

БАНКАЎСКІ ВЕСНІК

ТЭМАТЫЧНЫ ВЫПУСК • КРАСАВІК • 2017

ИССЛЕДОВАНИЯ БАНКА № 11

**SVAR: анализ и прогнозирование основных
макроэкономических показателей**

А.В. Безбородова

SVAR: анализ и прогнозирование основных макроэкономических показателей

А.В. Безбородова,
магистр экономических наук

Одним из важных аспектов успешного перехода реализуемой монетарной политики Республики Беларусь к таргетированию инфляции является наличие аналитического инструментария, позволяющего своевременно и точно анализировать экономическую ситуацию и прогнозировать динамику основных макроэкономических показателей в зависимости от закладываемых сценариев развития внешнего сектора в кратко- и среднесрочной перспективе. Для решения проблем, которые могут стать результатом применения сложных структурных моделей, основанных на новой кейнсианской теории, предлагается комплексный подход к моделированию монетарной трансмиссии: структурные векторные авторегрессии, которые достаточно просты в их реализации и оценке, а полученные результаты легко интерпретируются.

Реализация *SVAR*-модели позволила построить схемы функционирования основных каналов трансмиссионного механизма монетарной политики Республики Беларусь. Результаты оценки *SVAR*-модели сравнивались с полученными на основе иных векторных авторегрессий. Сопоставление функций импульсных откликов расширенной *SVAR*-модели, малой *SVAR*-модели и *BVAR*-модели свидетельствует о том, что в краткосрочном периоде рост денежной массы в экономике может оказывать стимулирующее влияние на ВВП. Однако высокая степень долларизации финансовых активов приводит к тому, что стимулирующая политика в Беларуси в большей степени выражается в росте цен. Согласованность результатов модельных расчетов относительно реакции инфляции и ВВП на изменения процентной ставки со статистической точки зрения доказывает стабильность полученных результатов, а с экономической – говорит о работоспособности процентного канала.

Построенная *SVAR*-модель позволяет также получать сценарные прогнозы основных макроэкономических переменных в зависимости от развития динамики экзогенных переменных и целевых значений эндогенных переменных.

Классификация JEL: C54, E17, E52, E58.

Ключевые слова: структурная векторная авторегрессионная модель, приведенная векторная авторегрессионная модель, трансмиссионный механизм, одновременные связи, функции импульсных откликов, монетарная политика, прогнозирование, Республика Беларусь.

E-mail автора: a.bezborodova@nbrb.by

Благодарность

Автор работы выражает искреннюю благодарность заместителю Генерального директора Института приватизации и менеджмента кандидату экономических наук, доценту Пелипасю Игорю Владимировичу за плодотворную научную дискуссию, затрагивающую проблемы построения векторных авторегрессионных моделей.

Профессиональный диалог был крайне полезен для успешной реализации представленной работы, позволил существенно углубить и расширить знания в области оценки структурных векторных авторегрессий, являющихся важной компонентой системы анализа и прогнозирования политики центральных банков ряда стран.

Введение

Одним из важных аспектов реализации успешного перехода к таргетированию инфляции является наличие аналитического инструментария, позволяющего своевременно и точно анализировать экономическую ситуацию и прогнозировать динамику основных макроэкономических показателей в зависимости от закладываемых сценариев развития внешнего сектора в кратко- и среднесрочной перспективе. Структура системы анализа и прогнозирования политики (*FPAS*) центральных банков большинства стран включает три основных элемента [4; 10]: 1) инструменты краткосрочного прогнозирования, 2) инструменты, направленные на получение среднесрочного прогноза основных макроэкономических показателей, 3) вспомогательные модели (*приложение 1*). Вспомогательные модели применяются в том числе в целях определения экономического цикла и используются для формирования мнения экспертов относительно ряда вопросов, затрагивающих состояние национальной экономики. Модели краткосрочного прогнозирования – эконометрические модели, предназначенные для оценки текущего уровня анализируемых макроэкономических показателей и их краткосрочной динамики. Результаты оценок, основанные на данных моделях, используются в процессе расчетов, производимых на основной модели среднесрочного прогноза (квартальной прогнозной модели).

Во многих центральных банках стран, перешедших к таргетированию инфляции, ключевым инструментом анализа и прогнозирования основных макроэкономических показателей на текущий момент являются структурные и полуструктурные модели (*приложение 2*). При этом следует отметить, что эффективное функционирование таких моделей, способствующее выработке грамотных рекомендаций по политике, обеспечивается за счет всей системы *FPAS*, неотъемлемыми элементами которой является ряд вспомогательных моделей. Наряду с отмеченным во многих странах основным инструментом прогнозирования остаются векторные авторегрессионные модели (*VAR*-модели). Объяснением последнего факта является то, что ряд стран (особенно страны с переходной экономикой) характеризуется наличием факторов, которые затрудняют применение моделей, основанных на новой кейнсианской теории, как все динамические модели общего равновесия. Этими признаками являются: слабость рыночных механизмов регулирования экономики, недостаточное развитие финансового рынка и, как следствие, более низкая эффективность работы процентного канала, канала цен активов при сопоставлении с развитыми странами.

Для решения проблем, которые могут стать результатом применения сложных структурных моделей, предлагается комплексный подход моделирования монетарной трансмиссии: структурные векторные авторегрессии (*SVAR*).

Векторные авторегрессионные модели, впервые представленные в работе [9] как альтернатива сложным структурным макроэкономическим моделям, эффективность которых была достаточно низка, стали, благодаря их гибкости и релевантности, основным инструментом анализа трансмиссионного механизма монетарной политики. В действительности существует способ на основе векторных авторегрессионных моделей корректно определить структурные шоки путем наложения определенных теоретических ограничений, т. е. осуществить переход к структурной векторной авторегрессионной модели.

Структурные векторные авторегрессионные модели, методология которых активно развивалась в 1990-х, стали использоваться на практике для анализа и прогнозирования макроэкономических показателей по следующим причинам: модели достаточно просты в их реализации и оценке, а полученные результаты легко интерпретируются.

Задачей представленного исследования являлась разработка наиболее простого по своей структуре, оценке и пониманию инструментария, позволяющего: 1) проводить оперативный анализ реакции основных макропоказателей на шоки; 2) получать систему существующих взаимосвязей рассматриваемых макропоказателей; 3) реализовывать краткосрочный прогноз основных макропоказателей в зависимости от сценариев развития экзогенных переменных и закладываемой цели по инфляции. В целях решения поставленных задач в условиях переходной экономики Республики Беларусь была построена структурная векторная авторегрессия.

Одними из последних прикладных исследований, реализованных на статистических данных Республики Беларусь, направленных на решение схожих задач, были работы, посвященные рассмотрению и построению байесовской векторной авторегрессии (*BVAR*) [11; 12], малой структурной векторной авторегрессии (малая *SVAR*) [13; 14] и глобальной векторной авторегрессии (*GVAR*) [14]. Однако модели, представленные в ранее проведенных исследованиях, имеют свои особенности, а ряд аспектов их реализации носит дискуссионный характер. Так, представленная в исследовании [11; 12] *BVAR* не является структурной, что может ставить под сомнение экономическую содержательность анализируемых шоков модели. Наряду с отмеченным фактом применение байесовского метода к оценке инструмента усложняет этот процесс, но не всегда дает лучшие результаты, а одной из задач, поставленных в представленной работе, была именно простота реализуемой модели. Спецификация *SVAR*-модели, описанная в работах [13; 14], приближена к национальной экономике путем идентификации одновременных связей макропеременных, что делает рассматриваемые отклики экономических показателей на шоки интерпретируемыми с экономической точки зрения, однако в модели не учитывается ряд макропеременных, являющихся передаточными в схеме трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, также несколько дискуссионным является выбор экономических показателей, отражающих динамику рассматриваемых в работе макропеременных.

Таким образом, в проведенной работе представлены векторные авторегрессионные модели, основой для которых явились модели, описанные в ранее проведенных исследованиях [11–14]. При реализации инструментария рассматривались и тестировались выше отмеченные дискуссионные моменты, характерные для ранее разработанных моделей, в целях уточнения и совершенствования применяемого в процессе анализа политики подхода. В работе результатам оценки векторных авторегрессий дана широкая экономическая интерпретация, а также отражена процедура прогнозирования основных макроэкономических показателей на их основе.

1. *SVAR*-модель: методология

С начала 80-х гг. *VAR*-модели стали стандартным инструментом анализа макроэкономических данных. Векторные авторегрессии достаточно просты в применении, при этом они, как правило, характеризуются более высокой точностью прогноза, чем иные сложные макроэкономические модели [1]. Однако по причине того, что данные модели не имеют каких-либо структурных или идентификационных ограничений на параметры [2], они обладают слабой экономической обоснованностью. Последний факт затрудняет интерпретацию функций импульсных откликов, получаемых на основе *VAR*.

Решением данной проблемы является переход к структурной векторной авторегрессии. При построении такой модели на шоки векторной авторегрессии приведенной формы (*VAR*)

накладываются ограничения, что и позволяет получить функции импульсных откликов, имеющие экономическое обоснование.

В целях описания перехода от векторных авторегрессионных моделей к структурным векторным авторегрессионным моделям первоначально запишем *SVAR* в общем виде [1]:

$$AZ_t = A_0 + C(L)Z_{t-1} + e_t, \quad (1)$$

где Z_t – вектор эндогенных переменных размерностью k , наблюдаемых в период времени t ; e_t – вектор структурных шоков размерностью k , наблюдаемых в период времени t , $e_t \sim (0, \Sigma_e)$; A_0 – вектор констант размерностью k ; A – матрица коэффициентов размерностью $k \times k$; $C(L)$ – лаговый оператор порядка p .

Согласно работе [3] существует бесконечное множество матриц A и $C(L)$ для определенной выборки эмпирических данных. Действительно невозможно однозначно определить параметры модели без наложения дополнительных ограничений, так как отличные структурные формы в результате преобразований можно привести к одной и той же *VAR*. Таким образом, без определения ограничений невозможно сделать заключения о структурной модели на основании приведенной векторной авторегрессии.

Структурная векторная авторегрессия может быть представлена в приведенной форме:

$$Z_t = v + D(L)Z_{t-1} + u_t, \quad (2)$$

где $v = A^{-1}A_0$; $D(L) = A^{-1}C(L)$; $u_t = A^{-1}e_t$ – вектор остатков приведенной *VAR*, не обладающий экономической интерпретацией, $u_t \sim (0, \Sigma_u)$. Приведенная *VAR* может быть оценена на основе метода наименьших квадратов, так как в данном случае статистические характеристики асимптотически не смещены и эффективны [2].

Как было отмечено выше, невозможно вывести структурную форму из приведенной, а вследствие этого и оценить функции импульсных откликов. Динамические отклики эндогенных переменных на шок одной из переменных системы не обладают экономическим смыслом. Шоки u_t приведенной *VAR* представляют собой линейную комбинацию структурных e_t . Также факт того, что u_{kt} часто коррелированы во времени, дополнительно осложняет интерпретацию шоков приведенной векторной авторегрессии [1].

В целях выведения структурной формы из приведенной необходимо наложить экзогенные ограничения. Элементы матрицы A определяются через установленные одновременные связи макроэкономических переменных. Зная соотношение $e_t = Au_t$, возможно получить информацию о структурных шоках. Представленная модель известна как *A*-модель [7]. Важно подчеркнуть, что ограничения, налагаемые на параметры, действительны для начального периода, в последующие периоды воздействие шоков передается в соответствии со спецификацией *VAR*.

При условии, что u_t – линейная комбинация e_t и что $e_t \sim (0, I_k)$ (I_k – единичная матрица порядка k), возможно ортогонализировать дисперсионно-ковариационную матрицу шоков приведенной *VAR* (Σ_u) так, что $u_t = Be_t$, $\Sigma_u = B\Sigma_e B'$. По причине того, что дисперсионно-ковариационная матрица структурных шоков – единичная матрица, т. е. e_{kt} – некоррелированы во времени, является возможным определить матрицу B из соотношения $\Sigma_u = BB'$. Представленная модель известна как *B*-модель [7]. Однако проблема в данном случае заключается в отсутствии «наилучшей» ортогонализации, позволяющей получить

однозначную декомпозицию дисперсионно-ковариационной матрицы шоков приведенной VAR [1].

Стандартная декомпозиция, на основе которой возможно получить интерпретируемые функции импульсных откликов, – разложение Холецкого, в соответствии с которым $\Sigma_u = GG'$, где G – нижняя треугольная матрица (все оценки, находящиеся выше главной диагонали, – нулевые). Очевидно, что порядок эндогенных переменных в VAR-модели является важным аспектом, так как именно он в данном случае неявным образом определяет взаимосвязи переменных [1]. Последнее утверждение является слабой стороной представленного подхода. Устанавливаемые в данном случае взаимосвязи переменных могут не в полной мере соответствовать экономической теории [5].

Методология оценивания SVAR-модели, представленной в данной работе, соответствует AB-модели, согласно которой $Au_t = Be_t$, что требует наложения $2k^2 - 1/2k(k+1)$ ограничений для того, чтобы система была однозначно определена [7].

Важным аспектом в проводимом анализе является представление взаимосвязи шоков и авторегрессионной компоненты [3]. Так, если из обеих частей соотношения (1) (SVAR-модели, $e_t \sim (0, I_k)$) вычесть условное ожидание вектора эндогенных переменных, где условием выступает тот факт, что вся информация об эндогенных переменных известна до момента времени t ($E_{t-1}Z_t$), левая сторона выражения (1) примет вид Au_t в соответствии с соотношением (2) и результатом разности Z_t и $D(L)Z_{t-1}$ (вектор констант в данном случае не учитывался). В правой части соотношения (1) после преобразований останется e_t . Компонента $C(L)Z_{t-1}$ исключается, так как содержит переменные, которые известны до момента времени $t-1$. Таким образом, при помощи данного разграничения на ожидаемые и неожиданные изменения эндогенных переменных возможно получить A-SVAR на основе соотношения (1). Аналогично выводится B- и AB-модель.

2. Приведенная VAR: оценка на эмпирических данных

Прежде чем перейти к построению SVAR, необходимо оценить векторную авторегрессионную модель. В целях отражения функционирования трех основных каналов трансмиссионного механизма (кредитного, процентного и канала обменного курса) в оцениваемую модель было включено 11 макроэкономических переменных (таблица 1).

Таблица 1. Описание переменных модели¹

Тип переменной	Обозначение	Описание
экзогенные	oil_t	цена нефти (<i>Urals</i>), долларов США за баррель
	gdp_ru_t	ВВП России, в ценах 2000 г., млрд. рос. руб.
	ner_ru_t	обменный курс российского рубля к доллару США
эндогенные	$m3_t$	денежный агрегат М3, в текущих ценах, млрд. руб.
	$rate_t$	ставка по вновь выданным кредитам юридическим лицам в национальной валюте, в %
	$neer_t$	номинальный эффективный обменный курс белорусского рубля, 2000 г. = 1
	$demand_t$	внутренний спрос, в ценах 2000 г., млрд. руб.

¹ В процессе построения модели временные ряды денежной массы и процентной ставки учитывались в ее структуре как в реальном, так и номинальном выражении. Наилучший результат был достигнут при использовании денежной массы и процентной ставки в номинальном выражении.

	exp_t	экспорт, в ценах 2000 г., млрд. руб.
	imp_t	импорт, в ценах 2000 г., млрд. руб.
	gdp_t	ВВП, в ценах 2000 г., млрд. руб.
	cpi_t	индекс потребительски цен, 2000 г. = 1

Примечание. Разработка автора

Как видно из *таблицы 1*, структура моделируемой *SVAR* наряду с эндогенными переменными, отражающими динамику экономических показателей в различных секторах отечественной экономики, включала переменные российской экономики, являющиеся экзогенными для рассматриваемой системы и характеризующие воздействие внешнего сектора на макроэкономическую ситуацию внутри страны.

Следует отметить, что схожие экзогенные переменные были учтены в работе [14] при построении структурной векторной авторегрессии. Однако в работе [14] переменные, описывающие внешний сектор, в саму систему включались как эндогенные, в отличие от *SVAR*, моделируемой в представленном исследовании. При этом в целях корректной спецификации структуры модели, с экономической точки зрения, в работе [14] для уравнений переменных внешнего сектора были наложены ограничения на коэффициенты при лагах оставшихся эндогенных переменных. Данный подход позволил получить импульсные отклики, отражающие реакцию макроэкономических показателей белорусской экономики на шоки внешнего сектора.

В проводимом исследовании не ставилась цель повторить или проверить полученные в работе [14] отклики макропоказателей национальной экономики на шоки внешнего сектора, что позволило упростить спецификацию модели, задав внешние макропеременные как экзогенные, независимые от национальной экономики. Одной из основных задач проделанной работы и изложенной в данной публикации было построение инструментария наиболее простого в своей реализации, характеристики которого позволяли бы не только проводить анализ структуры экономики, но и получать краткосрочный прогноз основных макроэкономических переменных на основе модели, содержащей в себе экономический смысл.

Выбор экономических показателей в представленной работе несколько отличался от сделанного в исследовании [14]. Так, в целях отражения обменного курса белорусского рубля был выбран показатель номинального эффективного курса, в отличие от номинального обменного курса белорусского рубля к доллару США, а процентной ставки – ставка по вновь выданным кредитам юридическим лицам в национальной валюте, а не ставка рефинансирования. Учет эффективного курса дает возможность более корректно установить реакцию показателей международной торговли на монетарные шоки. Ставка по кредитам является более рыночной при сопоставлении со ставкой рефинансирования, что позволяет корректнее оценить работоспособность и эффективность функционирования процентного канала.

Также еще одной отличительной особенностью работы [14] была реализация *SVAR* в уровнях. Так, согласно исследованию [8] действительно допускается реализации структурной векторной авторегрессии на временных рядах, интегрированных одного порядка (потенциально коинтегрированных), при этом также не исключается добавление в систему стационарных временных рядов. В представляемом исследовании не использовалось такое допущение, векторная авторегрессионная модель оценивалась на приростах

макроэкономических показателей², являющихся стационарными временными рядами. Так, все временные ряды макропоказателей, перечисленных в *таблице 1*, за исключением процентной ставки, были прологарифмированы. Если в динамике рядов наблюдалась сезонность, то ряды соответствующим образом корректировались, после чего рассчитывались первые разности преобразованных переменных.

В соответствии с информационными критериями при тестировании структуры авторегрессионной модели эндогенные переменные должны были быть учтены в разрабатываемом инструментарии с одним лагом.

Таким образом, была оценена $VARX(1)$ ³ на временном интервале 2002–2016 гг. (периодичность данных квартальная), включающая 8 эндогенных переменных и 3 экзогенных.

Со статистической точки зрения построенная модель является адекватной. Так, по результатам проведенных тестов можно сделать вывод, что:

- в остатках модели отсутствует проблема автокоррекции, о чем свидетельствуют p -значения LM -статистики (p -значения статистики теста выше критического 1%-ного уровня значимости для 10 учтенных лагов, что позволяет не отклонить нулевую гипотезу о том, что в модели отсутствует проблема серийной автокорреляции);
- остатки модели гомоскедастичны, т. е. дисперсия остатков модели постоянна во времени, о чем свидетельствует p -значение χ^2 -статистики (p -значение статистики теста значительно выше критического 5%-ного уровня значимости, что позволяет не отклонить нулевую гипотезу о том, что в модели отсутствует проблема гетероскедастичности).

Следовательно, представленную модель $VARX(1)$ можно использовать для дальнейшего анализа и построения на ее основе структурной векторной авторегрессии.

3. Построение схемы одновременных связей основных макроэкономических показателей

Как отмечалось выше, для оценки $SVAR$ -модели необходимо специфицировать одновременные связи анализируемых макроэкономических переменных, что позволит оценить соотношение $Au_t = Be_t$. Статистически данная процедура приводит к некоррелированности шоков. С экономической точки зрения шоки становятся структурными (т.е. шоки приобретают экономический смысл). Таким образом, определение соотношения $Au_t = Be_t$, в частности матрицы A , означает, что определенный макроэкономический шок обуславливает реакцию со стороны ряда экономических показателей в тот же момент времени.

Существует несколько способов определения одновременных связей: 1) в соответствии с экономической теорией и экспертным мнением [6], 2) на основе статистической процедуры, заключающейся в построении ориентированного ациклического графа [13; 14]. В целях реализации второго из предлагаемых подходов на первом шаге рассчитывается дисперсионно-ковариационная матрица остатков приведенной VAR . Далее рассчитанная матрица используется в процессе построения ориентированного ациклического графа. Итоговый граф отражает существующие корреляции и направления связи между переменными [13; 14].

² Процентная ставка в модели учитывалась в уровнях.

³ Приведенная векторная авторегрессионная модель с экзогенными переменными.

В представленной работе использовался несколько иной от двух выше перечисленных подходов к определению одновременных связей макроэкономических показателей. Предложенный подход заключался в тестировании ограничений, соответствующих схеме Холецкого, и удалении незначимых со статистической точки зрения, наличие которых могло приводить к неадекватным с экономической точки зрения реакциям макропеременных на монетарные шоки.

Так, рассматриваемые переменные были расположены в порядке нарастания степени эндогенности. При расположении переменных в таком порядке прежде всего учитывалось текущее правило денежно-кредитной политики – монетарное таргетирование. Треугольная матрица ограничений (A), идентифицированная в соответствии со схемой Холецкого, имела вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} & 1 & 0 & 0 \\ a_{71} & a_{72} & a_{73} & a_{74} & a_{75} & a_{76} & 1 & 0 \\ a_{81} & a_{82} & a_{83} & a_{84} & a_{85} & a_{86} & a_{87} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_t^{m3} \\ u_t^{rate} \\ u_t^{neer} \\ u_t^{demand} \\ u_t^{exp} \\ u_t^{imp} \\ u_t^{gdp} \\ u_t^{cpi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{55} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{77} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{88} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_t^{m3} \\ e_t^{rate} \\ e_t^{neer} \\ e_t^{demand} \\ e_t^{exp} \\ e_t^{imp} \\ e_t^{gdp} \\ e_t^{cpi} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Каждое из введенных таким образом ограничений можно было протестировать на статистическую значимость, после чего удалить незначимые из них. Итоговая матрица ограничений имела вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & a_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_{42} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_{63} & a_{64} & a_{65} & 1 & 0 & 0 \\ a_{71} & 0 & a_{73} & a_{74} & a_{75} & 0 & 1 & 0 \\ a_{81} & a_{82} & a_{83} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_t^{m3} \\ u_t^{rate} \\ u_t^{neer} \\ u_t^{demand} \\ u_t^{exp} \\ u_t^{imp} \\ u_t^{gdp} \\ u_t^{cpi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{55} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{77} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{88} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_t^{m3} \\ e_t^{rate} \\ e_t^{neer} \\ e_t^{demand} \\ e_t^{exp} \\ e_t^{imp} \\ e_t^{gdp} \\ e_t^{cpi} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

В связи с тем, что представленная структурная векторная авторегрессия является сверхидентифицированной, наложенные ограничения на одновременные связи тестировались. Согласно результатам проведенного LR -теста выбранная схема идентификации не отвергается на 5%-м уровне значимости. Так, p -значение χ^2 -статистики составило 0,393. При этом все оцененные элементы матрицы краткосрочных одновременных связей – статистически значимы. Также следует отметить, что установленные одновременные связи макроэкономических показателей не противоречат экономической теории, специфике белорусской экономики и текущему правилу денежно-кредитной политики (монетарному таргетированию).

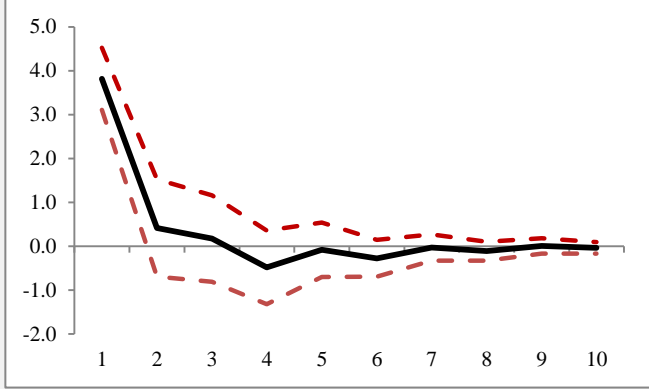
4. Результаты оценки SVAR-модели

Оценка SVAR-модели на эмпирических данных Республики Беларусь, в которой ограничения на одновременные связи наложены согласно модели (4), позволила получить функции импульсных откликов (*рисунки 1, 3, 5*) на структурные шоки. Рассмотрение полученных функций импульсных откликов производилось с точки зрения оценки работоспособности и эффективности трех основных каналов передаточного механизма денежно-кредитной политики: канала обменного курса, кредитного канала и канала процентной ставки.

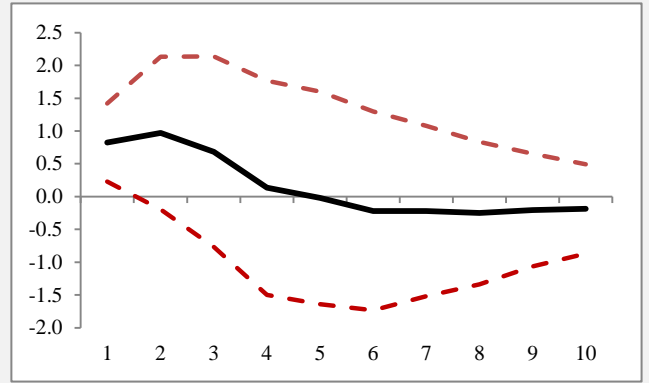
Работа *кредитного канала* основана прежде всего на том, что денежная эмиссия оказывает прямое влияние на денежную массу и кредиты. Ускорение темпов роста денежной массы приводит к удешевлению национальной валюты, снижению номинальной процентной ставки. Рост предложения денег в экономике также может привести к увеличению инвестиций и потребления. Однако в случае, когда в экономике наблюдается полная загрузка мощностей, дефицит рабочей силы, рост кредитов обусловит лишь повышение уровня цен и не скажется на реальных величинах, как инвестиции и потребление. Согласно теории положительные изменения в динамике внутреннего спроса приводят к возрастанию импорта, а также влияют на объем ВВП, который, в свою очередь, оказывает влияние на инфляцию.

При рассмотрении *рисунка 1* видно, что в действительности положительный шок денежной массы обуславливает прежде всего обесценение национальной валюты. В итоге на рыночную процентную ставку оказывают влияние две разнонаправленные силы: 1) расширение денежной массы приводит к снижению стоимости денег, т. е. снижению процентной ставки; 2) обесценение национальной валюты вынуждает монетарные власти осуществлять более жесткую монетарную политику путем повышения процентных ставок. В результате чего номинальная процентная ставка незначительно повышается, при этом продолжительность такого повышения мала и составляет один квартал. Обесценение национальной валюты, обусловленное шоком денежной массы, достаточно для сокращения импорта, но не достаточно для значимой реакции экспорта. Также слабая реакция процентной ставки, выражающаяся в ее незначительном росте, влияет на совокупный спрос в сторону его сокращения, однако отмеченное сжатие статистически незначимо. Незначительное повышение чистого экспорта на фоне отсутствия реакции внутреннего спроса положительно влияет на ВВП, однако данное влияние практически статистически незначимо. Наблюдаемый рост инфляции связан прежде всего с эффектом переноса девальвации на инфляцию, а не с изменением уровня экономической активности.

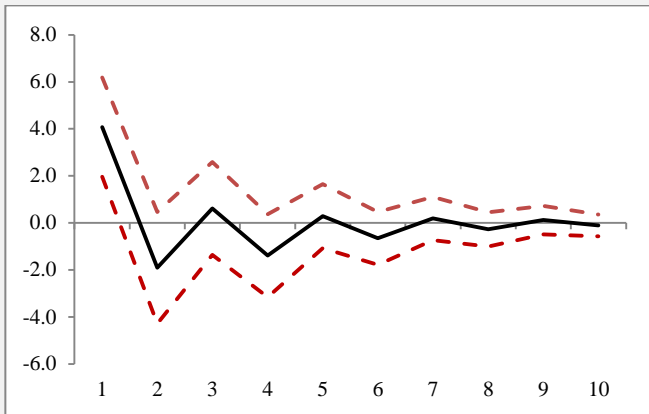
Рисунок 1. Функции импульсных откликов на положительный шок денежной массы⁴



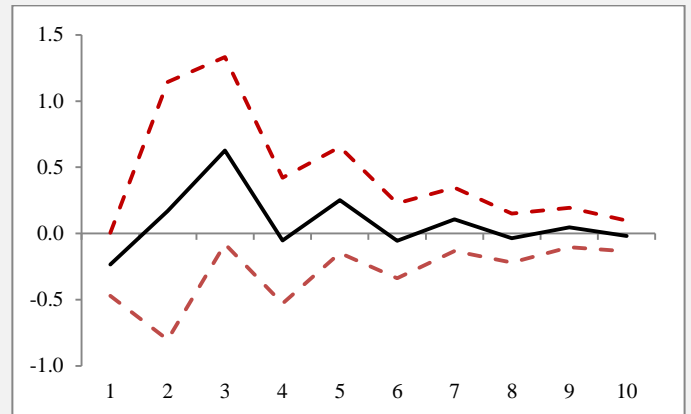
$m3_t$



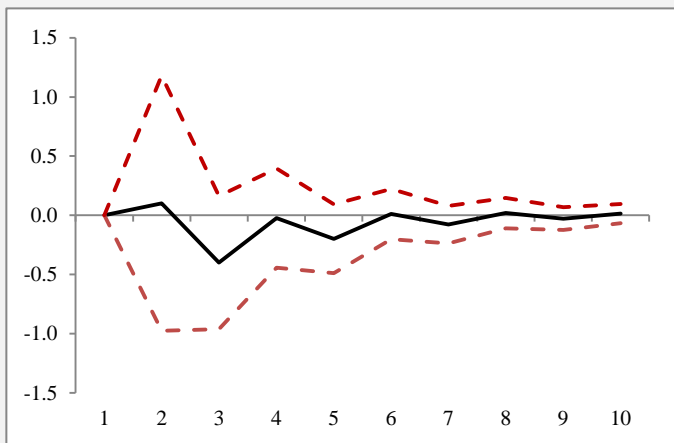
$rate_t$



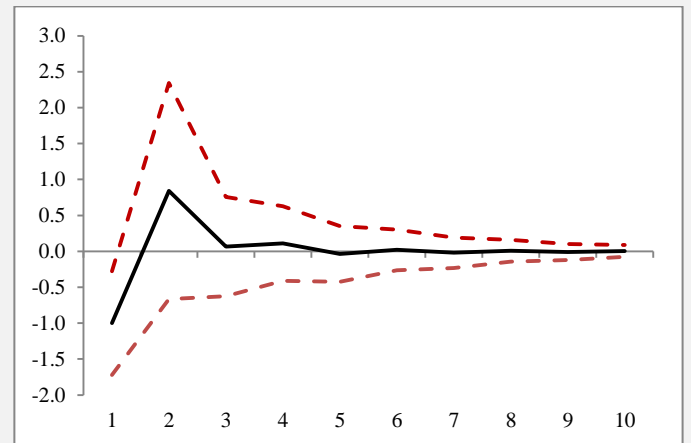
$neer_t$



$demand_t$

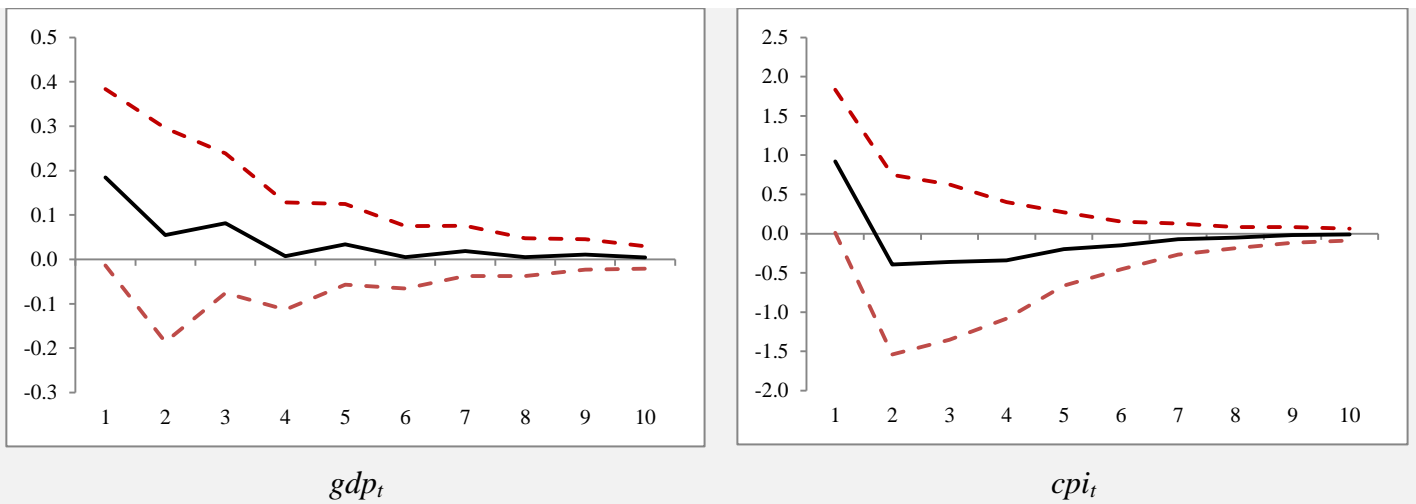


exp_t



imp_t

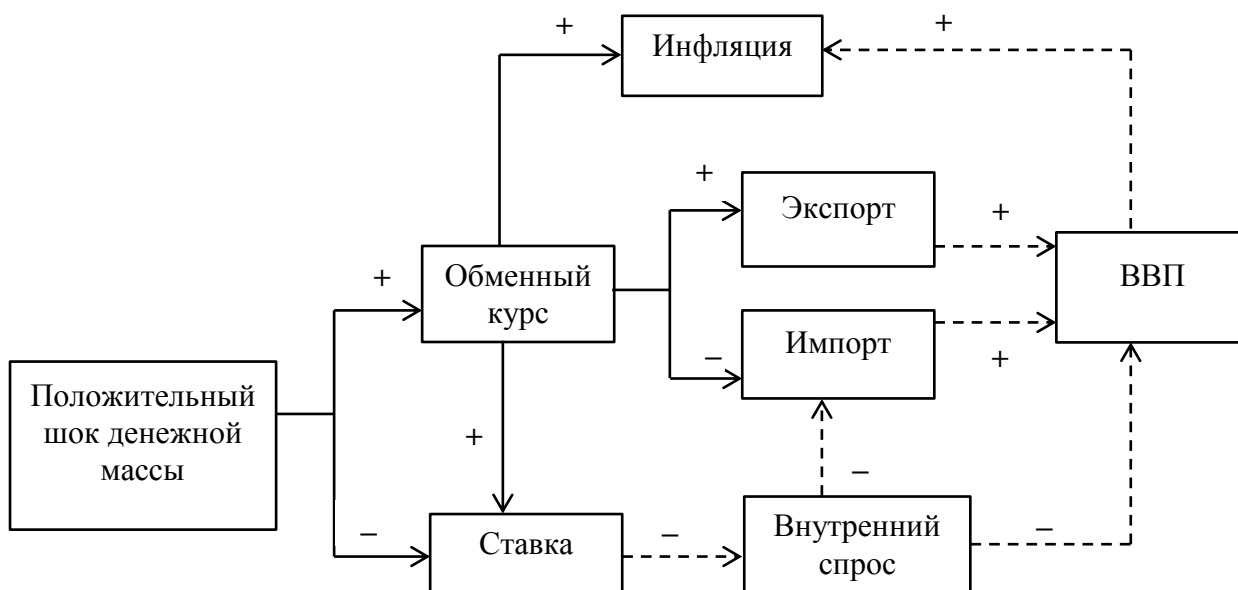
⁴ В процессе построения модели и оценки функций импульсных откликов временные ряды показателей были прологарифмированы и представлены в виде приростов, за исключением процентной ставки.



Примечание. Разработка автора.

Систематизировать полученные результаты можно, представив их через схему (рисунок 2).

Рисунок 2. Схема функционирования кредитного канала трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики Республики Беларусь



Примечание. Разработка автора.

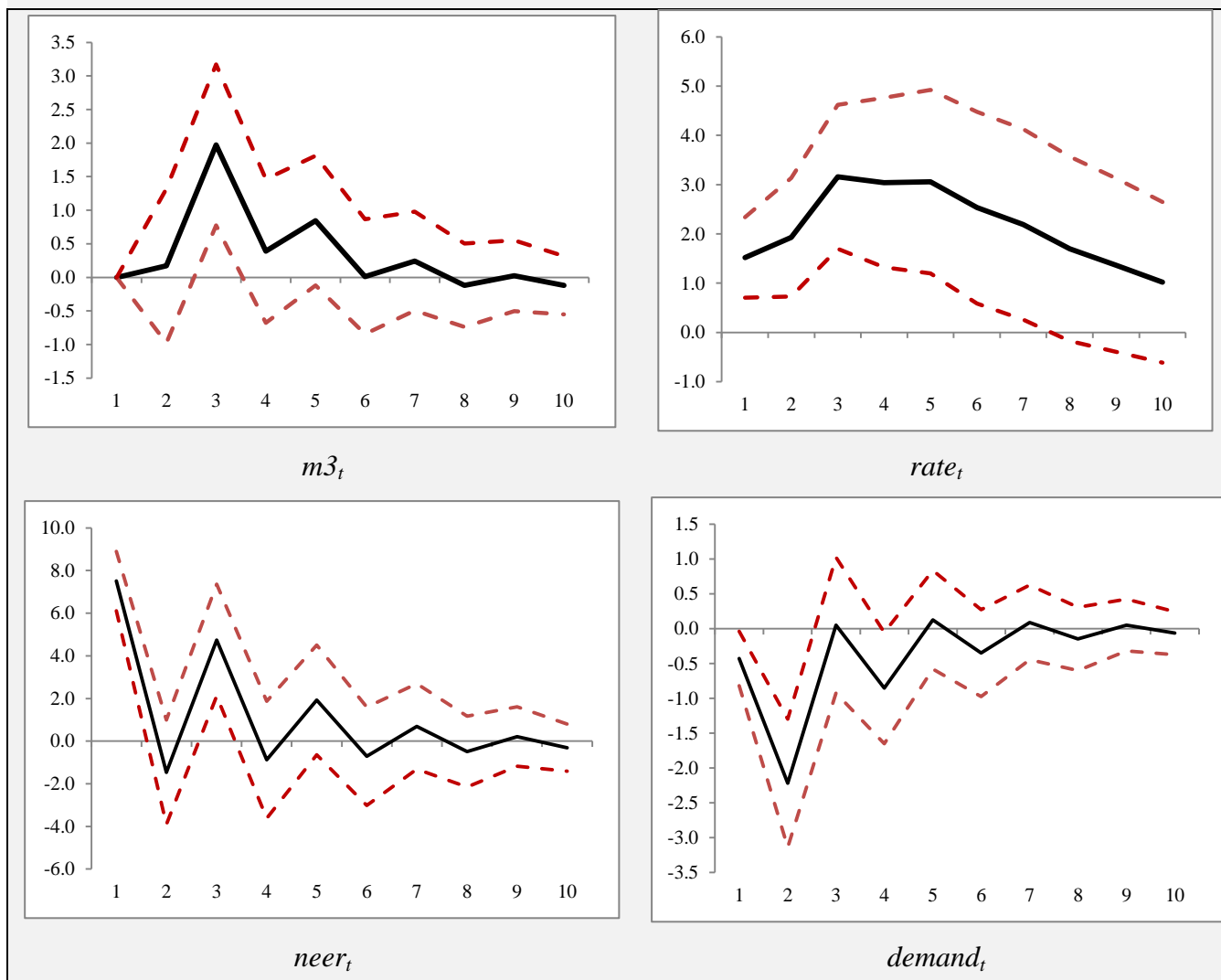
На рисунке 2 жирными линиями отражены значимые взаимосвязи макропеременных (согласно оцененным функциям импульсных откликов (рисунок 1), пунктирными – статистически незначимые, знаки отражают направление влияния⁵. Рассмотрение выше представленной схемы позволяет сделать вывод, что кредитный канал – работоспособный, но функционирует с определенными ограничениями. Так, шок денежной массы в краткосрочном периоде обуславливает рост цен, а также может привести к росту ВВП, однако реакция последнего показателя практически статистически незначима, что объясняется в том числе высоким уровнем долларизации финансовых активов Беларуси.

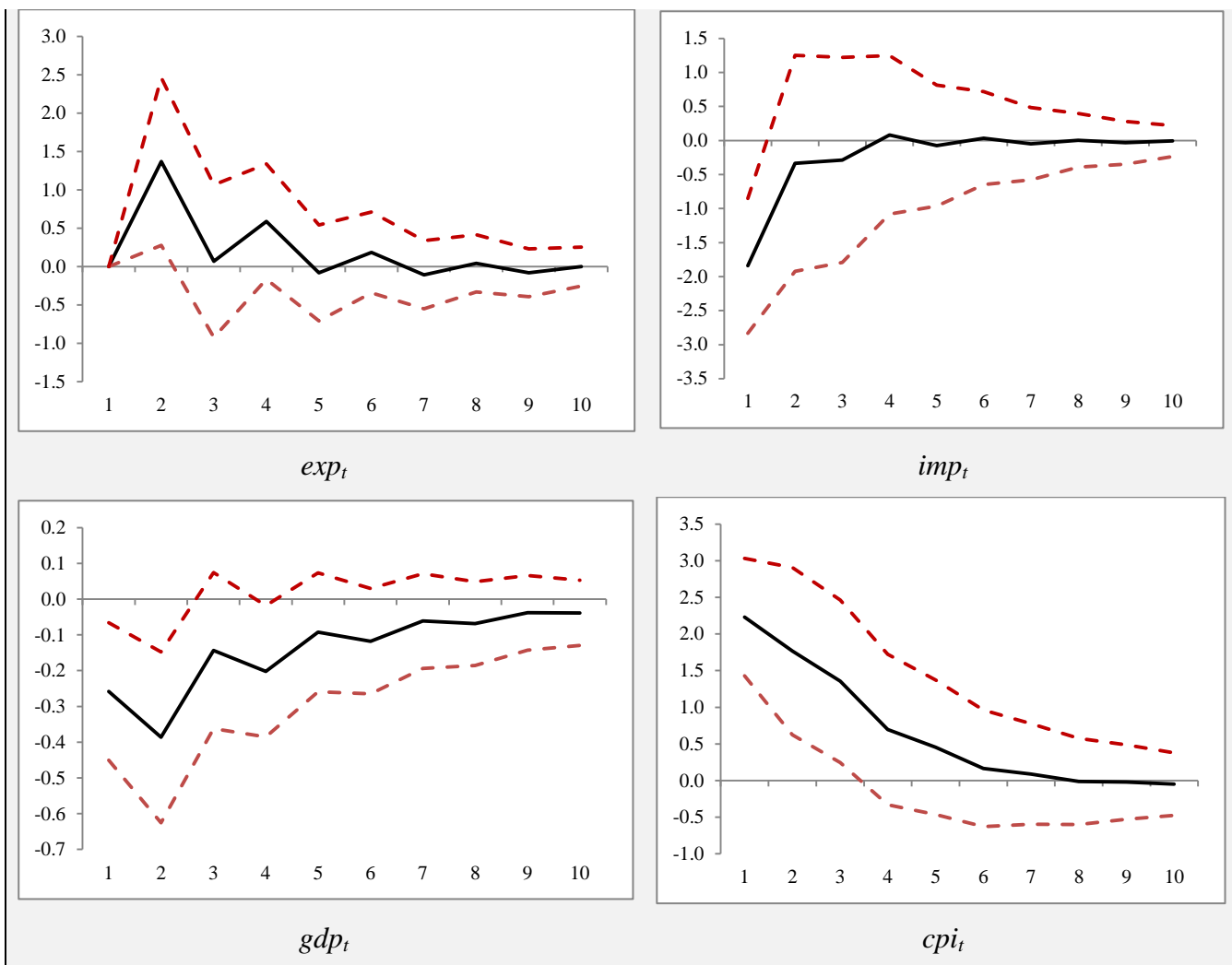
⁵ – означает отрицательно воздействие, + отражает положительное влияние.

Канал обменного курса. Ожидается, что девальвация белорусского рубля ведет к снижению реального обменного курса, обуславливает рост инфляции и негативно сказывается на динамике внутреннего потребления. Снижение реального обменного курса, в свою очередь, положительно влияет на динамику экспорта и ведет к сокращению импорта, что увеличивает ВВП. Однако одновременно со стороны внутреннего спроса, сокращение которого обусловлено падением стоимости национальной валюты, происходит негативное влияние на ВВП. Также обесценение белорусского рубля вызывает необходимый рост рублевых ставок с целью макроэкономической стабилизации и предотвращения оттока вкладов.

При рассмотрении *рисунка 3* можно видеть, что теоретические суждения практически полностью подтверждаются результатами расчетов, реализованных на эмпирических данных. Так, положительный шок в динамике обменного курса белорусского рубля, выражающийся в резком обесценении национальной валюты, вызывает расширение денежной массы, а именно ее валютной компоненты, приводит к сокращению импорта и росту экспорта, увеличению уровня инфляции. В целях выполнения плана по инфляции монетарные власти ужесточают политику и повышают процентную ставку, рост которой, в свою очередь, негативно сказывается на динамике потребления. Негативное воздействие падения внутреннего потребления на ВВП превышает положительное влияние со стороны чистого экспорта и приводит к падению экономического роста.

Рисунок 3. Функции импульсных откликов на положительный шок обменного курса (обесценение национальной валюты)





Примечание. Разработка автора.

Схема функционирования канала обменного курса представлена на *рисунке 4*.

Рисунок 4. Схема функционирования канала обменного курса трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики Республики Беларусь



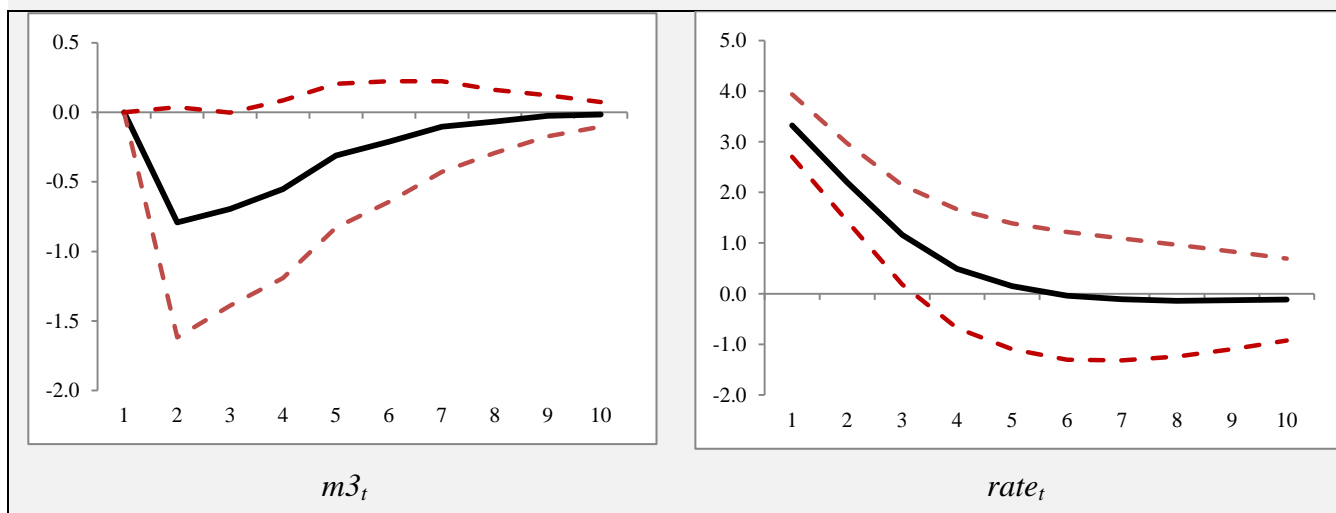
Примечание. Разработка автора.

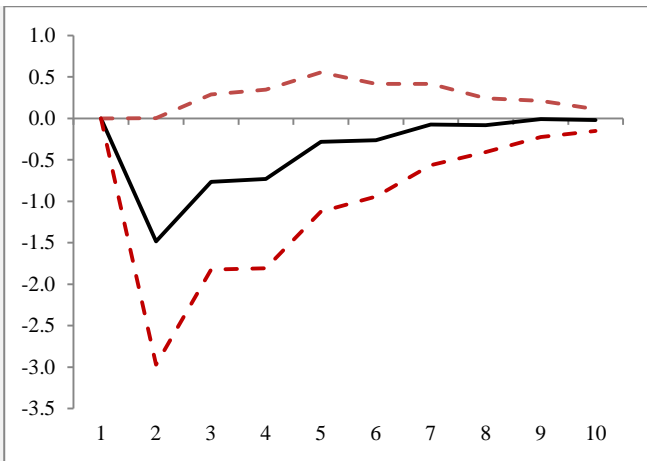
По результатам рассмотрения выше представленной схемы (рисунк 4) можно сделать заключение, что канал обменного курса трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики Беларуси является работоспособным. Реакция макропеременных на первоначальный монетарный импульс статистически значима и значительна. Одновременное обесценение белорусского рубля на фоне значительного роста цен приводит к падению экономического роста, что, в первую очередь, связано с сокращением внутреннего спроса.

Процентный канал. Рост номинальной процентной ставки положительно влияет на реальную, что ведет к снижению внутреннего спроса, уменьшению импорта и оказывает влияние на ВВП, а впоследствии и на инфляцию.

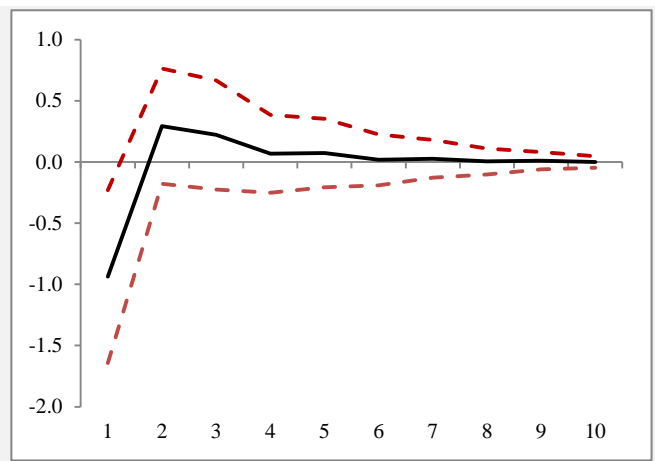
При анализе рисунка 5, отражающего эмпирические результаты, видно, что рост процентной ставки, прежде всего, вызывает сокращение внутреннего спроса. Ужесточение процентной политики также может оказывать влияние на денежную массу и обменный курс белорусского рубля в сторону их снижения, т. е. может обуславливать сжатие широкой денежной массы и укрепление национальной валюты. Однако реакция рассматриваемых макропеременных на первоначальный импульс практически статистически незначима. Падение внутреннего спроса вызывает сокращение импорта, что соответствует теоретическим ожиданиям. Однако негативное воздействие снижения внутреннего спроса на ВВП перекрывает положительный эффект роста чистого экспорта, что в целом негативно сказывается на динамике ВВП. Сжатие внутреннего спроса, снижение экономической активности оказывают понижающее влияние на инфляцию.

Рисунок 5. Функции импульсных откликов на положительный шок процентной ставки

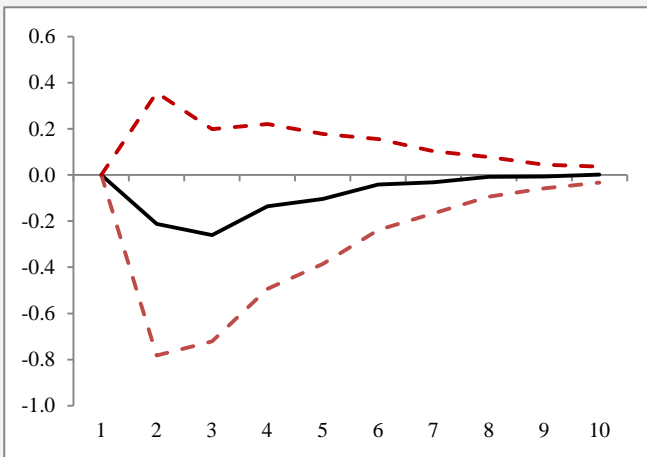




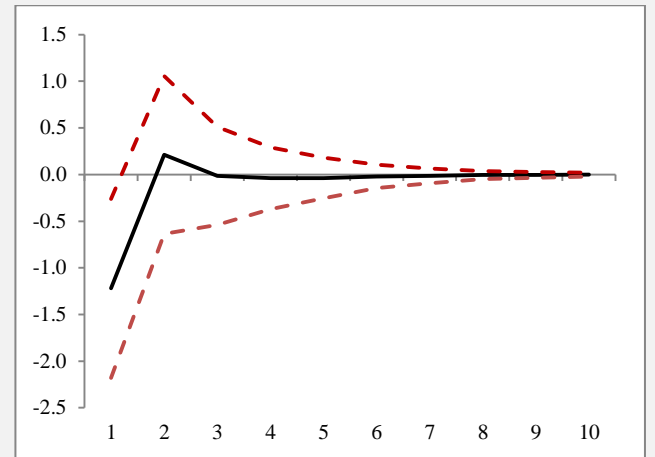
$neer_t$



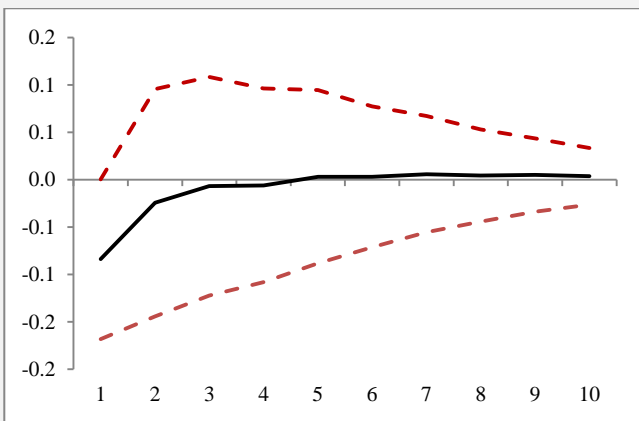
$demand_t$



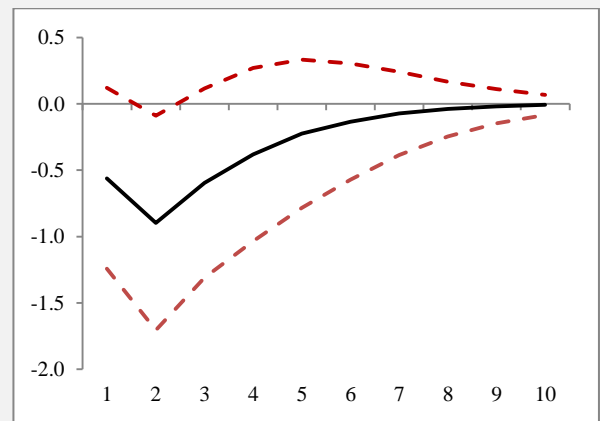
exp_t



imp_t



gdp_t

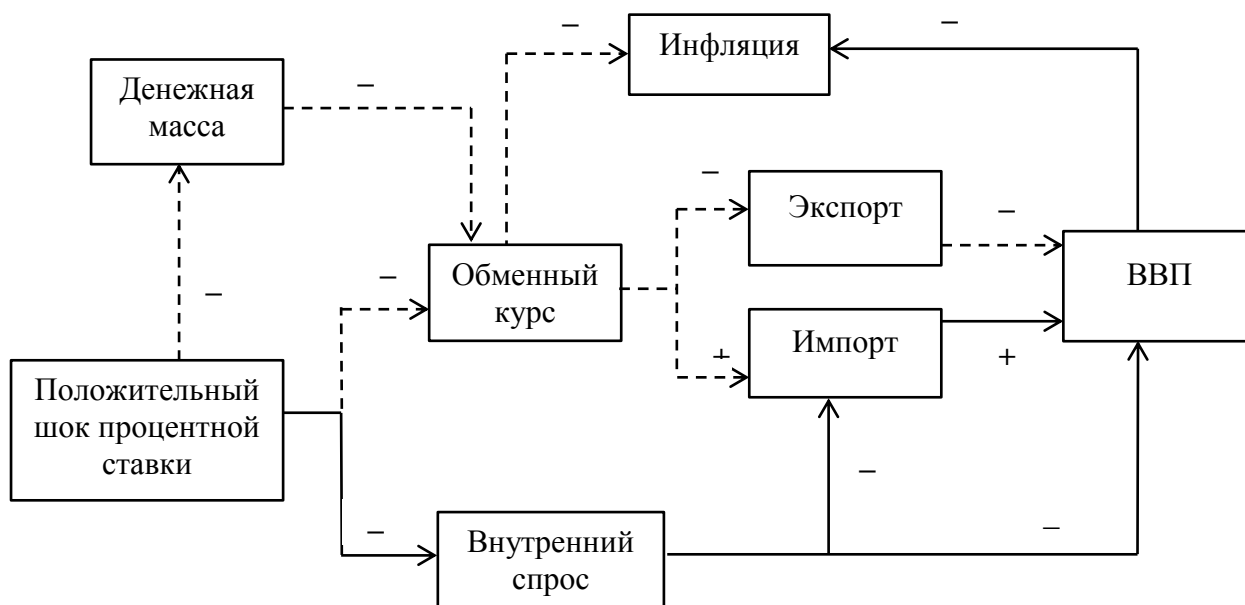


cpi_t

Примечание. Разработка автора.

Схематично функционирование процентного канала денежно-кредитной политики Беларуси представлено на *рисунке 6*

Рисунок 6. Схема функционирования процентного канала трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики Республики Беларусь



Примечание. Разработка автора.

По результатам рассмотрения выше представленной схемы (рисунок 6) можно заключить, что процентный канал трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики Беларуси – работоспособный, однако его функционирование осуществляется с некоторыми ограничениями. Так, шок рыночной ставки, выражающийся в ее повышении, обуславливает статистически значимый отклик со стороны внутреннего спроса, воздействие на обменный курс и денежную массу со стороны процентной ставки – минимально. Результатом проведения более жесткой процентной политики является сокращение инфляции и снижение темпов роста ВВП.

В целях расширения анализа проводилось сопоставление полученных результатов с представленными в ранее проведенных работах (таблица 2). Таблица 2, содержащая информацию по откликам основных показателей на шоки денежно-кредитной политики, определенным на основе построенной SVAR-модели, дополнена аналогичной информацией по BVAR-модели [11; 12] и малой SVAR-модели [13; 14], описанным в ранее проведенных исследованиях, посвященных рассмотрению вопросов, схожих с поставленными в данной работе.

В представленной таблице зеленым цветом выделены результаты ранее проведенных исследований, согласующиеся с результатами оценок, полученных на основе расширенной SVAR-модели. Наибольшая согласованность отмечается в установленной реакции ВВП и инфляции (уровня цен) на шок обменного курса. Так, в соответствии с результатами расчетов, реализованных на белорусских данных, вне зависимости от отобранных для анализа экономических показателей (номинальный обменный курс белорусского рубля к доллару США, номинальный эффективный обменный курс) резкое обесценение национальной валюты приводит к повышению уровня инфляции, снижению темпов роста ВВП. Установленная реакция последнего, как отмечалось выше, связана, прежде всего, с превышением негативного воздействия сокращения внутреннего спроса на ВВП над положительным, наблюдаемым со стороны роста чистого экспорта.

Таблица 2. Сопоставление результатов расчетов векторных авторегрессионных моделей⁶

Отклик модель ⁹		Шок		Денежная масса (база) ⁷	Процентная ставка ⁸	Обменный курс белорусского рубля
		показатель				
расширенная SVAR	инфляция		++	--	++	
	изменение ВВП		+	--	--	
малая SVAR	уровень цен		++	-	++	
	ВВП		--	--	--	
BVAR	инфляция		++	--	++	
	изменение ВВП		++	-	--	

Примечание. Разработка автора.

Согласованными выглядят результаты, отражающие реакцию инфляции и ВВП на положительный шок процентной ставки. Так, вне зависимости от выбора экономического показателя (расширенная SVAR: процентная ставка по вновь выданным кредитам юридическим лицам в национальной валюте, малая SVAR: ставка рефинансирования, BVAR: ставка по срочным депозитам в национальной валюте), отражающего такую макропеременную, как процентная ставка, а также от формы его представления (в малой SVAR-модели и расширенной SVAR-модели рассматривалась номинальная процентная ставка, а в BVAR-модели использовалась реальная процентная ставка), резкое возрастание процентной ставки обуславливает снижение уровня инфляции, а также приводит к сокращению экономического роста. Следует отметить, что согласно малой SVAR отклик уровня цен на шок процентной ставки является слабо статистически значимым, как и отклик темпов роста ВВП в соответствии с модельными расчетами, реализованными на основе BVAR-модели. Однако видится целесообразным отнести данные расхождения в результатах к выше отмеченным отличиям в представлении рассматриваемых экономических показателей. Согласованность результатов модельных расчетов относительно реакции инфляции и ВВП на изменения процентной ставки, со статистической точки зрения, доказывает стабильность полученных результатов, а с экономической, еще раз говорит о работоспособности процентного канала.

Некоторые расхождения выявляются в отклике ВВП на шок денежной массы. Так, в соответствии с функциями импульсных откликов, полученных на основе BVAR и расширенной SVAR, определяется положительная реакция ВВП на шок денежной массы, в то время как согласно результатам расчетов, реализованных на малой SVAR – отрицательная.

⁶ -- означает отрицательный статистически значимый отклик экономического показателя на шок; ++ отражает положительный статистически значимый отклик экономического показателя на шок, - означает, что реакция макропеременной на шок негативная (отрицательная), практически статистически незначимая, + отражает наличие положительного отклика экономического показателя на шок, статистическая значимость которого слабая.

⁷ В BVAR-модели рассматривался денежный агрегат M3 в постоянных ценах, в малой SVAR-модели – денежная база.

⁸ В малой SVAR-модели и расширенной SVAR-модели рассматривалась номинальная процентная ставка, а в BVAR-модели использовалась реальная процентная ставка.

⁹ Как отмечалось выше, одной из отличительных особенностей малой SVAR-модели является тот факт, что она реализовывалась в уровнях экономических показателей, в то время как BVAR-модель и SVAR-модель строились на основе приростов экономических показателей.

Одним из объяснений таких расхождений в результатах может служить тот факт, что в процессе анализа в качестве макроэкономической переменной, отражающей денежную массу, использовались не только различные экономические показатели (денежная база, денежный агрегат М2, денежный агрегат М3), но и их представление (номинальное выражение, реальное выражение, приросты, уровни). В частности, рассмотрение взаимосвязей показателей в уровнях можно интерпретировать как их соотношение в долгосрочном периоде. Таким образом, можно сделать вывод, что в краткосрочном периоде рост денежной массы в экономике может оказывать стимулирующее влияние на ВВП. Однако высокая степень долларизации финансовых активов приводит к тому, что стимулирующая политика в Беларуси в большей степени выражается в росте цен. При этом положительный шок предложения денег может сопровождаться сокращением ВВП в долгосрочном периоде, что свидетельствует о низкой эффективности структуры экономики.

5. Прогностическая точность VAR и SVAR

Оцененные векторная авторегрессия и структурная векторная авторегрессия позволяют получать сценарные прогнозы основных макроэкономических переменных в зависимости от развития динамики экзогенных переменных и целевых значений эндогенных переменных.

В целях установления прогнозной точности обоих инструментов проводился ретроспективный прогноз. Так, выборка статистических данных разделялась на две подвыборки. Первая, основная, использовалась для переоценки моделей, вторая – для верификации прогноза. Реализация ретроспективного прогноза заключалась в том, что фактические данные по экзогенным переменным и заданное значение инфляции (как цель для монетарных властей) выступали условием прогноза эндогенных показателей. В зависимости от заданных условий на основе переоцененных моделей на первой подвыборке строился прогноз эндогенных показателей на период времени, соответствующий второй подвыборке. Полученные прогнозные значения сравнивались с фактическими, на основе чего рассчитывалась ошибка прогноза.

В представленной работе временной период был разделен на два: 2003–2015 гг. и 2016 г. За первый период производилась переоценка VAR и SVAR. На основе переоцененных моделей строился прогноз эндогенных показателей на год вперед (на 2016 г.), где условием выступала фактическая динамика экзогенных показателей (цена на нефть, обменный курс белорусского рубля к доллару США, ВВП России) и инфляции Беларуси, так как фактически сложившийся уровень ИПЦ за 2016 г. соответствовал установленной цели. Стохастическая реализация прогноза позволила получить в том числе доверительный интервал, в рамках которого с определенной вероятностью может находиться точечный прогноз эндогенного показателя в зависимости от заданного условия (*приложение 3*). Для каждого ряда зависимой переменной была рассчитана ошибка прогноза – средняя абсолютная процентная ошибка прогноза (MAPE).

По результатам рассмотрения *приложения 3* можно сделать вывод, что оба инструмента характеризуются достаточно высокой точностью прогноза. Однако в большинстве случаев SVAR позволяет получить прогноз с меньшей ошибкой (см. *приложение 3*, значения MAPE).

Заключение

В рамках расширения и совершенствования системы анализа и прогнозирования (*FPAS*) Национального банка Республики Беларусь была построена структурная векторная авторегрессионная модель (*SVAR*), направленная на: 1) проведение оперативного анализа реакции основных макропоказателей на монетарные шоки; 2) установление существующих взаимосвязей рассматриваемых макропоказателей; 3) реализацию краткосрочного прогноза основных макропоказателей в зависимости от сценариев развития экзогенных переменных и закладываемой цели по инфляции.

Предложенный инструмент прост в реализации и понимании, его отличительными особенностями от схожих моделей (байесовской векторной авторегрессионной модели (*BVAR*), малой структурной векторной авторегрессионной модели (малой *SVAR*), оцененных на белорусских данных и подробно описанных в ранее проведенных исследованиях, являются:

- 1) расширенная спецификация модели, включающая 11 макроэкономических переменных: 8 эндогенных (зависимых) переменных, отражающих динамику экономических показателей в различных секторах отечественной экономики, 3 экзогенных (независимых) переменных, характеризующих воздействие внешнего сектора на макроэкономическую ситуацию внутри страны;
- 2) наиболее корректный выбор экономических показателей, отражающих динамику рассматриваемых макропеременных при сопоставлении с малой *SVAR*, в частности рассмотрение ставок кредитно-депозитного рынка, что является необходимым элементом при анализе работоспособности процентного канала, а также номинального эффективного курса белорусского рубля, что дает возможность корректнее установить реакцию показателей внешней торговли на изменения в динамике курса белорусского рубля;
- 3) построение структурной модели при сопоставлении с *BVAR* путем идентификации одновременных связей, что позволило реализовать более корректный анализ работы трансмиссионного механизма монетарной политики;
- 4) построение структурной векторной авторегрессии на приростах макроэкономических показателей при сопоставлении с малой *SVAR*. При такой реализации модели установленные взаимосвязи макропоказателей и их реакция на шоки характерны для краткосрочного периода, в то время как оценка векторной авторегрессионной модели на временных рядах, представленных в уровнях, позволяет больше говорить о взаимовлиянии показателей, наблюдаемом в долгосрочном периоде.

На основе представленной *SVAR* были оценены функции импульсных откликов, отражающие реакцию макроэкономических показателей на монетарные шоки, позволяющие сделать следующие выводы:

- 1) каждый из рассматриваемых каналов трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики является работоспособным. Однако канал процентной ставки, как и кредитный канал, функционирует с определенными ограничениями;
- 2) рост денежной массы оказывает слабое по статистической значимости влияние на темп роста ВВП, что обуславливается как высокой степенью долларизации финансовых активов Беларуси, так и низкой эффективностью существующей структуры экономики;

- 3) положительный шок процентной ставки ограничивает инфляционные процессы и при этом оказывает сдерживающее влияние на экономический рост. Воздействие на итоговые показатели в основном осуществляется через сжатие внутреннего спроса. Реакция со стороны денежной массы и обменного курса на положительный шок процентной ставки практически статистически незначима;
- 4) канал обменного курса продолжает оставаться наиболее сильным, где связи макропоказателей статистически значимы и стабильны. Обесценение белорусского рубля приводит к падению ВВП и возрастанию инфляции;
- 5) продолжительность реакции макропеременных на монетарные шоки достаточно краткосрочна и составляет не более шести кварталов. При этом пик реакции экономических показателей приходится на 1–3 кварталы после произошедшего шока.

Результаты построения функций импульсных откликов во многом схожи с полученными в ранее проведенных исследованиях. Так, сопоставление функций импульсных откликов расширенной *SVAR*-модели, малой *SVAR*-модели и *BVAR*-модели свидетельствует о том, что:

- 1) в краткосрочном периоде рост денежной массы может оказывать положительное влияние на ВВП. Однако высокая степень долларизации финансовых активов, низкая эффективность функционирования экономики приводят к тому, что осуществление стимулирующей политики в Беларуси в большей степени выражается в росте цен. При этом положительный шок предложения денег может сопровождаться сокращением ВВП в долгосрочном периоде, что также объясняется низкой эффективностью структуры экономики. Установленный факт является дополнительным свидетельством того, что стимулирующее воздействие на экономический рост на текущий момент может оказать не столько изменение монетарной политики, сколько проведение реформ, затрагивающих функционирование реального сектора и рынка труда;
- 2) согласованность результатов модельных расчетов относительно реакции инфляции и ВВП на изменения процентной ставки, со статистической точки зрения, доказывает стабильность полученных результатов, а с экономической – еще раз говорит о работоспособности процентного канала.

Построенная в работе *SVAR*-модель и лежащая в ее основе приведенная *VAR*-модель позволяют получать сценарные прогнозы основных макроэкономических переменных в зависимости от развития динамики экзогенных переменных и целевых значений эндогенных переменных. В рамках стохастической реализации прогноза оценивается доверительный интервал, в пределах которого с определенной вероятностью может находиться точечный прогноз эндогенного показателя в зависимости от заданного условия (от заданного обменного курса российского рубля к доллару США, ВВП России, цены на нефть и целевого уровня инфляции Беларуси).

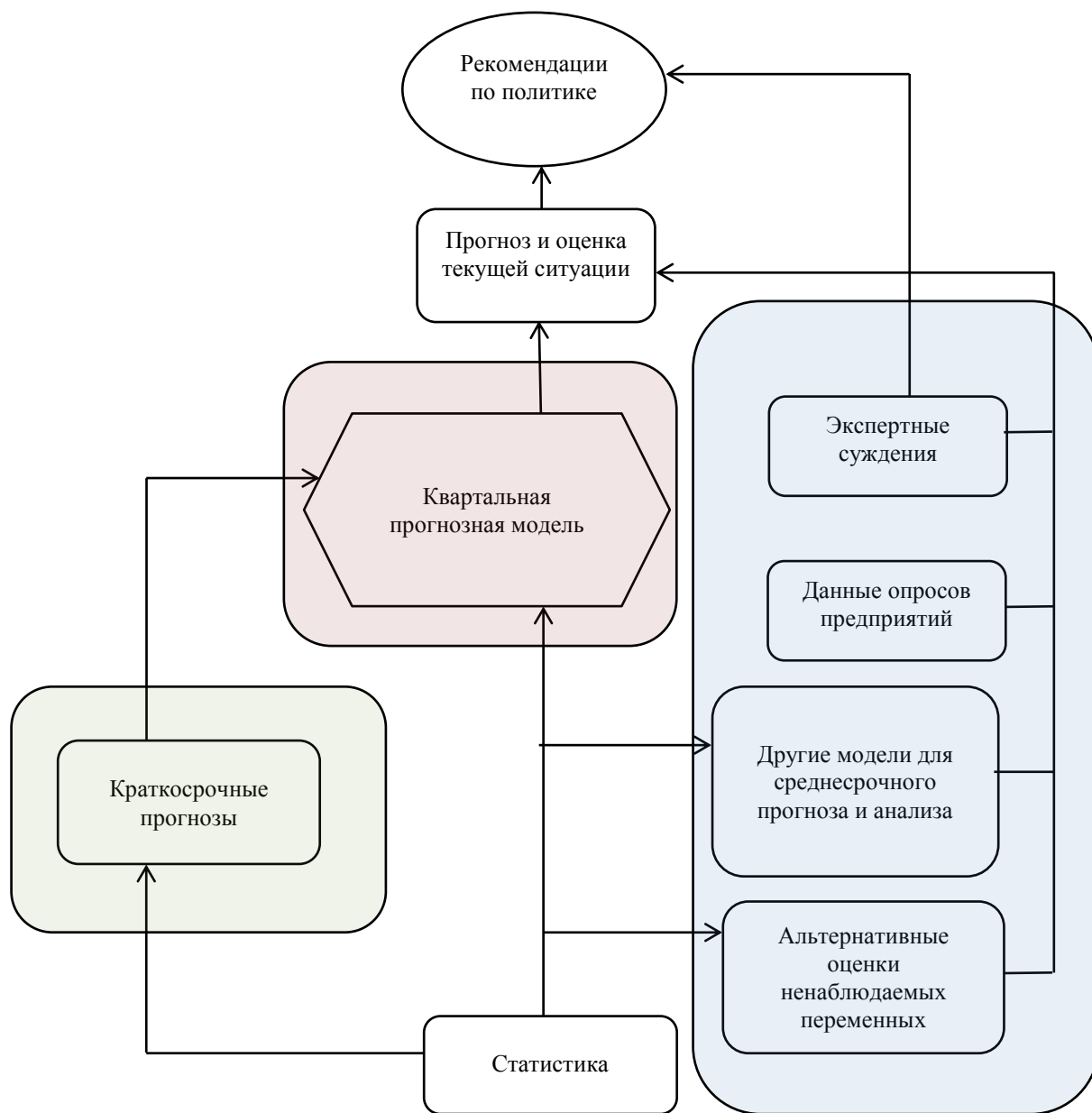
В целях установления прогнозной точности векторных авторегрессий был проведен ретроспективный прогноз рассматриваемых эндогенных показателей на основе предложенных моделей и рассчитана средняя абсолютная процентная ошибка прогноза каждого из временных рядов данных показателей. В соответствии с рассчитанными ошибками прогноза было установлено, что точность прогноза экономических показателей, реализуемого на основе *SVAR*, в большинстве случаев превосходит точность прогноза, получаемого на основе *VAR*.

Таким образом, в целях получения краткосрочного прогноза основных макроэкономических показателей, проведения анализа взаимосвязей переменных, а также оценки реакции макропоказателей на монетарные шоки целесообразно использовать структурную векторную авторегрессионную модель в дополнение к уже существующим моделям системы анализа и прогнозирования политики Национального банка Республики Беларусь.

Источники:

1. Bahovec, V. Introduction to econometric analysis / V. Bahovec, N. Erjavec // Zagreb: Element. – 2009. – 429 p.
2. Enders, W. Applied Econometric Time Series / W. Enders // Wiley. – 2003. – 460 p.
3. Gottschalk, J. An Introduction into the SVAR methodology: Identification, Interpretation and Limitations of SVAR models / J. Gottschalk // Kiel Working Paper. – 2001. – № 1072. – 42 p.
4. Hammond, G. State of the art of inflation targeting / G. Hammond // CCBS Handbook. Bank of England. – 2012. – № 29. – 50 p.
5. Keating, J.W. Structural Approaches to Vector Autoregressions / J.W. Keating // Washington: Federal Reserve Bank of St. Louis. Review. – 1992. – № 5 (74). – P. 37–57.
6. 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. – № 45. – P. 561–586.
7. Lütkepohl, H. New Introduction to Multiple Time Series Analysis / H. Lütkepohl // New York: Springer. – 2005. – 747 p.
8. Sims, C. Inference in linear time series models with some unit roots / C. Sims, H. Stock, M.W. Watson // Econometrica. – 1990. – № 1 (58). – P. 113–114.
9. Sims, C. Macroeconomic and Reality / C. Sims // Econometrica. – 1980. – № 1. – P. 1–48.
10. Tvalodze, S. The National Bank of Georgia's Forecasting and Policy Analysis System / S. Tvalodze, S. Mkhatrihvili, T. Mdivnishvili, D. Tutberidze, Z. Zedginidze // Working Paper. The National Bank of Georgia. – 2016. – 79 p.
11. Безбородова, А.В. Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики Республики Беларусь: байесовский подход / А.В. Безбородова, Ю.М. Михаленок // Квантиль. – 2015. – № 13. – С. 41–61.
12. Безбородова, А.В. Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики на основе байесовских векторных авторегрессий / А.В. Безбородова, Ю.М. Михаленок // Банкаўскі веснік. – 2015. – № 4 (621). – С. 23–30.
13. Демиденко, М.В. Денежно-кредитная политика государств – членов ЕАЭС: текущее состояние и перспективы координации / М.В. Демиденко, Д.А. Коршунов, О.Р. Карачун, А.Ю. Миксюк, И.В. Пелипась, И.Э. Точицкая, Г.И. Шиманович // Совместный доклад Евразийской экономической комиссии и Евразийского банка развития. – М.: ЕЭК, СПб.: ЦИИ ЕАБР. – 2017. – 148 с.
14. Пелипась, И. Международные связи и внешние шоки: опыт использования различных спецификаций глобальной VAR для Беларуси / И. Пелипась, Г. Шиманович, Р. Кирхнер // Аналитическая записка. Исследовательский центр ИПМ. – 2016. – № 2. – 31 с.

Система анализа и прогнозирования центральных банков большинства стран



Примечание. Разработка автора на основе источника [4].

Ключевые модели системы анализа и прогноза центральных банков стран, где объявлено таргетирование инфляции

Страна	Год введения таргетирования инфляции	Цель по инфляции	Инструмент монетарной политики	Наименование модели	Тип модели
Австралия	1993	ИПЦ, 2%–3%	Ставка овернайт по кредитам	–	<i>DSGE</i> ¹⁰ (полная структурная модель)
Армения	2006	ИПЦ, 4% +/- 1,5 п. п.	ставка РЕПО (однонедельная)	<i>MPM</i>	полуструктурная новокейнсианская модель (параметры калибруются, учет ожиданий, реализована в разрывах)
Бразилия	1999	2013: ИПЦ, 4,5% +/- 2 п. п.	<i>SELIC</i> , ставка овернайт	–	основу прогноза составляют векторные авторегрессионные модели (<i>VAR</i> ¹¹ , <i>VECM</i> ¹² , <i>FAVAR</i> ¹³), <i>DSGE</i> – вспомогательная
Великобритания	1992	ИПЦ, 2%	ставка РЕПО (однонедельная)	<i>COMPASS</i> (с 2011)	<i>DSGE</i>
Венгрия	2001	ИПЦ, 3%	базовая ставка	<i>MPM</i> (с 2011)	полуструктурная новокейнсианская модель (параметры калибруются, учет ожиданий, реализована в разрывах)
Гана	неформально 2002, формально 2007	2012: 8,7% +/- 2 п. п., 2013: 8,0% +/- 2 п. п.	базовая ставка	–	авторегрессионные модели, модели коррекции ошибок, макроэконометрическая модель (эмпирически оценивается)
Гватемала	2005	4% +/- 1 п. п.	ставка овернайт по депозитам	<i>MMS</i>	полуструктурная новокейнсианская модель
Израиль	неформально 1992, формально 1997	ИПЦ, 1%–3%	краткосрочная ставка (овернайт)	–	комплекс моделей
Индонезия	2005	ИПЦ, 4,5% +/- 1 п. п.	<i>BI</i> ставка (устанавливается коридор)	<i>SOFIE</i> , <i>ARIMBI</i>	<i>SOFIE</i> – макроэконометрическая модель; <i>ARIMBI</i> – <i>DSGE</i>

¹⁰ Динамическая стохастическая модель общего равновесия.

¹¹ Векторная авторегрессионная модель.

¹² Векторная авторегрессионная модель коррекции ошибок.

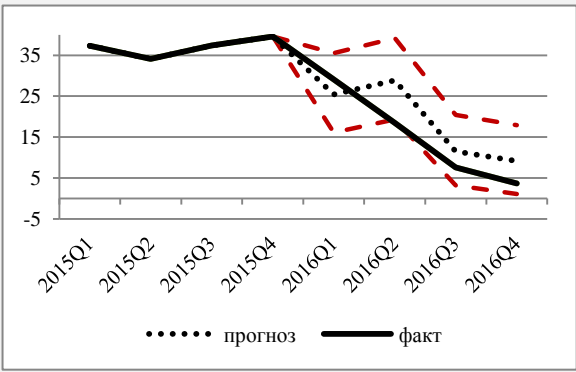
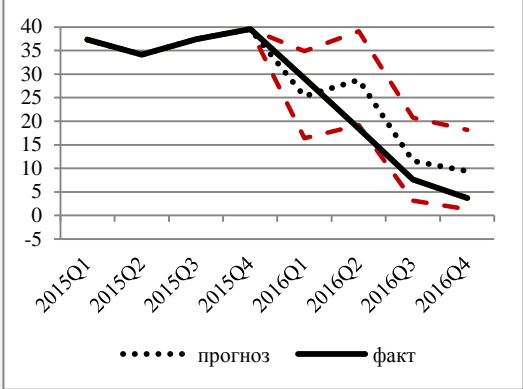
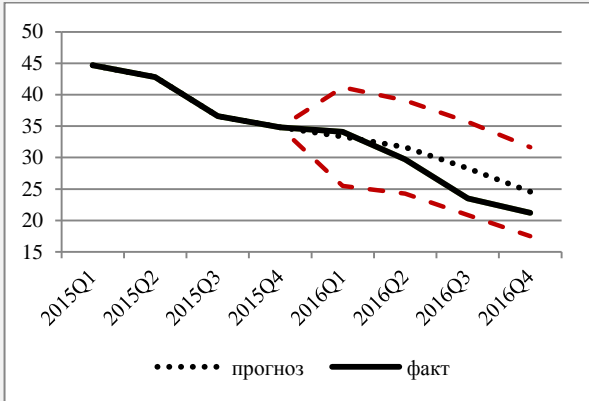
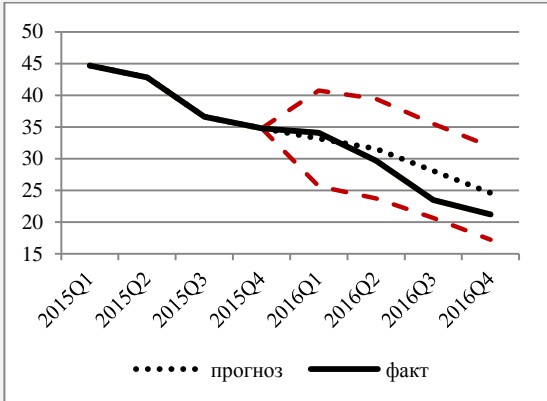
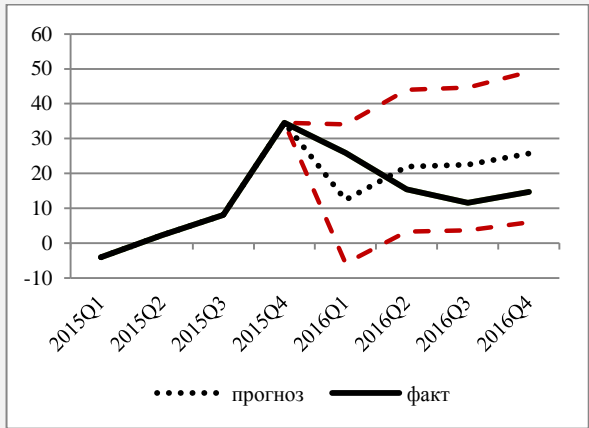
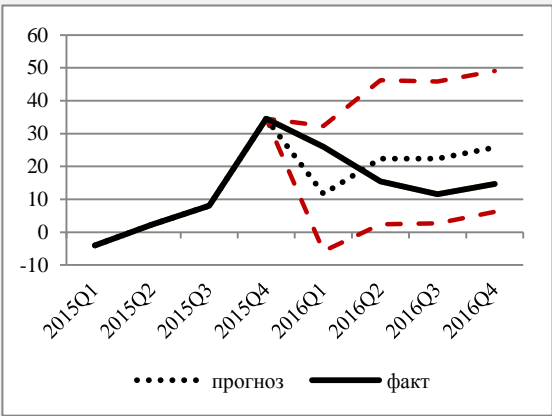
¹³ Факторная векторная авторегрессионная модель.

Страна	Год введения таргетирования инфляции	Цель по инфляции	Инструмент монетарной политики	Наименование модели	Тип модели
Исландия	2001	ИПЦ, 2,5%	семидневная ставка по кредитам	основная – <i>QMM</i> , вспомогательная – <i>DYNIMO</i>	<i>QMM</i> – эмпирически оцененные модели коррекции ошибок, позволяющие учесть ожидания, <i>DYNIMO</i> – <i>DSGE</i>
Канада	1991	ИПЦ, 2%	ставка овернайт	<i>TOTEM</i> , <i>MUSE</i>	<i>DSGE</i>
Колумбия	1999	ИПЦ, 2%–4%	ставка по интервенциям (<i>intervention rate</i>)	–	комплекс моделей
Мексика	2001	ИПЦ, 3% +/- 1 п. п.	ставка овернайт	–	<i>DSGE</i>
Новая Зеландия	1989	ИПЦ, 1%–3%	<i>OCR</i> , базовая ставка	<i>RFM</i>	полуструктурная новокейнсианская модель в разрывах
Норвегия	2001	ИПЦ, 2,5%	ключевая ставка	–	<i>DSGE</i>
Перу	2002	ИПЦ, 2% +/- 1 п. п.	ставка рефинансирования	<i>MPT</i> , <i>MEGA-D</i>	<i>MPT</i> – полуструктурная новокейнсианская модель, <i>MEGA-D</i> – <i>DSGE</i>
Польша	1999	ИПЦ, 2,5% +/- 1 п. п.	ставка рефинансирования	<i>NECMOD</i> (с 2008)	макрэконометрическая модель (модель коррекции ошибок, учет ожиданий)
Румыния	2005	ИПЦ, 2,5% +/- 1 п. п.	ставка по постоянно доступным операциям	–	полуструктурная новокейнсианская модель
Таиланд	2000	ИПЦ, 3% +/- 1,5 п. п.	однодневная ставка по операциям обратной покупки	<i>BOTMM</i>	полуструктурная новокейнсианская модель
Турция	2006	ИПЦ, 5% +/- 2 п. п.	однонедельная ставка РЕПО	<i>QPM</i>	полуструктурная новокейнсианская модель
Филиппины	2002	ИПЦ, 4% +/- 1 п. п.	ставка овернайт	–	комплекс эконометрических моделей
Чехия	1998	ИПЦ, 2%	ставка РЕПО (двухнедельная ставка)	<i>G3</i> (с 2007)	<i>DSGE</i>
Чили	1999	ИПЦ, 3% +/- 1 п. п.	ставка овернайт	<i>QMM</i>	полуструктурная новокейнсианская модель

Страна	Год введения таргетирования инфляции	Цель по инфляции	Инструмент монетарной политики	Наименование модели	Тип модели
Швеция	фактически введено в 1995	ИПЦ, 2%	ставка РЕПО	–	<i>DSGE</i>
Южная Африка	2000	ИПЦ, 3%–6%	ставка РЕПО	–	макроэконометрическая модель
Южная Корея	1998	ИПЦ, 3% +/- 1 п. п.	базовая ставка	–	<i>DSGE</i>

Примечание. Разработка автора на основе источника [4].

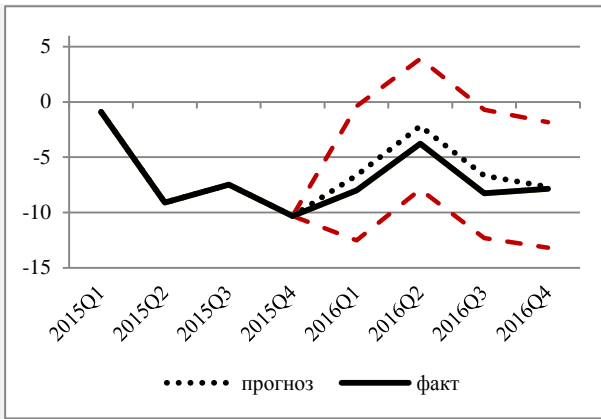
Ретроспективный прогноз основных макроэкономических показателей
(темпы прироста, квартал к соответствующему кварталу предыдущего года¹⁴, в %¹⁵)

Прогноз показателя	Используемая модель для прогноза	
	SVAR	VAR
$m3_t$	 <p>$MAPE^{m3} = 5,14$</p>	 <p>$MAPE^{m3} = 5,23$</p>
$rate_t$	 <p>$MAPE^{rate} = 2,18$</p>	 <p>$MAPE^{rate} = 2,15$</p>
$neer_t$	 <p>$MAPE^{neer} = 8,94$</p>	 <p>$MAPE^{neer} = 9,17$</p>

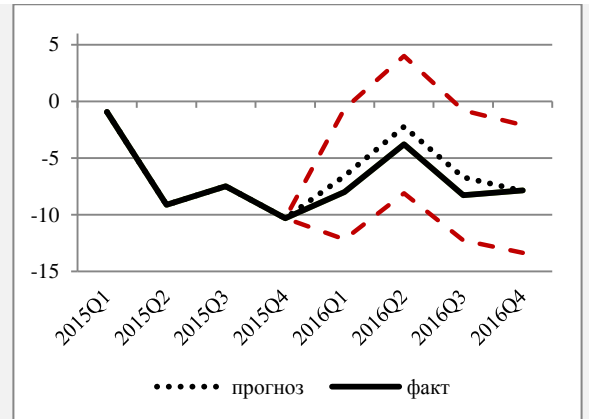
¹⁴ За исключением процентной ставки.

¹⁵ Пунктирные красные линии отражают доверительный интервал прогноза, соответствующий двум стандартным отклонениям. Полученный доверительный интервал отражает область, в которой с вероятностью около 95% будет находиться точечный прогноз эндогенного показателя в зависимости от заданного условия.

$demand_t$

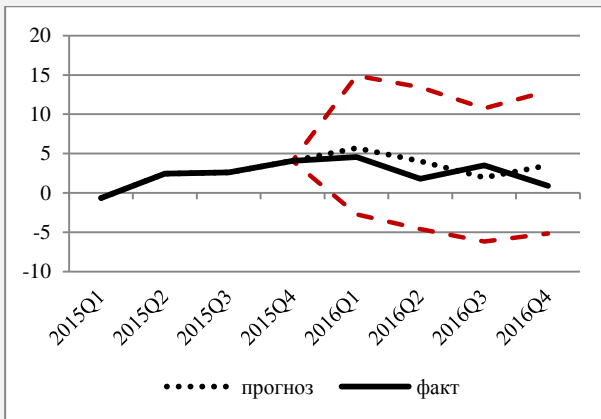


$$MAPE^{demand} = 1,26$$

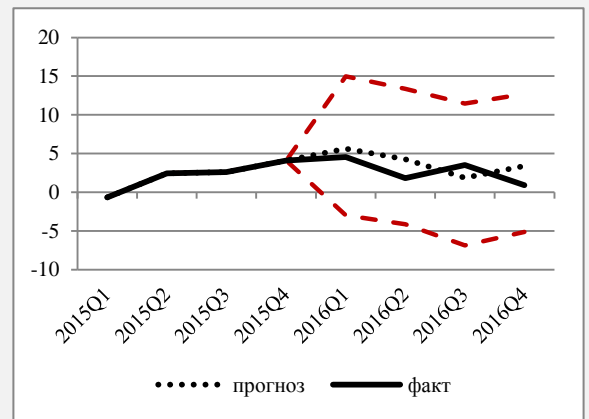


$$MAPE^{demand} = 1,23$$

exp_t

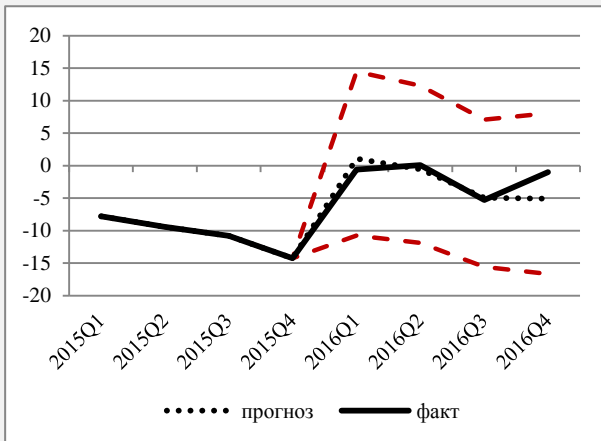


$$MAPE^{exp} = 1,84$$

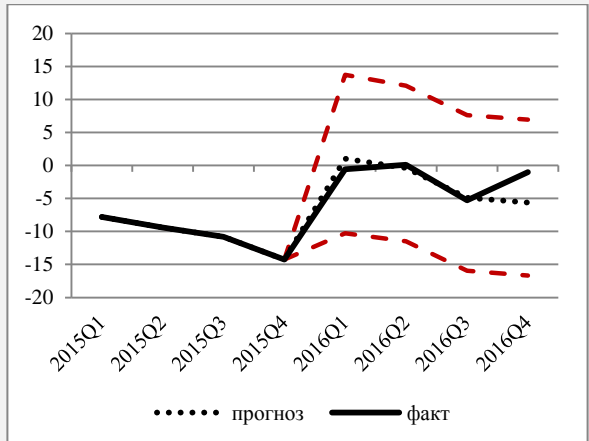


$$MAPE^{exp} = 1,86$$

imp_t

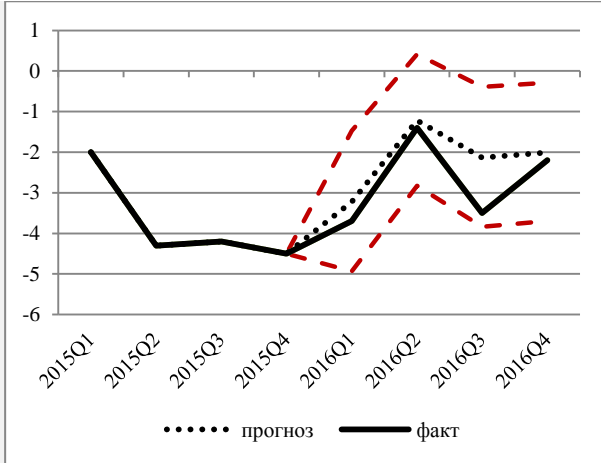


$$MAPE^{imp} = 1,71$$

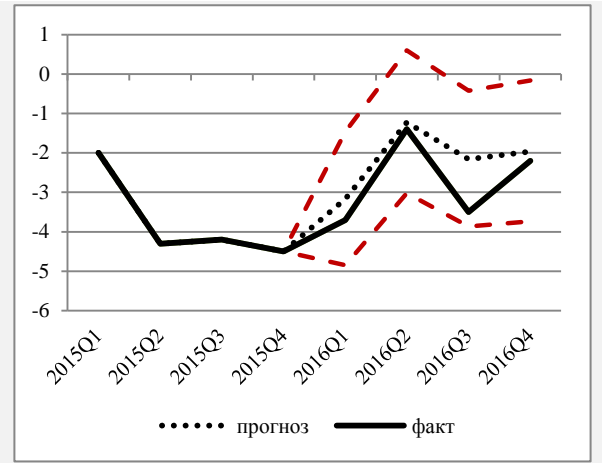


$$MAPE^{imp} = 1,81$$

gdp_t



$MAPE^{gdp} = 0,57$



$MAPE^{gdp} = 0,59$

Примечание. Разработка автора.

Электронное приложение к журналу «Банкаўскі веснік»

Номер подготовлен

Управлением исследований Национального банка Республики Беларусь

Управлением информации и общественных связей Национального банка Республики Беларусь

Редакционно-издательский совет

П.А. Маманович, кандидат экономических наук
(председатель совета, главный редактор)

А.О. Тихонов, доктор экономических наук
(заместитель председателя совета)

А.М. Тимошенко

А.Ф. Галов, кандидат экономических наук
Д.Л. Калечиц
С.В. Калечиц

Е.Ф. Киреева, доктор экономических наук
М.М. Ковалев, доктор физико-математических наук

В.Н. Комков, доктор экономических наук

И.В. Новикова, доктор экономических наук
С.В. Салак

В.И. Тарасов, доктор экономических наук

Ю.М. Ясинский, доктор экономических наук

Главный редактор

Петр Алексеевич Маманович

Зам. главного редактора

А.М. Тимошенко

Адрес редакции

220008, г. Минск, просп. Независимости, 20

Тел.: (017) 219-23-84, 219-23-87, 220-21-84

Тел./факс 327-17-01

e-mail: bvb@nrb.by

www.nrb.by/bv/

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 20.03.2009

Свидетельство о регистрации № 175

Перепечатка материалов – согласно Закону Республики Беларусь

«Об авторском праве и смежных правах»

*Журнал внесен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим наукам*

Точка зрения редакции не всегда совпадает с мнением авторов

Учредитель – Национальный банк Республики Беларусь

© Банкаўскі веснік, 2017