

А.А. ШЕВЕЛЕВ, О.А. ШЕВЕЛЕВА
Институт экономики и организации промышленного производства
СО РАН,
Новосибирский Государственный Университет,
г. Новосибирск

МЕТОД BVAR: АНАЛИЗ ДИНАМИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ РОССИИ

Одним из перспективных подходов моделирования макроэкономики и количественной оценки воздействия внешних и внутренних факторов на нее, в настоящее время активно используемым за рубежом, является байесовский подход к описанию макроэкономических процессов. В проведенном исследовании рассматриваются возможности применения модели байесовской векторной авторегрессии (BVAR) для оценки влияния внешних шоков, таких как цена на нефть марки Brent, индекс волатильности на финансовых рынках VIX, индекс Шанхайской торговой биржи SSE и ставка ФРС США, а также анализа воздействия денежного агрегата M2, величина которого является результатом проведения денежно-кредитной политики, на динамику макроэкономических показателей России.

Полученные результаты показали значимость денежного агрегата M2 и внешних факторов в определении величин макропеременных России, определяющих траекторию развития экономики и благосостояния населения страны.

Представленный подход может успешно применяться для анализа российских данных, что подтверждают полученные в исследовании результаты: невысокая величина ошибки прогноза и корректная взаимосвязь переменных.

Ключевые слова: BVAR, Байесовская векторная авторегрессия, внешнеэкономические шоки, денежно-кредитная политика, денежный агрегат M2, макроэкономика, распределение Миннесоты.

A.A. Shevelev, O.A. Sheveleva
Institute of economics and industrial engineering of Siberian Branch of
the Russian Academy of Science
Novosibirsk State University

BVAR METHOD: ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF RUSSIAN MACROECONOMIC VARIABLES

One of the promising approaches of macroeconomic modeling and quantitative assessment of the impact of external and internal factors on it and actively used abroad is a Bayesian approach to the description of macroeconomic processes. In this paper, we examine of Bayesian vector autoregression model (BVAR) to assess the impact of external shocks, such as the price of crude oil Brent, the volatility index VIX, the Shanghai Stock Exchange Composite index, the Federal Funds, money supply (the result of monetary policy) on the dynamics of Russian macroeconomic indicators.

The results showed the importance of money supply and external factors in determining the values of Russian macro variables that determine the trajectory of economic development and welfare of the population.

This approach can be successfully applied for the analysis of Russian data, that confirmed by the research results: the low value of the prediction error and the correct relationship of the variables.

Keywords: BVAR, Bayesian methods, external shocks, monetary policy, money supply, macroeconomics, Minnesota prior

Уровень мировой макроэкономической нестабильности сильно вырос в 2014-2015 гг.: снижение цен на углеводородное сырье, замедление роста экономики Китая, повышение ставки Федеральной Резервной Системы США. Для России также усилились риски, связанные с геополитическим кризисом на Украине, результатом которых для экономики стали экономические шоки в виде последствий санкционной политики ЕС и США. На текущий момент для российской экономики характерен глубокий экономический спад: сокращение реальных доходов населения и инвестиций, повышение дефицитности бюджетов при ослаблении курса российского рубля и высокой инфляции.

Для решения задачи преодоления кризисных явлений в экономике, сглаживания влияния различных внешних шоков и возвращения к траектории экономического роста необходимо наличие инструментария, позволяющего с высокой точностью описывать

динамику взаимосвязанных макроэкономических процессов и проводить сценарный анализ последствий использования тех или иных инструментов экономической политики регулирующими органами.

В современных исследованиях по макроэкономике широко используется векторная авторегрессия (VAR), что обусловлено простотой ее применения относительно иных подходов к моделированию систем макроэкономических показателей в динамике, а также возможностью количественного оценивания влияния шоков на динамическую систему. Впервые метод был предложен в работе Кристофера Симса (1977) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Необходимость поиска иных подходов к моделированию связана с высокой степенью параметризации подхода VAR: количество оцениваемых коэффициентов в модели растет нелинейно (с n переменными и p лагами это количество будет равно $n(1 + np)$). Рост количества рассматриваемых временных рядов ухудшает качество параметров модели и приводит к неблагоприятным последствиям структурного анализа и прогнозирования.

Для России, макроэкономические показатели которой характеризуются непродолжительной историей данных, данный метод (VAR) накладывает строгие ограничения по количеству вводимых переменных, что, в свою очередь, приводит к неблагоприятным последствиям для структурного анализа и прогнозирования, так как попытка включить в модель большее количество переменных может привести к проблеме неустойчивости результатов.

Для возможности включения необходимого количества переменных и решения проблемы размерности был использован байесовский подход к оцениванию параметров векторной авторегрессии (BVAR). Данный подход заключается в поиске апостериорных распределений параметров $p(\beta, \Sigma|Y)$ с использованием априорной (теоретической) информации о возможном распределении параметров $p(\beta, \Sigma)$ и функции максимального правдоподобия $L(Y|\beta, \Sigma)$, что позволяет решить проблему высокой параметризации модели и улучшить ее прогнозную силу. Для этого используется правило Байеса, которое можно представить в следующем виде¹, так как $p(Y)$ не зависит от β и Σ :

$$p(\beta, \Sigma|Y) = \frac{p(\beta, \Sigma)L(Y|\beta, \Sigma)}{p(Y)} \propto p(\beta, \Sigma)L(Y|\beta, \Sigma)$$

¹ Знак \propto означает пропорциональность

Помимо высокой точности прогноза (что подтверждено такими исследованиями, как Doan et al (1984) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Litterman (1986) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Banbura et al (2010) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Koop, Korobilis (2010) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], De Mol et al (2008) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Carriero et al (2012) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Blake et al (2012) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Б.Б. Демешев, О.А. Малаховская (2015) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], Р.В. Ломиворотов (2014) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]), байесовский подход к построению векторной авторегрессии позволяет проводить анализ структуры взаимосвязей переменных в модели: существует возможность строить функции импульсных откликов (IRF) и декомпозиции их дисперсий.

Одним из недостатков применения BVAR является субъективность в выборе априорной информации. Однако традиционный VAR также представляет собой субъективные представления автора о спецификации модели: выбор количества лаговых переменных, отбор ограниченного количества переменных для снижения параметризации модели и иные.

В проведенном на текущий момент исследовании было использовано априорное распределение Миннесоты (впервые предложено в работах Litterman (1986) [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]). Данное априорное распределение параметров предполагается многомерным нормальным, зависящим от нескольких гиперпараметров.

Для проведения анализа работоспособности применения байесовского подхода к оценке коэффициентов векторной авторегрессии на российских данных было осуществлено моделирование системы макроэкономических переменных России (в модель было включено 15 поквартальных показателей в период с 1 кв. 2002 г. по 2 кв. 2015 г.). Проведен анализ и дана количественная оценка воздействия внешних шоков, а также денежного агрегата M2 на экономику страны.

Для проверки полученных результатов была рассмотрена точность некоторых прогнозных значений по построенной модели с фактическими данными на периоде с 3 кв. 2014 по 2 кв. 2015 гг.: уровень ошибки прогноза позволяет оценить качество прогноза модели как высокое.

Декомпозиция дисперсии макропеременных показала значимость денежного агрегата M2 в определении величин макропеременных

России, определяющих траекторию развития экономики и благосостояния населения страны. Так, шоком величины денежного агрегата М2 объясняется 17% вариации инвестиций в основной капитал, 4,6% ИПЦ товаров и услуг, 7,1% дефлятора ВВП, 5,3% ВВП, 11,3% индекса работ по направлению «Строительство» и 10,3% индекса розничной торговли [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Внешние факторы также играют значимую роль в определении динамики российской экономики. Так, рассматриваемые в исследовании внешние факторы объясняют 9,3% дисперсии индекса строительства, 6,9% индекса розничной торговли, 4,9% индекса обрабатывающего производства, 6,3% инвестиций в основной капитал и 2,8% агрегирующего показателя – валового внутреннего продукта. Также внешние шоки объясняют 5,3% дисперсии показателя уровня безработицы. Доля внешних факторов в дисперсии дефлятора ВВП составляет 14,3%.

Важно отметить, что построенная модель, подтвердила теоретический факт, что дефлятор и прирост реального ВВП находятся в отрицательной зависимости друг от друга, что говорит о том, что снижение уровня инфляции может быть достигнуто иным подходом, нежели как это осуществляется на текущий момент Центральным Банком. Наоборот, установление высокого уровня процентных ставок в целях сокращения инфляции приводит к снижению величины денежной массы, что, в дальнейшем, вызывает падение производства вследствие уменьшения объемов кредитования и может привести, наоборот, к росту цен.

В дальнейшем планируется работа по рассмотрению модификаций метода BVAR и поиске иных априорных распределений для улучшения качества моделирования экономики России на макроуровне.

Список литературы

1. Sims C.A. Macroeconomics and reality. Discussion Papers. Center for Economics Research. Department of Economics. University of Minnesota. 1977. 77 P.
2. Doan T., Litterman R., Sims C. Forecasting and conditional projection using realistic prior distributions // *Econometric reviews*. 1984. Vol. 3(1). P. 1-100.

3. Litterman R. Forecasting with Bayesian vector autoregressions—five years of experience // *Journal of Business & Economic Statistics*. 1986. Vol. 4(1). P. 25-38.
4. Bańbura M., Giannone D., Reichlin L. Large Bayesian vector autoregressions // *Journal of Applied Econometrics*. 2010. Vol. 25(1). P. 71-92.
5. Koop G., Korobilis D. Bayesian Multivariate Time Series Methods for Empirical Macroeconomics // *Foundations and Trends (R) in Econometrics*. 2010. Vol. 3(4). P. 267-358.
6. De Mol C., Giannone D., Reichlin L. Forecasting using a large number of predictors: Is Bayesian shrinkage a valid alternative to principal components? // *Journal of Econometrics*. 2008. Vol. 146(2). P. 318-328.
7. Carriero A., Kapetanios G., Marcellino M. Forecasting government bond yields with large Bayesian vector autoregressions // *Journal of Banking & Finance*. 2012. Vol. 36(7). P. 2026-2047.
8. Blake A., Mumtaz H. *Applied Bayesian econometrics for central bankers*. 4th ed. Technical Handbook. Centre for Central Banking Studies. Bank of England. 2012. 145 P.
9. Демешев Б.Б., Малаховская О.А. 2015. Сравнение случайного блуждания, VAR и BVAR Литтермана при прогнозировании выпуска, индекса цен и процентной ставки. Препринт. Высшая Школа Экономики. 2015. 21 С.
10. Ломиворотов Р.В. Выявление основных макроэкономических шоков в России, оценка их влияния на экономику и выводы для денежно-кредитной политики. дис. канд. экон. наук. Высшая школа экономики. 2015. 154 С.
11. Бородулина О.А. Анализ влияния денежного агрегата M2 на динамику макроэкономических переменных экономики России. магистерская дис. Новосибирский государственный университет. 2016. 88 С.