

Тема: Оценка потенциального выпуска России методом ненаблюдаемых компонент

Цель: определить разрыв выпуска для России за период 2000–2018 гг.

Задачи:

- 1) Провести обзор методов, применяемых для оценки потенциального ВВП, систематизировать их достоинства и недостатки, обосновать выбор метода, используемого в работе;
- 2) Собрать необходимые для исследования данные;
- 3) Оценить разрыв выпуска для России на основе выбранного метода и собранных данных;
- 4) Провести анализ устойчивости результатов оценивания относительно спецификации модели и используемого метода.

1. Описание данных

В ходе исследования использовались следующие временные ряды (сезонно скорректированные, помесячные данные за период с января 2002 г. по декабрь 2017 г.):

- Логарифм ВВП в реальном выражении в сопоставимых ценах 2007 года, приведенный к годовому объему. Источник: Росстат;
- Уровень безработицы, Источник: Росстат;
- Темп инфляции, рассчитан на основе цепных помесячных ИПЦ, приведенных к годовому эквиваленту. Источник: Росстат;
- Уровень загрузки мощностей: данные опросов компаний по загрузкам мощностей трех основных отраслей (добыча, обработка, обеспечение электроэнергией, газом и паром) взвешивались с учетом вклада вида деятельности в общую структуру добавленной стоимости. Источник: Росстат;
- Цены на нефть Urals, долл./барр. – отношение текущего уровня цен на нефть к многолетнему среднему (скользящее среднее за восемь лет). Источник: Финам;
- Реальный эффективный курс (цепной индекс). Источник: Росстат.

2. Обзор методов

	Преимущества	Недостатки	Источники
1.Структурные методы	Имеют теоретическое обоснование	Трудоемкая реализация	Anderton et al.(2014)
Подходы на основе анализа производственной		При определении трендов составляющих производственной функции	Anderton et al.(2014),

функции		(общий факторной производительности, занятости, капитала) используются одномерные фильтры => сохраняются их недостатки, а результаты оказываются чувствительны к выбору фильтра	Andrle (2013)
Подходы на основе построения неокейнсианских динамических стохастических моделей общего равновесия (NK DSGE)	Наиболее полно используется информация о взаимосвязи переменных	Риски неверной спецификации взаимосвязей между макроэкономическими показателями в модели и, как следствие, несоответствие между моделью и функционированием реальной экономики; высокая корреляция с результатами, полученными более простыми методами	Vetlov et al. (2011), Ващелюк и др. (2016)
Структурные векторные авторегрессии (декомпозиция Бланшара и Куя)		Результат зависит от конкретного примера, обычно оценки этим методом сильно отличаются от других, что делает их похожими на «выбросы»	Andrle (2013)
2.Одномерные фильтры	Простые в использовании; не требуют большого объема входных данных	Подразумевают наличие долгосрочной (низкочастотной) компоненты значения тренда; зависят от произвольных параметров; неустойчивость на концах выборок	Anderton et al.(2014), Синельников (2015)
Фильтр Ходрика–Прескотта (HP)		Жесткие предпосылки: (1) некоррелированность шоков для тренда и циклической компоненты роста; (2) фиксированное отношение сигнал-шум (выраженное λ-коэффициентом сглаживания); (3) серийная некоррелированность циклических компонент (не всегда подтверждаемые	Grant, Chan (2017), Fletcher et al. (2010), Canova (2007), Ващелюк и др. (2016)

		реальными данными); тренд предполагается гладким процессом (без резких изменений); не учитывает структурные сдвиги	
Полосовые фильтры (ВР), например, фильтр Бакстера-Кинга (BK)	Устраняет высоко- и низкочастотные колебания (большинство других фильтров не справляются с изменчивостью высоких частот)	Требуются длинные ряды данных (теряются наблюдения в начале выборки); неопределенность в выборе длины коридора и весов усреднения: можно получить множество вариантов ряда потенциального выпуска, отличающихся по степени сглаженности	Canova (2007), Полбин, Скроботов (2017)
Метод ненаблюдаемых компонент (оценка фильтром Калмана)	Нет таких жестких предпосылок как, например, у НР-фильтра	Чувствителен к выбору начальных значений	Grant, Chan (2017)
3. Многомерные фильтры (являются расширениями одномерных случаев за счет учета дополнительных уравнений: кривой Филиппса, закона Оукена)	Лучше отражают функционирование экономики за счет использования информации о дополнительных переменных и их эмпирических взаимосвязях	Более сложная (по сравнению с одномерными фильтрами) реализация; неустойчивость на концах выборок	Anderton et al.(2014), Andrie (2013)

Источник: составлено автором

3. Описание метода ненаблюдаемых компонент (фильтр Калмана): простой пример

На основе метода ненаблюдаемых компонент можно оценивать модели в пространстве состояний (state space form) вида:

$$Z_t - \beta Y_t = CX_t + DV_t, \quad (1)$$

$$X_t = AX_{t-1} + Bu_t, \quad (2)$$

где Z_t – вектор наблюдаемых переменных, Y_t – вектор внешних переменных, X_t – оцениваемые переменные, V_t, u_t – шоки, A, B, C, D, β – детерминированные матрицы коэффициентов.

Рассмотрим разложение фактического уровня выпуска на его потенциальную и циклическую составляющие на простом примере:

$$\underline{y}_t = p_t + g_t, \quad (3)$$

выпуск тренд разрыв выпуска

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_{P,t} \quad (4)$$

$$g_t = \phi_1 g_{t-1} + \varepsilon_{g,t}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент дрейфа потенциала, ε – шоки.

В виде модели пространства состояний система будет выглядеть следующим образом (в данном примере вектор наблюдаемых переменных Z_t состоит из одной компоненты - y_t):

$$\begin{matrix} & & & x_t \\ & & & \overbrace{}^C \\ z_t & = & [1 \ 0 \ 1] * \begin{bmatrix} p_t \\ \mu \\ g_t \end{bmatrix}, & (6) \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_t \\ \mu \\ g_t \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_1 \end{bmatrix}}_{A} * \underbrace{\begin{bmatrix} p_{t-1} \\ \mu \\ g_{t-1} \end{bmatrix}}_{X_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \sigma_p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_g \end{bmatrix}}_{B} u_t. \quad (7)$$

Первым шагом (до применения фильтра) необходимо оценить параметры модели (матрицы коэффициентов A, B, C, D), например, методом максимального правдоподобия.

На втором шаге оцениваются эндогенные переменные модели методом Калмана (Nimark, 2012):

$$X_{(t|t)} = AX_{(t-1|t-1)} + K_t * (Z_t - CA X_{(t-1|t-1)}), \quad (8)$$

$$K_t = P_{(t|t-1)} * C^T (CP_{(t|t-1)} C^T + \Sigma_{vv})^{-1}, \quad (9)$$

$$P_{(t|t-1)} = (AP_{(t-1|t-1)} C^T + BB^T), \quad (10)$$

$$P_{(t|t)} = P_{(t|t-1)} - K_t (CP_{(t|t-1)} C^T + \Sigma_{vv}) K_t^T, \quad (11)$$

где K_t – Kalman gain, $P_{(t|t)}$ – ковариационная матрица для вектора X.

Последний шаг – сглаживание (пересчет оценок с учетом всей (а не только текущего периода) доступной информации, коэффициент корректировки – J_t):

$$X_{(t|T)} = X_{(t|t)} + J_t (X_{(t+1|T)} - X_{(t+1|t)}), \quad (12)$$

$$X_{(t+1|t)} = AX_{(t|t)}, \quad (13)$$

$$J_t = P_{(t|t)} A^T P_{(t+1|t)}^{-1}. \quad (14)$$

4. Базовая спецификация модели

Для оценки разрыва выпуска выбранным методом необходимо представить модель в форме пространства состояний (спецификация разработана на основе: Basistha, Nelson, 2007; Вашелюк и др., 2016; Соколова, 2014):

b. Декомпозиция уровня выпуска:

$$y_t = P_t + g_t, \quad (15)$$

$$P_t = \mu_{t-1} + P_{t-1} + \varepsilon_{P,t}, \quad (16)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t}, \quad (17)$$

$$g_t = \varphi_1 g_{t-1} + \varphi_2 g_{t-2} + \varepsilon_{g,t}, \quad (18)$$

где y_t – уровень выпуска, P_t – его постоянная компонента (тренд), g_t – разрыв выпуска, μ_t – параметр дрейфа, $\varepsilon_{P,t} \sim N(0, \sigma_P^2)$, $\varepsilon_{g,t} \sim N(0, \sigma_g^2)$, $\varepsilon_{\mu,t} \sim N(0, \sigma_\mu^2)$.

b. Гибридная (Hybrid) кривая Филлипса:

$$\pi_t = \beta_1 E_t \pi_{t+1} + \beta_2 \pi_{t-1} + \delta g_t + \varepsilon_{\pi,t}, \quad (19)$$

где π_t – уровень инфляции, $E_t \pi_{t+1}$ – ожидания инфляции $t+1$ периода, основанные на информации, доступной в период времени t . В качестве прокси для инфляционных ожиданий будет использовано фактическое значение инфляции в следующем периоде (такое предположение делалось в работах: McCallum, 1976; Gali, Gertler, 1999; Wimanda et al., 2010; Соколова, 2014).

c. Разрыв загрузки мощностей:

$$cu_t = cu_t^T + g_{cu,t}, \quad (20)$$

$$(1) \quad g_{cu,t} = \rho_1 g_t + \varepsilon_{gcu,t}, \quad (21)$$

$$(2) \quad g_{cu,t} = \rho_1 g_t + \rho_2 g_{cu,t-1} + \varepsilon_{gcu,t}, \quad (22)$$

$$cu_t^T = cu_{t-1}^T + \varepsilon_{cu,t}, \quad (23)$$

где cu_t – уровень загрузки мощностей, cu_t^T – естественный уровень загрузки мощностей и $g_{cu,t}$ – разрыв уровня загрузки мощностей. В модель включается одно из уравнений: (1) либо (2) (спецификация (1) взята из работ: Chagny, Döpke, 2001; Claus et al., 2000; (2) – из работы Beneš et al., 2010).

d. Учет внешней конъюнктуры:

Вслед за Синельников и др. 2015 мы включили отклонение цен на нефть в разрыв выпуска:

$$g_t = \gamma_0 + \gamma_1 * \frac{p_t^{oil}}{\bar{p}_t^{oil}} + \tau_t, \quad (24)$$

где \bar{p}_t^{oil} – среднемноголетняя цена на нефть.

В работе Полбин, Скроботов, 2017 цены на нефть включались в трендовую компоненту ВВП (мы также оценили подобную спецификацию, но это не изменило существенно результаты оценивания):

$$y_t = P_t + g_t, \quad (25)$$

$$P_t = \mu_t + P_{t-1} + \gamma p_t^{oil} + \varepsilon_{P,t}, \quad (26)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t}, \quad (27)$$

где p_t^{oil} – логарифм цены на нефть в период t .

e. Кривая Филлипса для малой открытой экономики:

Еще одно расширение нашей модели – спецификация кривой Филлипса для малой открытой экономики. Вслед за Galí, Monacelli (2005) мы решили учесть в данной зависимости условия торговли. Авторы показали, что для малой открытой экономики, инфляция потребительских цен, π_t , определяется уровнем внутренней инфляции, $\pi_{H,t}$ (domestic-price inflation), и изменением в условиях торговли, Δs_t .

$$\pi_t = \pi_{H,t} + \alpha \Delta s_t, \quad (28)$$

$$s_t \equiv p_{F,t} - p_{H,t}, \quad (29)$$

где $p_{F,t}, p_{H,t}$ – логарифмы индексов цен импорта и индекс цен на внутреннем рынке (domestic price index and import price index), α – параметр, отражающий степень открытости экономики. Тогда впередсмотрящая кривая Филлипса для малой открытой экономики будет выглядеть следующим образом:

$$\pi_t = \beta_1 E_t \pi_{H,t+1} + \delta g_t + \alpha \Delta s_t. \quad (30)$$

В рамках нашей предпосылки о гибридной кривой Филлипса для России зависимость примет вид:

$$\pi_t = \beta_1 E_t \pi_{t+1} + \beta_2 \pi_{t-1} + \delta g_t + \alpha (\Delta s_t - \beta_1 E_t \Delta s_{t+1} - \beta_2 \Delta s_{t-1}) + \varepsilon_{\pi,t}, \quad (31)$$

Или в терминах валютного курса:

$$\pi_t = \beta_1 E_t \pi_{t+1} + \beta_2 \pi_{t-1} + \delta g_t + \frac{\alpha}{1-\alpha} (\Delta q_t - \beta_1 E_t \Delta q_{t+1} - \beta_2 \Delta q_{t-1}) + \varepsilon_{\pi,t}, \quad (32)$$

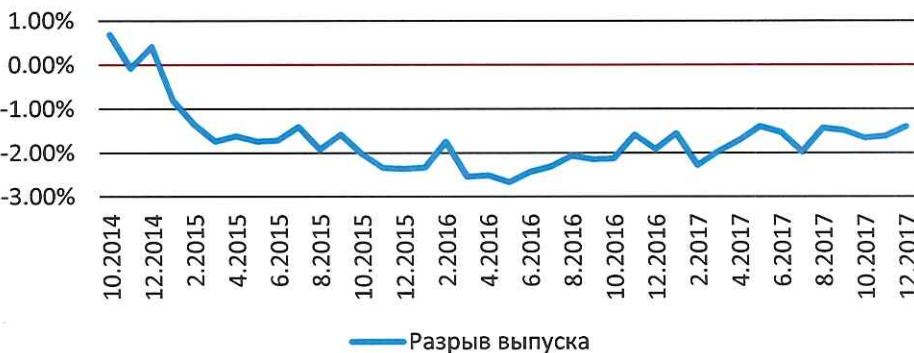
где q_t – логарифм эффективного реального валютного курса.

4. Результаты

Оценка потенциального выпуска фильтром Калмана



Оценка разрыва выпуска фильтром Калмана



5. Проверка устойчивости результатов:

Для проверки устойчивости результатов разрыв выпуска был дополнительно оценен следующими методами:

Закон Оукена вместо декомпозиции загрузки мощностей (Basistha, Nelson, 2007):

$$u_t = N_t + g_{u,t}, \quad (33)$$

$$g_{u,t} = \gamma_1 g_t + \gamma_2 g_{t-1}, \quad (34)$$

$$N_t = N_{t-1} + \varepsilon_{N,t}, \quad (35)$$

где u_t – уровень безработицы, N_t – естественный уровень безработицы и $g_{u,t}$ – разрыв уровня безработицы.

Фильтр Ходрика–Прескотта, минимизация по P_t функции вида:

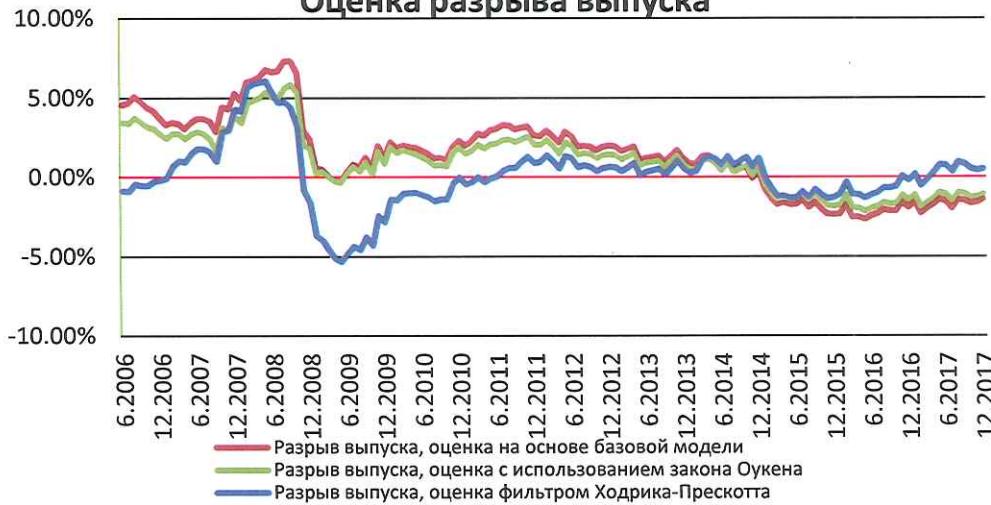
$$\sum_{t=1}^T (Y_t - P_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(P_{t+1} - P_t) - (P_t - P_{t-1})]^2, \quad (36)$$

где λ – параметр сглаживания (14 400 для месячных данных).

Оценка потенциального выпуска



Оценка разрыва выпуска



6. Выводы:

- Метод ненаблюдаемых компонент дает более реалистичные результаты, чем ХП
- Для проверки устойчивости хочется оценить модель в надстройке Dynare

7. Литература:

- 1) Mitchell W. C., Burns A. F. (1946). Measuring Business Cycles. NBER Studies in Business Cycles. No 2.
- 2) Niemark K. Econometric methods ii: time series, lecture notes on the Kalman filter. 2012.
- 3) Romer D. Advanced Macroeconomics // The McGraw-Hill Companies, Inc., 1996.
- 4) Ващелюк Н., Зубарев А., Трунин П. Определение Разрыва Выпуска Для Российской Экономики. Препринт РАНХиГС. 2016.
- 5) Синельников—Мурылев С., Дробышевский С К. М., Алексеев М. Декомпозиция темпов роста ВВП России // Научные труды. 2015. №. 167Р.
- 6) Соколова А.В., "Инфляционные ожидания и кривая Филиппса: " Финансы и кредит, No. 11, 2014. pp. 61-67.
- 7) Полбин А., Скроботов А. Спектральная оценка компоненты бизнес цикла ВВП России с учетом высокой зависимости от условий торговли. 2017. MPRA №. 78667.
- 8) Anderton R., Aranki T., Dieppe A., Elding C., Haroutunian S., Jacquinot P., Jarvis V., Labhard V., Rusinova D., Szörfi B. Potential output from a euro area perspective // European Central Bank. 2014. №. 156.
- 9) Andrlé M. What is in your output gap? Unified framework & decomposition into observables // International Monetary Fund. 2013. №. 13-105.
- 10) Basistha A., Nelson C. R. New measures of the output gap based on the forward-looking new Keynesian Phillips curve // Journal of Monetary Economics. 2007. T. 54. №. 2. C. 498–511.
- 11) Benes J., Clinton K., Garcia-Saltos R., Johnson M., Laxton D., Manchev P., Matheson T. Estimating Potential Output with a Multivariate Filter. 2010. IMF WP/10/285.
- 12) Canova F. Methods for applied macroeconomic research // Princeton University Press, 2007. T. 13.
- 13) Chagny O., Döpke J. Measures of the output gap in the euro-zone: An empirical assessment of selected methods // *Vierteljahrsshefte zur Wirtschaftsforschung*. 2001. T. 70. №. 3. C. 310–330.
- 14) Claus I., Conway P., Scott A. The output gap: measurement, comparisons and assessment // Reserve Bank of New Zealand, 2000. №. 44.
- 15) DePratto, B., De Resende, C., & Maier, P. (2009). How changes in oil prices affect the macroeconomy (No. 2009, 33). Bank of Canada Working Paper.
- 16) Estrada, A., and P. H. de Cos. 2012. "Oil Prices and Their Effect on Potential Output." *Applied Economics Letters* 19: 207–214. doi:10.1080/13504851.2011.572833.[Taylor & Francis Online], [Web of Science ®], [Google Scholar]
- 17) Fletcher K., Meier A., Ruiz-Arranz M., Takizawa H., Caceres C., Le Leslé V., Moore M. United Kingdom: Selected Issues Paper. IMF. 2010. Country Report No. 10/337.
- 18) Galí, Jordi and Tommaso Monacelli (2005), "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy," *Review of Economic Studies* 72, 707—734.
- 19) Grant A. L., Chan J. C. C. Reconciling output gaps: Unobserved components model and Hodrick–Prescott filter // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2017. T. 75. C. 114-121.
- 20) Hamilton, J.: 1988, A neoclassical model of unemployment and the business cycle, *Journal of Political Economy* 96(3), 593–617.
- 21) Hamilton, J. D.: 2003, What is an oil shock?, *Journal of Econometrics* 113 (2), 363– 398.
- 22) Okun, A. M. Potential GNP: Its measurement and its significance. *Proceedings of the Business and Economic // Statistics Section American Statistical Association*. 1962. 98-103.
- 23) Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth //Quarterly Journal of Economics. 1956. Vol. 70 (February). P. 64–94. Reprinted in Stiglitz J.E., Usawa H. (ed.) *Readings in the Modern Theory of Economic Growth*. Cambridge: MIT Press. 1969.
- 24) Solow R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function // *The Review of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 39. № 3. P. 312–320.
- 25) Solow R.M. Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth // *The American Economic Review*. 1962. Vol. 52. No. 2. Papers and Proceedings of the Seventy-Fourth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1962). P. 76–86.
- 26) Vetlov I. et al. Potential output in DSGE models. ECB Working Paper, 2011. №. 1351.