Просмотр временных рядов

Анализ временных рядов

Загрузка, преобразование, вычисление, сравнение и экспорт данных

Русский

Вольфганг Бёме

wolfgang.boehme@economic-modeling.de

www.economic-modeling.de

8 ноября 2026 г.

Документация на этом сайте разработана при поддержке ИИ Claude (Anthropic).

Содержание

1 Введение **2**

2 Загрузка данных **2**
2.1 CSV-файлы 2
2.2 Пример данных 3

3 Загруженные ряды **3**
3.1 Преобразования 3
3.2 Калькулятор формул 4

4 Графики **5**
4.1 Отдельные графики 5
4.2 График сравнения и сравнение HP-трендов 5
4.3 HP-тренд 5

5 Экспорт **6**

1 Введение

Инструмент *Просмотр временных рядов* загружает любое количество временных рядов, отображает их — при желании в преобразованном виде — по отдельности и вместе на графиках сравнения, по запросу вычисляет новые ряды из имеющихся (калькулятор формул) и экспортирует выбранные ряды в CSV-файл. Он даёт быстрый наглядный обзор данных перед более сложным анализом (анализатор временных рядов, моделирование временных рядов, анализатор периодизации).

Инструмент полностью работает в браузере как один HTML-файл. Только библиотека графиков Chart.js один раз загружается из интернета при открытии страницы; все остальные функции выполняются локально, данные на сервер не передаются.

Интерфейс состоит из пяти разделов, которые появляются, как только загружен хотя бы один ряд:

1. Загрузка данных (CSV-файл или пример)
2. Загруженные ряды (таблица с преобразованием, выбором и калькулятором формул)
3. Отдельные графики
4. График сравнения и сравнение HP-трендов
5. Экспорт

2 Загрузка данных

2.1 CSV-файлы

Кнопка «Загрузить CSV-файл(ы)» позволяет выбрать один или несколько файлов сразу. Ожидается широкий формат, который используют также мастер импорта данных и анализатор периодизации:

```
year,РядA,РядB,...
1991,100.0,100.0,...
1992,101.4,105.0,...
```

- Строка заголовков должна содержать столбец `year` (регистр не важен); каждый другой столбец становится отдельным рядом.
- Разделитель — запятая, десятичный разделитель — точка.
- Пропущенные или нечисловые значения допустимы: в этом месте ряд получает пропуск. Ряд должен содержать не менее двух действительных значений.
- Метка порядка байтов (BOM) в начале файла удаляется автоматически.

Повторная загрузка не заменяет ряды, а дополняет список. Если новый ряд имеет то же название, что и существующий, он нумеруется (напр. «ВВП (2)»).

2.2 Пример данных

Кнопка «Загрузить пример» загружает три **синтетических** годовых ряда 1991–2024 (не официальные данные): реальный индекс ВВП (1991 = 100), индекс потребительских цен (1991 = 100) и численность занятых в млн человек. В данные заложены спады 2009 года (финансовый кризис) и 2020 года (пандемия), а также всплеск инфляции 2022/23 гг., чтобы преобразования и HP-тренд показывали заметные закономерности. Все три ряда сразу отмечаются для графиков.

Таблица 1: Пример данных (фрагмент)

Год	ВВП_реальный_индекс (Z1)	Индекс_потреб._цен (Z2)	Занятые_млн (Z3)
1991	100.0	100.0	38.70
2000	107.0	124.0	38.87
2008	117.6	138.4	39.95
2009	111.1	141.1	39.99
2010	115.6	142.4	40.58
2019	135.4	162.7	43.61
2020	130.0	164.0	43.26
2021	134.5	169.1	43.31
2022	136.5	180.9	43.35
2024	135.8	195.8	43.26

3 Загруженные ряды

Все ряды отображаются в таблице:

- **Обозн.** (`Z1`, `Z2`, ...): последовательное обозначение для калькулятора формул. Обозначение не меняется при удалении других рядов; щелчок по нему вставляет его в формулу.
- **Ряд**: название; для вычисленных рядов дополнительно формула.
- **Период**: первый и последний год.
- **Преобразование**: выбирается для каждого ряда (раздел 3.1).
- **Сравнение**: отмечает ряд для отдельных графиков и графиков сравнения.
- **Экспорт**: отмечает ряд для экспорта в CSV (не более 10 одновременно).
- **Корзина**: удаляет ряд из текущего сеанса.

3.1 Преобразования

Исходные значения	y_t
Лог-доходности	$r_t = \ln(y_t / y_{t-1}),$ только при $y_{t-1}, y_t > 0$
Темп изменения (%)	$g_t = (y_t - y_{t-1})/y_{t-1} \cdot 100,$ только при $y_{t-1} \neq 0$
Разности (абсолютные)	$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$

Последние три преобразования теряют первое наблюдение ряда; точки, в которых преобразование не определено, пропускаются. При загрузке по умолчанию выбираются **лог-доходности**; если ряд содержит неположительные значения, вместо них выбирается темп изменения.

Пример (пример данных, ВВП 2009 г.):

$$\begin{aligned} r_{2009} &= \ln(111.1/117.6) = -0.0569, \\ g_{2009} &= (111.1 - 117.6)/117.6 \cdot 100 = -5.53\,\%, \\ \Delta y_{2009} &= 111.1 - 117.6 = -6.5. \end{aligned}$$

При малых изменениях $r_t \approx g_t/100$; при больших колебаниях лог-доходность и темп изменения заметно различаются. Для индекса потребительских цен темп изменения в 2022 г. показывает всплеск инфляции: $(180.9 - 169.1)/169.1 \cdot 100 = 6.98\,\%$.

3.2 Калькулятор формул

Под таблицей можно вычислять новые ряды из имеющихся. Допускаются:

- ряды по обозначениям `Z1`, `Z2`, ...
- числа (десятичная точка или десятичная запятая между цифрами, напр. `0,5`)
- операции `+ - * /`, степень `^`, скобки, унарный минус
- параметры `a1`, `a2`, ... для коэффициентов — для каждого появляется поле ввода (начальное значение 1)
- функции `ln()`, `exp()`, `sqrt()`, `abs()`

Расчёт всегда ведётся по **исходным значениям**, год за годом. Год получает значение, только если все используемые ряды имеют в нём значения и результат конечен (нет деления на 0). Во время ввода инструмент показывает, корректна ли формула, сколько лет вычисляется, а также первое и последнее значения; ошибки (неизвестное обозначение, отсутствующая скобка, недопустимый символ ...) сообщаются понятным текстом. Формула вычисляется собственным синтаксическим анализатором без `eval`.

Новый ряд получает следующее свободное обозначение и преобразование «Исходные значения» и отмечается для графиков. Если название не задано, в качестве названия используется формула (с подставленными коэффициентами).

Примеры на основе примера данных:

Таблица 2: Примеры формул

Формула	Смысл	2009	2024
`Z1*Z2/100`	номинальный индекс ВВП (1991 = 100)	156.76	265.90
`Z1/Z3*a1`, $a_1 = 38.7$	производительность труда (ВВП на одного занятого, 1991 = 100)	107.52	121.49

Расчёт для 2009 г.: $111.1 \cdot 141.1/100 = 156.76$ и $111.1/39.99 \cdot 38.7 = 107.52$. Коэффи-

циент $a_1 = 38.7$ (занятые в 1991 г.) нормирует производительность на 1991 = 100. Производительность в 2009 г. снижается со 113.92 до 107.52, поскольку занятость, несмотря на спад ВВП, не сократилась.

4 Графики

4.1 Отдельные графики

Для каждого ряда, отмеченного в столбце «Сравнение», строится отдельный график с выбранным преобразованием. Если преобразованный ряд содержит не менее пяти значений, дополнительно показывается HP-тренд пунктирной линией. Каждый график можно экспортировать в PNG (с белым фоном).

4.2 График сравнения и сравнение HP-трендов

График сравнения показывает все отмеченные ряды вместе, каждый со своим преобразованием и цветом на общей оси Y. При разных единицах измерения такое представление информативно лишь отчасти; единое преобразование (лог-доходности или темп изменения) делает ряды сопоставимыми. Ниже второй график показывает только HP-тренды тех же рядов в тех же цветах — это облегчает сравнение долгосрочной динамики.

4.3 HP-тренд

Фильтр Ходрика–Прескотта определяет гладкий тренд τ_t (преобразованного) ряда y_t:

$$\min_{\{\tau_t\}} \sum_{t=1}^{T} (y_t - \tau_t)^2 \;+\; \lambda \sum_{t=2}^{T-1} \left[(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1}) \right]^2 \tag{1}$$

Параметр сглаживания фиксирован на обычном для годовых данных значении $\lambda = 100$. Решение получается из линейной системы $(\mathbf{I} + \lambda \mathbf{D}^\top \mathbf{D})\,\boldsymbol{\tau} = \mathbf{y}$ ($\mathbf{D}$ — матрица вторых разностей), которая решается в браузере с помощью разложения Холецкого. Тренд всегда вычисляется по отображаемому, т. е. преобразованному ряду.

Для примера данных с преобразованием «Лог-доходности» HP-тренд ВВП в 1990-е годы составляет около 0.008 (примерно 0.8 % роста в год), к середине 2010-х годов повышается примерно до 0.014, а затем снижается примерно до 0.006. Спады 2009 и 2020 гг. выглядят как краткосрочные отклонения от этого тренда.

5 Экспорт

Раздел 5 экспортирует все ряды, отмеченные в столбце «Экспорт» (не более 10), в CSV-файл `time_series_viewer_export_ГГГГ-ММ-ДД.csv`.

- Экспортируются всегда **исходные значения**, независимо от выбранного для отображения преобразования.
- Файл содержит **все годы** выбранных рядов (объединение). Если у ряда в каком-либо году нет значения, поле остаётся пустым.
- Формат: широкий формат со строкой заголовков `year,Ряд1,Ряд2,...` — та же структура, что и при загрузке. Поэтому файл можно сразу снова загрузить в просмотрщике, в инструменте заполнения пропусков или в анализаторе периодизации.
- Счётчик показывает число выбранных рядов и меняет цвет при достижении 10.

Типичный порядок работы

1. Загрузить CSV-файлы (или пример данных).
2. Выбрать преобразование для каждого ряда и отметить интересующие ряды для сравнения.
3. При необходимости построить производные ряды с помощью калькулятора формул.
4. Изучить отдельные графики, графики сравнения и HP-тренды; сохранить графики в PNG.
5. Отметить до 10 рядов для экспорта и сохранить их в CSV — при наличии пропусков затем заполнить их в инструменте «Заполнение пропусков».