

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Інфокомунікацій \_\_\_\_\_  
(повна назва)  
Кафедра \_\_\_\_\_ Інфокомунікаційної інженерії імені В.В. Поповського \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**ЗВІТ**  
**з лабораторної роботи №3**

з дисципліни  
**Прогнозування та моделювання в соціальній сфері**

Варіант №10

Виконав:  
студент 2 курсу, групи \_\_\_\_\_ КУІБ-19-2  
\_\_\_\_\_  
Нестеренко Є.В.  
(прізвище, ініціали)

Перевірив: завідувач кафедри ІКІ ім. В.В. Поповського  
\_\_\_\_\_  
Лемешко О.В.  
(посада, прізвище, ініціали)

2021 р.

## МЕТА РОБОТИ

Здобуття практичних навичок з побудови прогнозів за допомогою методів прогнозування, заснованих на моделях ARMA та ARIMA. Оцінка точності побудови прогнозів за множиною показників. Проведення порівняльного аналізу ефективності досліджуваних методів прогнозування за якісними та кількісними критеріями

## ХІД ВИКОНАННЯ

Завдання 1. Отримання індивідуального варіанту завдань, представленого часовим рядом

Варіант завдання, представлений у вигляді часового ряду представлений .

Таблиця 1 – Індивідуальні значення для побудови прогнозу

Номера варіанта завдання	A	B	C	D
10	-2,0	40	1200	500

Завдання 2. Опис методів

Модель прогнозування часових рядів ARMA

У статистичному аналізі часових рядів моделі авторегресії - ковзного середнього (АРКС, англ. autoregressive - moving-average models, ARMA) пропонують економний опис (слабко) стаціонарного стохастичного процесу в термінах двох многочленів, одного для авторегресії, а другого - для ковзного середнього.

Для заданого часового ряду даних  $X_t$  модель АРКС є інструментом для розуміння та, можливо, передбачування майбутніх значень цього ряду. Ця модель складається з двох частин: авторегресійної (АР), та ковзного середнього (КС). Частина АР передбачає регресування цієї змінної за її власними запізнюваними (тобто, минулими) значеннями. Частина КС передбачає моделювання члену похибки як лінійної комбінації членів похибки, що стаються в поточний момент та в різні моменти часу в минулому.

Модель авто регресії

Позначення  $AR(p)$  стосується авто регресійної моделі порядку  $p$ . Модель  $AR(p)$  записують як:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

де  $\phi_1, \dots, \phi_p$  є параметрами,  $c$  є сталою, а випадкова величина  $\varepsilon_t$  є білим шумом.

Модель прогнозування часових рядів ARIMA

Моделі ARIMA надають інший підхід до прогнозування часових рядів. Експоненціальні згладжування та моделі ARIMA - це два найбільш широко використовувані підходи до прогнозування часових рядів і надають допоміжні підходи до проблеми. Хоча експоненціальні моделі згладжування базуються на описі тенденції та сезонності даних, моделі ARIMA мають

на меті описати автокореляції даних.

Завдання 3. Програмна реалізація методу.

Реалізація авто регресії, ARMA та ARIMA

На рис. 3.1, наведена ілюстрація програмної реалізації методів, де  $Y$  – вхідні дані,  $p1$  – ARMA,  $p2$  – ARIMA,  $p3$  – авто регресія

```
A=-2;
B=40;
C=1200;
D=500;

N=60; % всего эл.
t=1:N;
YY=A*(t.^2)+B*t.*sin(t)+C.*rand(1,N)+D;

K=10; % на скільки прогнозуємо
KK=N-K;
Y=YY(1:KK);

Y_fact=YY(KK+1:N); % оставил только 10

data=iddata(Y',[1]);
sys1=armax(data,[4 3]);
sys2=armax(data,[4 3], 'IntegrateNoise', 1);
sys3=armax(data,[4,0]);

p1=forecast(sys1,data,K);
p1_znach = p1.OutputData;

p2=forecast(sys2,data,K);
p2_znach = p2.OutputData;

p3 = forecast(sys3, data, K);
p3_znach = p3.OutputData;
```

Рисунок 3.1 — Графічна ілюстрація програмної реалізації методу експоненціального згладжування.

Завдання 4. Отримання результатів досліджень

Вихідний часовий ряд наведений на рис. 4.1.

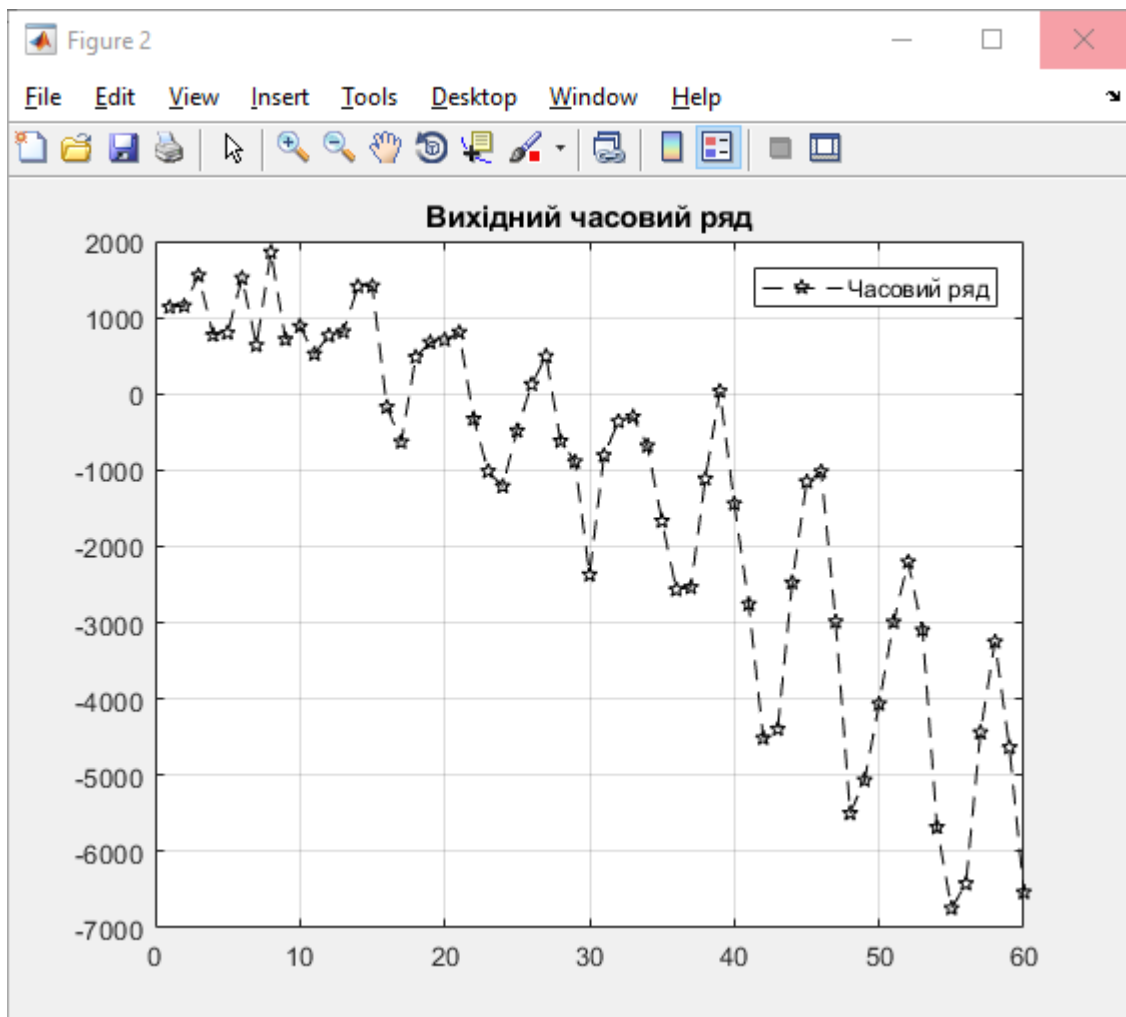


Рисунок 4.1 – Графік часового ряду

На рис. 4.2 наведений результат прогнозу за методом ARMA

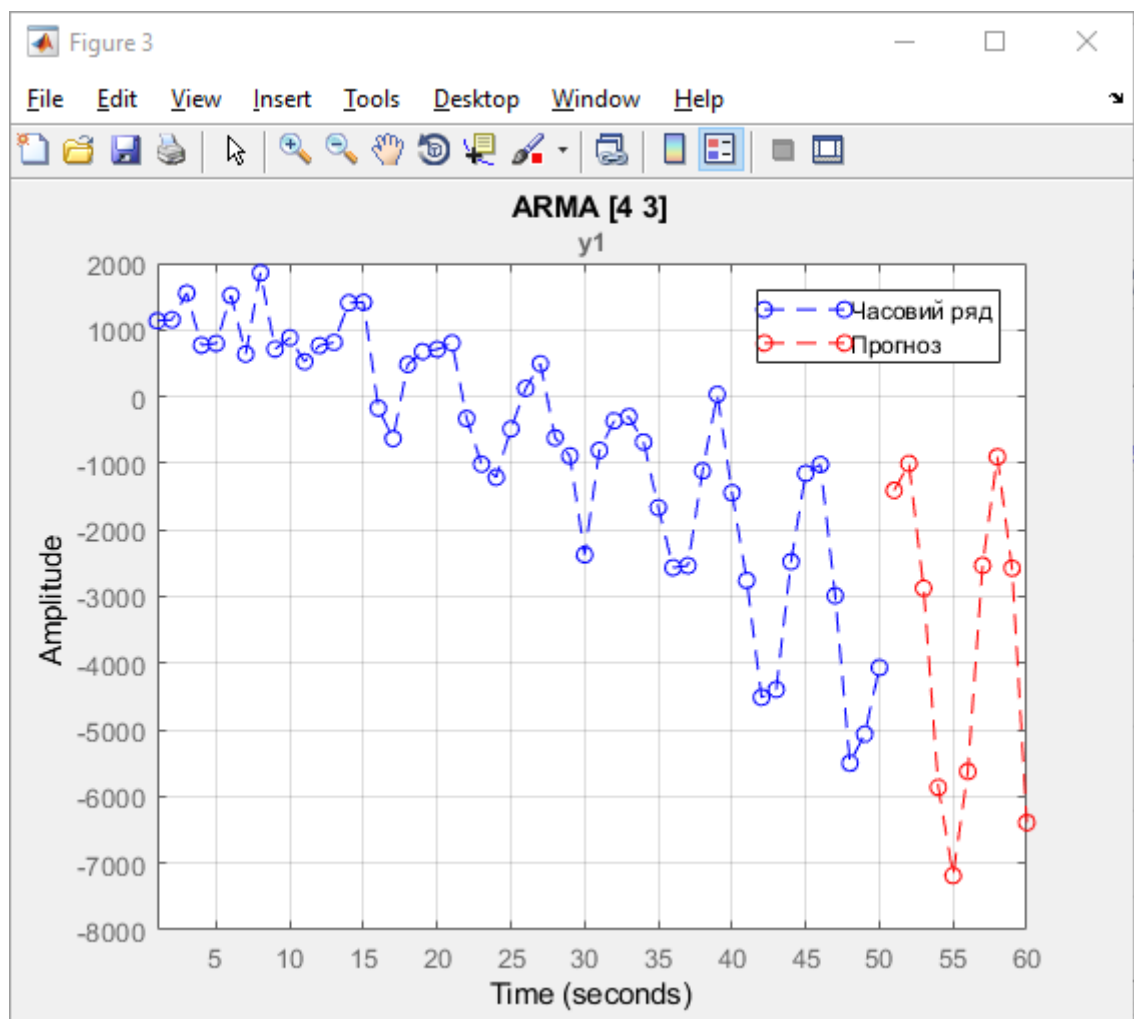


Рисунок 4.2 – Результат за ARMA

На рис. 4.3 наведений результат прогнозу за методом ARIMA

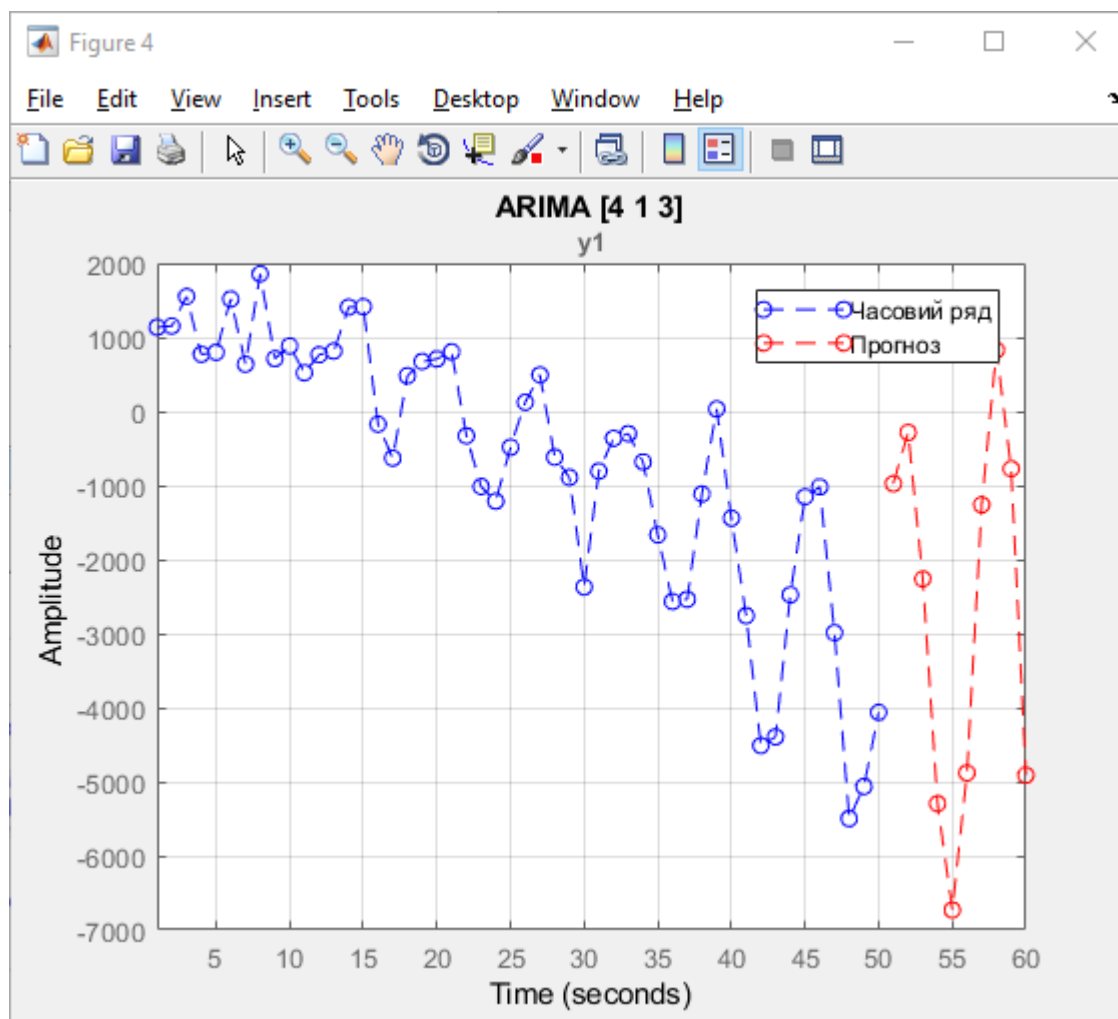


Рисунок 4.3 – Результат за ARIMA

На рис. 4.4 наведений результат прогнозу за звичайною авто регресією

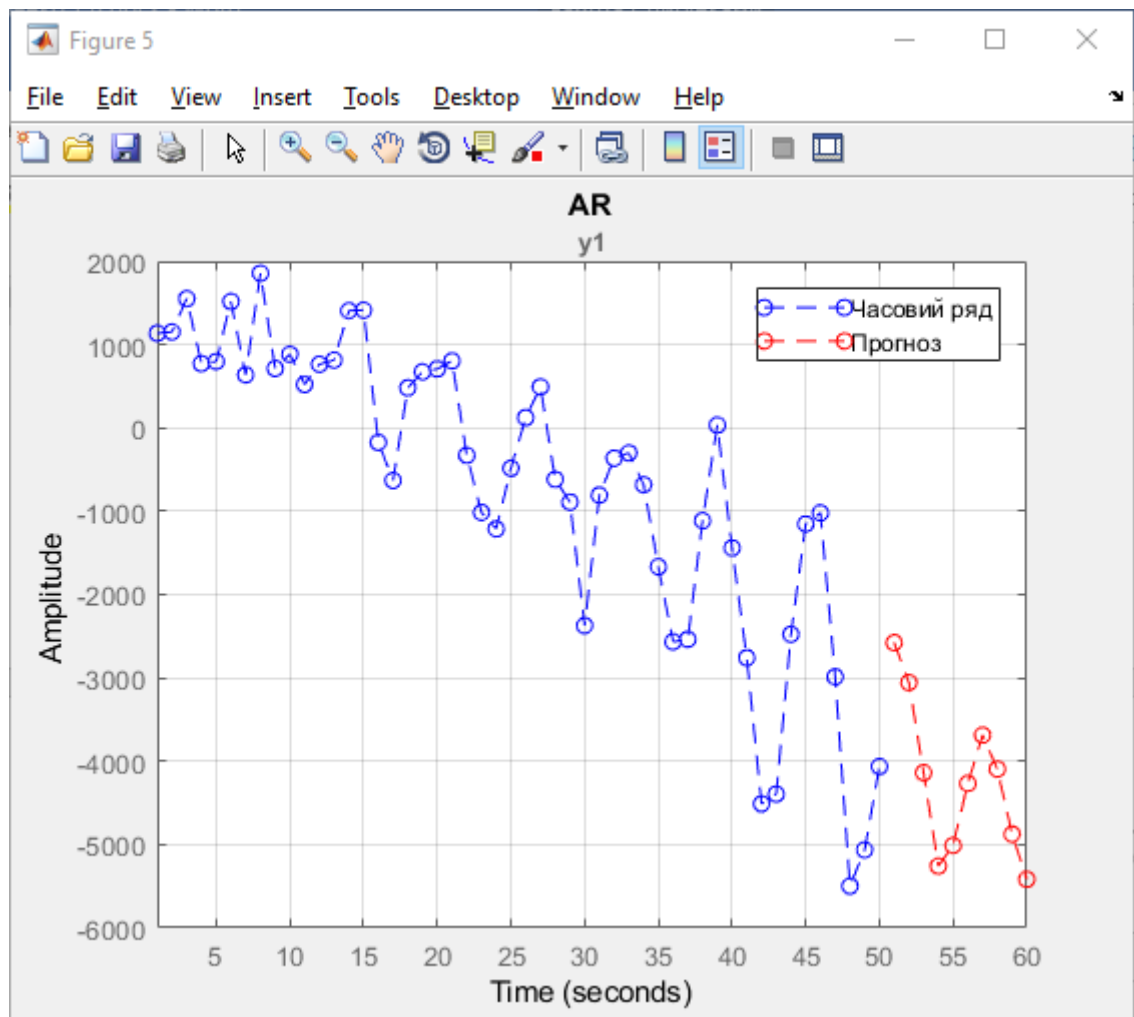


Рисунок 4.4 – Результат за звичайною авто регресією

Завдання 5. Оцінка точності побудованого прогнозу за множиною показників. Занесення отриманих результатів розрахунку в порівняльну таблицю.

Оцінка точності прогнозів проводиться за такими ознаками:

1. Помилка прогнозу:

$$e_j = y_j - \hat{y}_j. \quad (5.1)$$

2. Абсолютна помилка прогнозу:

$$\Delta_j = |y_j - \hat{y}_j|. \quad (5.2)$$

3. Середня абсолютна помилка прогнозу:

$$\text{MAE} = \left( \frac{\sum_{j=1}^N |y_j - \hat{y}_j|}{N} \right). \quad (5.3)$$

4. Відносна похибка прогнозу:

$$\varepsilon_j = \left( \frac{|y_j - \hat{y}_j|}{y_j} \right) \cdot 100. \quad (5.4)$$

5. Середня абсолютна відсоткова помилка:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \cdot \left( \sum_{j=1}^N \frac{|y_j - \hat{y}_j|}{y_j} \right) \cdot 100\%. \quad (5.5)$$

6. Середня відсоткова помилка:

$$\text{MPE} = \frac{1}{N} \cdot \left( \sum_{j=1}^N \frac{(y_j - \hat{y}_j)}{y_j} \right) \cdot 100\%. \quad (5.6)$$

7. Коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (e_t^2)}{\sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y}_t)^2}. \quad (5.7)$$



Таблиця 2 – Отримані у результаті розрахунків дані

Метод прогнозу /показник точності прогнозу	Прогноз (на один часовий інтервал вперед)	Помилка прогнозу	Абсол. помилка прогнозу	Відн. помилка прогнозу	Сер. абс. помилка прогнозу	Сер. абс. відсоткова помилка прогнозу	Сер. відсотк. помилка прогнозу	Коеф. детерм.
Метод крайніх точок	208,6600	-35,26	35,26	0,2033	127,71	35,4561	28,678	0,22
Метод середніх точок	310,5028	-137,1028	137,1028	0,7907	87,6083	32,4343	-11,7763	0,0133
ЛМ	327,5562	-154,1562	154,1562	0,8890	84,6940	34,5528	34,5528	0,0631
ПМ	188,4434	-15,0434	15,0434	0,0868	788,6305	217,8830	217,8830	- 64,347
ЕМ	313,1069	-139,7069	139,7069	0,8057	82,0277	31,8018	31,8018	0,0844
НМ	213,8	-40,4	40,4	0,233	50,7667	17,6905	9,9243	-4,1575
НММ1	139,6	33,8	33,8	0,8051	61,55	25,6474	18,708	-0,8708
НММ2	116,0753	57,3247	57,3247	0,3306	50,8698	18,2653	7,2002	-1,3474
КС	327,6333	-154,2333	154,2333	0,8895	10334	37,0461	1,5533	0,0985
ПС	308,7333	-135,3333	135,3333	0,7805	9079,9	31,9706	-4,9428	0,0683
ЕЗ	213,8	-40,4	40,4	0,233	50,7667	17,6905	17,6905	0,9969
Модель прогноз. ARMA	-2398,2	-605,3061	605,3061	-0,2015	3976	8,7104	8,4441	-43,765
Модель прогноз. ARIMA	-2146,1	-857,3733	857,3733	-0,2855	16415	35,8091	35,8091	-4,4342
Модель прогноз. AR	-3049,7	46,1747	46,1747	-0,0154	11394	20,7879	8,1937	-0,8555

## ВИСНОВКИ

Середня абсолютна відсоткова помилка прогнозу ARMA дорівнює 8,7104%, що знаходиться у проміжку між 0 та 10 відсотками і є дуже гарним результатом. Помилка прогнозу на 1 крок вперед склала 605,3061.

Середня абсолютна відсоткова помилка прогнозу ARIMA дорівнює 35,8091%, що знаходиться у проміжку між 20 та 50 відсотками і є задовільним результатом. Помилка прогнозу на 1 крок вперед склала 857,3733.

Середня абсолютна відсоткова помилка прогнозу AR дорівнює 20,7879%, що знаходиться у проміжку між 20 та 50 відсотками і є задовільним результатом. Помилка прогнозу на 1 крок вперед склала 46,1747.

Отже, найкращий результат при прогнозуванні на 1 крок має AR. При подальшому прогнозуванні найкращу точність також має AR. Найгіршу точність як при прогнозуванні на 1 крок, так і при подальшому прогнозуванні має ARIMA.