

# ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

## О динамической взаимосвязи ВВП РФ и нефтяных цен в VAR-модели

### Об авторе



#### Андрей Полбин

старший научный сотрудник  
центра экономического моделирования энергетики и экологии

Российская академия народного  
хозяйства и государственной службы при Президенте РФ  
117517, г. Москва, пр-т Вернадского, 82  
apolbin@gmail.com

### Ключевые слова

цены на нефть, ВВП, инвестиции, VAR-модели

### Основные тезисы

- На основе методологии векторной авторегрессии получены оценки функций импульсного отклика ВВП и инвестиций РФ на шок нефтяных цен.
- Приведены эмпирические свидетельства в пользу того, что шоки цен на нефть порождали куполообразный отклик в динамике уровня ВВП и инвестиций: влияние увеличения нефтяных цен на темпы прироста экономики РФ было положительным в краткосрочном периоде и отрицательным в среднесрочном периоде.
- Эффект от перманентного 10-процентного увеличения нефтяных цен составлял примерно 1,2 % прироста ВВП через год после реализации шока.

Россия является ведущей нефтеэкспортующей державой, и нефтяные цены играют определяющую роль в экономическом развитии отечественной экономики. При этом на сегодняшний день нет единой точки зрения о степени влияния цен на нефть на уровень экономического развития отечественной экономики и их динамической взаимосвязи с темпами роста ВВП.

Традиционно в зарубежной литературе при изучении влияния тех или иных экзогенных шоков принято строить функции импульсного отклика, которые характеризуют динамический вклад в траектории эндогенных переменных (например, ВВП, инвестиции, потребление и др.) рассматриваемого экзогенного шока. В работах же, посвященных эконометрическому анализу российской экономики, пробле-

ма оценки функций импульсного отклика макроэкономических показателей на шок нефтяных цен часто остается за кадром (см., например: [1–3]).

Переходная динамика же макроэкономической системы из состояния равновесия с одним уровнем нефтяных цен в равновесие с другим их уровнем может иметь принципиально различные свойства в зависимости от тех или иных экономических условий, и она представляет собой неоспоримый интерес при решении прикладных экономических задач.

С одной стороны, в ответ на увеличение мировых цен на нефть реальный ВВП может демонстрировать постепенное приспособление к новому более высокому долгосрочному уровню, в рамках чего будут наблюдаться ускоренные темпы роста реального ВВП в краткосрочном периоде, которые будут угасать со временем и приближаться к потенциальным темпам роста экономики. Т.е. увеличение цен на нефть будет давать положительный на всем промежутке времени убывающий со временем вклад в темпы роста реального ВВП.

С другой стороны, ввиду кейнсианских механизмов влияния цен на нефть на отечественную экономику может возникнуть экономический бум в краткосрочном периоде от улучшения условий торговли и возникающего трансферта доходов в отечественную экономику. При этом может наблюдаться положительный вклад увеличения цен на нефть в темпы роста ВВП в краткосрочной перспективе во время циклического подъема и перегрева экономики, т.е. выпуск будет находиться в течение некоторого времени выше потенциального уровня. И, соответственно, может наблюдаться отрицательный вклад увеличения мировых цен на нефть в темпы роста ВВП в среднесрочной перспективе во время того, как экономика будет возвращаться к новому потенциальному уровню выпуска. Таким образом, динамика перехода к новому долгосрочному равновесию может иметь весьма нетривиальный характер.

Целью настоящей работы является эконометрическая оценка динамической взаимосвязи выпуска отечественной эко-

номики с мировыми ценами на нефть с помощью простой модели векторной авторегрессии. Результаты настоящей работы могут внести вклад в дискуссию относительно зависимости экономического роста российской экономики от мировых цен на нефть.

### Спецификация эконометрической модели

Для формализации эконометрической модели предположим, что динамика отечественных макроэкономических переменных в общем виде описывается с помощью стационарного процесса векторной авторегрессии с остатками в виде скользящего среднего (VARMA), который можно представить в следующей структурной форме:

$$\Phi(L)y_t = C + \Theta(L)u_t, \quad (1)$$

где  $\Phi(L)$ ,  $\Theta(L)$  — матричные полиномы лаговых операторов,  $y_t$  — вектор переменных,  $u_t$  — вектор ортогональных структурных шоков,  $C$  — вектор констант.

Данный векторный процесс может быть получен, например, в рамках логарифмической линейаризации какой-либо динамической стохастической модели общего равновесия, неоклассического или кейнсианского типа. Вектор переменных может включать в себя цены на нефть, реальный ВВП, инвестиции, потребление домохозяйств, госрасходы, экспорт, импорт, реальный обменный курс и др.

Отдельные уравнения в системе (1) будут описывать динамические взаимосвязи между рассматриваемыми переменными. Например, выпуск может положительно зависеть от цен на нефть и отрицательно от реального обменного курса. В свою очередь реальный обменный курс может положительно зависеть от цен на нефть и ряда других факторов. При этом, если значительная доля вариации выпуска и реального обменного курса будет объясняться шоками цен на нефть, то корреляция между данными двумя переменными, вероятно, будет положительна, несмотря на то, что при прочих равных укрепление обменного курса будет оказывать отрицательное влияние на выпуск.



Естественным образом возникает желание оценить «истинный» процесс порождения данных, но здесь возникает проблема «проклятия размерности» (curse of dimensionality), так как на практике доступное количество наблюдений может быть соизмеримо с количеством параметров, которые нужно оценить. Соответственно, приходится приближать динамику макроэкономической системы с помощью модели достаточно малой размерности. В целом, эмпирический подход, в котором проводится оценка векторных авторегрессий небольшой размерности, является теоретически и статистически обоснованным. Согласно работе [4], линейное преобразование процесса VARMA так же является процессом VARMA. И, соответственно, динамика переменных, которые являются подмножеством исходного процесса, так же будет описываться с помощью некоторого VARMA-процесса.

В настоящей работе в качестве данного подмножества мы будем рассматривать набор из трех переменных: первые разности логарифмов реального ВВП, реальных инвестиций в основной капитал и реальных цен на нефть. В рамках предпосылки малой открытой экономики предположим, что цены на нефть являются экзогенной переменной для отечественной экономики. Тогда при условии обратимости<sup>1)</sup> рассматриваемого VARMA-процесса, динамика реального ВВП и инвестиций в основной капитал будет описываться следующим авторегрессионным процессом бесконечного порядка:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log Y_t \\ \Delta \log Inv_t \end{pmatrix} = C + \sum_{i=1}^{\infty} A_i \begin{pmatrix} \Delta \log Y_{t-i} \\ \Delta \log Inv_{t-i} \end{pmatrix} +$$

<sup>1)</sup> Если ВВП, инвестиции и цены на нефть являются коинтегрированными временными рядами, то условие обратимости не будет выполняться, и оценки долгосрочных функций импульсного отклика будут искажены. Тем не менее, согласно выводам работы [5], при оценивании VAR в первых разностях для коинтегрированных переменных оценки функций импульсного отклика для фиксированного горизонта при достаточно большом количестве лагов в VAR-модели будут приводить к корректным результатам, т. е. оценки краткосрочных откликов будут корректными. Анализ возможного наличия коинтеграции мы оставляем для дальнейших исследований.

$$+ \sum_{i=0}^{\infty} B_i \Delta \log p_{t-i}^{Oil} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где  $\log Y_t$ ,  $\log Inv_t$ ,  $\log p_t^{Oil}$  — логарифмы реального ВВП, реальных инвестиций в основной капитал и реальных цен на нефть соответственно,  $\varepsilon_t$  — двумерный вектор инноваций,  $A_i, B_i$  — матрицы параметров модели,  $\Delta$  — оператор первой разности, который для временного ряда  $Z_s$  осуществляет следующее преобразование:  $\Delta Z_s = Z_s - Z_{s-1}$ .

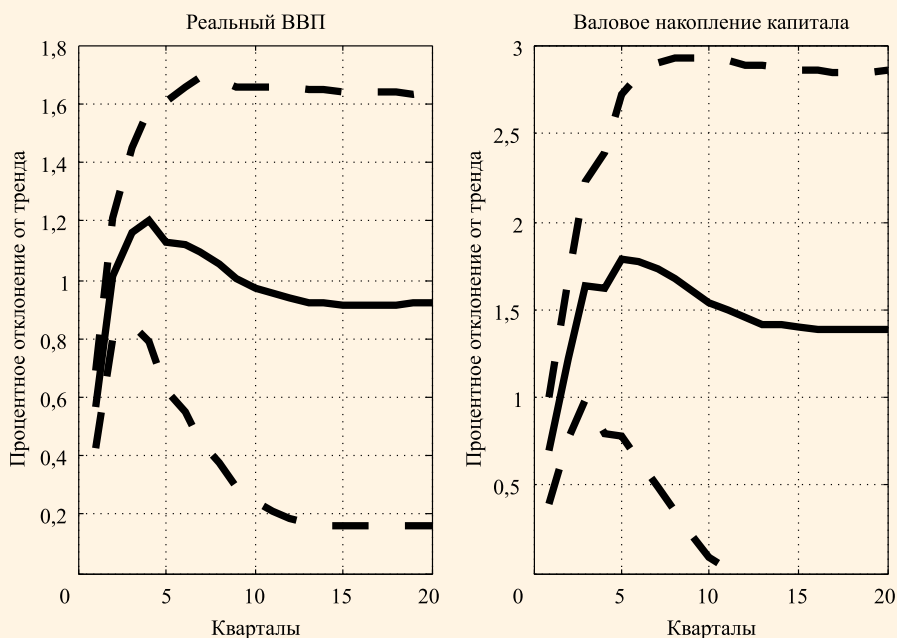
В модели (2) влияние изменения мировых цен на нефть на выпуск и валовое накопление капитала через каналы взаимосвязи с переменными, которые не вошли в данную эконометрическую модель (потребление, реальный обменный курс и др.), будет проинтегрировано. Т. е. функции импульсного отклика в ответ на шок цен на нефть будут идентичны в исходной и преобразованной модели при условии того, что параметры моделей известны.

На последнем шаге спецификации эконометрической модели мы постулируем, что векторный авторегрессионный процесс бесконечного порядка (2) хорошо аппроксимируется процессом конечного порядка  $q$ , что является стандартным предположением в прикладном эконометрическом анализе. Соответственно, в окончательной форме эконометрическая модель выглядит следующим образом:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log Y_t \\ \Delta \log Inv_t \end{pmatrix} = C + \sum_{i=1}^q A_i \begin{pmatrix} \Delta \log Y_{t-i} \\ \Delta \log Inv_{t-i} \end{pmatrix} + \sum_{i=0}^q B_i \Delta \log p_{t-i}^{Oil} + \varepsilon_t. \quad (3)$$

### Результаты эмпирического анализа

При выборе левого конца временного отрезка для эконометрического анализа мы исходили из того, что до кризиса 1998 г. в российской экономике наблюдался трансформационный спад и высокая интенсификация структурных сдвигов, что может обуславливать нестабильность в параметрах эмпирической модели. Весьма вероятно, что в последние годы также наблюдался структурный сдвиг в параметрах динамической модели. Так, в конце 2014 г. Банк России перешел к режиму плавающего курса



**Рис. 1.** Функции импульсного отклика на 10 %-е перманентное увеличение нефтяных цен. Сплошная линия — точечная линия, пунктирные линии — границы 68-процентного доверительного интервала  
 Источник: составлено автором

рубля, что, согласно критике Лукаса [6], может привести к изменению в реальных экономических взаимосвязях между макроэкономическими переменными. Соответственно, в настоящей работе делается попытка выделить период времени с относительно стабильными параметрами динамической модели российской экономики, и эконометрический анализ проводится на периоде с 1 кв. 1999 г. по 3 кв. 2014 г.

В качестве реального ВВП и реальных инвестиций в основной капитал использовались временные ряды ВВП и валового накопления основного капитала в постоянных ценах 2008 г. [7]. В качестве показателя реальных мировых цен на нефть использовалась цена на нефть марки Brent (дол./барр.) [8], дефлированная на индекс потребительских цен США [9]. Сезонная компонента из рассматриваемых переменных (кроме нефтяных цен) была удалена с помощью фильтра X-12-ARIMA.

При выборе количества лагов  $q$  в эконометрической спецификации (3) существует значительный компромисс. С одной стороны, мы ограничены небольшим количеством наблюдений для российской экономики. С другой стороны, нам необходимо как можно больше лагов, чтобы хорошо аппроксимировать процесс порождения данных. Например, по мнению Гамильтона и Херреры [10], Бернанке и др. [11] в своем исследовании недооценивают влияние шоков нефтяных цен на экономику США, так как оценивают VAR-модель со слишком маленькой глубиной запаздывания — приблизительно в полгода по сравнению со «стандартной» в литературе спецификацией с глубиной запаздывания в 1 год.

Соответственно, несмотря на небольшое количество наблюдений, в настоящей работе в эконометрической модели (3) мы задаем количество лагов, равное четырём, что на квартальных данных составляет глубину запаздывания в один



год. Модель (3) оценивалась с помощью метода наименьших квадратов, который дает состоятельные оценки параметров. Функции импульсного отклика реального ВВП и реальных инвестиций в основной капитал в ответ на 10 %-й перманентный положительный шок цен на нефть в оцененной модели приведены на рис. 1. Наряду с точечной оценкой (сплошная линия) на рисунке приведены границы 68 %-го ( $\pm 1$  станд. откл.) доверительного интервала. Авторы работы [12] рекомендуют использование 68 %-го доверительного интервала ввиду того, что он обеспечивает более точную оценку вероятности накрытия истинных импульсных откликов по сравнению 95 %-м доверительным интервалом. Временной период по оси  $X$  соответствует одному кварталу. Ось  $Y$  отражает процентное отклонение уровня ВВП и инвестиций от тренда.

Как показано на рисунке, динамика выпуска и инвестиций демонстрирует куполообразный отклик. Так, при перманентном увеличении мировых цен на нефть на 10 % реальный ВВП демонстрирует ускоренные темпы роста в течение 1 года, и увеличение уровня ВВП достигает приблизительно 1,2 %, после чего уровень ВВП начинает постепенно снижаться и стабилизируется на значении порядка 0,9 %. Степень неопределенности в полученных оценках, особенно на долгосрочном горизонте, до-

статочно велика. Тем не менее границы 68 %-го доверительного интервала также свидетельствуют в пользу куполообразного отклика рассматриваемых переменных в ответ на перманентное увеличение мировых цен на нефть.

Таким образом, согласно результатам эконометрического оценивания, перманентное увеличение мировых цен на нефть дает положительный вклад в темпы роста выпуска в течение 1 года, после чего вклад в темпы роста становится отрицательным в среднесрочном периоде и нулевым в долгосрочном периоде.

Полученные результаты могут иметь следующую интерпретацию. На рассматриваемом временном периоде Банк России придерживался политики управляемого номинального курса рубля. Во время увеличения мировых цен на нефть ЦБ препятствовал укреплению реального обменного курса за счет сдерживания укрепления номинального. И увеличение агрегированного спроса по причине улучшения условий торговли приводило к расширению спроса как на импортные, так и на отечественные товары. По мере же укрепления реального обменного курса за счет инфляции конкурентоспособность отечественного производства падала, и агрегированный спрос в большей мере перераспределялся в пользу потребления импортных товаров.

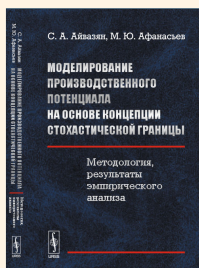
## Литература

1. Айвазян С. А., Бродский Б. Е. Макроэкономическое моделирование: подходы, проблемы, пример эконометрической модели российской экономики // Прикладная эконометрика. 2006. Т. 2. № 2. С. 85–111.
2. Казакова М. В., Синельников-Мурылев С. Г. Конъюнктура мирового рынка энергоносителей и темпы экономического роста России // Экономическая политика. 2009. № 5. С. 118–135.
3. Rautava J. Oil prices, excess uncertainty and trend growth // Focus on European Economic Integration. 2013. № 4. P. 77–87.
4. Lütkepohl H. Linear transformations of vector ARMA processes // Journal of Econometrics. 1984. V. 26. № 3. P. 283–293.
5. Marcell A. Overdifferencing VARs is OK. Manuscript. Universitat Pompeu Fabra, 2005.
6. Lucas R. E. Jr. Econometric policy evaluation: A critique // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 1976. V. 1. № 1. P. 19–46.
7. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. <http://www.gks.ru/>
8. The International Monetary Fund, International Financial Statistics. <https://www.imf.org/en/Data>
9. The U. S. Bureau of Labor Statistics. <http://www.bls.gov/>

10. *Hamilton J. D., Herrera A. M.* Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy // *Journal of Money, Credit & Banking*. 2004. V. 36. № 2. P. 265–286.
11. *Bernanke B. S., Gertler M., Watson M.* Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks // *Brookings Papers on Economic Activity*. 1997. V. 28. № 1. P. 91–157.
12. *Sims C. A., Zha T.* Error bands for impulse responses // *Econometrica*. 1999. V. 67. № 5. P. 1113–1155.

## References

1. *Ayvazyan S. A., Brodsky, B. E.* Macroeconomic modelling: approaches, problems, an example of an econometric model of the Russian economy // *Prikladnaya ekonometrika*. 2006. V. 2. № 2. P. 85–111 (in Russian).
2. *Kazakova M. V., Sinelnikov-Murylev S. G.* Situation on the world energy market and the pace of economic growth in Russia // *Ekonomicheskaya politika*. 2009. № 5. P. 118–135 (in Russian).
3. *Rautava J.* Oil prices, excess uncertainty and trend growth // *Focus on European Economic Integration*. 2013. № 4. P. 77–87.
4. *Lütkepohl H.* Linear transformations of vector ARMA processes // *Journal of Econometrics*. 1984. V. 26. № 3. P. 283–293.
5. *Marcet A.* Overdifferencing VARs is OK. Manuscript, Universitat Pompeu Fabra. 2005.
6. *Lucas R. E. Jr.* Econometric policy evaluation: A critique // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 1976. V. 1. № 1. P. 19–46.
7. Official site of Federal state statistics service. <http://www.gks.ru/> (in Russian).
8. The International Monetary Fund, International Financial Statistics. <https://www.imf.org/en/Data>
9. The U. S. Bureau of Labor Statistics. <http://www.bls.gov/>
10. *Hamilton J. D., Herrera A. M.* Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy // *Journal of Money, Credit & Banking*. 2004. V. 36. № 2. P. 265–286.
11. *Bernanke B. S., Gertler M., Watson M.* Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks // *Brookings Papers on Economic Activity*. 1997. V. 28. № 1. P. 91–157.
12. *Sims C. A., Zha T.* Error bands for impulse responses // *Econometrica*. 1999. V. 67. № 5. P. 1113–1155.



**Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю.**

### **Моделирование производственного потенциала на основе концепции стохастической границы: Методология, результаты эмпирического анализа. О**

В экономической науке производственный потенциал является одним из предметов исследования, а модели производственного потенциала — инструментом анализа экономических объектов. Не подвергая критике альтернативные подходы, авторы опираются на представление о производственном потенциале, базирующееся на концепции стохастической граничной производственной функции и теории X-эффективности. Исследованы

несколько видов производственного потенциала: реальный, граничный, достижимый. Представлены основные этапы реализации методологии построения соответствующих моделей. Показано, что модель достижимого производственного потенциала может служить инструментом формирования и обоснования мероприятий, направленных на повышение эффективности производства. Охарактеризована схема спецификации трехфакторной модели производственного потенциала компании, использующей интеллектуальный капитал в качестве средства производства. Экспериментально обосновано, что при построении такой модели должна учитываться возможность использования нескольких альтернативных способов оценки интеллектуального капитала. Предложен и апробирован эконометрический подход к оценке человеческого капитала компании. Книга является первым научным изданием на русском языке, содержащим современные взгляды на проблему.