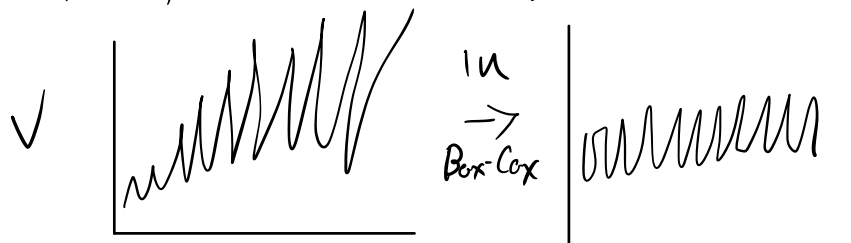


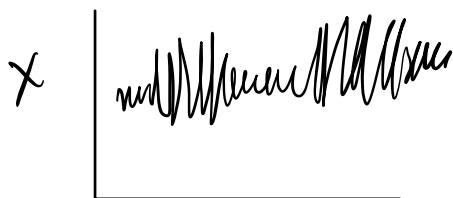
ARMA - стационарные ряды

1) По дисперсии

а) Обратимое преобразование

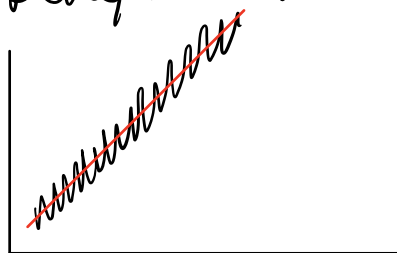


б) GARCH - модель



2) По детерминированности

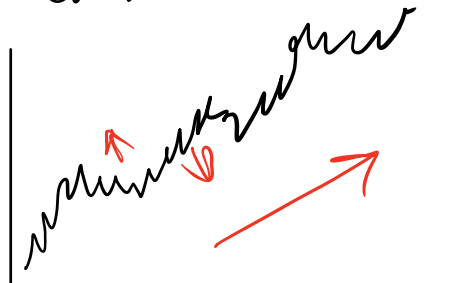
а) Детерминированный тренд



$$y_t = \boxed{\beta_0 + \beta_1 t} + \boxed{\varepsilon_t}$$

б) Nelson, Plosser, 1982


Стохастический тренд



$$y_t = \beta_0 + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

AR(1)  $y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_t \sim WN$   
 $(1 - \beta_1 L) = 0$   $1 - \beta_1 \lambda = 0$   $\lambda = \frac{1}{\beta_1}$

$\beta_1 \neq 1$   
 $\sum \begin{cases} \beta_1 > 1 \\ \beta_1 < 1 \end{cases}$  - стационарное X  
 $\sum \beta_1 = 1$  - нестационарное ✓

$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1}$   


$y_t = \beta_0 + y_{t-1} + \varepsilon_t$  - Random Walk with drift  
 $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$  - RW

$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$  - оцениваемая

1)  $\hat{\beta}_1^{OLS}$  сходится быстрее к  $\beta_1$  чем  $\sqrt{T}$

2)  $\hat{\beta}_1^{OLS}$  будет иметь нестандартизованное распределение  $\rho$

Dickey-Fuller

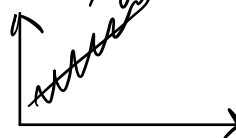
2 спецификации тренда

1)  $y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_t \sim WN$

2)  $y_t = \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_t \sim WN$

1) линейная вокруг дет. функции

$\tilde{y}_t = y_t - \beta_1 t = \beta_0 + \varepsilon_t$



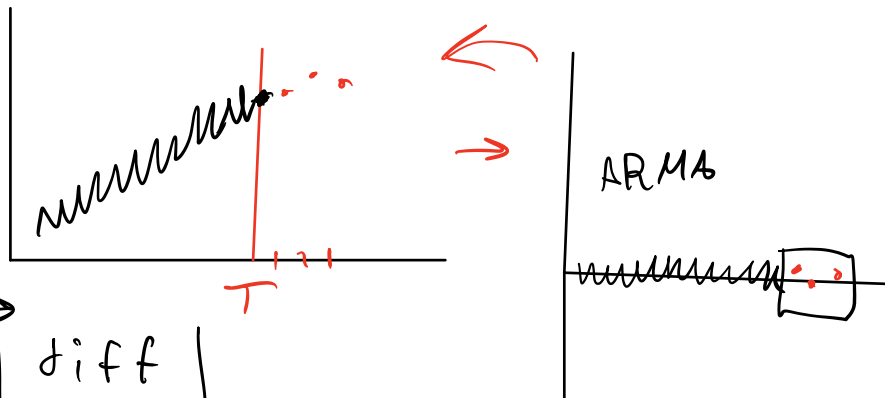
→ ARMA

2) изменяемая  $y_t - y_{t-1}$  стационарны.

$$\square \Delta y_t = y_t - y_{t-1} = \mu + \varepsilon_t$$

1.1)  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = \cancel{\beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t} - \cancel{\beta_0 + \beta_1(t-1) + \varepsilon_{t-1}}$

$$\square = \beta_1 + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1} = \boxed{\beta_1 + \eta_t}, \quad \eta_t \sim WN$$



true	diff
10	—
15	5
20	5
<u>10</u>	-10

14 4  
23 6  
21 -2

не накапливается

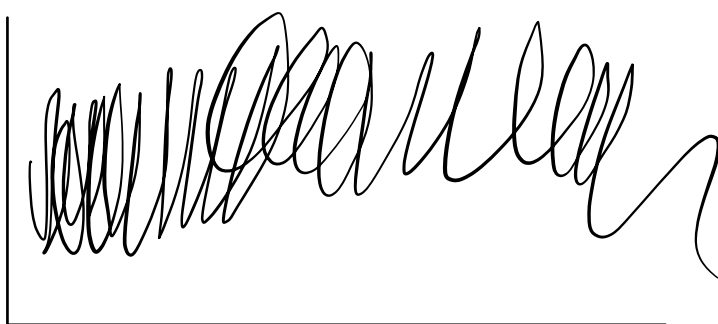
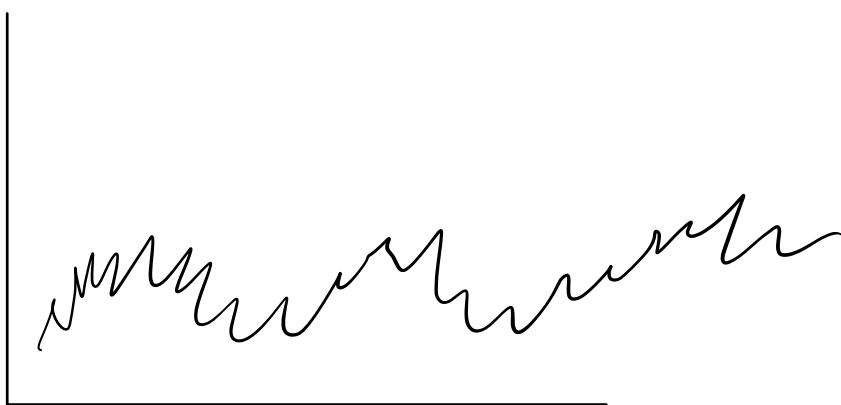
$$1) y_t = \boxed{\beta_0} + \boxed{\beta_1 t} + \boxed{\varepsilon_t}$$

$$2) y_t = \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t =$$

$$= \mu + \mu + y_{t-2} + \varepsilon_t + \varepsilon_{t-1} = \dots =$$

$$= \boxed{y_0} + \boxed{\mu t} + \boxed{\varepsilon_t + \dots + \varepsilon_1}$$

накапливается



- 1) По график
- 2) ACF медленно убывает
- 3) Число лагов PACF(1)
- 4) KPSS - тест, Асимптотический

$y_t$  - нестационарный по тренду

$\Delta y_t$  - стационарный по тренду

Integration order of  $y_t$  is 1,  $I(1)$

$I(0)$

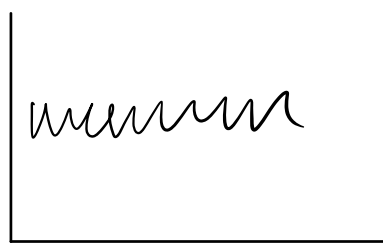
$y_t$  - mean

$\Delta y_t$  - mean

$\Delta^2 y_t$  - mean

$y_t - I(2)$

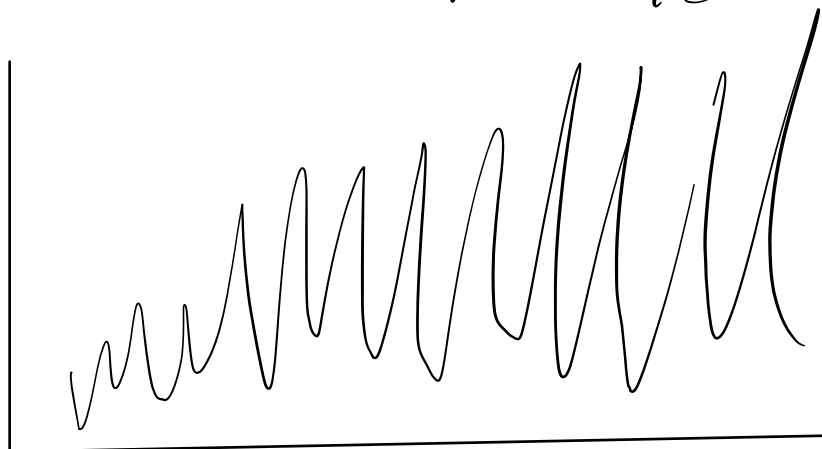
Seasonal diff



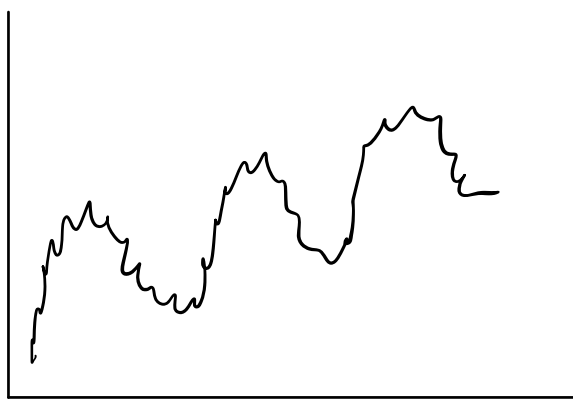
cumsum  $\times 100$   
→

freq = 12

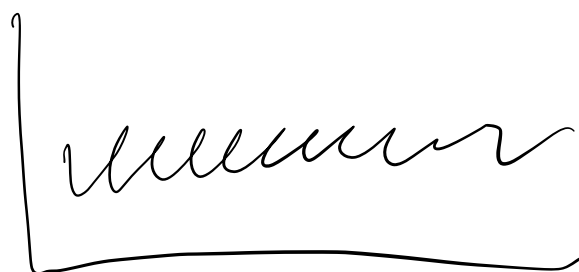
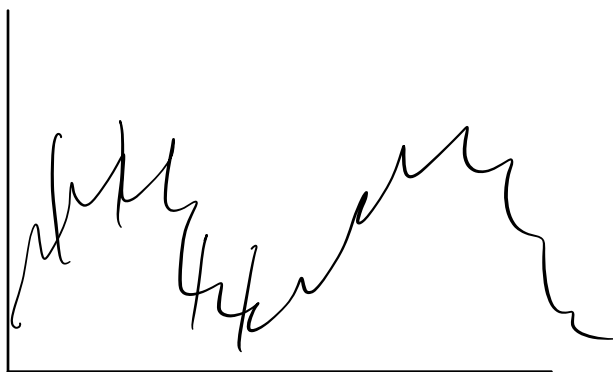
$$(1 - 1.3L + 0.4L^2) \overbrace{(1-L)}^{I(1)} \overbrace{\left(1 - L^{12}\right)}^{12} y_t = \varepsilon_t$$



$$\Delta_s y_t = y_t - y_{t-s}$$



KDSS  $\Rightarrow$  сезонность



1) Kanova - Hausen

2) Если сила сезонности  $> 0,65 \Rightarrow$   
сезонность  
сильная

Если сильная  $\rightarrow$  Серия с сильн. сезонн. разбросом

$$STL \Rightarrow \max\left(0, 1 - \frac{sVar(res)}{sVar(res) + sVar(eas)}\right)$$