# Тема 1. Обробка вхідного масиву економічних даних

# План

1.1 Методи моделювання часових рядів.

1.2 Основні поняття і попередній аналіз рядів динаміки.

1.3Основні характеристики динаміки часового ряду.

1.4 Систематичні та випадкові компоненти часового ряду.

1.5 Перевірка на аномальність (стаціонарність, однорідність).

1.6 Нормалізація показників.

# Поняття часового ряду

$$y = y_1, y_2 \ldots y_n$$

$$t_1, t_2 \ldots t_n$$

$$y_t \quad t = 1, 2, \ldots, n$$

Фактори формування рівнів часового ряду

- Фактори формування тенденції ряду
- Фактори формування циклічних коливань ряду
- Випадкові фактори

## Моментний часовий ряд

| Дата надання позички | 01.10. | 05.10. | 12.10. | 23.10. | 03.11. | 07.11. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Розмір наданої позички, тис. гр. од. | 3747 | 3710 | 3839 | 3783 | 3747 | 3710 |

## Інтервальний часовий ряд

| Місяць | Січень | Лютий | Березень | Квітень | Травень |
|---|---|---|---|---|---|
| Валовий внутрішній продукт, млн. грн. | 6578 | 7016 | 7353 | 7353 | 7941 |

## Часовий ряд, утворений із середніх значень показника

| Місяць | Січень | Лютий | Березень | Квітень | Травень |
|---|---|---|---|---|---|
| Середня зарплата загалом, грн/міс. | 152,2 | 153,7 | 165,8 | 161,6 | 163,71 |

# Основні характеристики динаміки часового ряду

| Характеристики | Розрахункові формули |
|---|---|
| 1. Абсолютний приріст | $\Delta y_i = y_i - y_{i-1}$ |
| 2. Коефіцієнт зростання | $K_{i(зр)} = \frac{y_i}{y_{i-1}}$ |
| 3. Коефіцієнт приросту | $K_{i(пр)} = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}}$ |
| 4. Темп зростання | $T_{i(зр)} = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100\% = K_{i(зр)} \cdot 100\%$ |
| 5. Темп приросту | $T_{i(пр)} = T_{i(зр)} - 100\ \%$ , або $T_{i(пр)} = \frac{y_i - y_{i-k}}{y_{i-k}} \cdot 100\%$ |

| | |
|---|---|
| 6. Середня арифметична | $\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$ |
| 7. Середня хронологічна | $\bar{y} = \frac{\sum y_i t}{\sum t}$ |
| 8. Середній абсолютний приріст | $\overline{\Delta y_i} = \frac{y_i - y_{i-1}}{k}$ |
| 9. Середній темп зростання | $\overline{T}(зр) = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$ |
| 10. Середній темп приросту | $\overline{T}(пр) = \overline{T}(зр) - 100\%$ |

Структурно-утворюючі елементи часового ряду

*тренд* ($U_t$)

*сезонна компонента* ($S_t$)

*циклічна компонента* ($V_t$) – коливання відносно тренда з більшою або меншою регулярністю

*випадкова компонента* ($E_t$)

Базові компоненти часового ряду $Y_t = f(U_t, S_t, V_t, E_t)$ (5.16)

Врахування додаткових компонент часового ряду $Y_t = f(U_t, S_t, V_t, E_t, Z_t, \eta_t)$

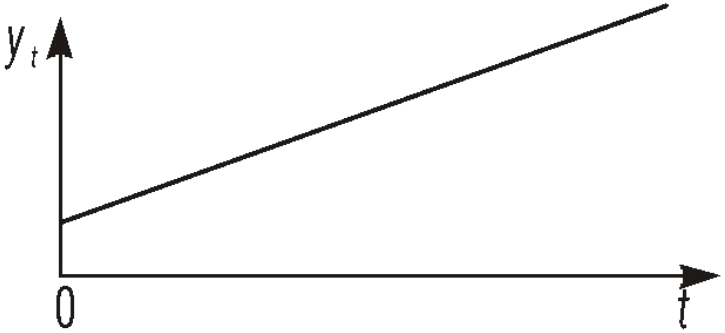
# Систематичні та випадкові компоненти часового ряду

$$Y_t = f\left(U_t, S_t, V_t, E_t\right)$$

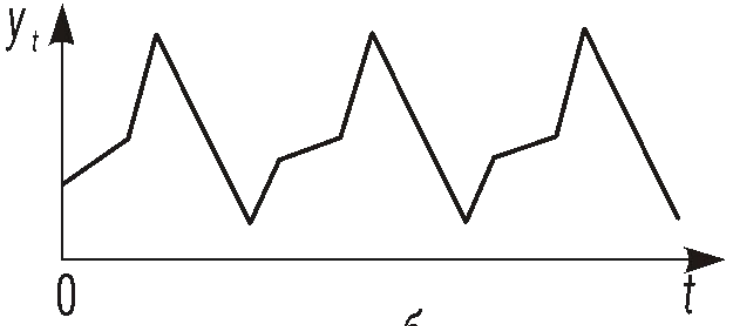
$$Y_t = U_t + S_t + V_t + E_t$$

$$Y_t = U_t + E_t$$

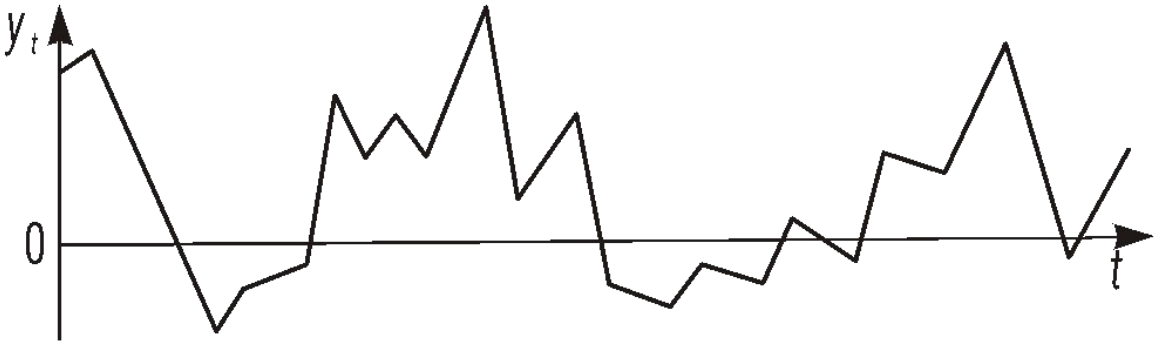
# Головні компоненти часового ряду




а




б



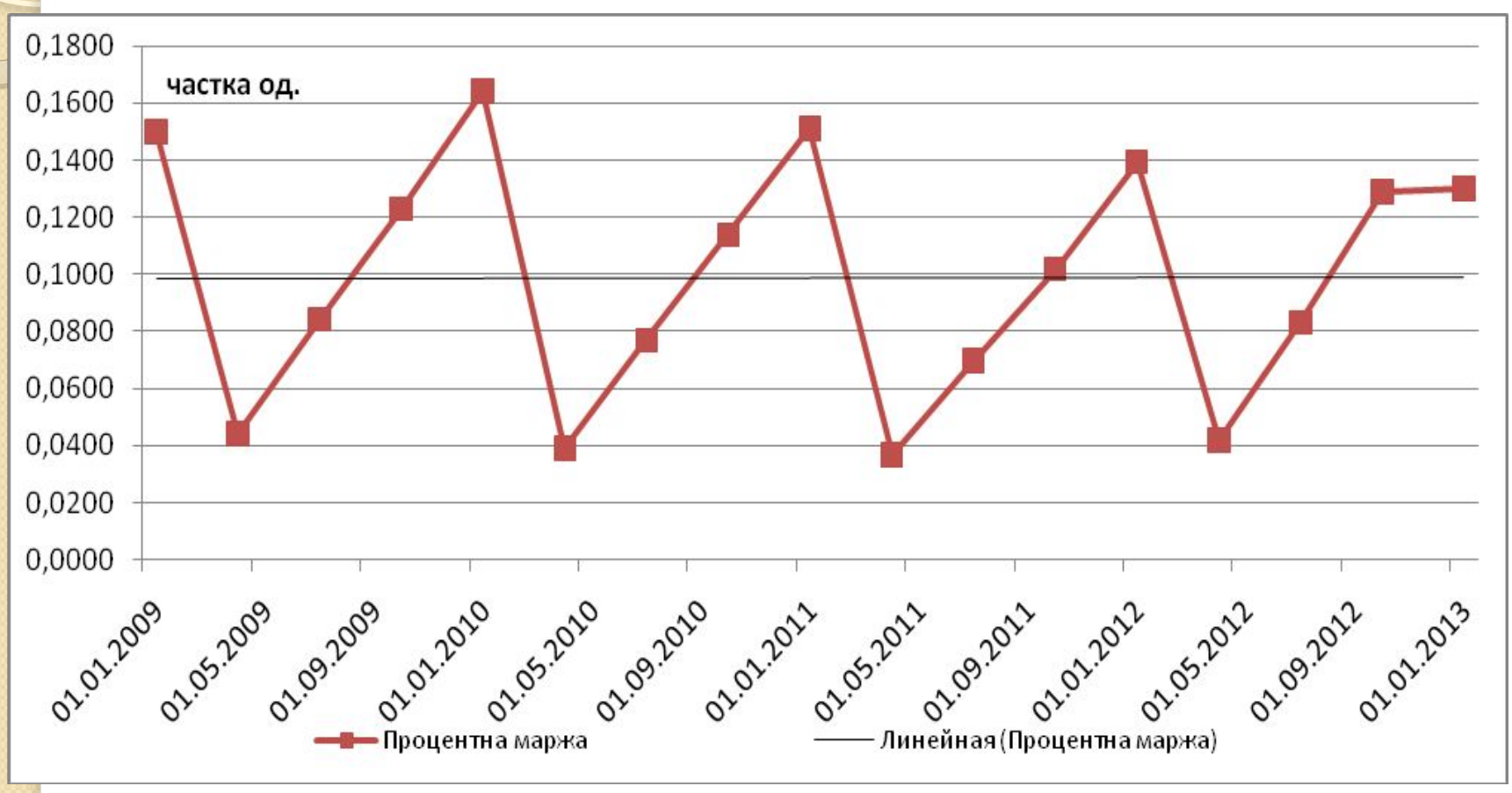

в

$$Y_t = S_t + E_t$$

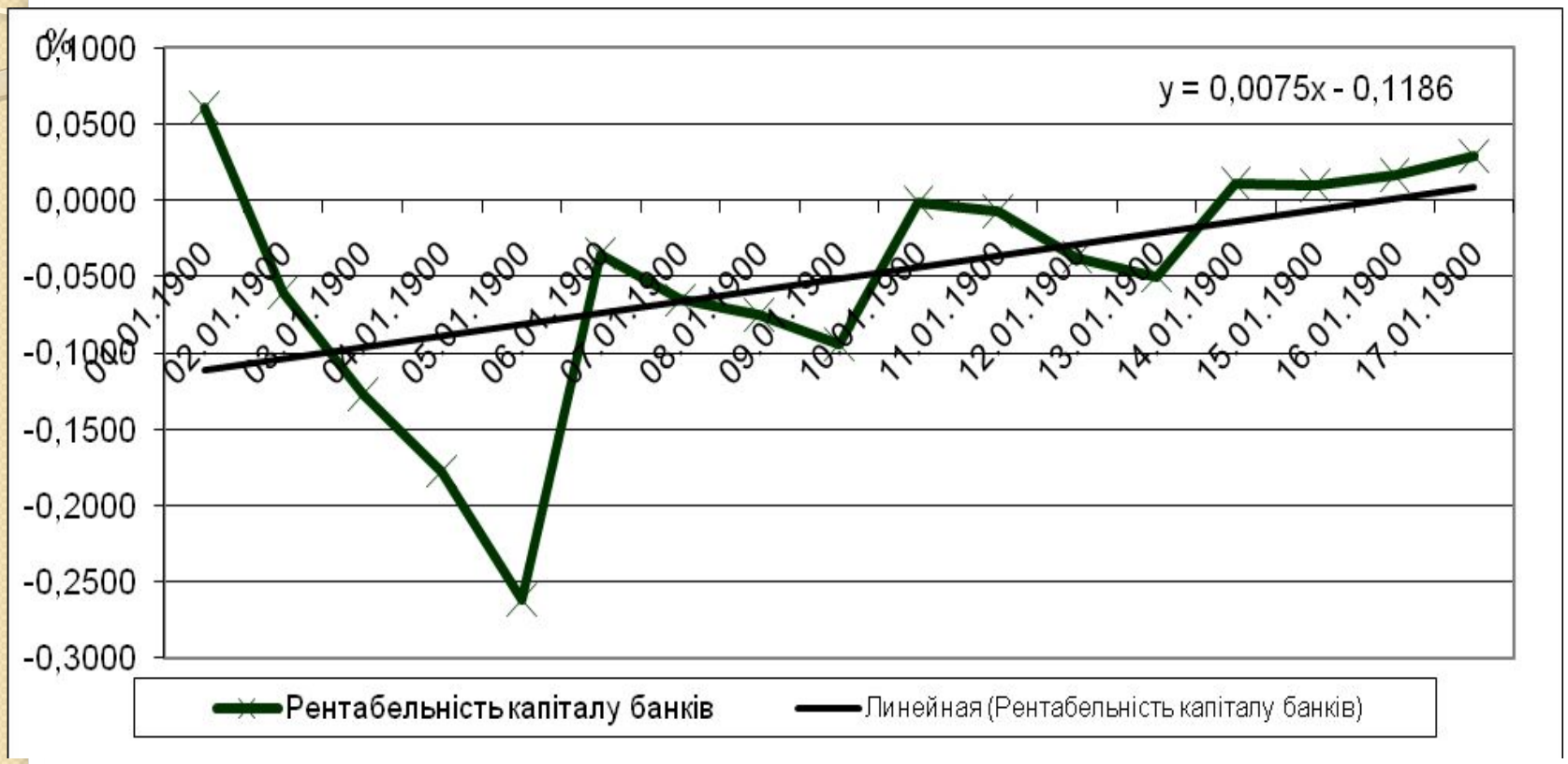
$$Y_t = U_t + S_t + E_t$$

$$Y_t = U_t \cdot S_t \cdot V_t \cdot E_t$$

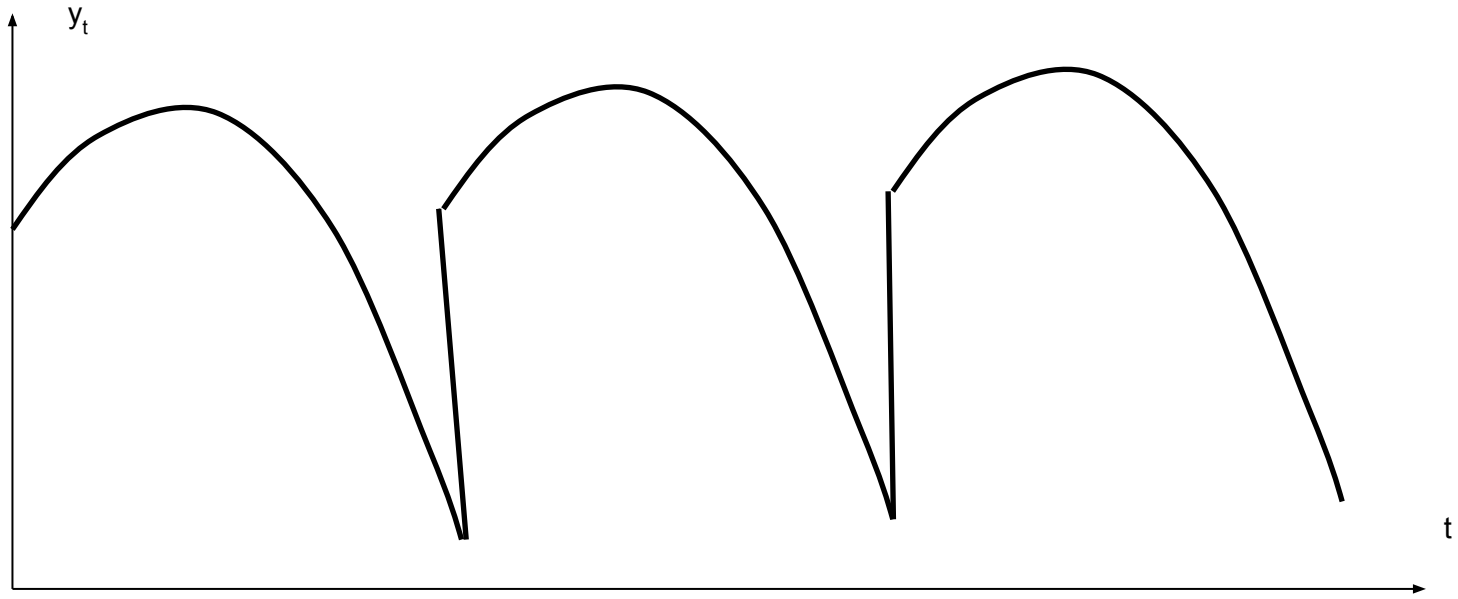
# Стаціонарний часовий ряд процентної маржі банків України



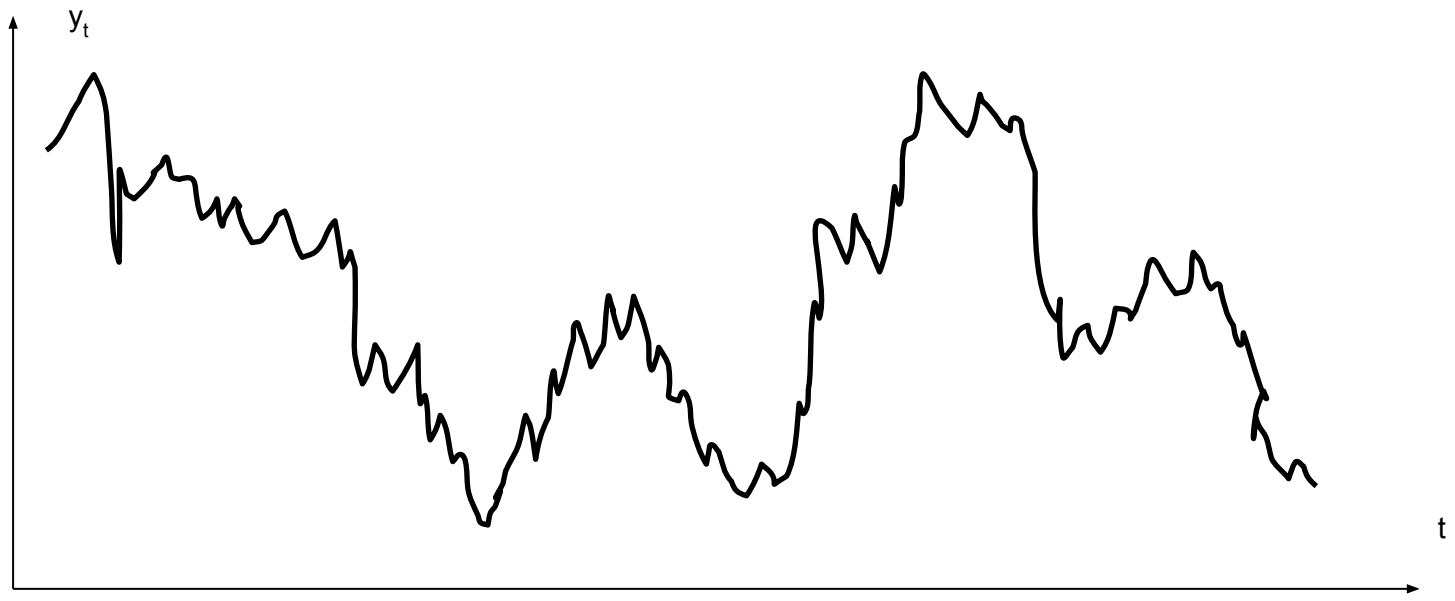
# Часовий ряд, що має зростаючу тенденцію

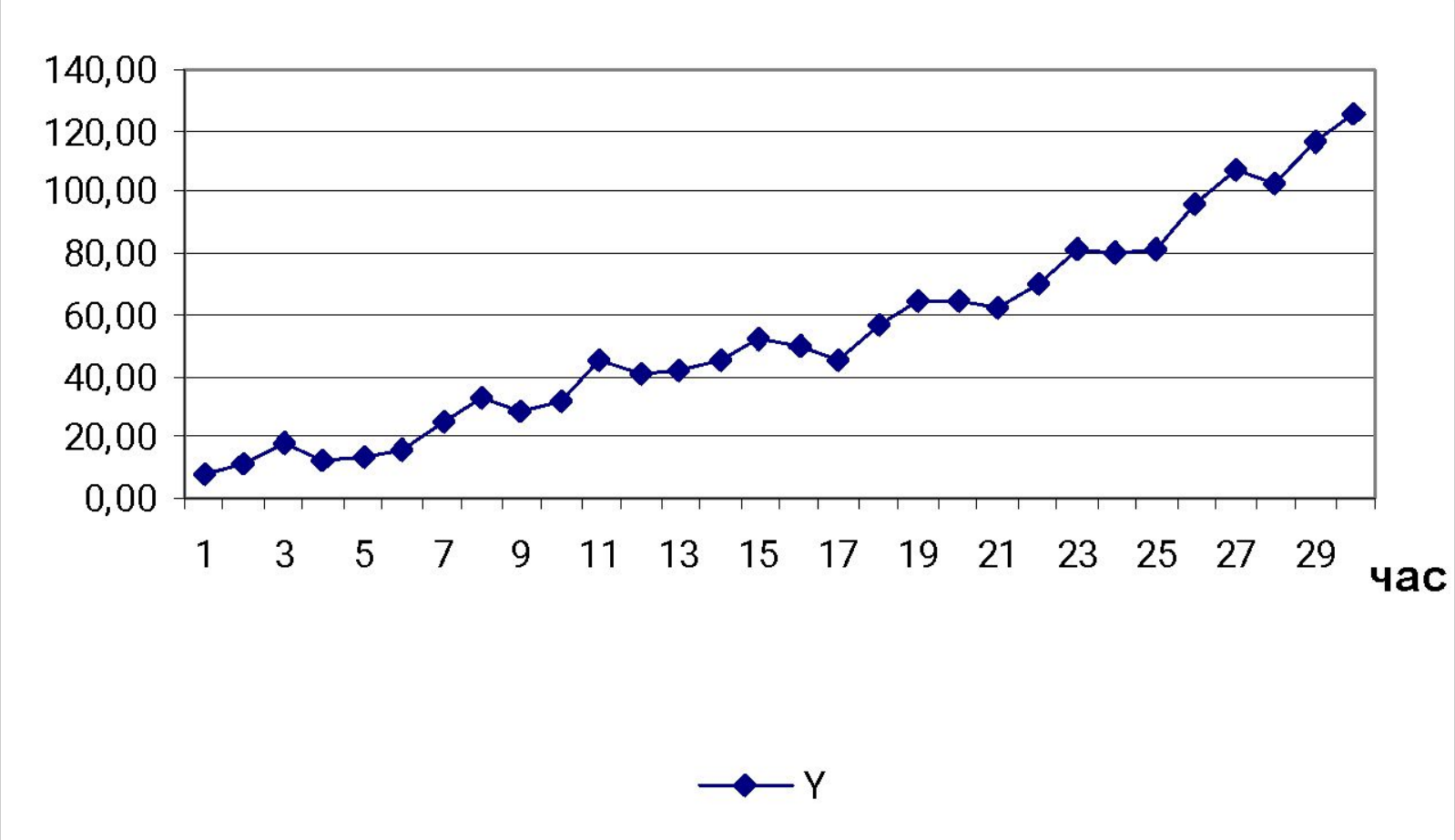


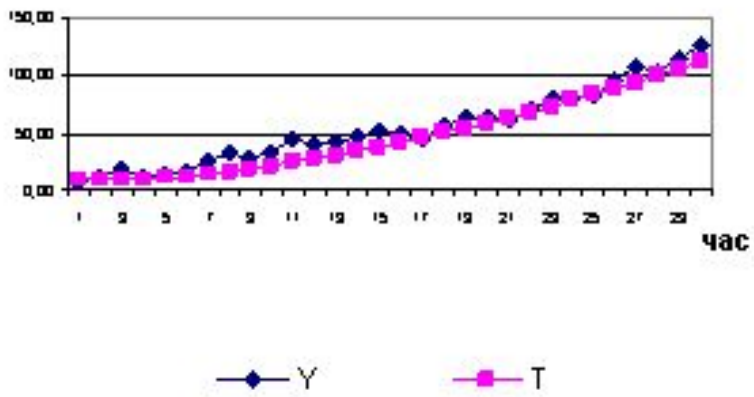
# Часовий ряд, що містить тільки сезонну компоненту



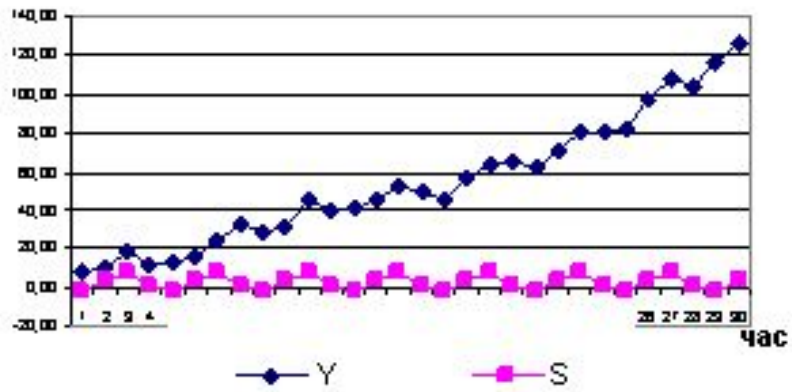
# Часовий ряд, що містить випадкову компоненту



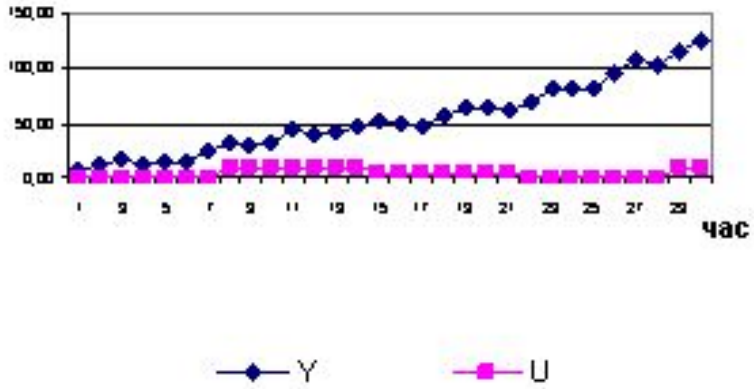

140,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
час
Y



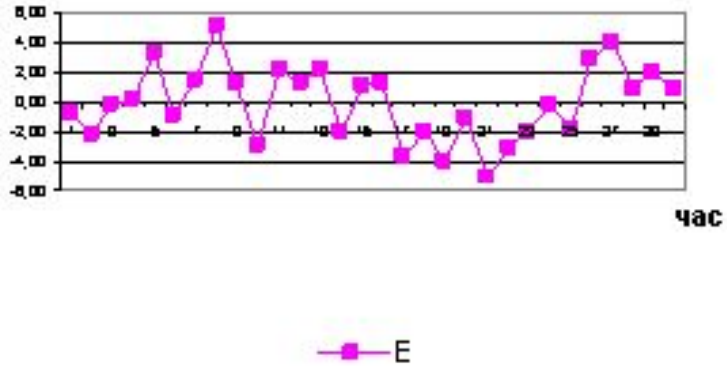

а) трендова компонента $U(t)=3t^{1,3}-5t+12$




б) сезонна компонента




в) циклічна компонента




г) випадкова компонента

$$r_1 = \frac{\sum_{t=2}^{n}\left(y_t - \bar{y}_1\right)\left(y_{t-1} - \bar{y}_2\right)}{\sqrt{\sum_{t=2}^{n}\left(y_t - \bar{y}_1\right)^2 \sum_{t=2}^{n}\left(y_{t-1} - \bar{y}_2\right)^2}},$$

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{n-1}\sum_{t=2}^{n} y_t, \qquad \bar{y}_2 = \frac{1}{n-1}\sum_{t=2}^{n} y_{t-1}.$$

$$r_2 = \frac{\sum_{t=3}^{n}\left(y_t - \bar{y}_3\right)\left(y_{t-2} - \bar{y}_4\right)}{\sqrt{\sum_{t=3}^{n}\left(y_t - \bar{y}_3\right)^2 \sum_{t=3}^{n}\left(y_{t-2} - \bar{y}_4\right)^2}},$$

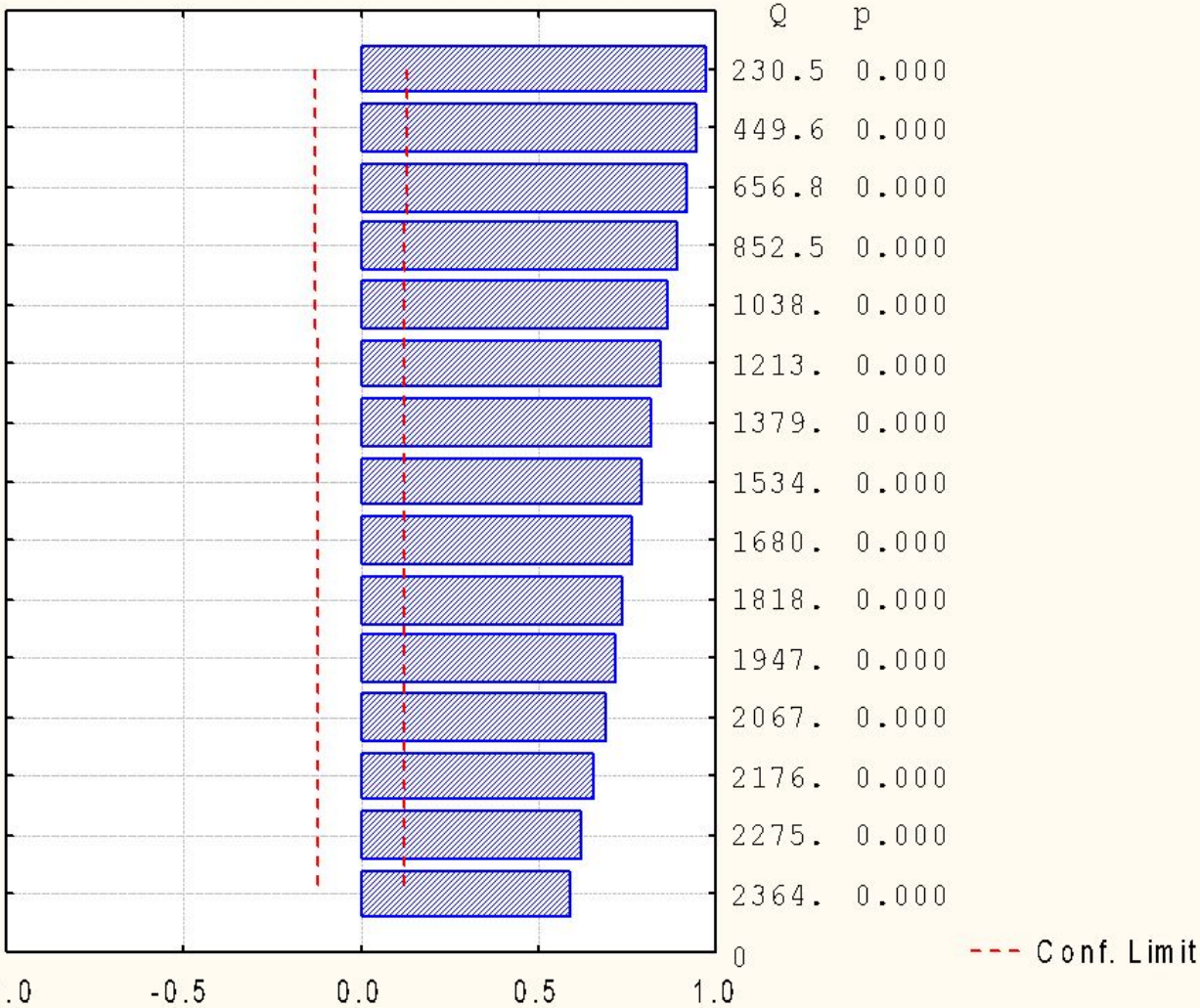
$$\bar{y}_3 = \frac{1}{n-2}\sum_{t=3}^{n} y_t, \qquad \bar{y}_4 = \frac{1}{n-2}\sum_{t=3}^{n} y_{t-2}.$$

Autocorrelation Function

VAR1

(Standard errors are white-noise estimates)

| Lag | Corr. | S.E. | Q | p |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +.976 | .0643 | 230.5 | 0.000 |
| 2 | +.949 | .0641 | 449.6 | 0.000 |
| 3 | +.921 | .0640 | 656.8 | 0.000 |
| 4 | +.893 | .0639 | 852.5 | 0.000 |
| 5 | +.868 | .0637 | 1038. | 0.000 |
| 6 | +.842 | .0636 | 1213. | 0.000 |
| 7 | +.816 | .0635 | 1379. | 0.000 |
| 8 | +.788 | .0633 | 1534. | 0.000 |
| 9 | +.764 | .0632 | 1680. | 0.000 |
| 10 | +.740 | .0631 | 1818. | 0.000 |
| 11 | +.715 | .0629 | 1947. | 0.000 |
| 12 | +.687 | .0628 | 2067. | 0.000 |
| 13 | +.655 | .0626 | 2176. | 0.000 |
| 14 | +.623 | .0625 | 2275. | 0.000 |
| 15 | +.588 | .0624 | 2364. | 0.000 |

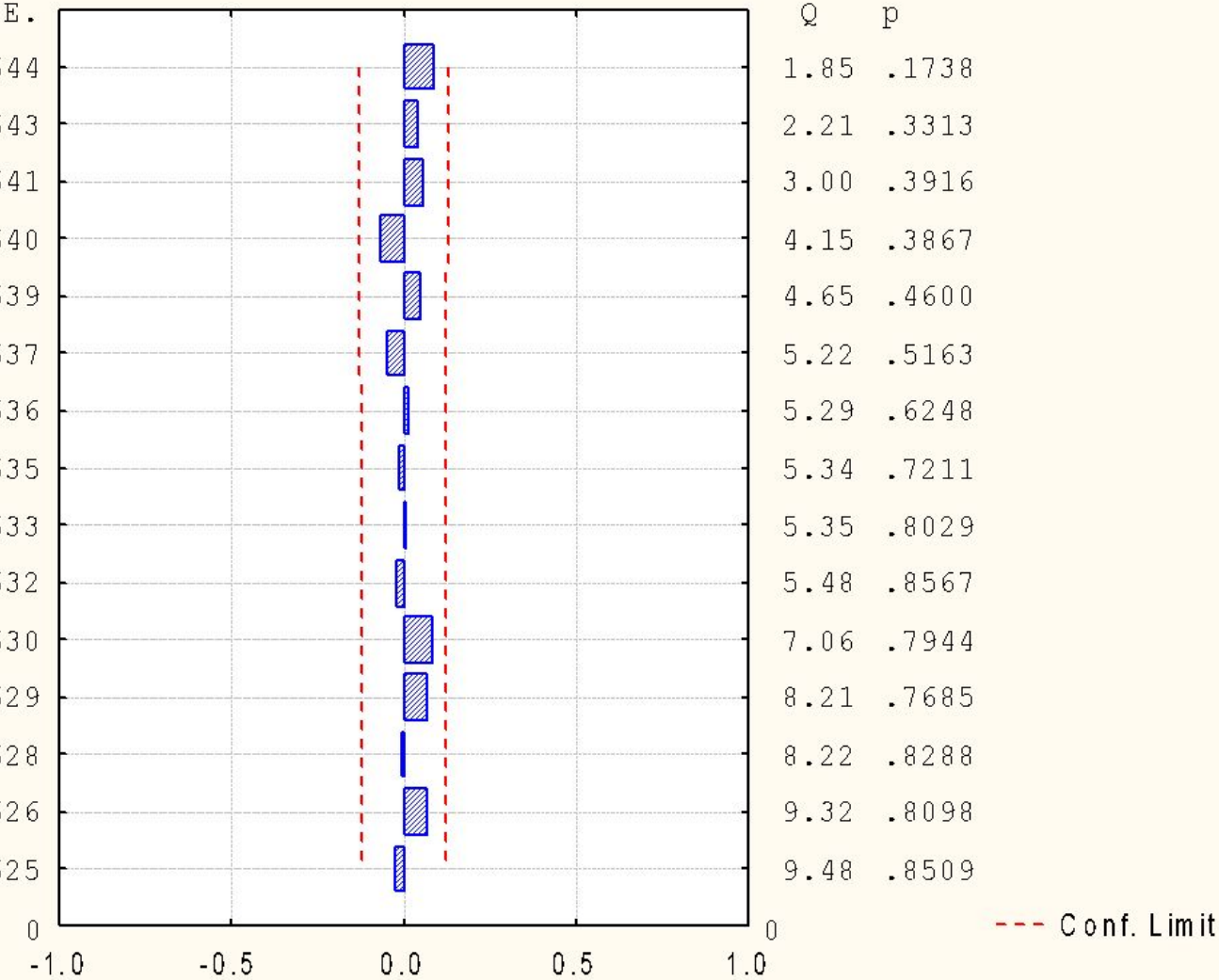


Autocorrelation Function

NEWVAR1

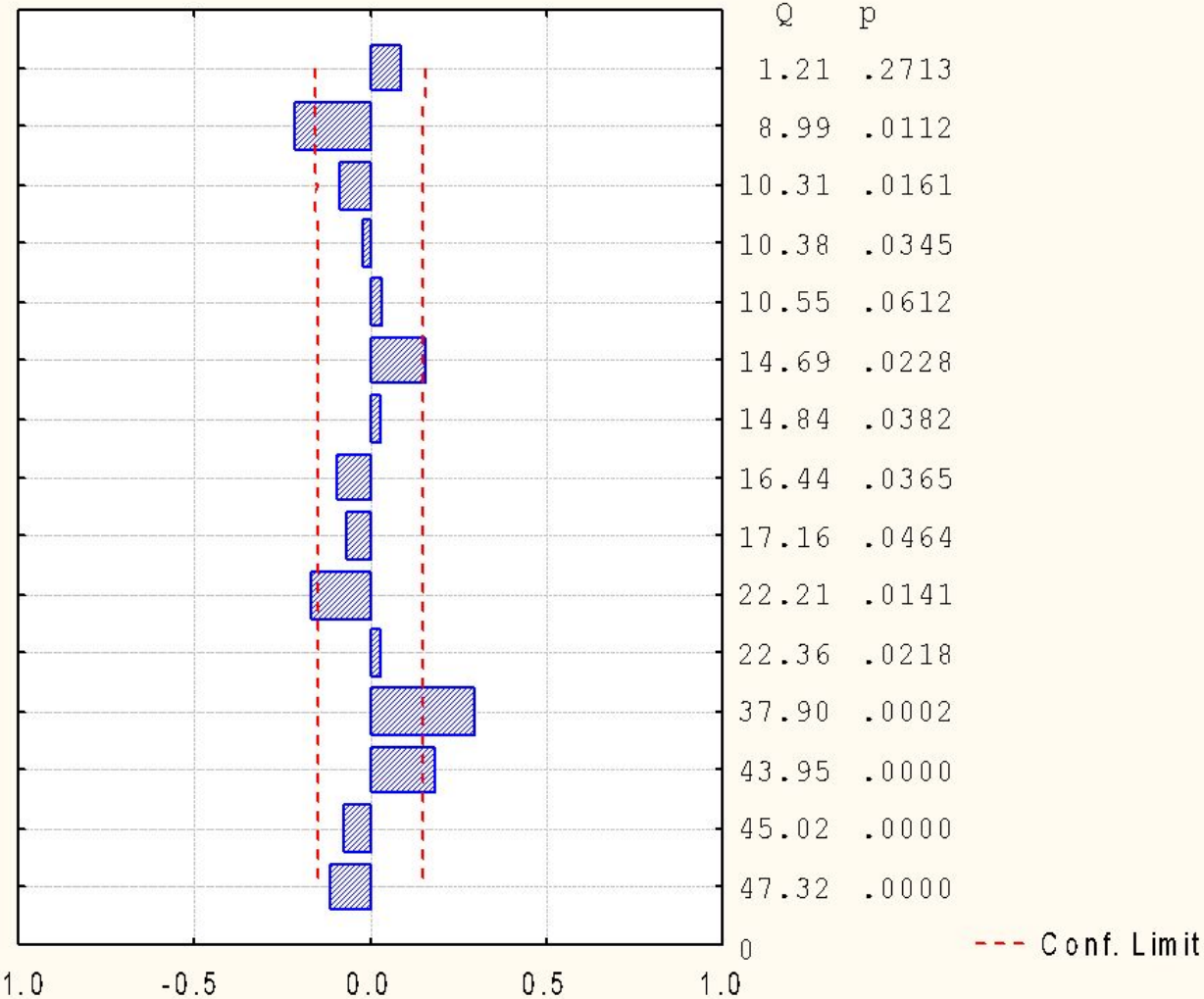
(Standard errors are white-noise estimates)

| Lag | Corr. | S.E. | Q | p |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +.088 | .0644 | 1.85 | .1738 |
| 2 | +.039 | .0643 | 2.21 | .3313 |
| 3 | +.057 | .0641 | 3.00 | .3916 |
| 4 | -.068 | .0640 | 4.15 | .3867 |
| 5 | +.045 | .0639 | 4.65 | .4600 |
| 6 | -.048 | .0637 | 5.22 | .5163 |
| 7 | +.017 | .0636 | 5.29 | .6248 |
| 8 | -.014 | .0635 | 5.34 | .7211 |
| 9 | +.007 | .0633 | 5.35 | .8029 |
| 10 | -.023 | .0632 | 5.48 | .8567 |
| 11 | +.079 | .0630 | 7.06 | .7944 |
| 12 | +.068 | .0629 | 8.21 | .7685 |
| 13 | -.007 | .0628 | 8.22 | .8288 |
| 14 | +.066 | .0626 | 9.32 | .8098 |
| 15 | -.025 | .0625 | 9.48 | .8509 |



Autocorrelation Function
NEWVAR3
(Standard errors are white-noise estimates)

| Lag | Corr. | S.E. | Q | p |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +.086 | .0778 | 1.21 | .2713 |
| 2 | -.216 | .0776 | 8.99 | .0112 |
| 3 | -.089 | .0774 | 10.31 | .0161 |
| 4 | -.020 | .0771 | 10.38 | .0345 |
| 5 | +.031 | .0769 | 10.55 | .0612 |
| 6 | +.156 | .0766 | 14.69 | .0228 |
| 7 | +.029 | .0764 | 14.84 | .0382 |
| 8 | -.096 | .0761 | 16.44 | .0365 |
| 9 | -.064 | .0759 | 17.16 | .0464 |
| 10 | -.170 | .0756 | 22.21 | .0141 |
| 11 | +.029 | .0754 | 22.36 | .0218 |
| 12 | +.296 | .0751 | 37.90 | .0002 |
| 13 | +.184 | .0749 | 43.95 | .0000 |
| 14 | -.077 | .0746 | 45.02 | .0000 |
| 15 | -.113 | .0744 | 47.32 | .0000 |

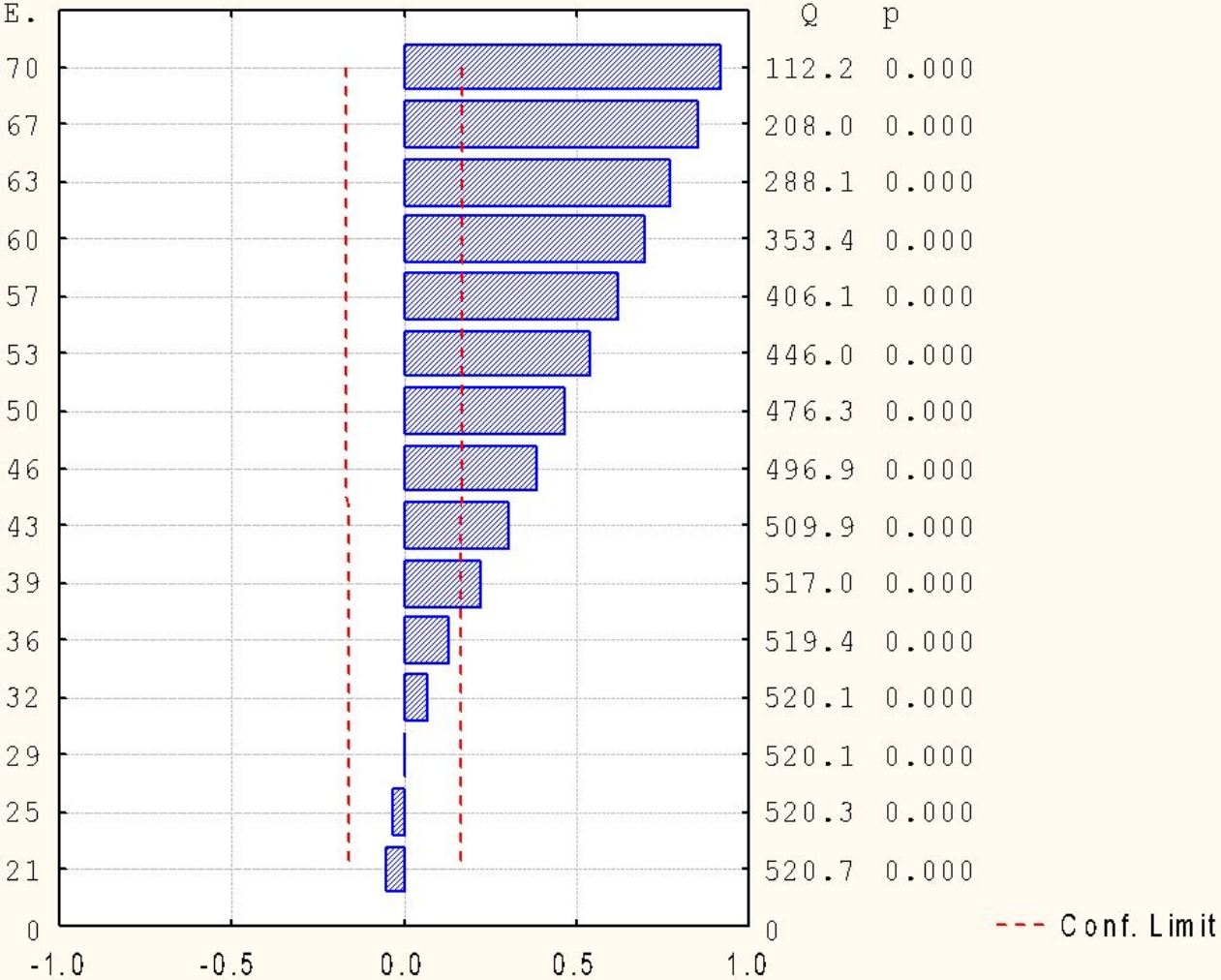


Autocorrelation Function

VAR8

(Standard errors are white-noise estimates)

| Lag | Corr. | S.E. | Q | p |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +.922 | .0870 | 112.2 | 0.000 |
| 2 | +.849 | .0867 | 208.0 | 0.000 |
| 3 | +.773 | .0863 | 288.1 | 0.000 |
| 4 | +.695 | .0860 | 353.4 | 0.000 |
| 5 | +.622 | .0857 | 406.1 | 0.000 |
| 6 | +.539 | .0853 | 446.0 | 0.000 |
| 7 | +.468 | .0850 | 476.3 | 0.000 |
| 8 | +.384 | .0846 | 496.9 | 0.000 |
| 9 | +.304 | .0843 | 509.9 | 0.000 |
| 10 | +.223 | .0839 | 517.0 | 0.000 |
| 11 | +.130 | .0836 | 519.4 | 0.000 |
| 12 | +.070 | .0832 | 520.1 | 0.000 |
| 13 | +.002 | .0829 | 520.1 | 0.000 |
| 14 | -.033 | .0825 | 520.3 | 0.000 |
| 15 | -.051 | .0821 | 520.7 | 0.000 |



# Методи перевірки стаціонарності часового ряду

Метод перевірки різниць середніх рівнів

$$\bar{y}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{n_1} y_t}{n_1} \qquad \hat{\sigma}_1^2 = \sum_{t=1}^{n_1} (y_t - \bar{y}_1)^2 / (n_1 - 1)$$

$$\bar{y}_2 = \frac{\sum_{t=1}^{n_2} y_t}{n_2} \qquad \hat{\sigma}_2^2 = \sum_{t=1}^{n_2} (y_t - \bar{y}_2)^2 / (n_2 - 1)$$

$$F = \begin{cases} \hat{\sigma}_1^2 / \hat{\sigma}_2^2, & \text{якщо } \hat{\sigma}_1^2 > \hat{\sigma}_2^2 \\ \hat{\sigma}_2^2 / \hat{\sigma}_1^2, & \text{якщо } \hat{\sigma}_1^2 < \hat{\sigma}_2^2 \end{cases} \qquad t = \frac{\left|\bar{y}_1 - \bar{y}_2\right|}{\hat{\sigma}\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

# Метод Форстера-Стьюарта

$$k_t = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y_t \text{ більше всіх попередніх рівнів} \\ 0, \text{ в іншому разі} \end{cases}$$

$$l_t = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y_t \text{ менше всіх попередніх рівнів} \\ 0, \text{ в іншому разі} \end{cases}$$

$$c = \sum_{t=2}^{n} (k_t + l_t) \qquad d = \sum_{t=2}^{n} (k_t - l_t)$$

$$t_c = \frac{\left| c - \hat{\mu} \right|}{\hat{\sigma}_1} \qquad t_d = \frac{\left| d - 0 \right|}{\hat{\sigma}_2}$$

# Метод Ірвіна

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\hat{\sigma}_y}; \; t = 2,3,\ldots,n,$$

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}{n}}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^{n} y_t}{n}$$

# Модифікований метод Ірвіна

$$\lambda_t = \frac{\left| y_t - y_{t-1} \right|}{\hat{\sigma}_y}$$

$$\bar{y}_t = \frac{(y_{t-1} + y_{t+1})}{2} \Big/ 2 \qquad t = 2,\ 3, \ldots n-1,$$

$$\hat{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} (y_{t-1} - \bar{y}_t)^2 + (y_{t+1} - \bar{y}_t)^2}{2}}$$

# Нормалізація показників часового ряду

| Метод нормалізації | Характеристика методу | Математичний опис |
|---|---|---|
| 1. Зміна інгредієнта | використовується у разі необхідності зміни внутрішньої ознаки інформації – її інгред ієнта – на протилежну. | $(-P_{qi})$ <br> $\frac{1}{P_{qi}}$ |
| 2. Відносна нормалізація | приведення інформації до безрозмірної нормованої форми базується на понятті «ідеальна» якість, яку можна задавати у вигляді вектора | $P_{qi}^{H} = \frac{P_{qi}}{\max\limits_{q}\{P_{qi}\}}$ <br> $P_{qi}^{H} = \frac{\min\limits_{q}\{P_{qi}\}}{P_{qi}}$ |
| 3. Природна нормалізація | використовується для нормалізації показників-стимуляторів | $P_{qi}^{H} = \frac{P_{qi} - \min\limits_{q}\{P_{qi}\}}{\max\limits_{q}\{P_{qi}\} - \min\limits_{q}\{P_{qi}\}}$ |
| 4. Нормалізація Севіджа | змінює інгредієнт показника на протилежний; використовується для нормалізації показників-дестимуляторів | $P_{qi}^{H} = \frac{\max\limits_{q}\{P_{qi}\} - P_{qi}}{\max\limits_{q}\{P_{qi}\} - \min\limits_{q}\{P_{qi}\}}$ |