



# РАНХиГС

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## ЧТО ТАКОЕ ТРЕНД И КАК С НИМ «БОРОТЬСЯ»?

Докладчик: Турунцева М.Ю., к.э.н, зав. лабораторией  
Горшкова Т.Г., научный сотрудник  
Царев А.В., младший научный сотрудник

# ЧТО ТАКОЕ ТРЕНД?

«No one understands trends.  
Everyone sees them in data.»

Peter C.B. Phillips, 2010 [1]

# ЧТО ТАКОЕ ТРЕНД?

**Dieblod [2]:**

- Тренд – медленное долгосрочное изменение данных, которое мы хотим моделировать и прогнозировать

**Phillips [1]:**

- Тренд – это просто слово из 5 букв

**Financial guide [3]:**

- Тренд – это долговременная тенденция изменения исследуемого временного ряда

**OECD Glossary of statistical terms [4]:**

- Тренд – компонента временного ряда, которая отражает низкочастотные изменения в ряде данных

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ/МОДЕЛЕЙ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДОВ:

- Параметрические / непараметрические;
- Детерминированные / стохастические;
- Аддитивные / мультипликативные;
- Линейные / нелинейные.

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ И НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДА:

### Параметрические методы:

Подбор функции от времени, которая наилучшим образом отражает поведение трендовой составляющей ряда

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t$$

Примеры:

- МНК регрессия
- Степенные сплайны (например,

$$\min_g \sum_{i=1}^n (y_i - g(x_i))^2 + \lambda \int_{-\infty}^{\infty} [g''(z)^2] dz,$$

где  $g(x)$  – степенной сплайн,  $\lambda$  – коэффициент сглаживания)

### Непараметрические методы:

Фильтры и методы сглаживания

Примеры:

- Фильтр Ходрика-Прескотта

$$\min_{s_t} \sum_{t=1}^T (y_t - s_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} ((s_{t+1} - s_t) - (s_t - s_{t-1}))^2,$$

где  $s_t$  - оценка трендовой компоненты

- Скользящие средние

# ДЕТЕРМИНИРОВАНЫЕ И СТОХАСТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ:

## Детерминированный тренд:

выражен детерминированной функцией

Примеры:

- Временной линейный тренд

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

- Временной нелинейный тренд

$$y_t = \alpha + \beta t + \gamma t^2 + \varepsilon_t$$

## Стохастический тренд:

выражен случайной функцией

Примеры:

- Случайное блуждание

$$y_t = \beta + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

## АДДИТИВНЫЕ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫЕ МОДЕЛИ:

### Аддитивная модель:

компоненты ряда суммируются

$$y_t = Trend_t + Season_t + Irregular_t$$

### Мультипликативная модель:

компоненты ряда  
перемножаются

$$y_t = Trend_t * Season_t * Irregular_t$$

Используется в предположении, что  
по мере увеличения тренда  
амплитуда сезонных выбросов тоже  
увеличивается.

# ЛИНЕЙНЫЙ И НЕЛИНЕЙНЫЙ ТРЕНД:

## Линейный тренд:

подвид параметрического тренда, при котором функция выделения тренда имеет первую степень

Примеры:

- LTA-модель (Linear Trend Analysis)

$$T = \frac{\sum y_t}{n} + \left( \sum y_t * \frac{t'}{\sum t'^2} \right) * t$$

- МНК регрессия

- Временной линейный тренд

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

## Нелинейный тренд:

включает как подвиды параметрического тренда со степенью функции больше 1, так и другие способы выделения тренда

Примеры:

- Степенные полиномы, в т.ч. сплайны

$$\min_g \sum_{i=1}^n (y_i - g(x_i))^2 + \lambda \int_{-\infty}^{\infty} [g''(z)^2] dz$$

- Методы сглаживания

- Временной нелинейный тренд

$$y_t = \alpha + \beta t + \gamma t^2 + \varepsilon_t$$

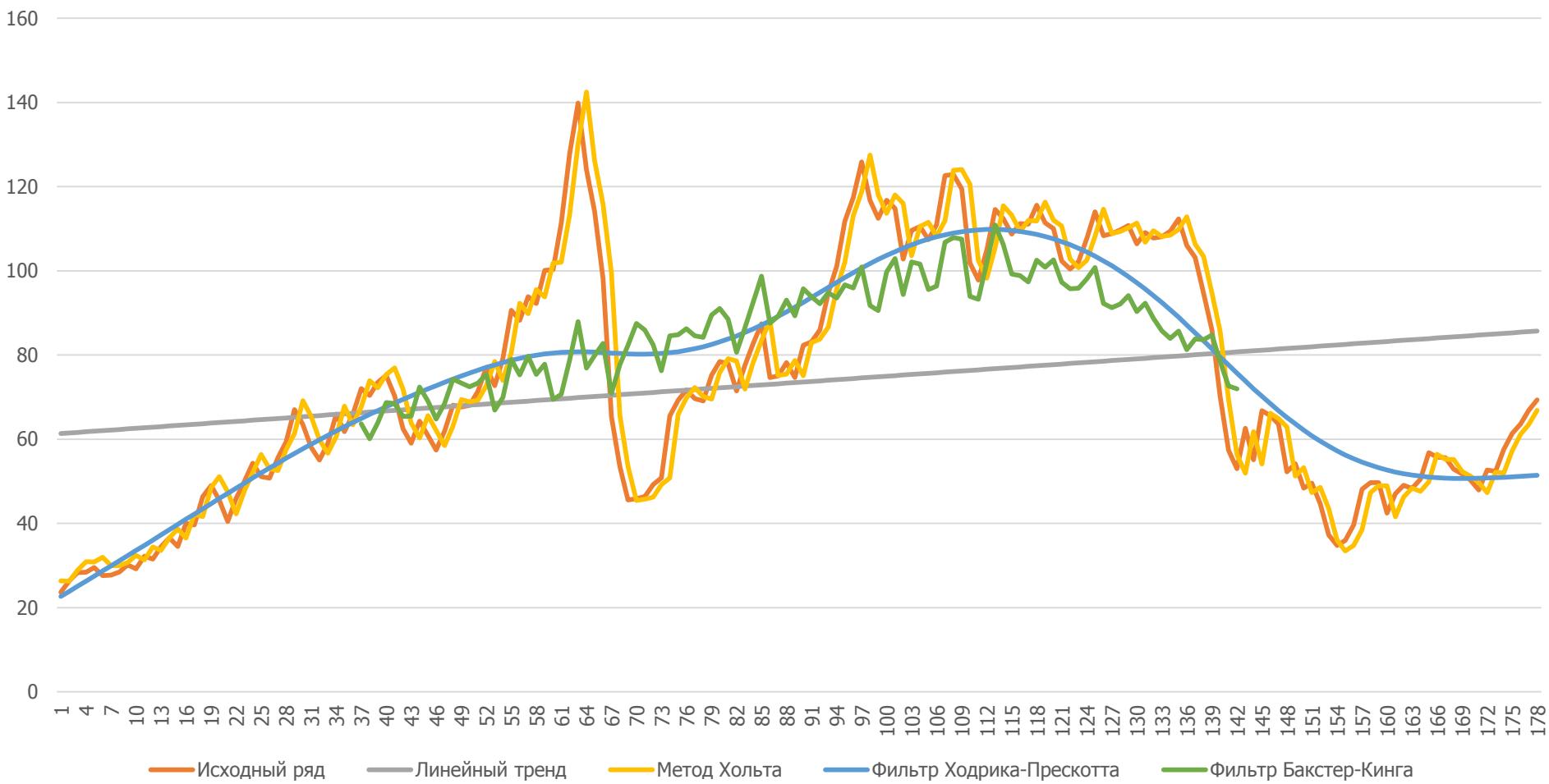
# ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ТРЕНДОВ:

«Как Вы яхту назовете,  
так она и поплынет»

«Приключения капитана Врунгеля»

ПРИМЕР:

## Фьючерс на нефть Brent



## ПРИМЕР (ПРОДОЛЖЕНИЕ):

	RMSE	MAE	MAPE (в %)
Линейный тренд	27,33	23,44	38,53
Метод Хольта	6,45	4,72	6,84
Фильтр Ходрика-Прескотта	13,4	9,63	14,01
Фильтр Бакстер-Кинга	18,1	14,81	17,55

## КАКИЕ ВОЗНИКАЮТ ПРОБЛЕМЫ:

- Мы не знаем (и никогда не узнаем) истинную модель порождения данных;
- Не существует критерия качества подгонки тренда;
- Нет определения, что такое «хорошо выделенный тренд»;
- «Классическая» проблема: неверная спецификация модели ( $\Rightarrow$  передифференцирование данных, недодифференцирование, кажущиеся регрессии)

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРЕНДА:

Вид тренда	Преимущества	Недостатки
Параметрический, детерминированный	<ul style="list-style-type: none"> <li>Точно определена функция выделения тренда</li> <li>При подборе функции можно руководствоваться экономическим смыслом и визуальным анализом ряда данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая вероятность неправильной спецификации функции тренда</li> </ul>
Линейный тренд	<ul style="list-style-type: none"> <li>Точно определена функция выделения тренда</li> <li>Простота использования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сильное упрощение реального процесса порождения данных</li> </ul>
Непараметрический, стохастический, нелинейный	<ul style="list-style-type: none"> <li>Более точное соответствие реальному процессу порождения данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Неизвестная функция выделения тренда</li> <li>Предварительный анализ данных не помогает при выборе метода детрендирования</li> </ul>

## ПЛЮСЫ И МИНУСЫ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДА

<b>Метод выделения тренда</b>	<b>Плюсы</b>	<b>Минусы</b>
Фильтр Ходрика-Прескотта [5, 6, 7, 9, 10, 11, 12]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Идеально подходит для рядов I(2).</li> <li>- Применяется в самом широком классе исследований. И даёт неплохие результаты.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Отсутствие единых рекомендаций для выбора параметра сглаживания.</li> <li>- Нельзя использовать для рядов I(1).</li> <li>- Индуцирует фазовый сдвиг на концах выборки.</li> </ul>
Фильтр Бакстер-Кинга [10]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Адаптирован к разным частотам.</li> <li>- Способен остатионаризовать временные ряды, которые додержат до двух единичных корней.</li> <li>- Можно применять к сезонно-некорректированным данным.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Индуцирует фазовый сдвиг на концах выборки.</li> <li>- Приводит к потере наблюдений на концах выборки.</li> <li>- Нельзя использовать на маленьких рядах.</li> </ul>
Скользящее среднее	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возможна корректировка сезонных данных.</li> <li>- Обширное применение в исследованиях.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Отсутствие рекомендаций по подбору параметра усреднения.</li> </ul>
ETS модели (аддитивно-мультипликативные)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вариативны по вхождению различных компонент временного ряда.</li> <li>- Автоматическая оценка параметров модели.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- В некоторых случаях склонен повторять исходный ряд.</li> <li>- При неверной спецификации функциональной формы модели низкая прогнозная сила.</li> </ul>



**РАНХиГС**  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Спасибо за внимание!

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Peter C. B. Phillips, 2010. «The Mysteries of Trend», Cowles Foundation Discussion Papers 1771, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University
2. Francis X. Diebold, 2007. «Elements of forecasting», Thomson/South-Western
3. Финансовая энциклопедия (<http://www.financialguide.ru/encyclopedia/trend#31>)
4. Глоссарий статистических терминов Организации экономического сотрудничества и развития (<http://stats.oecd.org/Glossary/>)
5. Ravn, M., Uhlig H. (2002), "On adjusting the Hodrick-Prescott filter for the frequency of observations", Review of Economics and Statistics 84(2), 371-376.
6. Kaiser R., Maravall A. (1999), "Estimation of the business cycle: A modified Hodrick-Prescott filter", Spanish Economic Review, vol. 1, issue 2, pp 175–206
7. Pedersen T. (2001), "The Hodrick-Prescott filter, the Slutsky effect, and the distortionary effect of filters", Journal of Economic Dynamics and Control, 2001, vol. 25, issue 8, 1081-1101
8. Bouthevillain C., Cour-Thimann P., van den Dool G., de Cos P., Langenus G., Mohr M., Momigliano S., Tujula M., (2001), "Cyclically adjusted budget balances: An alternative approach", European Central Bank Working Paper 77
9. Mohr, M. (2001). "Ein disaggregierter Ansatz zur Berechnung konjunkturbereinigter Budgetsalden für Deutschland: Methoden und Ergebnisse", Deutsche Bundesbank, Volkswirtschaftliches Forschungszentrum, Working Paper 13/2001
10. Baxter, M. King R., (1995), "Measuring business cycles. Approximate band-pass filters for economic time series", NBER Working Paper Series, No. 5022.
11. Reeves,J., Blyth,C.,Triggs,C., Small, J (2000), "The Hodrick-Prescott filter,a generalization, and a new procedure for extracting an empirical cycle from a series", Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics, 4(1),1–16.
12. Schlicht,E.(2005), "Estimating the smoothing parameter in the so-called Hodrick-Prescott filter", J. Japan Statist. Soc., 35(1),99–119
13. Hamilton J., (2016), "Why you should never use the Hodrick-Prescott filter", Department of Economics, UC San Diego