

# Задачи по Эконометрике временных рядов

Н.В. Артамонов

25 февраля 2024 г.

## Содержание

<b>1 Работа с рядами в Python. Визуализация</b>	<b>1</b>
<b>2 Стационарные ряды</b>	<b>4</b>
2.1 ACF & PACF . . . . .	5
2.2 Модель ARMA (Подгонка, выбор порядка, диагностика) . .	6
<b>A Библиотеки Python</b>	<b>8</b>

## 1 Работа с рядами в Python. Визуализация

Используемые библиотеки Python: `pandas`, `seaborn`, `plotly`, `yfinance`, `pandas-datareader`

#1. Из БД FRED загрузите **квартальные** данные по ВВП США с 1990 Q1 по н.в. (ряд  $gdp$ )

1. Задайте кварталный временной индекс
2. Визуализируйте ряд  $gdp$
3. Визуализируйте ряд  $\log(gdp)$
4. Визуализируйте ряд  $\Delta \log(gdp)$
5. Визуализируйте ряд  $\Delta^2 \log(gdp)$
6. Постройте гистограммы для  $\log(gdp)$ ,  $\Delta \log(gdp)$ ,  $\Delta^2 \log(gdp)$

7. Постройте диаграмму рассеяние  $\log(gdp_t)$  vs  $\log(gdp_{t-1})$
8. Постройте диаграмму рассеяние  $\Delta \log(gdp_t)$  vs  $\Delta \log(gdp_{t-1})$
9. вычислите  $\text{corr}(\log(gdp_t), \log(gdp_{t-1}))$  и тестируйте его значимость (формально!)
10. вычислите  $\text{corr}(\Delta \log(gdp_t), \Delta \log(gdp_{t-1}))$  и тестируйте его значимость (формально!)

#2. Из БД FRED загрузите **месячные** данные по М2 США с 1990-01-01 по н.в. (ряд  $m2$ )

1. Задайте месячный временной индекс
2. Визуализируйте ряд  $m2$
3. Визуализируйте ряд  $\log(m2)$
4. Визуализируйте ряд  $\Delta \log(m2)$
5. Визуализируйте ряд  $\Delta^2 \log(m2)$
6. Постройте гистограммы для  $\log(m2)$ ,  $\Delta \log(m2)$ ,  $\Delta^2 \log(m2)$
7. Постройте диаграмму рассеяние  $\log(m2_t)$  vs  $\log(m2_{t-1})$
8. Постройте диаграмму рассеяние  $\Delta \log(m2_t)$  vs  $\Delta \log(m2_{t-1})$
9. вычислите  $\text{corr}(\log(m2_t), \log(m2_{t-1}))$  и тестируйте его значимость (формально!)
10. вычислите  $\text{corr}(\Delta \log(m2_t), \Delta \log(m2_{t-1}))$  и тестируйте его значимость (формально!)

#3. Из БД FRED загрузите **недельные** данные по М2 США с 1990-01-01 по н.в.

1. агрегируйте их в квартальные наблюдения (через усреднение)
2. задайте квартальный временной индекс
3. визуализируйте полученные наблюдения

#4. Из БД FRED загрузите месячные данные краткосрочной (3-х мес,  $rate1$ ) и долгосрочной (10-ти лет,  $rate2$ ) ставкам для США с 1990-01-01 по н.в. как многомерный временной ряд  $rates$ .

1. Задайте месячный временной индекс
2. Визуализируйте ряд  $rates$  двумя способами
  - отдельные графики
  - общий график (два ряда на одном графике)
3. Визуализируйте ряд  $\Delta \log(rates)$  двумя способами
4. Визуализируйте ряд  $\Delta^2 \log(rates)$  двумя способами
5. Постройте гистограммы для  $rates, \Delta rates, \Delta^2 rates$  двумя способами
6. Постройте диаграмму рассеяния  $rate1$  vs  $rate2$
7. Постройте диаграмму рассеяния  $\Delta rate1$  vs  $\Delta rate2$
8. вычислите  $\text{corr}(rate1, rate2)$  и проверьте его значимость (формально!)
9. вычислите  $\text{corr}(\Delta rate1, \Delta rate2)$  и проверьте его значимость (формально!)

#5. Из БД FRED загрузите месячные данные по США

- краткосрочная (3-х мес) ставка
- долгосрочная (10-ти лет) ставка
- логарифм денежной массы M2

с 2000-01-01 по н.в. как многомерный временной ряд

1. задайте месячный временной индекс
2. Визуализируйте многомерный ряд
3. Визуализируйте первую и вторую разность

4. Вычислите корреляционную матрицу для исходного ряда и визуализируйте её
  5. Вычислите корреляционную матрицу для дифференцированного ряда и визуализируйте её
- #6. Из `finance.yahoo.com` загрузите данные с 2005-01-01 по 2023-12-31 по S&P500
1. Сформируйте месячный временной ряд из цены закрытия на последний день каждого месяца
  2. Задайте для него месячный временной индекс
  3. Визуализируйте ряд
  4. Визуализируйте первую и вторую логарифмические разности
- #7. Из `finance.yahoo.com` загрузите данные с 2005-01-01 по 2023-12-31 по ценам закрытия S&P500, Apple, Google
1. Сформируйте многомерный ряд из цен закрытия на последний день каждого месяца
  2. Визуализируйте многомерный ряд
  3. Визуализируйте первую и вторую логарифмические разности
  4. Вычислите корреляционную матрицу для исходного ряда и визуализируйте её
  5. Вычислите корреляционную матрицу для лог-разности ряда и визуализируйте её

## 2 Стационарные ряды

Во всех задачах по умолчанию уровень значимости 5%.

## 2.1 ACF & PACF

#1. Рассмотрим квартальные ряды

- $x$ : первая разность логарифма ВВП США с 1990 Q1 по 2019 Q4.
- $y$ : вторая разность логарифма ВВП США с 1990 Q1 по 2019 Q4.

Для них

1. Постройте график ряда, ACF и PACF для каждого ряда
2. Значимы ли  $r(3), r_{part}(3)$ ?

#2. Рассмотрим месячные ряды

- $x$ : первая разность 3-х месячной ставки США с 2000-01 по н.в.
- $y$ : вторая разность 3-х месячной ставки США с 2000-01 по н.в.

Для них

1. Постройте график ряда, ACF и PACF для каждого ряда
2. Значимы ли  $r(4), r_{part}(4)$ ?

#3. Рассмотрим месячные ряды

- $x$ : первая разность логарифма S & P500 с 2000-01 по н.в.
- $y$ : вторая разность логарифма S & P500 с 2000-01 по н.в.

Для них

1. Постройте график ряда, ACF и PACF для каждого ряда
2. Значимы ли  $r(5), r_{part}(5)$ ?

## 2.2 Модель ARMA (Подгонка, выбор порядка, диагностика)

#1. Пусть  $y_t$  – логарифмическая доходность US GDP (**квартальные данные**) с 1990 по н.в.

1. Подгоните модель ARMA(1,1)
2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите её диагностику
3. Постройте прогноз на 10 периодов

#2. Пусть  $y_t$  – логарифмическая доходность US M2 (**месячные данные**) с 1990 по н.в.

1. Подгоните модели

$$MA(2) \qquad AR(2) \qquad ARMA(1,1)$$

и проведите их диагностику

2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите её диагностику
3. Постройте прогноз на 10 периодов

#3. Пусть  $y_t$  – логарифмическая доходность US M2 (**недельные данные**) с 1995 по н.в.

1. Подгоните модели

$$ARMA(2,1) \qquad ARMA(1,2) \qquad ARMA(2,2)$$

и проведите их диагностику

2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите её диагностику
3. Постройте прогноз на 10 периодов

#4. Пусть  $y_t$  – первая разность of 10-летней ставки (treasury securities with constant maturity) (**квартальные данные**) с 1990 по н.в.

1. Подгоните модели
 
$$ARMA(1, 1) \quad ARMA(2, 1) \quad ARMA(1, 2) \quad ARMA(2, 2)$$
 и проведите их диагностику
  2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите её диагностику
  3. Постройте прогноз на 10 периодов
- #5. Пусть  $y_t$  – первая разность of 10-летней ставки (treasury securities with constant maturity) (**месячные данные**) с 1990 по н.в.
1. Подгоните модели
 
$$ARMA(1, 1) \quad ARMA(2, 1) \quad ARMA(1, 2) \quad ARMA(2, 2)$$
 и проведите их диагностику
  2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите её диагностику
  3. Постройте прогноз на 10 периодов
- #6. Ряд  $y_t$  – первая разность 3-месячной ставки (treasury bill, **квартальные данные**) с 1990 по н.в.
1. Подгоните модели
 
$$ARMA(2, 1) \quad ARMA(1, 2) \quad ARMA(2, 2)$$
 и проведите их диагностику
  2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите диагностику
  3. Постройте прогноз на 10 периодов
- #7. Ряд  $y_t$  – первая разность 3-месячной ставки (treasury bill, **месячные данные**) с 1990 по н.в.
1. Подгоните модели
 
$$ARMA(2, 1) \quad ARMA(1, 2) \quad ARMA(2, 2)$$
 и проведите их диагностику
  2. Подгоните «оптимальную» модель ARMA и проведите диагностику
  3. Постройте прогноз на 10 периодов

Библиотека	Описание
<code>pandas</code>	Табличные данные (кросс-секции, панели, временные ряды)
<code>numpy</code>	Работа с массивами, преобразование данных
<code>yfinance</code>	Загрузка данных с <a href="https://finance.yahoo.com">finance.yahoo.com</a>
<code>pandas-datareader</code>	Загрузка данных из внешних БД (FRED, <a href="https://finance.yahoo.com">finance.yahoo.com</a> etc)
<code>statsmodels</code>	Регрессионный анализ, базовые модели временных рядов
<code>arch</code>	Тесты и модели временных рядов
<code>pmdarima</code>	ARIMA-модель
<code>scikit-learn</code>	Методы машинного обучения
<code>sktime</code>	анализ временных рядов и ML
<code>scipy.stats</code>	Статистические методы (распределения и др)
<code>seaborn</code>	Визуализация статистических данных
<code>matplotlib</code>	Визуализация данных
<code>plotly</code>	Визуализация данных

Таблица 1: Основные библиотеки Python для анализа временных рядов

## А Библиотеки Python