

# Временные ряды

## Шпаргалка

Тест Дики-Фуллера `statsmodels.tsa.stattools.adfuller`

Графики парных и частных коэффициентов автокорреляции `statsmodels.graphics.tsaplots.plot_acf` и `plot_pacf`

Модель АРМА `statsmodels.tsa.stattools.arma_order_select_ic`

Модель АРИМА `statsmodels.tsa.arima.model.ARIMA`

## Вариант 1

1. Сгенерируйте случайные процессы WN (везде возьмите  $\mathcal{N}(0, 1)$ ), RW, AR(1) для  $\rho = 0.5$  и  $\rho = -0.5$ , MA(1) для  $\alpha = 0.5$ ,  $\alpha = 1$  и  $\alpha = 5$ , WN с трендом  $y = -1 + 0.1t + WN$ , WN с трендом и аддитивной сезонностью  $y = -1 + 0.1t + 0.1 \sin(\pi t/4) + WN$ , WN с трендом и мультипликативной сезонностью  $y = (-1 + 0.1t)(1 + 0.1 \sin(\pi t/4)) + WN$ . Для каждого процесса покажите по 20 траекторий длины 50 — изобразите их разным цветом на общем графике (для каждого процесса свой график — итого 11 графиков).
2. Сгенерируйте процесс длины 100  $y_t = y_{t-1} - \frac{1}{2}y_{t-2} + u_t + 2u_{t-1}$ , где  $u_t$  — WN с  $\sigma = 1$ . Проверьте его на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера. Постройте симуляцию процесса методом  $ARIMA(p, q, d)$  — параметры подберите сами (попробуйте ручной подбор и автоматический подбор).
3. В файле PRMINWGE.raw (описание переменных см. в файле PRMINWGE.txt) приведены годовые данные по уровню безработных в Пуэрто-Рико (переменная `rgreror` — отношение работающих к общей численности), росту уровня ВВП США в млн. долларов (переменная `usgnpr`), средней минимальной зарплате `avgmin`, средней зарплате `avgwage`, доля рабочих, подпадающих под закон о минимальной зарплате `avgcov`, переменная  $mincov = (avgmin/avgwage) \cdot avgcov$ . Постройте модель

$$\ln(\text{prepor}_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{mincov}_t) + \beta_2 \ln(\text{usgnpr}_t).$$

Теперь постройте ту же модель, но относительно детрендированных данных. Введите в модель переменную  $t$ . Добавьте переменную  $\ln(\text{prgnpr}_t)$  (рост ВВП в Пуэрто-Рико). Попробуйте добавить другие переменные. Попробуйте ввести лаги введенных переменных. Какая модель оказалась лучшей (ориентируйтесь на  $R^2_{adj}$ ,  $AIC$  и значимость коэффициентов)? Проведите анализ остатков полученной модели (нормальность, гомоскедастичность, неавтокоррелированность).

## Вариант 2

1. Сгенерируйте случайные процессы WN (везде возьмите  $\mathcal{N}(0, 1)$ ), RW, AR(1) для  $\rho = 0.7$  и  $\rho = -0.3$ , MA(1) для  $\alpha = 0.2$ ,  $\alpha = 1$  и  $\alpha = 2$ , WN с трендом  $y = 1 - 0.1t + WN$ , WN с трендом и аддитивной сезонностью  $y = 1 - 0.1t + 0.2 \sin(\pi t/6) + WN$ , WN с трендом и мультипликативной сезонностью  $y = (1 - 0.1t)(1 + 0.2 \sin(\pi t/6)) + WN$ . Для каждого процесса покажите по 20 траекторий длины 50 — изобразите их разным цветом на общем графике (для каждого процесса свой график — итого 11 графиков).
2. Сгенерируйте процесс длины 100  $y_t = \frac{1}{4}y_{t-2} + u_t + u_{t-1} + u_{t-2}$ , где  $u_t$  — WN с  $\sigma = 1$ . Проверьте его на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера. Постройте симуляцию процесса методом  $ARIMA(p, q, d)$  — параметры подберите сами (попробуйте ручной подбор и автоматический подбор).
3. В файле FERTIL3.raw приведены данные о рождаемости. Переменная `gfr` — число детей на 1000 женщин детородного возраста, `re` — величина налогового вычета, `ww2` — бинарная переменная, показывающая годы Второй мировой войны, `pill` — бинарная переменная, показывающая появление

противозачаточных таблеток. Постройте модель

$$gfr_t = \beta_0 + \beta_1 pe_t + \beta_2 ww2_t + \beta_3 pill_t.$$

Теперь постройте ту же модель, но добавьте лаги 1 и 2 по переменной  $pe_t$ . Попробуйте добавить лаги  $pe_{t-3}$  и  $pe_{t-4}$ . Детрендируйте переменную  $gfr_t$  (попробуйте линейный и квадратичный тренд), постройте модель на детрендированную переменную. Попробуйте самостоятельно добавить те или иные переменные. Какая модель оказалась лучшей (ориентируйтесь на  $R^2_{adj}$ ,  $AIC$  и значимость коэффициентов)? Проведите анализ остатков полученной модели (нормальность, гомоскедастичность, неавтокоррелированность).