

Цепилова Елизавета, маг. 1 курс, 521 группа, 07.12.17

Тема: Оценка потенциального ВВП 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. Обзор методов

| | Преимущества | Недостатки | Источник и |
|--|--|---|--------------------------------------|
| 1. Структурные методы | Имеют теоретическое обоснование | Трудоемкая реализация | Anderton et al.(2014) |
| Подходы на основе анализа производственной функции | | При определении трендов составляющих производственной функции (общей факторной производительности, занятости, капитала) используются одномерные фильтры => сохраняются их недостатки, а результаты оказываются чувствительны к выбору фильтра | Anderton et al.(2014), Andrle (2013) |
| Подходы на основе построения неокейнсианских динамических стохастических | Наиболее полно используется информация о | Риски неверной спецификации взаимосвязей между макроэкономическими | Vetlov et al. (2011), Вацелюк и др. |

| | | | |
|---|--|---|---|
| моделей общего равновесия (NK DSGE) | взаимосвязи переменных | показателями в модели и, как следствие, несоответствие между моделью и функционированием реальной экономики; высокая корреляция с результатами, полученными более простыми методами | (2016) |
| Структурные векторные авторегрессии (декомпозиция Бланшара и Куа) | | 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 реальными данными); тренд предполагается гладким процессом (без резких | Grant, Chan (2017), Fletcher et al. (2010), Canova (2007), Вацелюк и др. (2016) |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | изменений); не учитывает структурные сдвиги | |
| Полосовые фильтры (ВР), например, фильтр Бакстера-Кинга (ВК) | 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, Скробото в (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 Филлипса, 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 выборки | Anderton et al.(2014), Andrieu (2013) |

Источник: составлено автором

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

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

$$Z_t - \beta Y_t = CX_t + Dv_t,$$

$$X_t = AX_{t-1} + Bu_t,$$

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:

$$y_t = p_t + g_t,$$

выпуск тренд разрыв выпуска

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_{p,t}$$

$$g_t = \phi_1 g_{t-1} + \varepsilon_{g,t},$$

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):

$$z_t = \begin{matrix} x_t \\ c \\ p_t \end{matrix} = \begin{matrix} 1 & 0 & 1 \end{matrix} * \begin{matrix} \mu \\ g_t \end{matrix},$$

$$\begin{matrix} p_t & 1 & 1 & 0 & p_{t-1} & \sigma_p & 0 & 0 \\ \mu & 0 & 1 & 0 & * & \mu & + & 0 & 0 & 0 & u_t \\ g_t & 0 & 0 & \phi_1 & g_{t-1} & 0 & 0 & \sigma_g \\ x_t & A & & & x_{t-1} & & & B \end{matrix}$$

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):

$$K_{tt} = AX_{t-1,t-1} + K_t * Z_t - CAX_{t-1,t-1},$$

$$K_t = P_{t,t-1} * C^T CP_{t,t-1} C^T + \Sigma_{vv}^{-1},$$

$$P_{t,t-1} = AP_{t-1,t-1} C^T + BB^T,$$

$$P_{tt} = P_{t,t-1} - K_t CP_{t,t-1} C^T + \Sigma_{vv} K_t^T,$$

где K_t – Kalman gain, P_{tt} – ковариационная матрица для вектора X .

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

$$\begin{aligned} X_{tT} &= X_{tt} + J_t X_{t+1T} - X_{t+1t}, \\ X_{t+1t} &= AX_{tt}, \\ J_t &= P_{tt} A^T P_{t+1t}^{-1}. \end{aligned}$$

3. Базовая спецификация модели

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

а) Декомпозиция уровня выпуска:

$$\begin{aligned} y_t &= P_t + g_t, \\ P_t &= \mu_t + P_{t-1} + \varepsilon_{P,t}, \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t}, \\ g_t &= \varphi_1 g_{t-1} + \varphi_2 g_{t-2} + \varepsilon_{g,t}, \end{aligned}$$

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

б) Кривая Филлипса:

- Backward-looking

$$\pi_t = \beta_2 \pi_{t-1} + \delta g_t + \varepsilon_{\pi,t},$$

- Forward-looking

$$\pi_t = \beta_1 E_t \pi_{t+1} + \delta g_t + \varepsilon_{\pi,t},$$

- Hybrid

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

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).

с) Разрыв загрузки мощностей:

$$cu_t = cu_t^T + g_{cu,t},$$

$$(1) g_{cu,t} = \rho_1 g_{cu,t} + \varepsilon_{g_{cu,t}},$$

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

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

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

Представление спецификации в виде модели пространства состояний (для гибридной кривой Филлипса и спецификации (2) уравнения мощностей):

$$\begin{array}{cccccccc} & & & & & & & P_t \\ & & & & & & & \mu_t \\ y_t & 0 & 0 & & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & & g_t & 0 \\ \pi_t & -\beta_1 & \beta_2 & * & E_t \pi_{t+1} & = & 0 & 0 & \delta & 0 & 0 & 0 & * & g_{t-1} & + & \sigma_\pi & \varepsilon_t \\ cu_t & 0 & 0 & & \pi_{t-1} & = & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & & cu_t^T & & 0 \\ & & & & & & & & & & & & & & & & g_{cu,t} \\ & & & & & & & & & & & & & & & & P_{t-1} \\ & & & & & & & & & & & & & & & & \mu_{t-1} \\ & & & & & & & & & & & & & & & & g_{t-1} \\ g_{t-1} & = & 0 & 0 & \varphi_1 & \varphi_2 & 0 & 0 & & & & & * & g_{t-2} & & & \\ cu_t^T & & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & & & & & & cu_{t-1}^T & & & \\ g_{cu,t} & & 0 & 0 & \rho_1 & 0 & 0 & \rho_2 & & & & & & g_{cu,t-1} & & & \\ & & \sigma_P & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & & & \\ & & 0 & \sigma_\mu & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & & & \\ & & 0 & 0 & \sigma_g & 0 & 0 & 0 & & & & & & & & & \\ + & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & & & u_t \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{cu} & 0 & & & & & & & & & \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{gcu} & & & & & & & & & \end{array}$$

4. Описание данных

В ходе исследования использовались следующие временные ряды (сезонно скорректированные, ежемесячные данные за период с января 2002 г. по декабрь 2016 г.):

- Логарифм ВВП в реальном выражении в сопоставимых ценах 2007 года, приведенный к годовому объему. Источник: Росстат;
- Уровень безработицы, Источник: данные Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП);
- Темп инфляции, рассчитан на основе цепных месячных ИПЦ, приведенных к годовому эквиваленту. Источник: данные ЦМАКП;
- 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.

5. Результаты

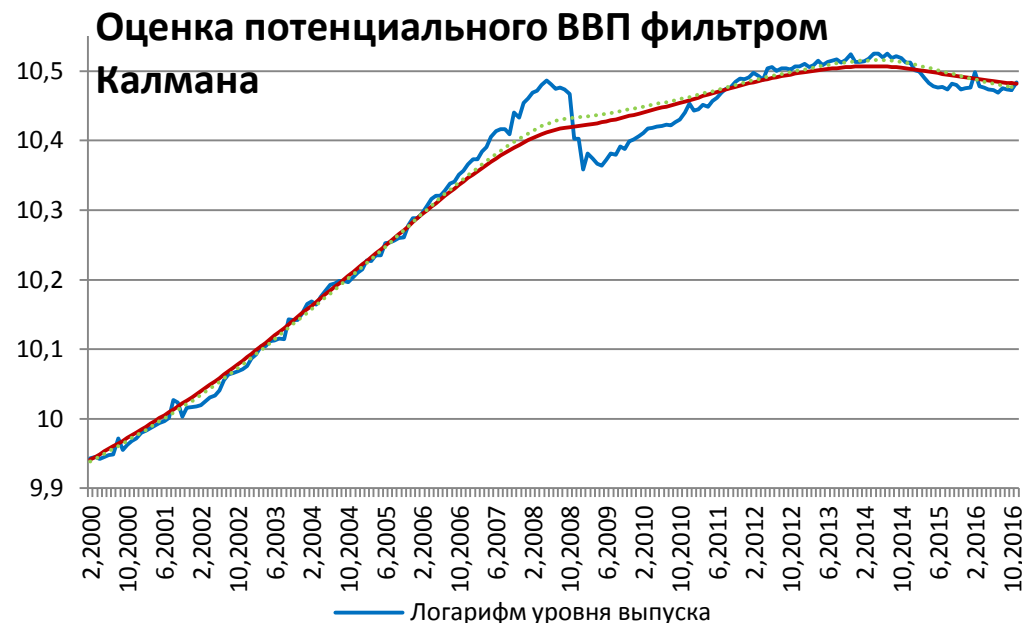


Рисунок 1. Оценка потенциального ВВП фильтром Калмана.

Примечание: Калман (1) соответствует базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса; Калман (2) соответствует базовой спецификации для (2) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса.

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.



Рисунок 2. Оценка разрыва выпуска фильтром Калмана.

Примечание: Калман (1) соответствует базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса; Калман (2) соответствует базовой спецификации для (2) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса.

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.

6. Проверка устойчивости результатов:

а) Одномерный фильтр Калмана:

а.1 Разрыв выпуска представлен AR(1)-процессом

$$\begin{aligned} y_t &= P_t + g_t, \\ P_t &= \mu_t + P_{t-1} + \varepsilon_{P,t}, \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t}, \\ g_t &= \varphi_1 g_{t-1} + \varepsilon_{g,t}, \end{aligned}$$

а.2 Разрыв выпуска представлен AR(2)-процессом

$$\begin{aligned} y_t &= P_t + g_t, \\ P_t &= \mu_t + P_{t-1} + \varepsilon_{P,t}, \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t}, \\ g_t &= \varphi_1 g_{t-1} + \varphi_2 g_{t-2} + \varepsilon_{g,t}, \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} u_t &= N_t + g_{u,t}, \\ g_{u,t} &= \gamma_1 g_t + \gamma_2 g_{t-1}, \\ N_t &= N_{t-1} + \varepsilon_{N,t}, \end{aligned}$$

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

Представление в виде модели пространства состояний, спецификация с законом Оукена:

$$\begin{array}{r} Y_t \\ \pi_t \\ u_t \end{array} = \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 \\ 0 & 0 \end{array} * \begin{array}{c} E_t \pi_{t+1} \\ \pi_{t-1} \end{array} = \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \delta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_1 & \gamma_2 & 1 \end{array} * \begin{array}{c} P_t \\ \mu_t \\ g_t \\ g_{t-1} \\ N_t \end{array} + \begin{array}{c} \sigma_P \\ \sigma_\mu \\ \sigma_g \\ \sigma_N \end{array} \varepsilon,$$

с) Фильтр Ходрика–Прескотта, минимизация по P_t функции вида:

$$Y_t - P_t^2 + \lambda \frac{P_{t+1} - P_t}{P_{t+1} - P_t} - \frac{P_t - P_{t-1}}{P_t - P_{t-1}}^2,$$

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

Проверка устойчивости оценки потенциального ВВП

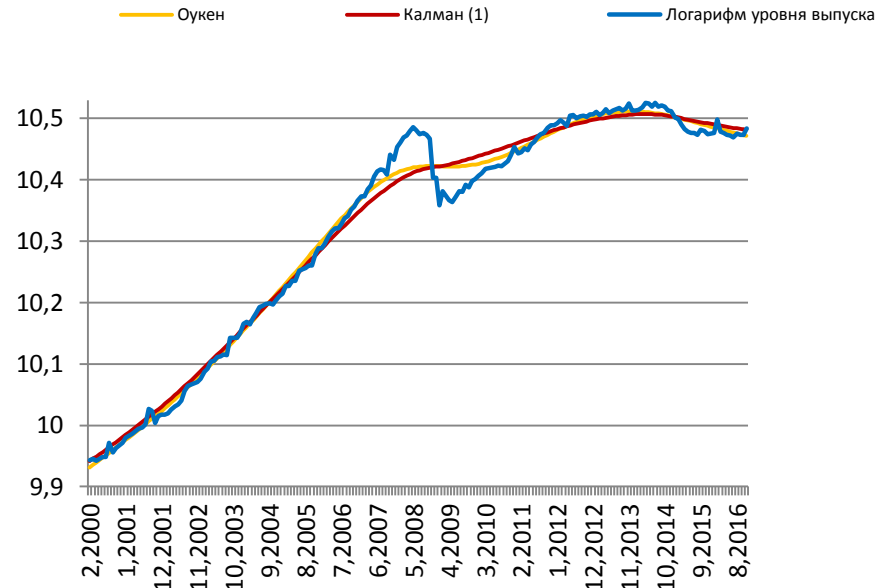
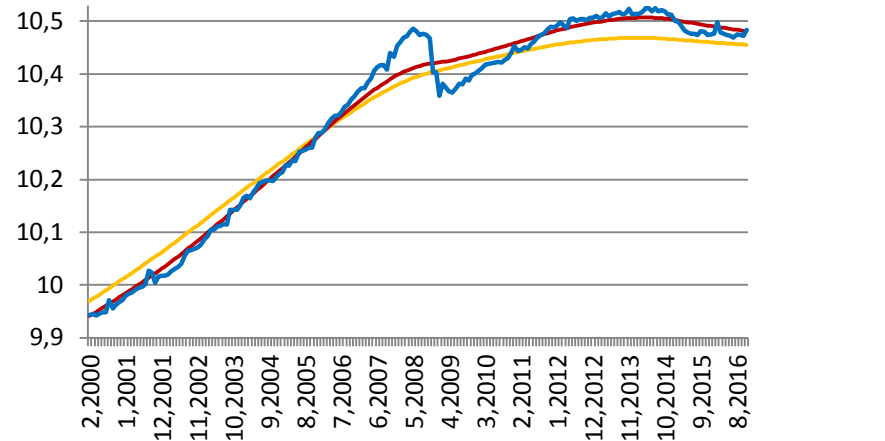
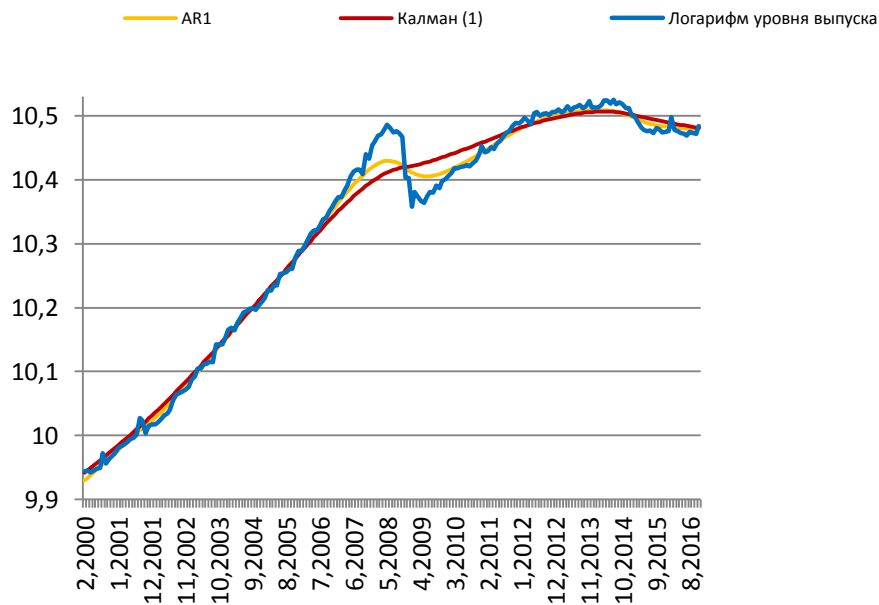
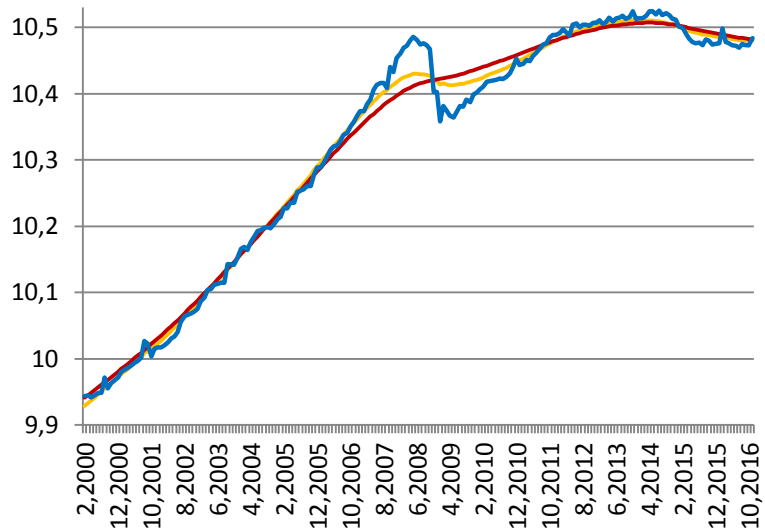


Рисунок 3. Проверка устойчивости оценки потенциального ВВП

Примечание: Калман (1) соответствует базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса; AR1 и AR2 соответствуют одномерному фильтру Калмана с разрывом выпуска представленным AR(1) и AR(2) порцессами соответственно; Оукен соответствует спецификации с законом Оукена; НР соответствует оценке фильтром Ходрика-Прескотта.

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.

Проверка устойчивости оценки разрыва выпуска

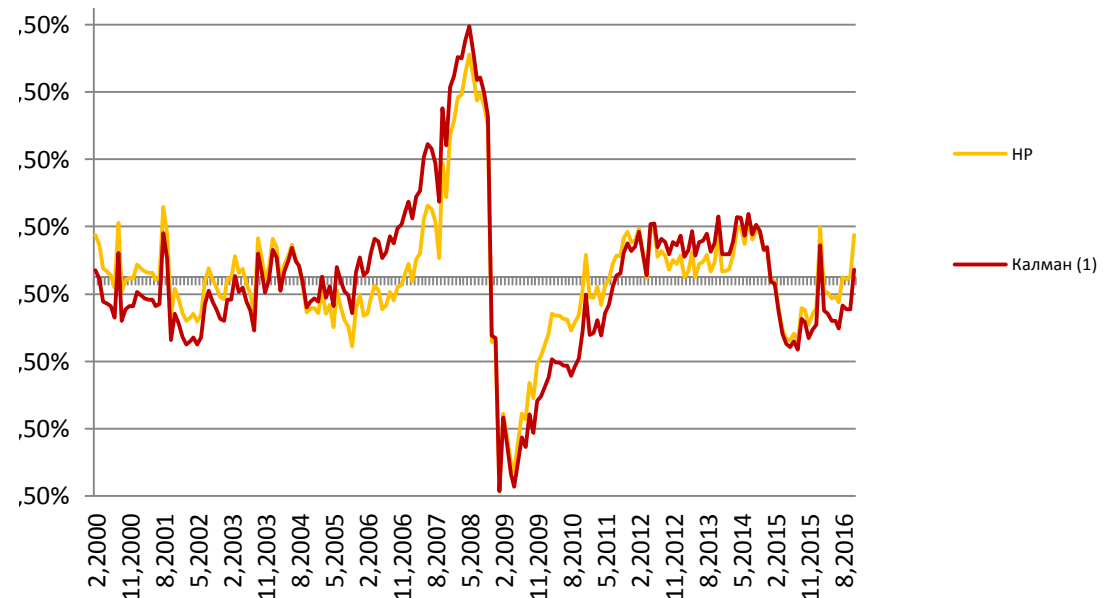
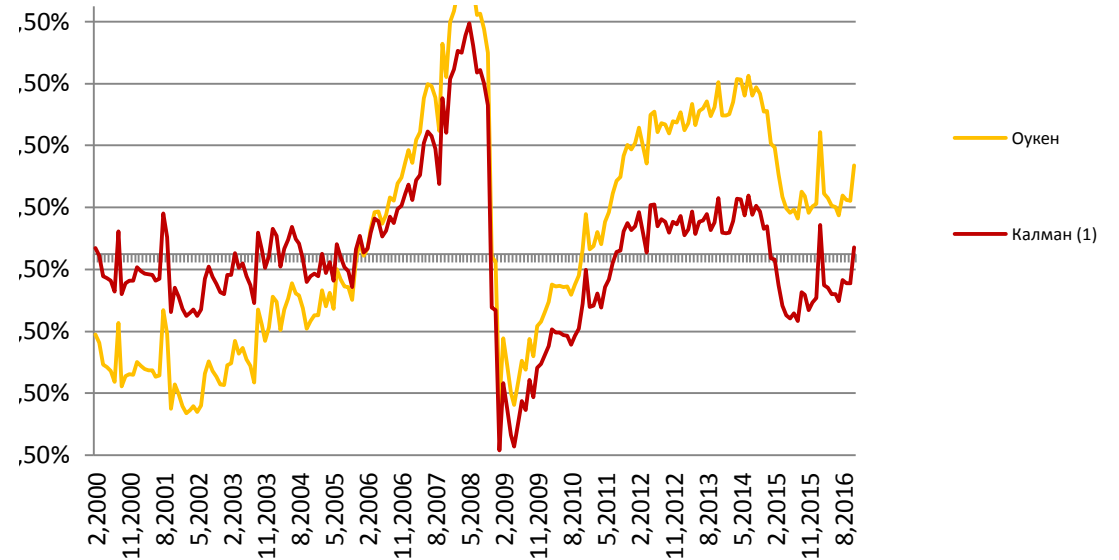
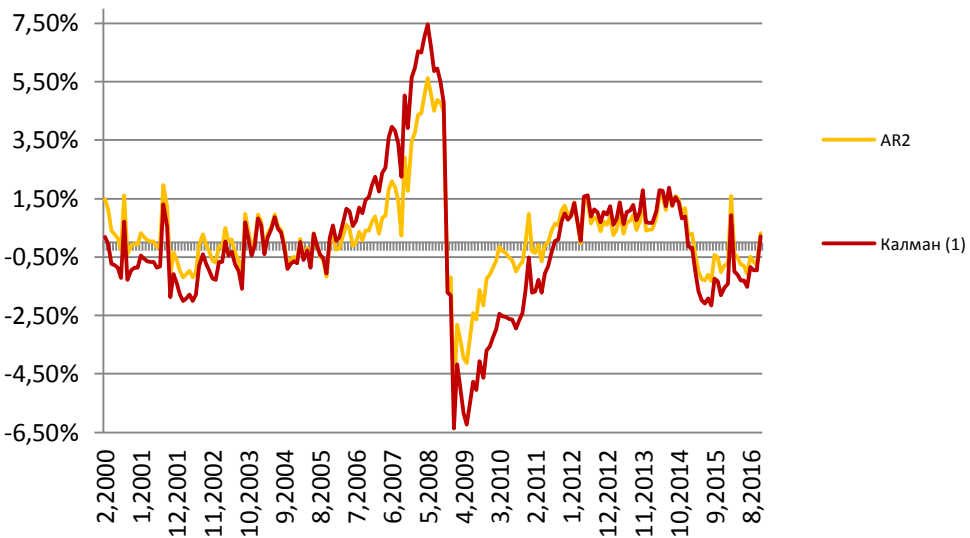
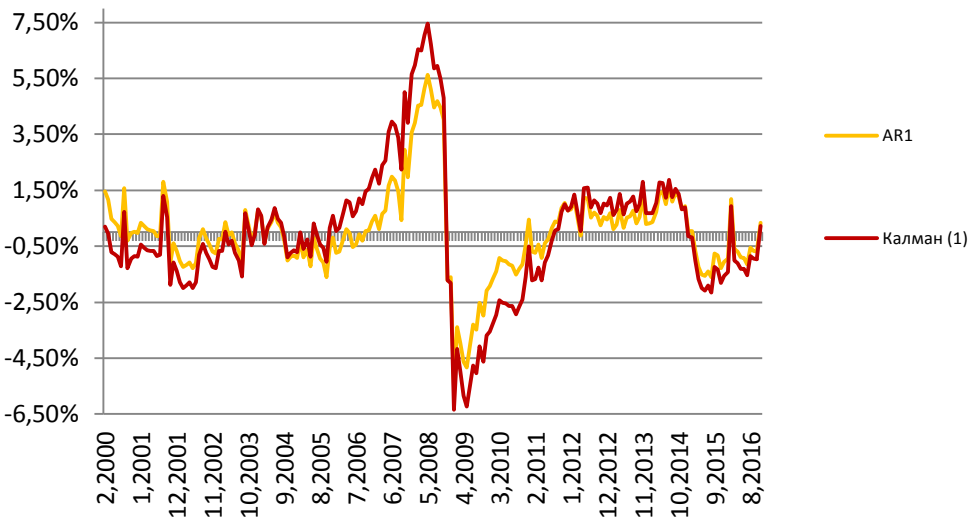


Рисунок 4. Проверка устойчивости оценки разрыва выпуска

Примечание: Калман (1) соответствует базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса; AR1 и AR2 соответствуют одномерному фильтру Калмана с разрывом выпуска представленным AR(1) и AR(2) порцессами соответственно; Оукен соответствует спецификации с законом Оукена; HP соответствует оценке фильтром Ходрика-Прескотта.

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.

d) Проверка устойчивости оценок к добавлению новых данных:

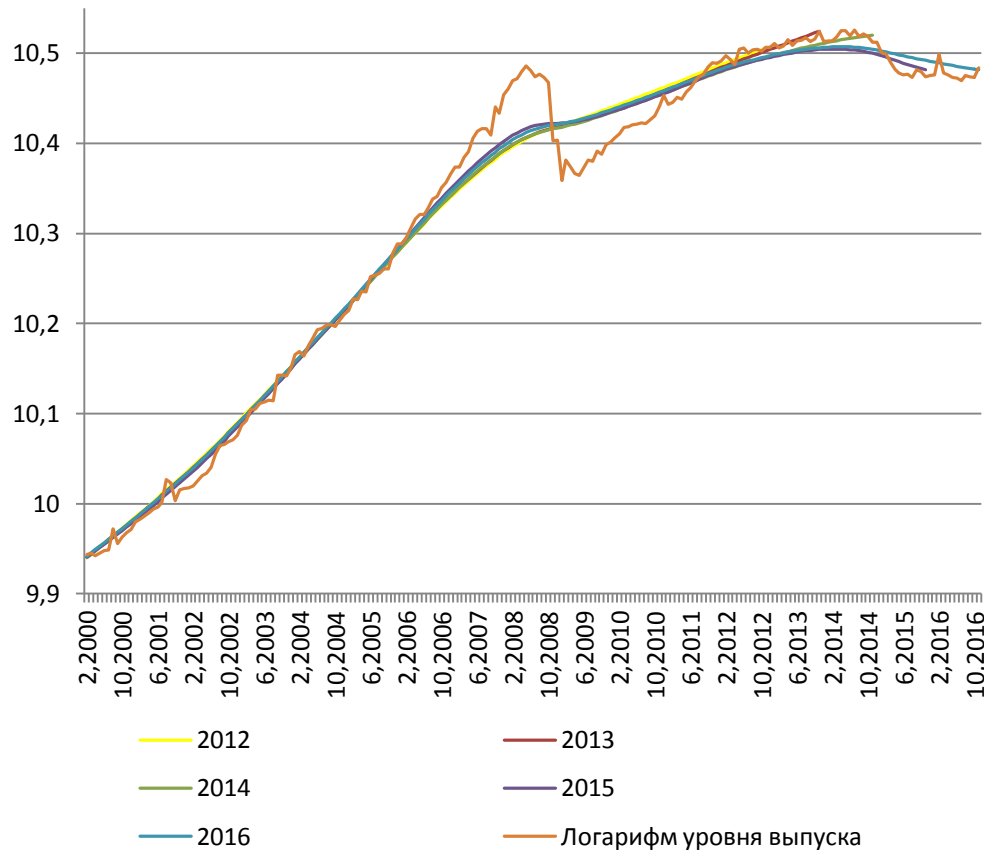


Рисунок 5. Проверка устойчивости оценки потенциального ВВП к добавлению новых данных

Примечание: 2012 (2013, 2014, 2015, 2016) соответствуют базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса, оцененной на основе данных за период с января 2000 г. по декабрь 2012 (2013, 2014, 2015, 2016).

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.

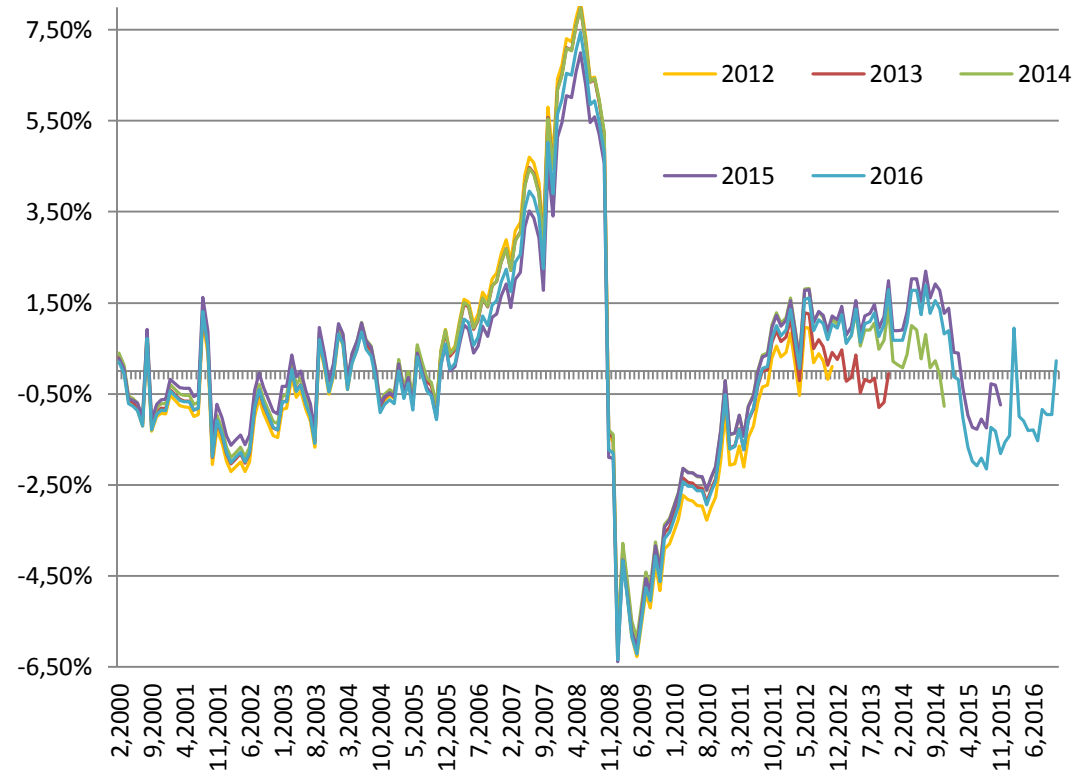


Рисунок 6. Проверка устойчивости оценки разрыва выпуска к добавлению новых данных

Примечание: 2012 (2013, 2014, 2015, 2016) соответствуют базовой спецификации для (1) уравнения загрузки мощностей и гибридной кривой Филлипса, оцененной на основе данных за период с января 2000 г. по декабрь 2012 (2013, 2014, 2015, 2016).

Источник: составлено автором на основе расчетов, проведенных в программном пакете Matlab R2015a.

7. Выводы:

- Учет загрузки мощностей дает более правдоподобные результаты;
- Далее необходимо учесть следующие моменты:

а. Учет внешней конъюнктуры:

- Цены на нефть влияют на потенциальный выпуск;
- Цены на нефть влияют на разрыв выпуска.

б. Кривая Филлипса для малой открытой экономики:

Спецификация кривой Филлипса для малой открытой экономики. Вслед за Galí, Monacelli (2005) в рамках предпосылки о гибридной кривой Филлипса:

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

$$s_t \equiv p_{F,t} - p_{H,t},$$

где s_t – условия торговли, $p_{F,t}$, $p_{H,t}$ – логарифмы цен импорта и экспорта соответственно. Или в терминах валютного курса:

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

где q_t – логарифм эффективного реального валютного курса.

8. Литература:

- Вашелюк Н., Зубарев А., Трунин П. Определение Разрыва Выпуска Для Российской Экономики. Препринт РАНХиГС. 2016.
- Синельников–Мурылев С., Дробышевский С. К. М., Алексеев М. Декомпозиция темпов роста ВВП России. Научные труды. 2015. №. 167Р.
- Полбин А., Скроботов А. Спектральная оценка компоненты бизнес цикла ВВП России с учетом высокой зависимости от условий торговли. 2017. MPRA №. 78667.
- 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.
- Andrle M. What is in your output gap? Unified framework & decomposition into observables. International Monetary Fund. 2013. №. 13-105.
- 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. Т. 54. №. 2. С. 498–511.
- 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.
- Canova F. Methods for applied macroeconomic research. Princeton University Press, 2007. Т. 13.

Chagny O., Döpke J. Measures of the output gap in the euro-zone: An empirical assessment of selected methods . Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung. 2001. Т. 70. №. 3. С. 310–330.

Claus I., Conway P., Scott A. The output gap: measurement, comparisons and assessment. Reserve Bank of New Zealand, 2000. №. 44.

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.

Grant A. L., Chan J. C. C. Reconciling output gaps: Unobserved components model and Hodrick–Prescott filter . Journal of Economic Dynamics and Control. 2017. Т. 75. С. 114-121.

Kristoffer P. Nimark: Econometric methods ii: time series, lecture notes on the Kalman filter. 2012.

Vetlov I. et al. Potential output in DSGE models. ECB Working Paper, 2011. №. 1351.