

# Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики на основе байесовских векторных авторегрессий<sup>1</sup>

**Ключевые слова:**  
*трансмиссионный механизм монетарной политики Республики Беларусь, байесовские векторные авторегрессии, параметры модели, функции импульсных откликов, предложение денег, курс национальной валюты, процентная ставка.*

## Спецификация моделей трансмиссионного механизма

Концептуально система моделей для анализа каналов трансмиссионного механизма реализована на основе векторной авторегрессионной модели с ограничениями, содержащей десять уравнений и оцененной в соответствии с теоретической схемой [5, рис.]. Следует отметить, что предложенная теоретическая схема содержит тринадцать переменных, однако на основе полного учета представленных показателей в системе моделей на эмпирических данных результаты оценок являлись слабо интерпретируемыми с экономической точки зрения, в связи с чем было принято решение упростить задачу путем исключения из первоначального перечня переменных реальный курс национальной валюты и реальную процентную ставку, а инвестиции

и потребление объединить в показатель внутреннего спроса. Для построения описываемой системы регрессионных линейных уравнений для анализа использовались квартальные данные с I квартала 2003 г. по II квартал 2014 г. Факторы рассматривались в различных формах показателей. При построении моделей с учетом статистической и экономической адекватности наилучшие результаты были получены для форм показателей, приведенных в *таблице*.

Все переменные модели, за исключением показателей, отражающих процентные ставки, представлены в логарифмической форме. Данная операция линеаризует временные ряды, что упрощает работу с ними. Также временные ряды, в динамике которых наблюдается сезонность, очищены от нее.

Таким образом, спецификация разработанной теоретической схемы работы трансмиссионного ме-

Таблица

## Обозначения переменных системы уравнений спроса на деньги

Обозначения	Показатели и единицы измерения
$mb_t$	Денежная база, в текущих ценах, млрд. руб.
$m2_t$	Денежный агрегат M2, в текущих ценах, млрд. руб.
$credit_t$	Требования к экономике банковской системы в белорусских рублях, в текущих ценах, млрд. руб.
$exch_t$	Индекс номинального курса белорусского рубля к доллару США, 2000 г. = 1
$r_t^*$	Процентная ставка по всем срочным депозитам в национальной валюте, %
$demand_t$	Внутренний спрос, в среднегодовых ценах 2000 г., млрд. руб.
$ex_t$	Экспорт товаров и услуг в среднегодовых ценах 2000 г., млрд. руб.
$im_t$	Импорт товаров и услуг в среднегодовых ценах 2000 г., млрд. руб.
$gdp_t$	Валовой внутренний продукт, в среднегодовых ценах 2000 г., млрд. руб.
$cri_t$	Индекс потребительских цен, 2000 г. = 1

\* В качестве показателя процентной ставки в экономике была выбрана процентная ставка по всем срочным депозитам в национальной валюте, так как данная ставка в отличие от ставки по кредитам не включает льготную компоненту и отражает рыночную стоимость денег в экономике.

<sup>1</sup> Окончание. Начало статьи см.: Банкаўскі веснік. – 2015. – № 4 (621). – С. 23–30.

ханизма монетарной политики Республики Беларусь [5, рис.] с учетом удаленных макропеременных имеет следующий вид:

$$\begin{cases} mb_t = \alpha_{11} + \alpha_{12}mb_{t-1} + \varepsilon_t^{mb} \\ m2_t = \alpha_{21} + \alpha_{22}mb_{t-1} + \alpha_{23}m2_{t-1} + \alpha_{24}credit_{t-1} + \varepsilon_t^{m2} \\ credit_t = \alpha_{31} + \alpha_{32}mb_{t-1} + \alpha_{33}m2_{t-1} + \alpha_{34}credit_{t-1} + \alpha_{36}r_{t-1} + \varepsilon_t^{credit} \\ exch_t = \alpha_{41} + \alpha_{43}m2_{t-1} + \alpha_{45}exch_{t-1} + \alpha_{46}r_{t-1} + \alpha_{47}ex_{t-1} + \alpha_{48}im_{t-1} + \alpha_{511}cpi_{t-1} + \varepsilon_t^{exch} \\ r_t = \alpha_{51} + \alpha_{52}m2_{t-1} + \alpha_{55}exch_{t-1} + \alpha_{56}r_{t-1} + \varepsilon_t^r \\ ex_t = \alpha_{61} + \alpha_{65}exch_{t-1} + \alpha_{67}ex_{t-1} + \varepsilon_t^{ex} \\ im_t = \alpha_{71} + \alpha_{75}exch_{t-1} + \alpha_{77}ex_t + \alpha_{78}im_{t-1} + \alpha_{79}demand_{t-1} + \varepsilon_t^{im} \\ demand_t = \alpha_{81} + \alpha_{82}credit_{t-1} + \alpha_{83}exch_{t-1} + \alpha_{84}r_{t-1} + \alpha_{89}demand_{t-1} + \alpha_{811}cpi_{t-1} + \varepsilon_t^{demand} \\ gdp_t = \alpha_{91} + \alpha_{97}ex_{t-1} + \alpha_{98}im_{t-1} + \alpha_{99}demand_{t-1} + \alpha_{910}gdp_{t-1} + \varepsilon_t^{gdp} \\ cpi_t = \alpha_{101} + \alpha_{102}m2_{t-1} + \alpha_{105}exch_{t-1} + \alpha_{1010}gdp_{t-1} + \alpha_{1011}cpi_{t-1} + \varepsilon_t^{cpi}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\varepsilon_t^i$  – остатки  $i$ -го уравнения системы эконометрических моделей;

$\alpha_{ij}$  – параметр  $i$ -го уравнения при  $j$ -ой переменной.

Данные уравнения записывались на основе теоретических предположений, сформулированных при описании схемы [5, рис.]. В соответствии с представленной спецификацией модели видно, шоки каких именно переменных оказывают прямое влияние на другие макропоказатели.

### Функции импульсных откликов каналов трансмиссионного механизма

На основе применения байесовского подхода [3] к анализу каналов монетарного трансмиссионного механизма с использованием априорного предположения, учитывающего в соответствии с приведенной спецификацией (1) наложение ограничений на параметры VAR [1], были получены апостериорные распределения оценок коэффициентов модели. При анализе результатов определены средние значения параметров модели, а также их стандартные отклонения, что позволило получить функции импульсных откликов [2], характеризующие работу передаточного механизма монетарной политики Республики Беларусь, и количественно оценить реакции ряда макропеременных на шоки со стороны денежно-кредитной политики.

Математически функцию импульсных откликов можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} IRF(t, h, d_i) &= E \left[ y_{t+h} \middle| u_{t+j} = \begin{cases} d_i, & j = 0 \\ 0, & j \in (1, h) \end{cases}; \Pi_t \right] - \\ &- E \left[ y_{t+h} \middle| u_{t+j} = 0 \forall j \in (0, h); \Pi_t \right], \end{aligned} \quad (2)$$

где функция импульсного отклика  $IRF(t, h, d_i)$  оценивает реакцию переменных системы на временном периоде  $t + h$ ,  $h = 0, \dots, H$  ( $H$  – последний период наблюдения отклика) на шоки вектора  $d_i$ ;

$\Pi_t$  – информация, доступная в каждый период времени  $t$ .

По результатам анализа функций импульсных откликов кредитного канала трансмиссионного механизма монетарной политики Республики Беларусь видно, что резкий рост денежной базы ведет к расширению денежной массы (денежного агрегата M2), в тот же период наиболее значимый отклик наблюдается через один-два квартала (рисунки 1 и 2).

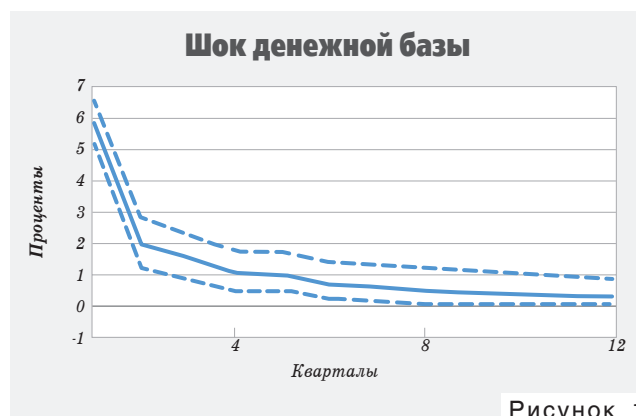


Рисунок 1

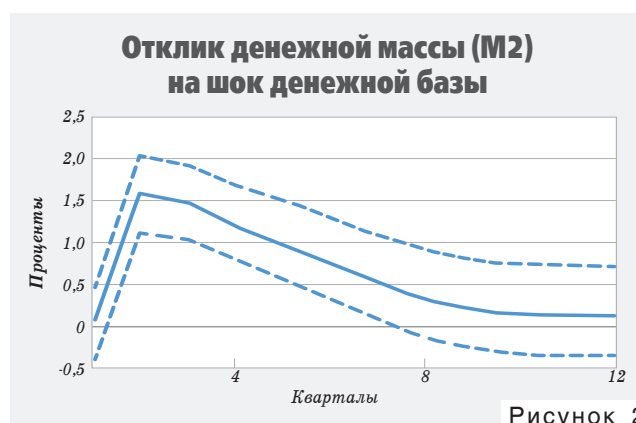


Рисунок 2

В свою очередь, шок со стороны денежного агрегата M2 приводит к росту кредитов через один квартал (рисунки 3 и 4). Также прирост денежной массы обуславливает краткосрочное снижение процентной ставки, наблюдаемое через три квартала, и возрастание уровня инфляции в тот же период (рисунки 5 и 6).

### Шок денежной массы (M2)

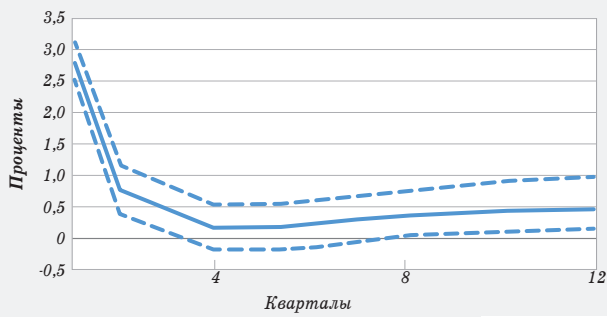


Рисунок 3

### Отклик кредитов на шок M2

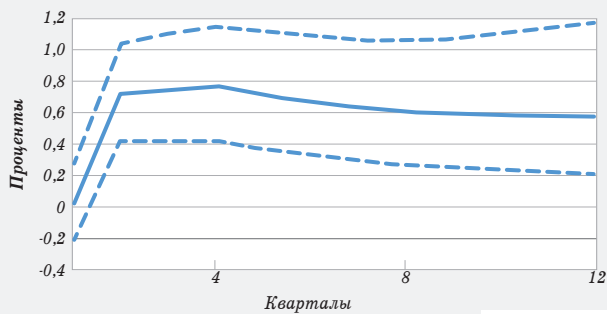


Рисунок 4

### Отклик процентной ставки на шок M2

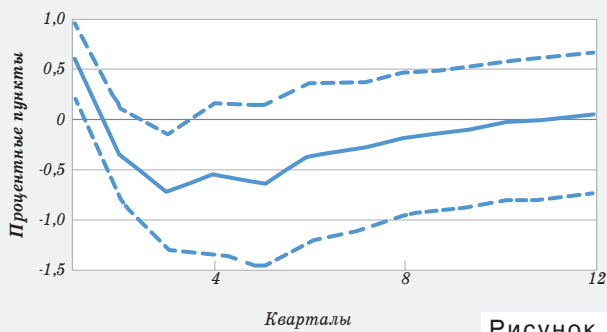


Рисунок 5

Шок со стороны рублевых кредитов вызывает прирост денежной массы через один-два квартала, что объясняется функционированием кредитного мультипликатора (рисунки 7 и 8). Также возрастание кредитов приводит к увеличению внутреннего спроса, динамика которого возвращается на равновесную траекторию в течение двух кварталов (рисунок 9).

### Отклик инфляции на шок M2

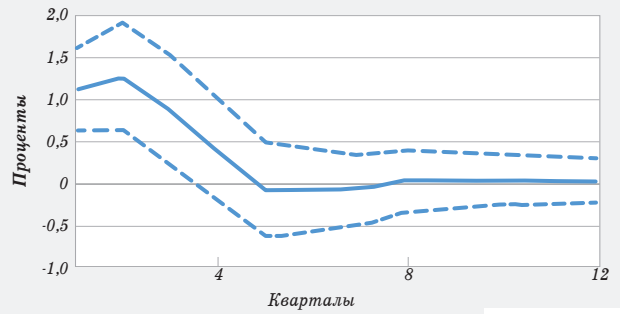


Рисунок 6

### Шок кредитов

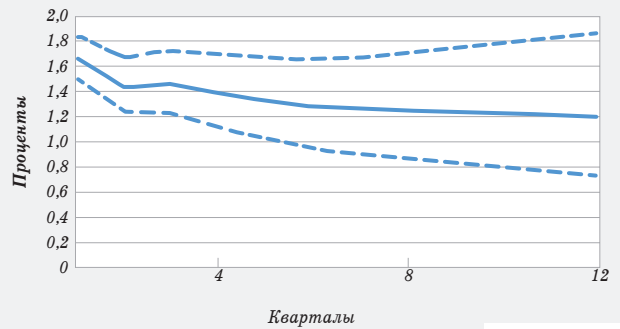


Рисунок 7

### Отклик денежной массы M2 на шок кредитов

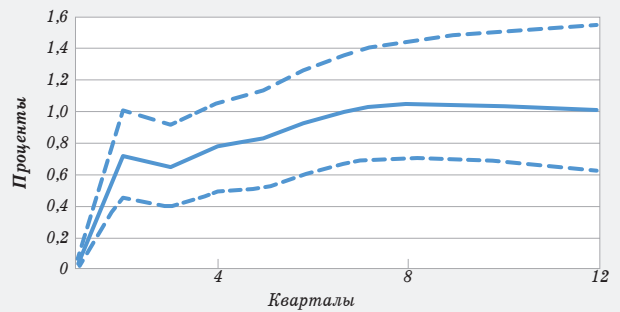


Рисунок 8

### Отклик внутреннего спроса на шок кредитов

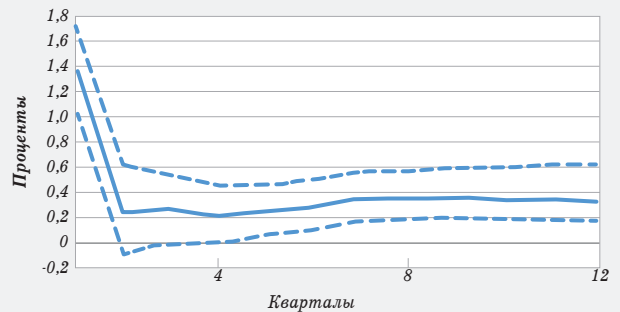


Рисунок 9

При анализе функций импульсных откликов канала обменного курса видно, что резкая девальвация белорусского рубля к доллару США (рисунок 10) обуславливает положительный отклик со стороны процентной ставки (рисунок 11), что объясняется стремлением предотвратить отток вкладов в национальной валюте и сохранить их доходность. Также девальвация национальной валюты приводит к сокращению внутреннего спроса через один-два квартала (рисунок 12).

Следует отметить, что обесценение номинального курса белорусского рубля по отношению к доллару США приводит к снижению реального обменного курса, а через него положительно влияет на экспорт в тот же период времени (рисунок 13).

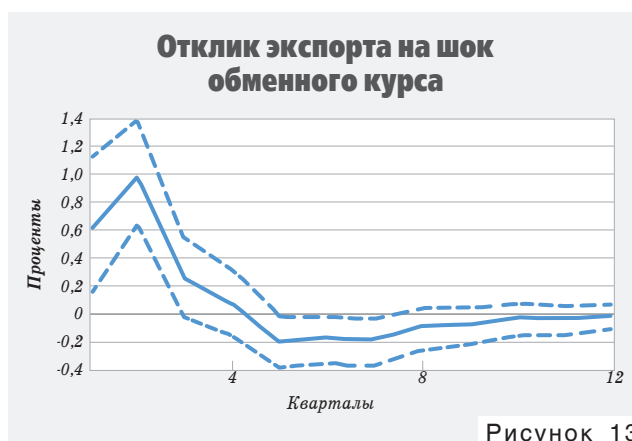


Рисунок 13

Аналогично резкое обесценение национальной валюты вызывает возрастание инфляции в том же квартале (рисунок 14).

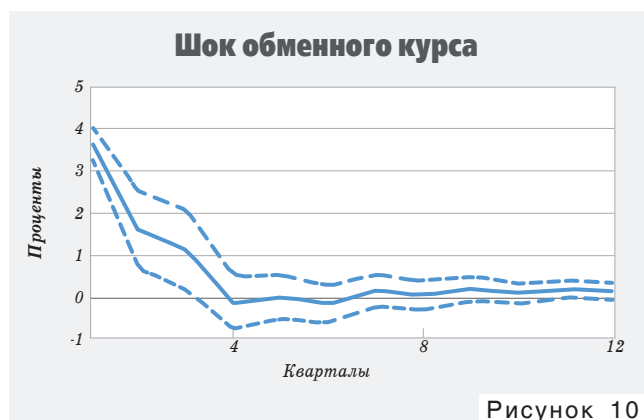


Рисунок 10

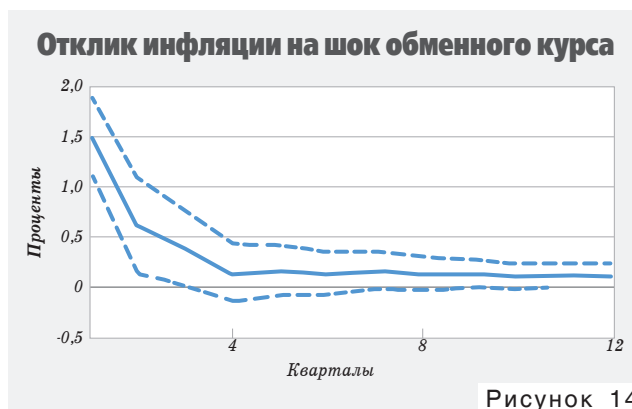


Рисунок 14

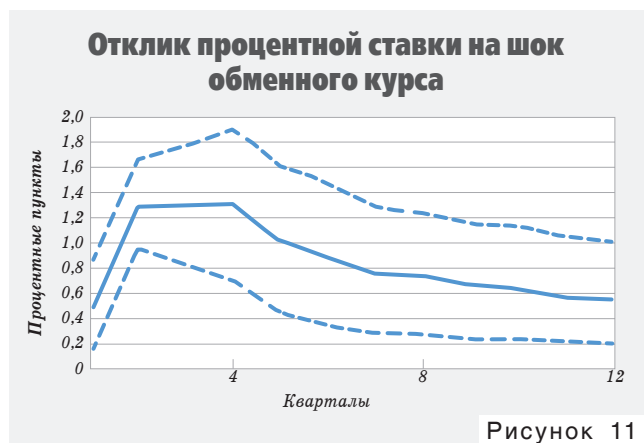


Рисунок 11

Анализ функций импульсных откликов процентного канала показывает, что шок со стороны процентной ставки (рисунок 15) ведет к укреплению курса национальной валюты (рисунок 16).

Следует отметить, что шок процентной ставки не вызывает значимого отклика со стороны рублевых кредитов (рисунок 17). Данный факт связан с тем, что значительная часть рублевых кредитов выдается на льготных условиях, что объясняет слабое влияние рыночных условий на общую динамику данного показателя.

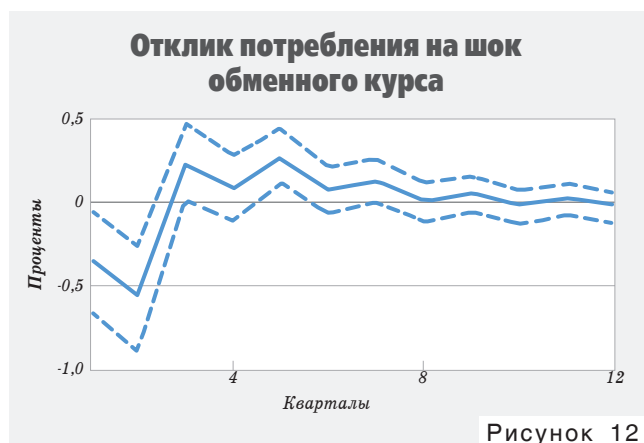


Рисунок 12

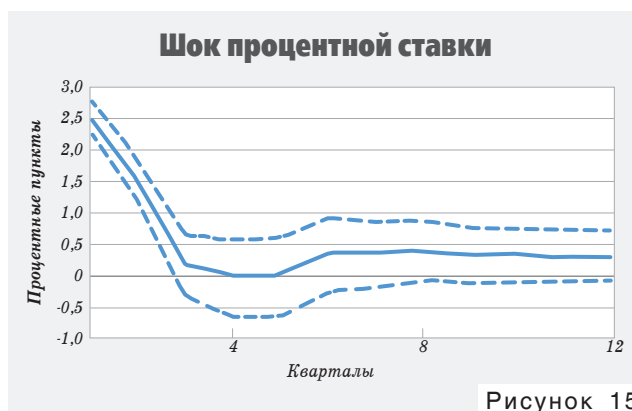


Рисунок 15

**Отклик обменного курса на шок процентной ставки**

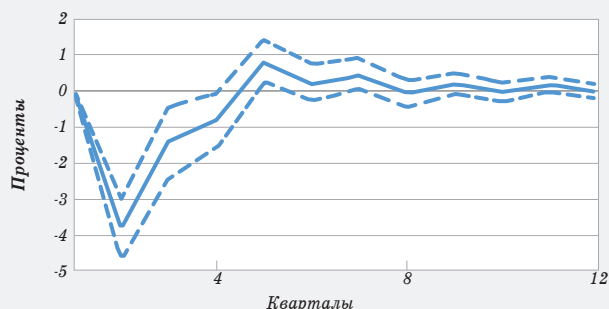


Рисунок 16

**Отклик импорта на шок внутреннего спроса**

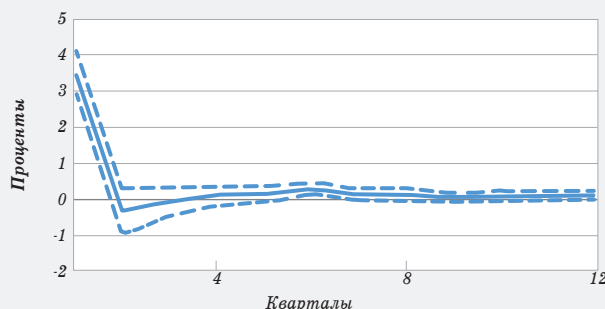


Рисунок 19

**Отклик кредитов на шок процентной ставки**

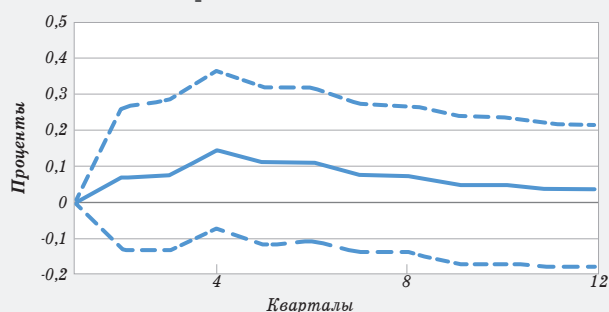


Рисунок 17

**Шок экспорта**

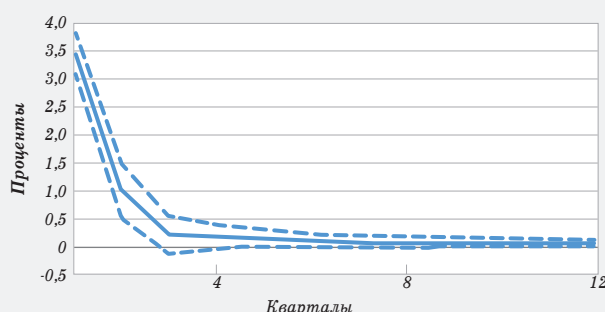


Рисунок 20

Шок внутреннего спроса (рисунок 18) приводит к возрастанию импорта в тот же период времени (рисунок 19).

Прирост экспорта (рисунок 20) обуславливает рост импорта (рисунок 21), что объясняется высокой импортоемкостью производимой отечественной продукции, в том числе и экспортоориентированной. Таким образом, прирост экспорта не вызывает значимого отклика в динамике обменного курса национальной валюты (рисунок 22).

Шок со стороны импорта (рисунок 23) приводит к краткосрочному обесценению курса белорусского рубля по отношению к доллару США через два-три квартала (рисунок 24) и снижению ВВП через два квартала (рисунок 25).

**Отклик импорта на шок экспорта**

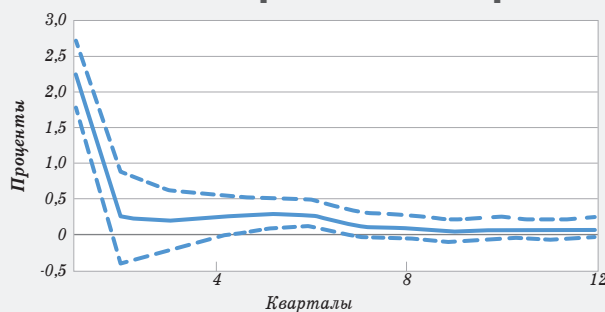


Рисунок 21

**Шок внутреннего спроса**

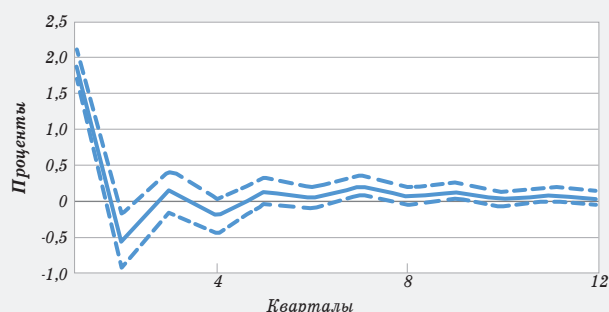


Рисунок 18

**Отклик обменного курса на шок экспорта**

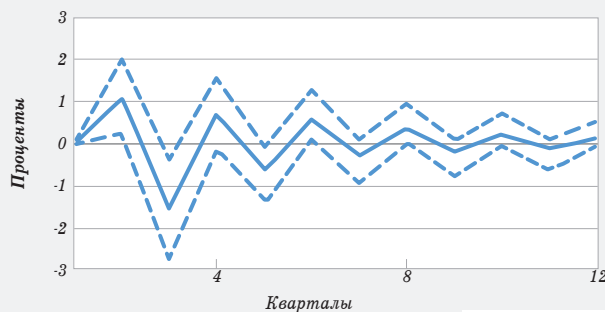


Рисунок 22

**Шок импорта**

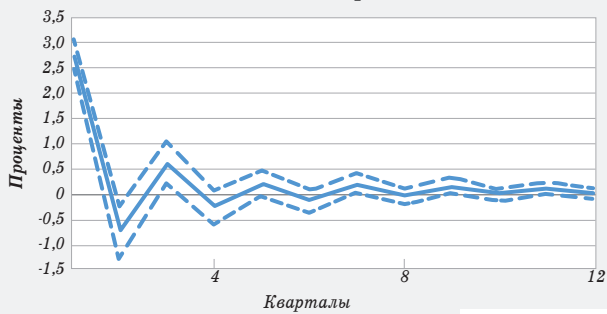


Рисунок 23

**Отклик инфляции на шок ВВП**

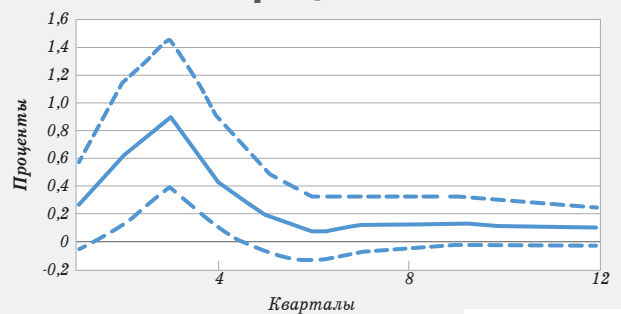


Рисунок 27

**Отклик обменного курса на шок импорта**

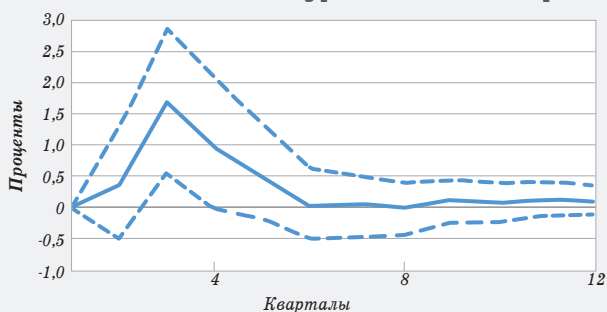


Рисунок 24

В свою очередь, рост инфляции (рисунок 28) приводит к сокращению внутреннего потребления через два квартала (рисунок 29). Также возраста-

**Отклик ВВП на шок импорта**

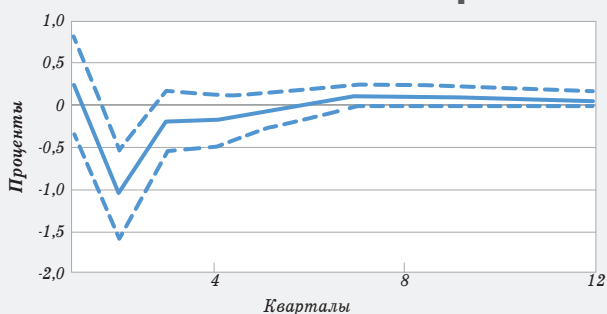


Рисунок 25

**Шок инфляции**

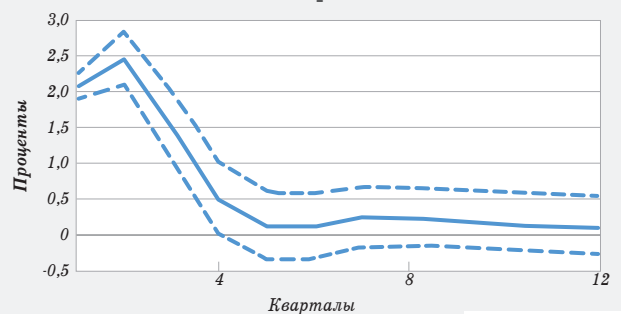


Рисунок 28

**Отклик потребления на шок инфляции**

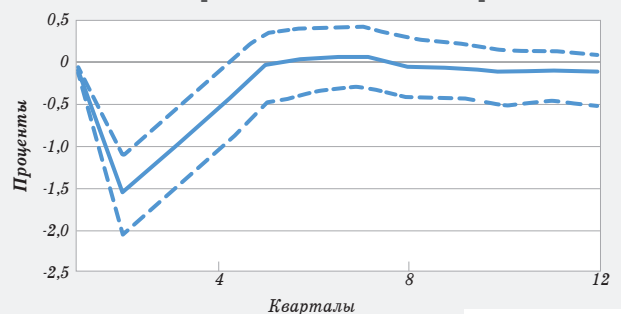


Рисунок 29

Положительный шок ВВП (рисунок 26) вызывает рост инфляции, при этом реакция последнего показателя затухает в течение года (рисунок 27).

**Шок ВВП**

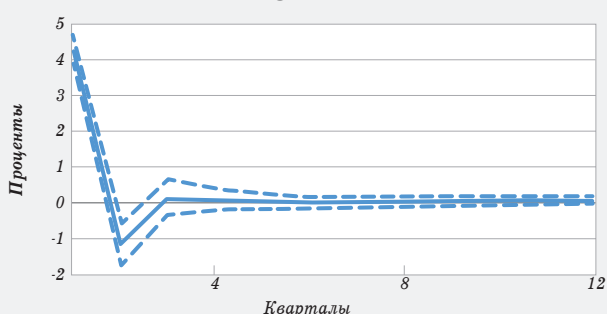


Рисунок 26

ние инфляции обуславливает увеличение номинальной процентной ставки (рисунок 30), необходимой для сохранения доходности рублевых депозитов и предотвращения их оттока на валютные вклады. Следует отметить, что увеличение уровня инфляции негативно сказывается на динамике национальной валюты и вызывает ее обесценение, наблюдаемое через один-два периода (рисунок 31). Данный отклик можно объяснить существованием ожиданий экономических агентов, являющихся экзогенными по отношению к описываемой теоретической схеме и приводящих в действие иные каналы трансмиссионного механизма.



## Отклик ставки на шок инфляции

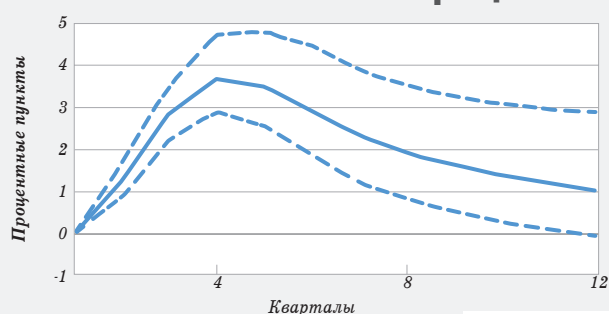


Рисунок 30

## Отклик обменного курса на шок инфляции

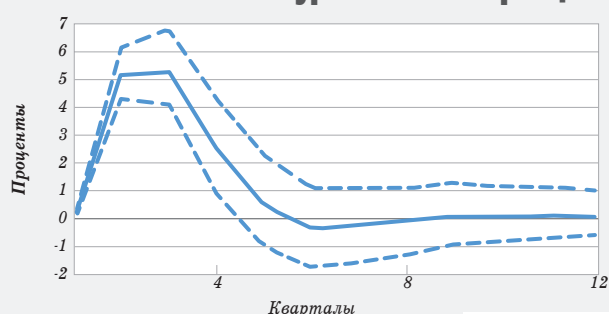


Рисунок 31

По результату анализа функций импульсных откликов, полученных на основе векторных авторегрессионных моделей, можно вынести ряд заключений.

1. Каждый из описываемых каналов является работоспособным. Несмотря на то, что был подтвержден незначимый отклик кредитов на шок процентной ставки, что обуславливается высокой долей льготного кредитования, в работе [4] доказывается значимое и значительное влияние реальной процентной ставки на финансовые сбережения населения. Так, согласно представленному исследованию к наиболее значимому фактору, влияющему на структуру финансовых сбережений, можно отнести ставку по депозитам в национальной валюте. Повышение ставки коммерческих банков по срочным депозитам физических лиц в национальной валюте на 1 процентный пункт обуславливает рост срочных рублевых депозитов населения на 0,37%.

2. Подтверждено наличие значимой зависимости интенсивности инфляционных процессов как от динамики денежной массы, так и от динамики обменного курса.

3. Девальвация белорусского рубля через снижение реального обменного курса положительно влияет на экспорт. Вместе с тем получен незначимый отклик со стороны импорта на обесценение национальной валюты, когда должно наблюдаться его сокращение. Данный эмпирический результат можно объяснить фактом, что длительное время девальвация национальной валюты сопровождалась мягкой экономической, монетарной и бюджетной политикой, выражающейся, прежде всего, в интенсивном кредитовании экономики, в том числе на льготных

условиях, и быстром росте заработной платы, что компенсировало эффект влияния курса белорусского рубля.

4. Важным результатом является подтверждение прямой зависимости импорта от внутреннего потребления. Это означает, что стимулирование роста экономики через внутреннее потребление в условиях Республики Беларусь приводит к нарушению внешнеэкономической сбалансированности. И наоборот, положительное воздействие на макроэкономическую стабильность может быть оказано за счет сдерживания роста внутреннего спроса.

5. Монетарные импульсы влияют на реальные переменные с определенным лагом.

Так, изменение денежной базы начинает влиять на денежную массу в тот же момент времени, но период наиболее эффективной трансмиссии достигается через 1–2 квартала, при этом длительность отклика составляет около 6 кварталов. Аналогично изменения в динамике денежной массы приводят к расширению кредитов в тот же период времени, и через 1–2 квартала отклик становится наиболее значимым и значительным.

Общее увеличение предложения денег в экономике приводит к ускорению инфляции, возвращение к равновесной траектории которой происходит в течение года. Таким образом, воздействие изменения денежной базы на уровень инфляции через денежную массу и иные макропоказатели проявляется в течение 9–12 кварталов. Период наиболее эффективной трансмиссии равен 6 кварталам.

Влияние шока процентной ставки на реальные переменные до сих пор осуществлялось в основном через воздействие на курс национальной валюты (проявлялось через 1–2 квартала, длительность реакции – около года). При этом не удалось получить значимого отклика кредитов на шок процентной ставки, что объясняется большей долей льготных кредитов в их общем объеме.

Отклик экспорта и потребления на изменения обменного курса проявляется в тот же период времени. При этом оба отклика носят краткосрочный характер: реакция экспорта на резкое изменение в динамике белорусского рубля проявляется в течение 3 кварталов, а потребления – 2. Реализация девальвации в инфляции происходит практически одновременно.

## Заключение

1. Разработанный инструментарий позволяет проследить влияние шоков монетарных показателей на реальный сектор экономики, сопоставить данное влияние с предполагаемым экономической теорией, а также оценить длину лага реакции макропеременных на проводимую монетарную политику.

2. Результат исследования, заключающийся в том, что каждый из анализируемых каналов трансмиссионного механизма является работоспособным, подтверждает необходимость поддержания процентных ставок на положительном уровне в реальном выражении, обеспечивающем рублевую доходность по вновь привлеченным организованным вкладам населения, представленным в национальной валюте, не ниже доходности аналогичного вида вкладов, представленных в иностранной валюте. Следует заметить, что в настоящее время процентная политика во многих странах – один из эффективных инстру-

ментов влияния на реальный сектор экономики, а процентный канал часто играет роль центрального звена трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики.

3. Незначимый отклик импорта на изменение курса национальной валюты связан с тем, что длительное время девальвация национальной валюты сопровождалась интенсивным кредитованием экономики. Данный факт подчеркивает необходимость проведения согласованных действий экономическими властями, в ином случае эффективность оказываемых мер существенно снижается.

4. Значимый положительный отклик импорта на внутренний спрос подтверждает опасность для макроэкономической стабильности мер политики, на-

целенных на стимулирование роста экономики через внутренние расходы. Данное утверждение также согласуется с тем фактом, что рост объема денежного предложения в случае полной загрузки производственных мощностей и дефицита рабочей силы обусловит лишь рост уровня цен, не вызывая отклика реальных показателей.

**Александра БЕЗБОРОДОВА,**  
экономист, магистр экономических наук

**Юрий МИХАЛЕНКО,**  
экономист, магистр физико-математических наук

\* \* \*

Материал поступил 26.01.2015.

**Источники:**

1. George, E. *Bayesian Stochastic Search for VAR Model Restrictions* / E. George, D. Sun, S. Ni // *Journal of Econometrics*. – 2008. – № 142. – P. 553–580.
2. Sims, C. *Macroeconomics and Reality* / C. Sims // *Econometrica*. – 1980. – № 48 (1). – P. 1–48.
3. Айвазян, С. *Байесовский подход в эконометрическом анализе* / С. Айвазян // *Прикладная эконометрика*. – 2008. – № 1 (9). – С. 93–130.
4. Безбородова, А. *Анализ и прогнозирование срочных депозитов населения Беларуси* / А. Безбородова // *Банкаўскі веснік*. – 2012. – № 31 (576). – С. 23–29.
5. Безбородова, А. *Анализ трансмиссионного механизма монетарной политики на основе байесовских векторных авторегрессий* / А. Безбородова, Ю. Михаленок // *Банкаўскі веснік*. – 2015. – № 4 (621). – С. 23–30.