardi M., Ross A., and Zhu F. Global Impact of US and Euro Area Unconventional Monetary Policies: A Comparison, Technical report // BIS Working Papers. 2017. No. 610.
 16. Lombardi M., Zhu F. A Shadow Policy Rate to Calibrate US Monetary Policy at the Zero Lower Bound // BIS Working Papers. 2014. Vol. 452.
 17. IMF. Cross-Country Report On Spillovers // IMF Country Report. 2016. No. 16/212.
 18. Зубарев А., Кириллова М. Построение модели GVAR для российской экономики // Экономический журнал ВШЭ. 2023. Vol. 27. No. 1. pp. 9-32.
 19. Koop G., Pesaran M.H., and Potter S.M., "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models," Journal of Econometrics, Vol. 74, No. 1, 1996. pp. 119–147.
 20. Зубарев А., Кириллова М. Оценка потерь ВВП России вследствие санкций с помощью модели глобальной векторной авторегрессии // Вопросы статистики. 2023. Vol. 30. No. 1. pp. 18-26.
 21. Pestova A., Mamonov M. Should we care?: The economic effects of financial sanctions on the Russian economy // BOFIT Discussion Papers. 2019.
 22. Зубарев А., Рыбак К. Влияние премии за риск на российские макроэкономические показатели // Экономический журнал ВШЭ. 2020. Vol. 24. No. 3. pp. 391-414.
 23. Полбин А.В., Скроботов А., "Тестирование наличия изломов в тренде структурной компоненты ВВП Российской Федерации," Экономический журнал ВШЭ, Т. 20, № 4, 2016. С. 588-623.
 24. Полбин А.В., "Оценка траектории темпов трендового роста ВВП России в ARX-

- модели с ценами на нефть," Экономическая политика, Т. 15, № 1, 2020. С. 40-63.
25. Трунин , Князев Д., and Кудюкина Е., "Анализ факторов динамики обменного курса рубля," Научные труды Института Гайдара, No. 144Р, 2010.
 26. Божечкова А., Трунин П. Анализ факторов динамики реального валютного курса. Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2016.
 27. Dees S., Pesaran M., Smith L.V., and Smith R. Constructing Multi-Country Rational Expectations Models // Oxford Bulletin of Economics and Statistics. 2014. Vol. 76. No. 6. pp. 812-840.