



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Моделі і методи прогнозування вибраних нестационарних процесів

Виконав:

студент групи КА-25
Карась Данило Олександрович

Науковий керівник:

д.т.н., проф. Бідюк П.І.



Об'єкт дослідження: Нестационарні фінансово-економічні процеси.

Предмет дослідження: Моделі і методи прогнозування вибраних нестационарних процесів.

Мета роботи: – спроектувати інформаційно-аналітичну систему для моделювання і прогнозування фінансово-економічних стаціонарних і нестационарних фінансово-економічних процесів.



Постановка задачі

- Виконати аналіз сучасних методів моделювання і прогнозування динаміки нестационарних процесів.
- Спроектувати і реалізувати інформаційно-аналітичну систему (ІАС) для моделювання і прогнозування нестационарних процесів.
- Застосувати розроблену ІАС до аналізу вибраних процесів.
- Обчислити оцінки короткострокових прогнозів та статистичні параметри якості моделей та оцінок прогнозів.



Архітектура спроектованої системи





Використані моделі

Авторегресія (AR(p)):

$$y(k) = a_0 + a_1 y(k-1) + \dots + a_p y(k-p) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \varepsilon(k)$$

Авторегресія з ковзним середнім (АРКС(p, q)):

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon(k-j) + \varepsilon(k)$$



Модель Холта-Вінтерса

система рекурентних рівнянь для адитивної моделі Вінтера має вигляд:

$$\hat{a}_0(t) = \alpha[y_t - I_{t-s}] + (1 - \alpha)[\hat{a}_0(t-1) + \hat{a}_1(t-1)];$$

$$\hat{a}_1(t) = \gamma[\hat{a}_0(t) - \hat{a}_0(t-1)] + (1 - \gamma)\hat{a}_1(t-1);$$

$$I_t = \delta[y_t - \hat{a}_0(t)] + (1 - \delta)I_{t-s}.$$

Початкові наближення вибираються також довільно, як і в методах експоненційного згладжування, наприклад – середнє значення першого місяця; $\hat{a}(0)=0$; $t = 1, 2, \dots, S$.



Показники якості моделей і прогнозів

Коефіцієнт детермінації	$R^2 = \frac{\text{var}(\hat{y})}{\text{var}(y)}$
Сума квадратів похибок моделі	$SSE = \sum_{k=1}^N [\hat{y}(k) - y(k)]^2$
Статистика Дарбіна-Уотсона	$DW = \frac{\sum_{k=2}^N [e(k) - e(k-1)]^2}{\sum_{k=1}^N e^2(k)}$
Коефіцієнт Тейла	$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i)^2} + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\bar{y})^2}}$
Середня похибка в процентах	$= \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \frac{y(k+s) - \bar{y}(k+s, k)}{y(k+s)} \times 100\%$
Абсолютна середня похибка в процентах	$= \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \frac{ y(k+s) - \bar{y}(k+s, k) }{ y(k+s) } \times 100\%$



Блок-схема розробленої програми





Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Головне вікно програми

vMain

Input num of forecasting periods: 10 periods

AR(p) p= 1 Create AR model

ARMA (p,q) p= 1 q= 1 Create ARMA model

Alpha 0.2

Beta 0.2

Gamma 0.2

Num of Lags 10 ACF

Num of Lags 10 PACF

PACF remnants = 1 Show

Num of Lags 10

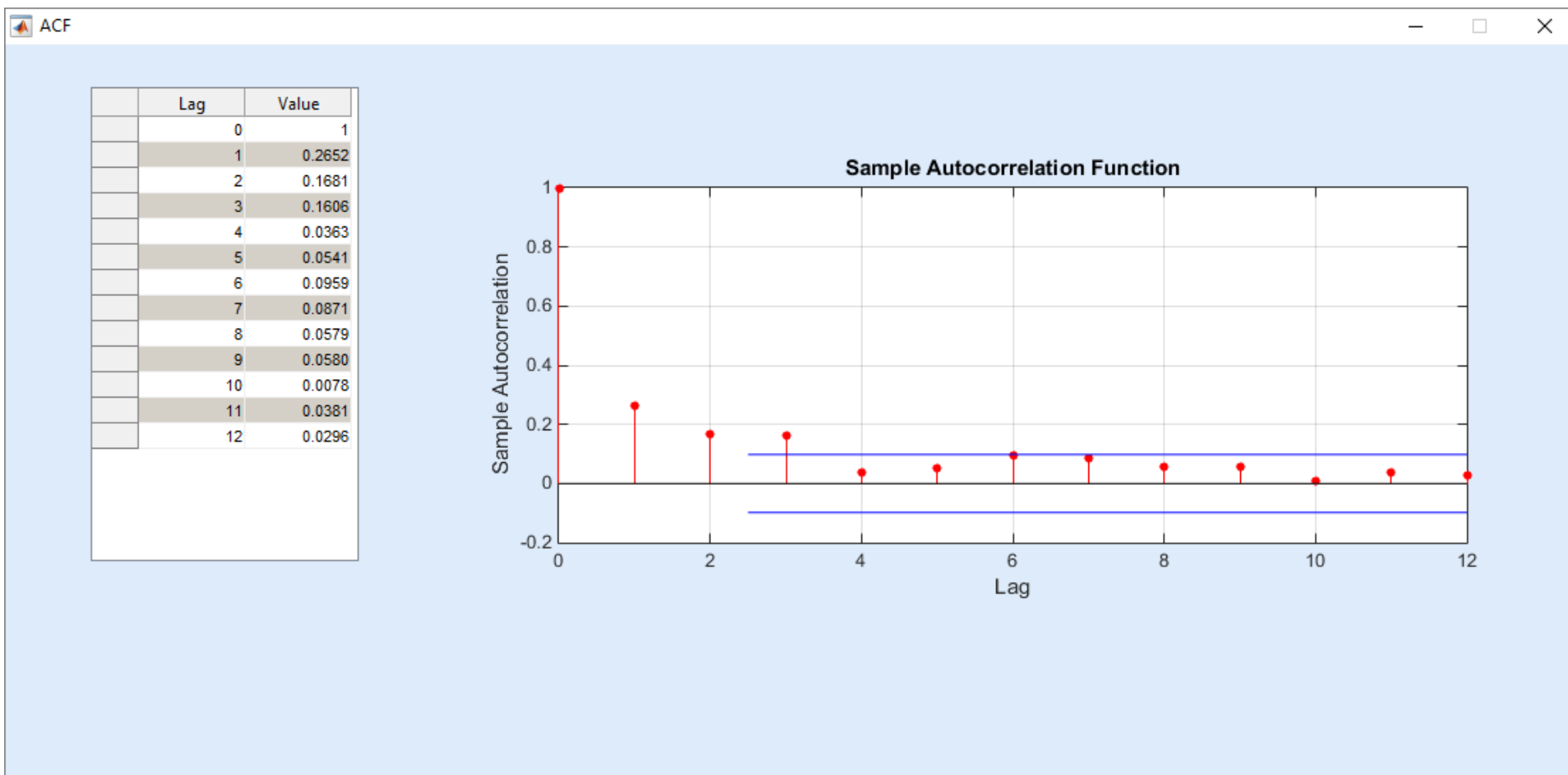
Holt-Winters

Data	Check Data
125	21
29	38
22	23
25	38
20	23
23	19
29	14
30	22
42	12
33	28
26	10
33	21
22	13
34	23

Load data Load check data

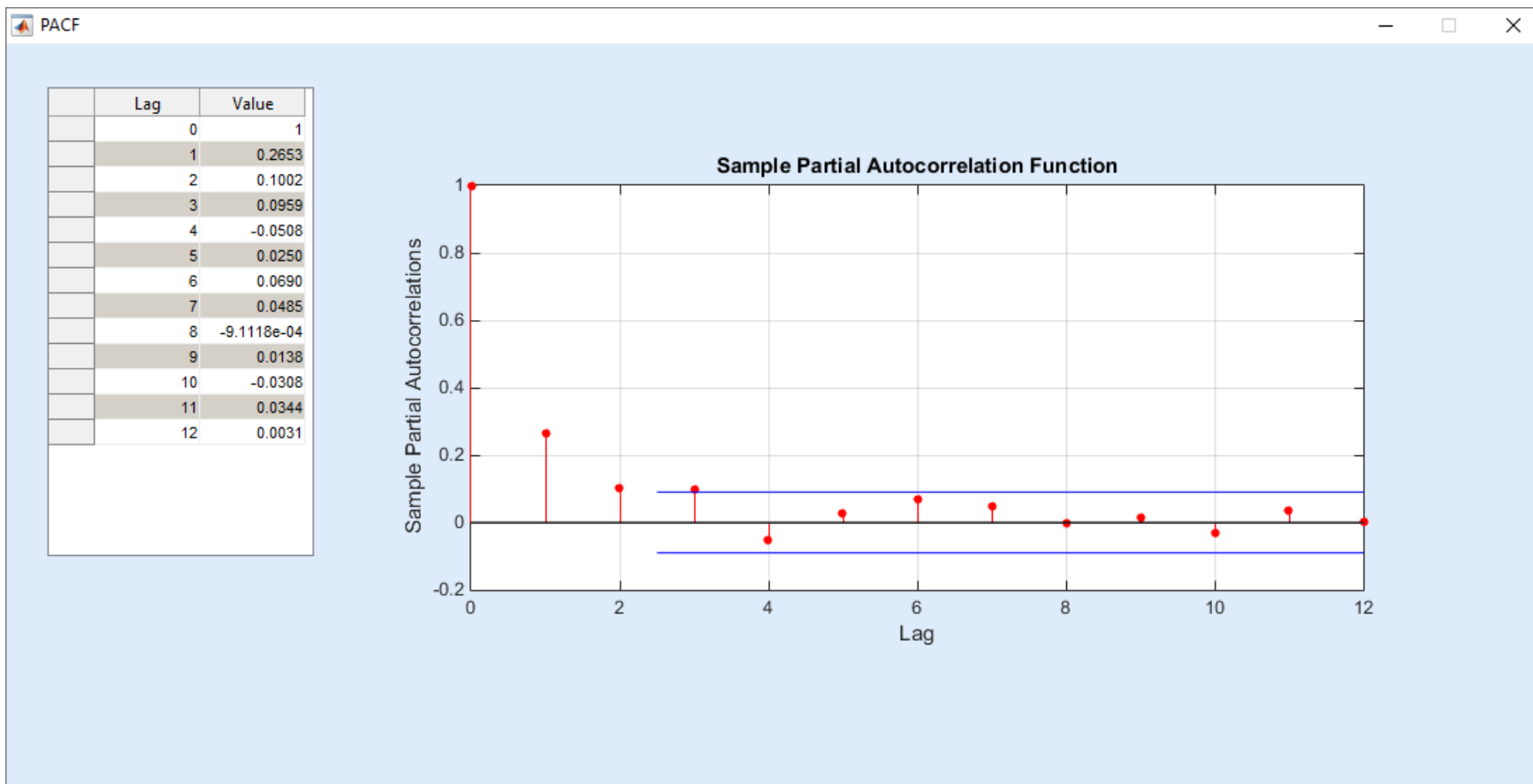


АКФ



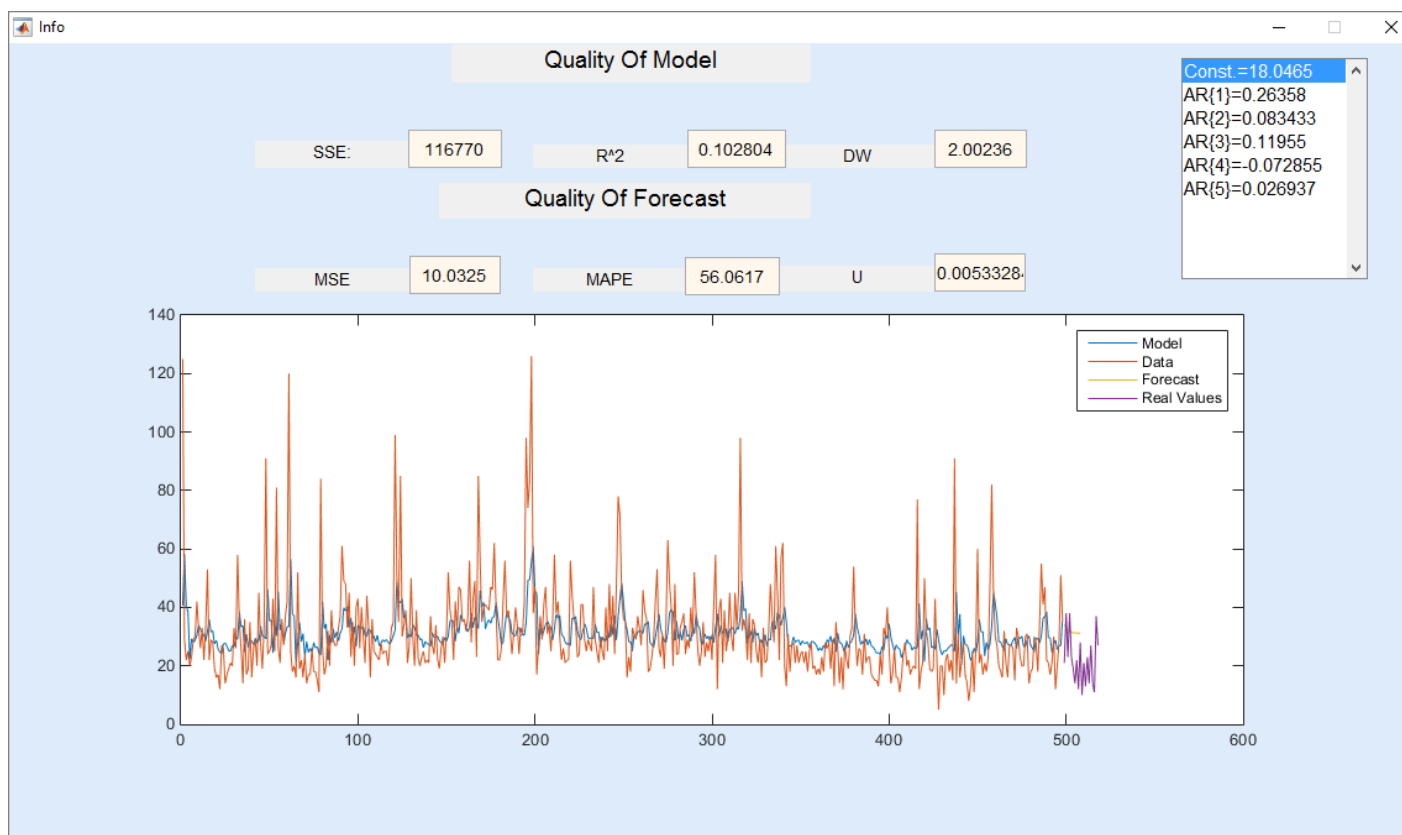


ЧАКФ



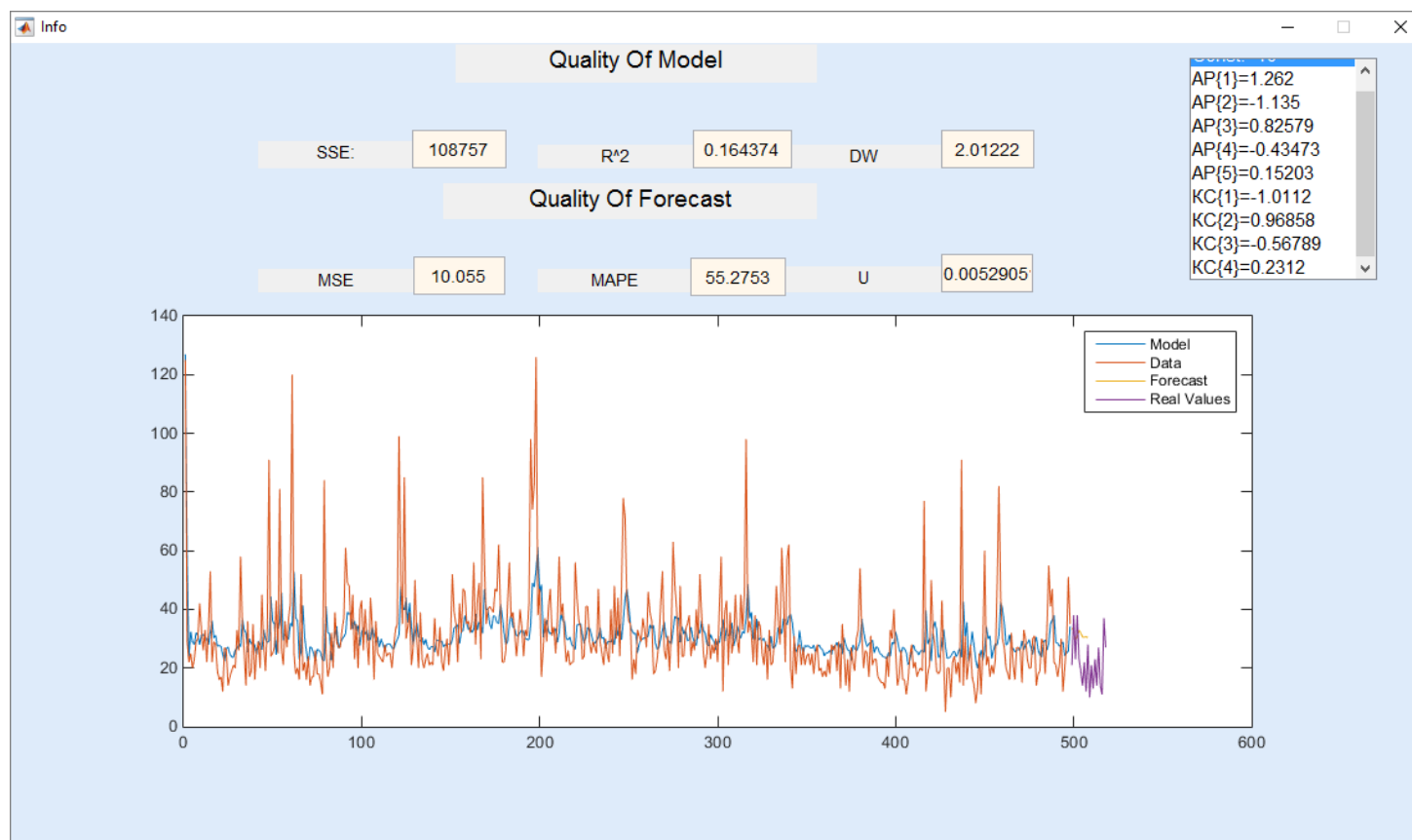


Приклад роботи програми (AR)



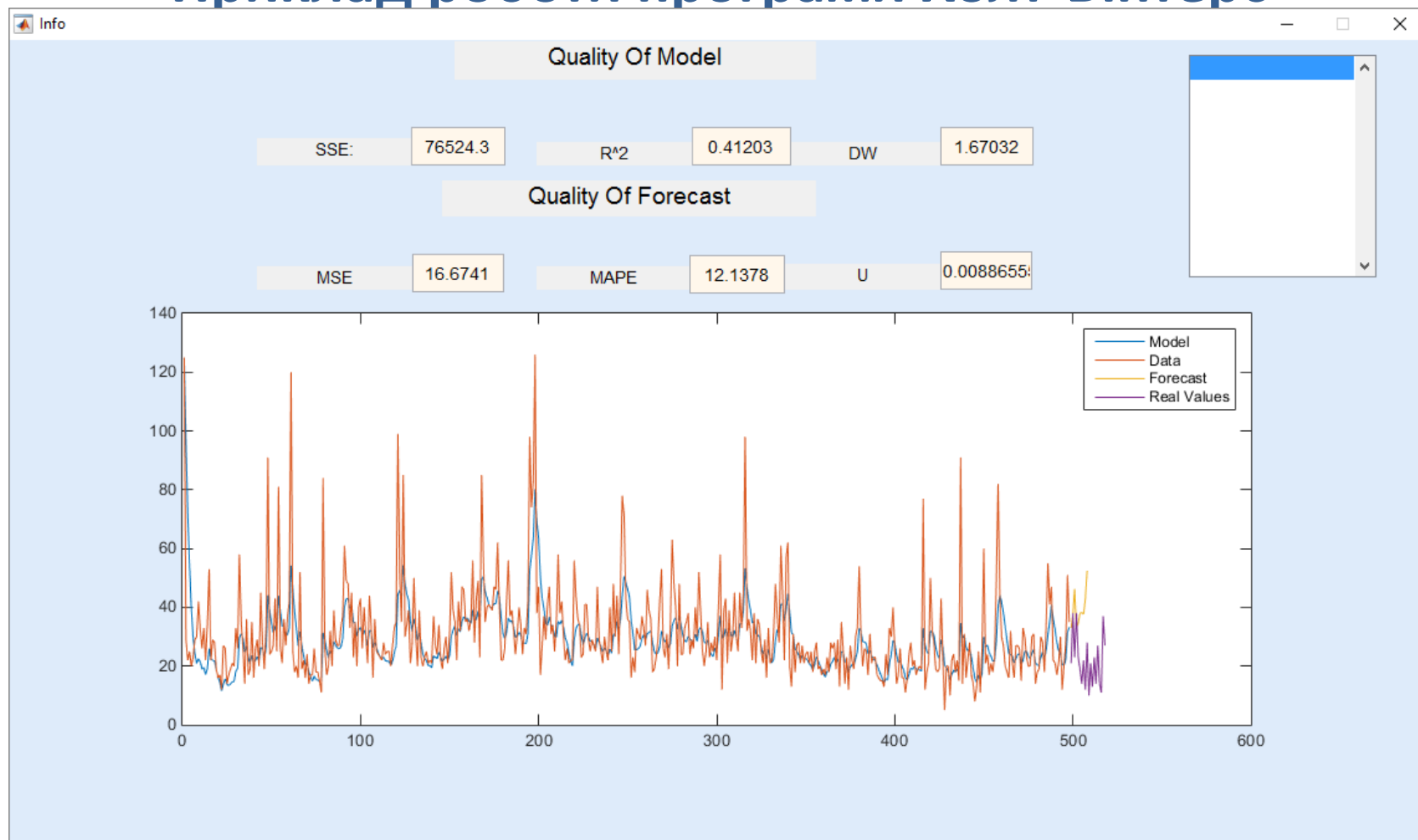


Приклад роботи програми(Аркс)





Приклад роботи програми Холт-Вінтерс





Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Порівняльна таблиця Результати прогнозування процесу ціноутворення на валютному ринку

Модель	SSE	R2	DW	СКП	САПП	U
AR(3)	117277	0.098909	1.98371	10.2277	56.8974	0.00539919

$$X_t = 17.41 + 0.25x_{t-1} + 0.08x_{t-2} + 0.1x_{t-3} + \varepsilon_t$$

Модель	SSE	R2	DW	СКП	САПП	U
AR(6)	116159	0.107501	2.00446	10.3779	57.2822	0.00545711

$$\begin{aligned} X_t &= 16.72 + 0.26x_{t-1} + 0.09x_{t-2} + 0.1x_{t-3} \\ &\quad - 0.08x_{t-4} + 0.006x_{t-5} + 0.07x_{t-6} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

ε_t – білий шум, послідовність однакових незалежно розподілених величин



*Порівняльна таблиця
Результати прогнозування процесу ціноутворення на
валютному ринку*

Модель	SSE	R2	DW	СКП	САПП	U
ARMA (6,5)	108055	0.169763	1.99904	10.2697	56.7058	0.00541261

$$\begin{aligned} X_t &= 11.85 + 1.04x_{t-1} - 0.79x_{t-2} + 0.43x_{t-3} \\ &\quad - 0.15x_{t-4} + 0.08x_{t-5} - 0.79\varepsilon_{t-1} \\ &\quad + 0.68\varepsilon_{t-2} - 0.21\varepsilon_{t-3} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Модель	SSE	R2	DW	СКП	САПП	U
ARMA (5,3)	108969	0.162746	2.00632	10.191	56.2723	0.00539174

$$\begin{aligned} X_t &= 13.44 + 1.19x_{t-1} - 1.14x_{t-2} + 0.88x_{t-3} - 0.56x_{t-4} \\ &\quad + 0.19x_{t-5} + 0.003x_{t-6} - 0.95\varepsilon_{t-1} + 1.01\varepsilon_{t-2} \\ &\quad - 0.64\varepsilon_{t-3} + 0.37\varepsilon_{t-4} - 0.03\varepsilon_{t-5} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

ε_t — білий шум, послідовність однакових незалежно розподілених величин



Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Порівняльна таблиця Результати прогнозування процесу ціноутворення на валютному ринку

Модель	SSE	R2	DW	СКП	САПП	U
HW(0.2,0,0)	84345	0.2341	1.22201	8.73317	47.0342	0.00463978
HW(0.4,0.1,0.1)	54672.6	0.579926	1.88827	0.2433	19.8655	0.0104914
HW(0.5,0.1,0.3)	61419	0.52809	1.23751	0.23	33.5546	0.0135874



Висновки

- Виконано аналіз та моделювання динаміки двох вибраних процесів за допомогою регресійних моделей. Для виконання обчислювальних експериментів розроблено авторську програму у системі Matlab
- Для коротко- і середньострокового прогнозування дзвінків кращою виявилася модель $AR(5)$ з використанням методу оцінки параметрів МНК. Оцінка якості прогнозів за критерієм середньої абсолютної похибки у процентах не гірше 0,57% для відповідних вибірок.



Перспективи для подальших досліджень

Застосувати для моделювання і прогнозування метод групового врахування аргументів, нейронні мережі та інші альтернативні методи.

Як альтернативу використаним методам застосувати ймовірнісні моделі, які дають можливість отримати оцінки прогнозів у вигляді ймовірностей станів (байєсівські мережі, узагальнені лінійні моделі).

Розробити та реалізувати систему підтримки прийняття рішень для моделювання і прогнозування фінансово-економічних процесів, яка буде ґрунтуватись на згаданих методах.

Виконати перевірку методів на широкому спектрі даних, включаючи нелінійні нестационарні процеси (біржові і банківські процеси, страхування).



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Дякую за увагу!