

Сумський державний університет
Кафедра
Прикладної математики та моделювання складних систем

Звіт з практичної роботи №3
Дисципліна
Графові ймовірнісні моделі
Варіант 8

Студентка:	Пороскун О. О.
Група:	ПМ.м-21
Викладач:	Хоменко О. В.

Суми, Сумська область

2023

Порядок виконання роботи

1. Згенеруйте ряди динаміки адитивної і мультиплікативної моделей згідно варіанту і побудуйте графіки.

Для знайомства з моделями динаміки згенеруйте ряди динаміки і побудуйте їх графіки відповідно до варіанту завдання, див. Табл. 3.1. Використовуйте різні листи Excel для роботи з адитивною і мультиплікативною моделями.

Адитивна модель будується за такими формулами:

$$\begin{aligned}T &= a + b * t; \\ S &= c * \sin(0.5236 * t); \\ E &= d * N(0.1); \\ y_t &= T + S + E;\end{aligned}$$

Мультиплікативна модель будується за наступними формулами:

$$\begin{aligned}T &= a + b * t; \\ S &= 1 + f * \sin(0.5236 * t); \\ E &= 1 + g * N(0; 1); \\ y_t &= T * S * E.\end{aligned}$$

Тут $N(0; 1)$ – нормальний розподіл з нульовим середнім значенням і одиничною дисперсією.

Створіть наступні стовпчики: t - час, міс., $t = 1 \dots n$;

T - тренд;

S - сезонні коливання;

E - випадкова складова;

$y(t)$ - ряд динаміки.

Варіанти параметрів моделей динаміки

Таблиця 3.1

№	n	a	b	c	d	f	g
1	60	2	0.3	3	0.5	0.3	0.05
2	70	3	0.2	2	0.5	0.5	0.07
3	80	4	0.1	2	0.5	0.4	0.06
4	90	5	0.2	4	0.6	0.3	0.06
5	100	6	0.3	3	0.4	0.3	0.06
6	110	7	0.5	4	0.8	0.2	0.05
7	80	3	0.2	4	0.7	0.1	0.03
8	90	5	0.1	5	0.5	0.2	0.05
9	80	6	0.4	6	0.4	0.5	0.04
10	70	8	0.3	3	0.6	0.7	0.07

Для створення стовпчика часу t введіть початкове значення $t = 1$. Потім виділіть стовпець і заповніть його, вибравши *Правка* → *Заповнити* → *Прогресія* → *Арифметична*. Введіть n в вікні *Граничне значення*.

Для створення сезонної складової використовуйте функцію *SIN*.

Випадкові числа з нормальним розподілом $N(0; 1)$ згенеруйте за допомогою статистичної надбудови аналізу даних: *Сервіс* → *Аналіз даних* → *Генерація випадкових чисел*. Вкажіть нульове середнє значення і одиничну дисперсію.

Побудуйте графік ряду динаміки. Налаштуйте властивості діаграми, щоб зображення займало усе доступне поле графіка, а масштаб задавався б круглими числами, див. Рис. 3.1.

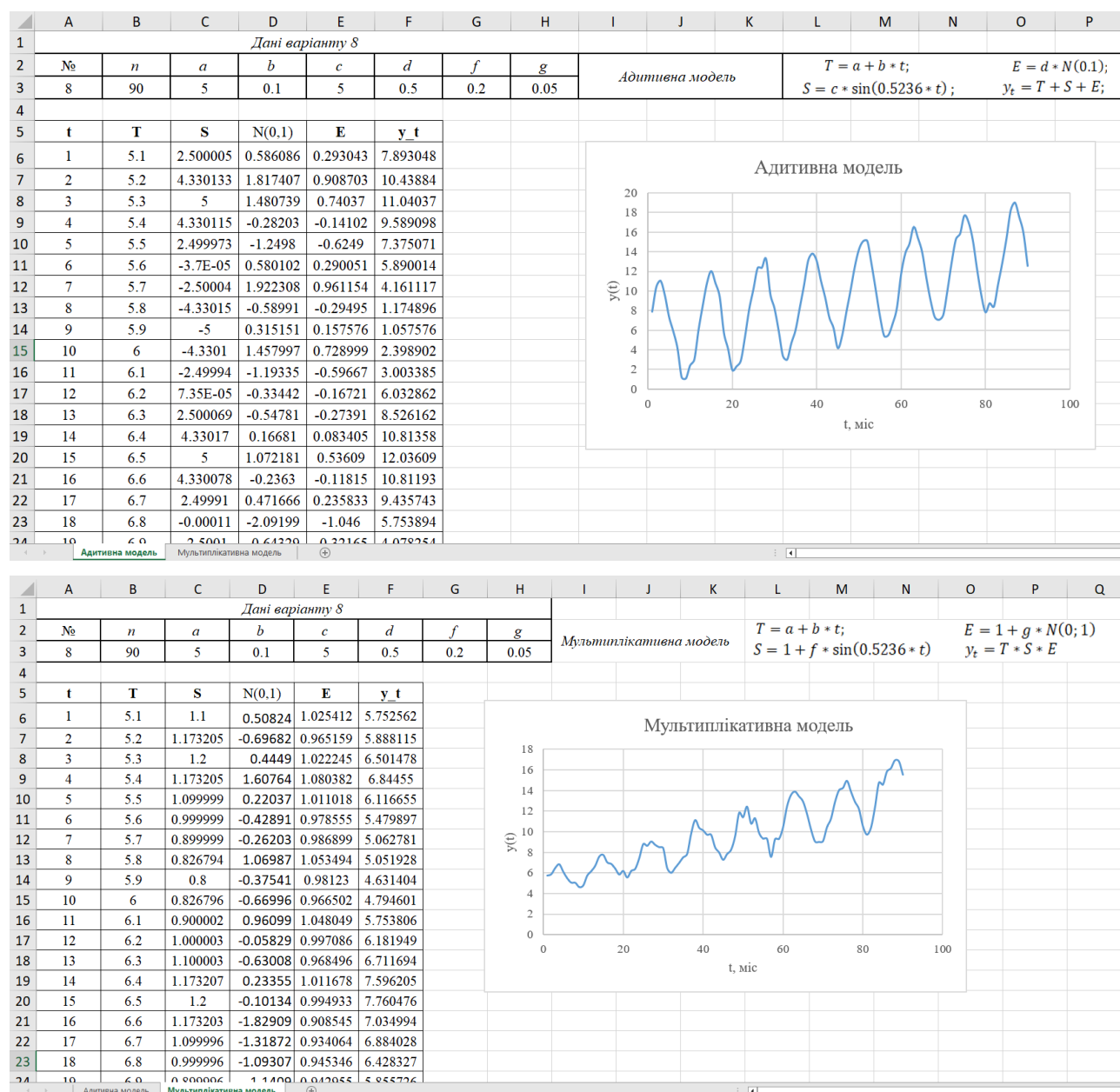


Рис. 3.1 – Вихідні дані та діаграми в динаміці

Порівняйте отримані графіки і зробіть висновок про зміну амплітуди сезонних коливань в різних моделях сезонності.

Як видно з графіків, в адитивній моделі сезонності більша зміна амплітуди сезонних коливань, відповідно в мультиплікативній – менша.

2. Завантажте історичні дані відповідно до варіанту завдання і побудуйте графік за цінами закриття.

В якості вихідних даних використовуються денні та тижневі ряди котирувань акцій різних емітентів на фондовій біржі ММВБ.

Таблиця 3.2

Варіанти завдань

№	Ім'я файлу
1	BGDE_160101_161201.txt
2	DIXY_160101_161201.txt
3	GMKN_160101_161201.txt
4	GRNT_160101_161201.txt
5	HALS_160101_161201.txt
6	LNZL_160101_161201.txt
7	UTSY_160101_161201.txt
8	ZHIV_160101_161201.txt
9	ZILL_160101_161201.txt
10	ZVEZ_160101_161201.txt

Завантажте файл відповідно до варіанта завдання, див. Табл. 3.2. При спробі відкрити текстовий файл *.TXT через меню *Файл* → *Відкрити* автоматично запускається *Майстер імпорту текстових файлів MS Excel*. В процесі налаштування Майстра в нижній частині вікна можна бачити *Зразок розбору даних* і контролювати правильність імпорту.

Використовуйте наведене нижче

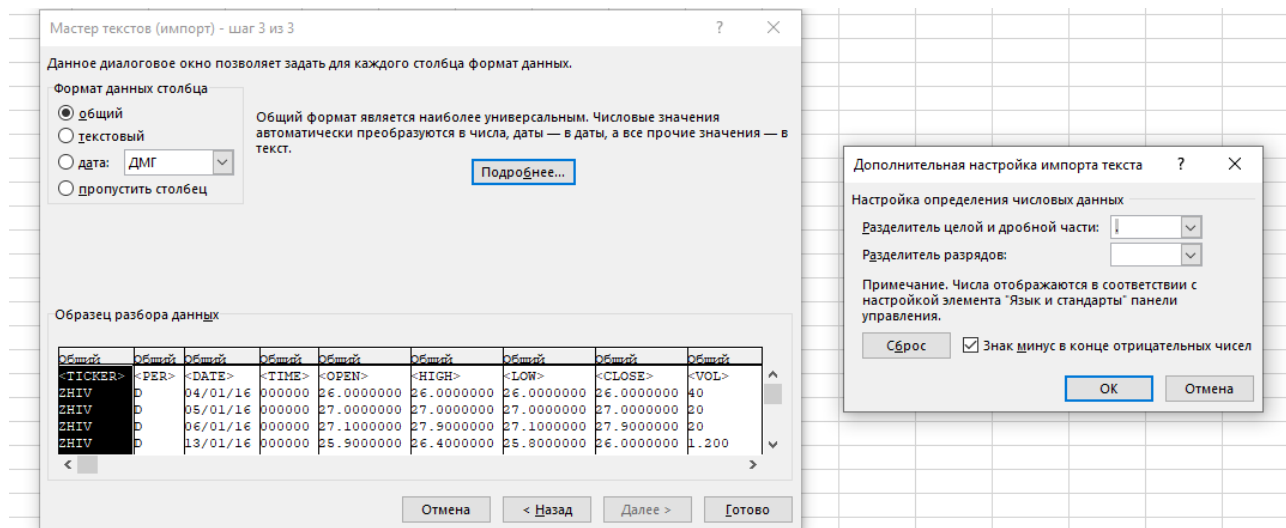
Крок 1 з 3: Формат вихідних даних: → з роздільниками.

Крок 2 з 3: Символом-роздільником є: → кома.

Крок 3 з 3: Детальніше → Роздільник цілої та дробової частини → Точка, див.

Рис. 3.2.

Переконайтеся, що при імпорті даних не була спотворена інформація. Для цього візуально порівняйте вихідний текстовий файл і таблицю Excel.



	A	B	C	D	E	F
1	<DATE>	<OPEN>	<HIGH>	<LOW>	<CLOSE>	<VOL>
2	04.01.2016	26	26	26	26	40
3	05.01.2016	27	27	27	27	20
4	06.01.2016	27.1	27.9	27.1	27.9	20
5	13.01.2016	25.9	26.4	25.8	26	1.2
6	14.01.2016	26	26	25.8	25.8	90
7	15.01.2016	25.8	25.8	25.8	25.8	400
8	18.01.2016	25.8	26	25.8	26	350
9	20.01.2016	26.2	26.2	25.8	25.8	20
10	21.01.2016	25.6	25.9	25.6	25.9	100
11	22.01.2016	25.7	25.7	25.7	25.7	10
12	25.01.2016	25.7	26.2	25.5	25.5	400
13	26.01.2016	25.8	25.9	25.8	25.9	200
14	27.01.2016	25.6	25.6	24.8	25.4	690
15	28.01.2016	25.6	26.2	25.5	26.2	800
16	29.01.2016	26.2	26.3	26.2	26.3	320
17	01.02.2016	25.8	25.8	25.8	25.8	60
18	02.02.2016	26	26	26	26	30
19	03.02.2016	26.5	26.5	26	26	400

Рис. 3.2 – Налаштування майстра імпорту текстових файлів та результат імпортування та редагування даних таблиці.

Після завершення імпорту видаліть малоінформативні колонки *TICKER*, *PER*, *TIME* і збережіть дані в форматі *.XLS.

3. За допомогою контекстного меню додайте лінію тренда на всі три графіка. Підберіть найбільш підходящий тип тренда.

Побудуйте графік за цінами закриття *CLOSE* в залежності від часу: *Вставка* → *Діаграма* → *Тип* → *Точкова* → *Без маркерів*.

Налаштуйте діаграму так, щоб оптимально використовувати все поле графіка, см. Рис. 3.3. При аналізі даних за кілька років можна використовувати скорочене значення цієї дати у форматі «місяць-рік».

Для побудови лінії тренду клацніть правою кнопкою миші по лінії графіка. У контекстному меню виберіть пункт *Додати лінію тренда*. У діалоговому вікні виберіть вид апроксимуючої функції, див. Рис. 3.4.



Рис. 3.3 – Налаштування діаграми динаміки та вибір характеру тренду

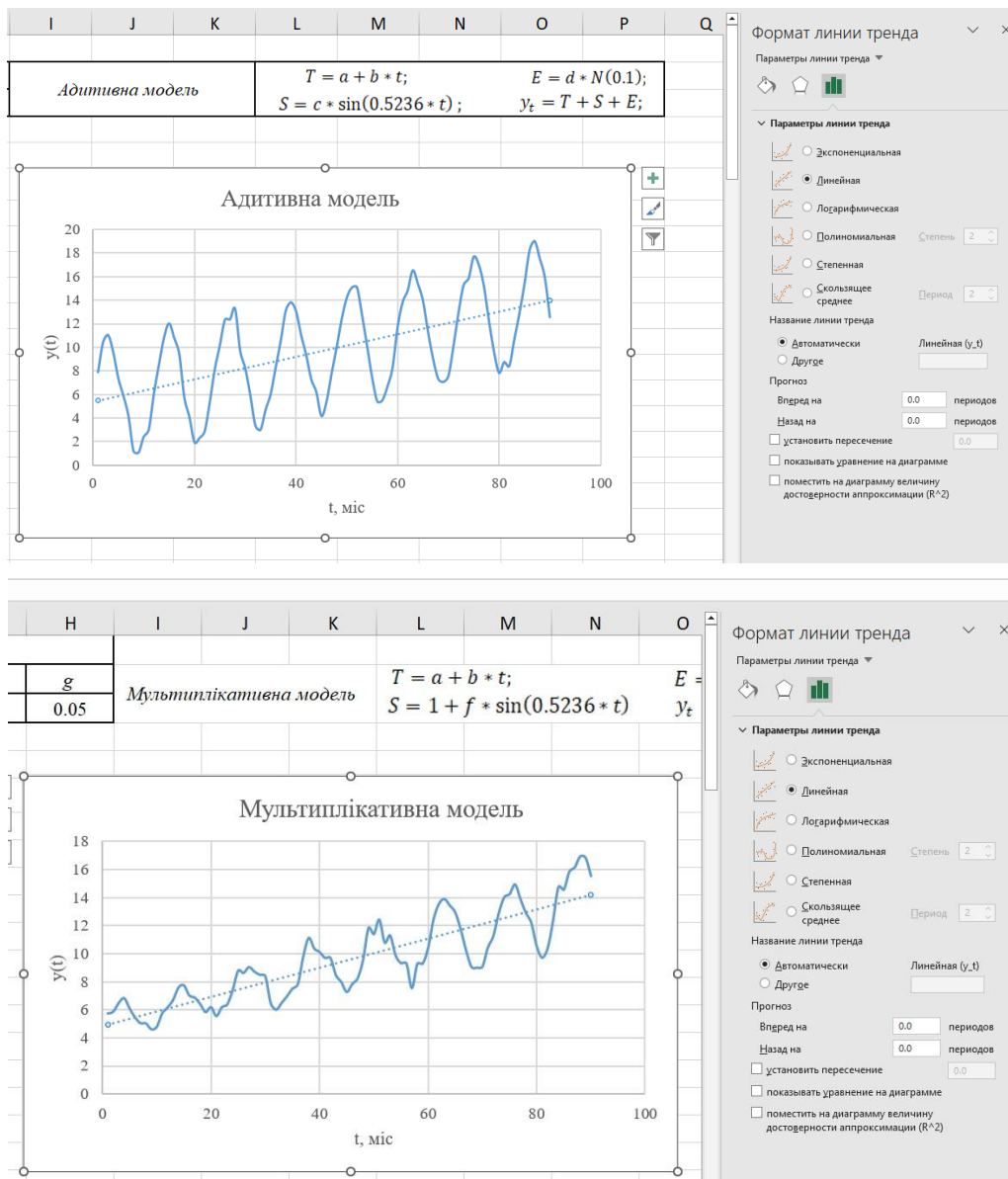


Рис. 3.4 – Налаштування діаграми динаміки та вибір характеру тренду для інших 2 графіків

4. Побудуйте рівняння тренда за допомогою функції **ЛИНЕЙН** і за допомогою статистичної надбудови і нанесіть лінію тренда на графік вихідних даних.

Рівняння тренду можна побудувати методами регресійного аналізу. При роботі з історичними даними можна створити допоміжний стовпець часу t . Побудуйте рівняння тренда за допомогою функції **ЛИНЕЙН** і за допомогою статистичної надбудови Аналіз даних, див. Опис лабораторної роботи №2. На основі рівняння тренда сформуєте стовпець лінійного прогнозу $T(t)$. Потім додайте цей ряд у вихідні дані діаграми з прив'язкою до фактичних дат (стовпець **DATE**). Виконайте наступні дії:

- оберіть діапазон комірок, в якому буде розташовуватися матриця, що є результатом обчислень матричної функції;
- введіть формулу в клітинку (J3), що є лівим верхнім кутом обраного діапазону, натиснути **Enter**;
- виділіть область осередків (обраний діапазон, де буде розрахована нова матриця, що є оберненою або що є добутком матриць) (J3:K3);
- натисніть **F2**;
- натисніть **Ctrl + Shift + Enter**.

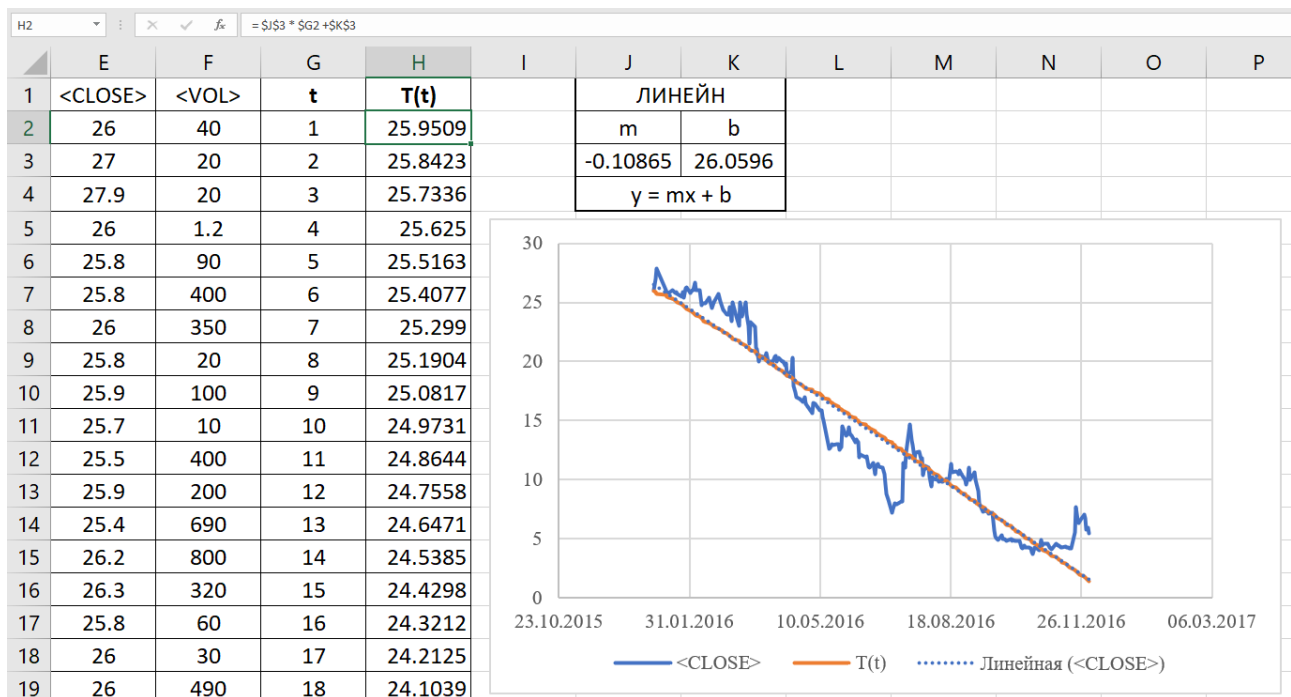


Рис. 3.5 – Побудова графіку тренду за допомогою формули ЛИНЕЙН (лінія T(t))

Регрессия

Входные данные

Входной интервал Y: SE\$2:SE\$228

Входной интервал X: \$G\$2:\$G\$228

☐ Метки ☐ Константа - ноль

☐ Уровень надежности: 95 %

Параметры вывода

☒ Выходной интервал: SQ\$2:SQ\$228

☐ Новый рабочий лист:

☐ Новая рабочая книга

Остатки

☐ Остатки ☐ График остатков

☐ Стандартизованные остатки ☐ График подбора

Нормальная вероятность

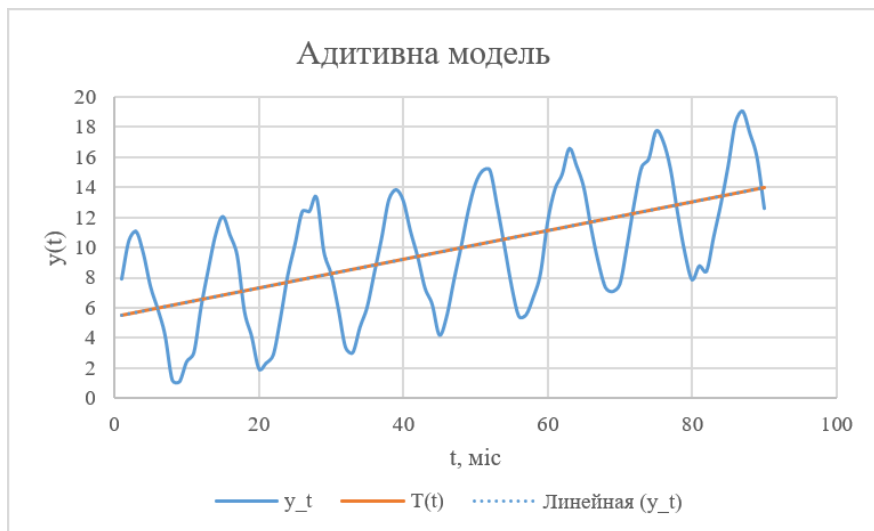
☐ График нормальной вероятности

OK Отмена Справка

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1									
2	ВЫВОД ИТОГОВ								
3									
4	Регрессионная статистика								
5	Множественный R	0.958926092							
6	R-квадрат	0.919539249							
7	Нормированный R	0.919181646							
8	Стандартная ошибка	2.115383863							
9	Наблюдения	227							
10									
11	Дисперсионный анализ								
12		df	SS	MS	F	Значимость F			
13	Регрессия	1	11506.60175	11506.60175	2571.3945	4E-125			
14	Остаток	225	1006.841	4.474848887					
15	Итого	226	12513.44275						
16									
17		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
18	Y-пересечение	26.05957623	0.281736253	92.496354	5.07E-181	25.5044	26.6148	25.5044	26.6148
19	Переменная X 1	-0.108649965	0.00214262	-50.70891919	4.18E-125	-0.11287	-0.10443	-0.11287	-0.10443

Рис. 3.6 – Знаходження коефіцієнтів регресії за допомогою стат. надбудови Аналіз даних (Регресія)

17	{=ЛИНЕЙН(\$F\$6:\$F\$95; \$A\$6:\$A\$95;;)}										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Дані варіанту 8										
2	№	n	a	b	c	d	f	g	Адитивна модель		
3	8	90	5	0.1	5	0.5	0.2	0.05			
4											
5	t	T	S	N(0,1)	E	y_t	T(t)		ЛИНЕЙН		
6	1	5.1	2.500005	0.586086	0.293043	7.893048	5.50064		m	b	
7	2	5.2	4.330133	1.817407	0.908703	10.43884	5.595846		0.09521	5.40543	
8	3	5.3	5	1.480739	0.74037	11.04037	5.691051		y = mx + b		



G6											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Дані варіанту 8										
2	№	n	a	b	c	d	f	g	Мультиплікативна модель		
3	8	90	5	0.1	5	0.5	0.2	0.05			
4											
5	t	T	S	N(0,1)	E	y_t	T(t)		ЛИНЕЙН		
6	1	5.1	1.1	0.50824	1.025412	5.752562	4.943454		m	b	
7	2	5.2	1.173205	-0.69682	0.965159	5.888115	5.047459		0.104	4.83945	
8	3	5.3	1.2	0.4449	1.022245	6.501478	5.151464		y = mx + b		

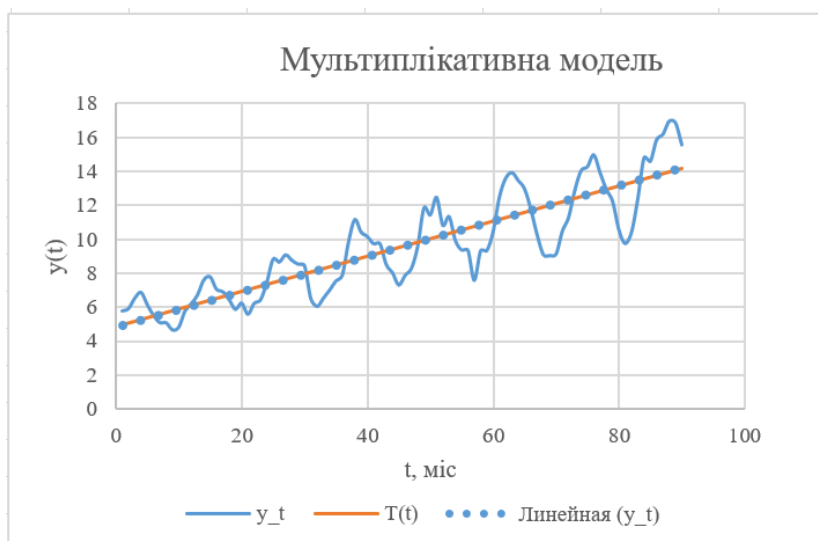


Рис. 3.7 – Побудова графіків тренду за допомогою формули ЛИНЕЙН (лінія $T(t)$) для сезонних моделей

Регрессия

Входные данные

Входной интервал Y:

Входной интервал X:

☐ Метки ☐ Константа - ноль

☐ Уровень надежности: %

Параметры вывода

☒ Выходной интервал:

☐ Новый рабочий лист

☐ Новая рабочая книга

Остатки

☐ Остатки ☐ График остатков

☐ Стандартизованные остатки ☐ График подбора

Нормальная вероятность

☐ График нормальной вероятности

OK Отмена Справка

	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
5	ВЫВОД ИТОГОВ								
6									
7	Регрессионная статистика								
8	Множественный	0.56788							
9	R-квадрат	0.32248							
10	Нормированный	0.31479							
11	Стандартная ошибка	3.62555							
12	Наблюдения	90							
13									
14	Дисперсионный анализ								
15		df	SS	MS	F	значимость F			
16	Регрессия	1	550.579	550.579	41.8864	5.3E-09			
17	Остаток	88	1156.72	13.1446					
18	Итого	89	1707.3						
19									
20		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
21	Y-пересечение	5.40543	0.77075	7.01325	4.6E-10	3.87374	6.93713	3.87374	6.93713
22	Переменная X 1	0.09521	0.01471	6.47197	5.3E-09	0.06597	0.12444	0.06597	0.12444
23									
24									

	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
5	ВЫВОД ИТОГОВ								
6									
7	Регрессионная статистика								
8	Множественный R	0.86654							
9	R-квадрат	0.75089							
10	Нормированный R	0.74806							
11	Стандартная ошибка	1.57386							
12	Наблюдения	90							
13									
14	Дисперсионный анализ								
15		df	SS	MS	F	значимость F			
16	Регрессия	1	657.053	657.053	265.256	2.7E-28			
17	Остаток	88	217.98	2.47705					
18	Итого	89	875.033						
19									
20		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
21	Y-пересечение	4.83945	0.33458	14.4641	5.6E-25	4.17453	5.50437	4.17453	5.50437
22	Переменная X 1	0.104	0.00639	16.2867	2.7E-28	0.09131	0.1167	0.09131	0.1167
23									
24									

Рис. 3.8 – Знаходження коефіцієнтів регресії за допомогою стат. надбудови Аналіз даних (Регресія) для сезонних моделей

Як бачимо з рисунків, коефіцієнти з використанням формули ЛИНЕЙН і Статистичної надбудови Аналіз даних (Регресія) максимально наближені тому не будемо будувати лінію регресії, бо вона просто буде співпадати з графіком $T(t)$.

5. Проведіть згладжування ряду динаміки з адитивною моделлю сезонності за допомогою простої ковзної середньої (трьома способами) і за допомогою ковзної медіани. Підберіть періоди усереднення для видалення випадкової складової і для видалення сезонності.

Для побудови простої ковзаючої середньої є кілька інструментів:

- Функція *СРЗНАЧ* (інтервал_згладжування_y);
- Надбудова *Аналіз даних* → *Ковзаюче середнє*;
- Контекстне меню *Додати лінію тренда* → *Лінійна фільтрація*.

При побудові ковзаючої середньої губляться кілька перших і останніх рівнів ряду. Побудуйте ковзаючу середню за допомогою функції *СРЗНАЧ* і віднесіть результат згладжування до середини інтервалу. Лінія тренда буде відповідати лінії регресії в традиційному розумінні.

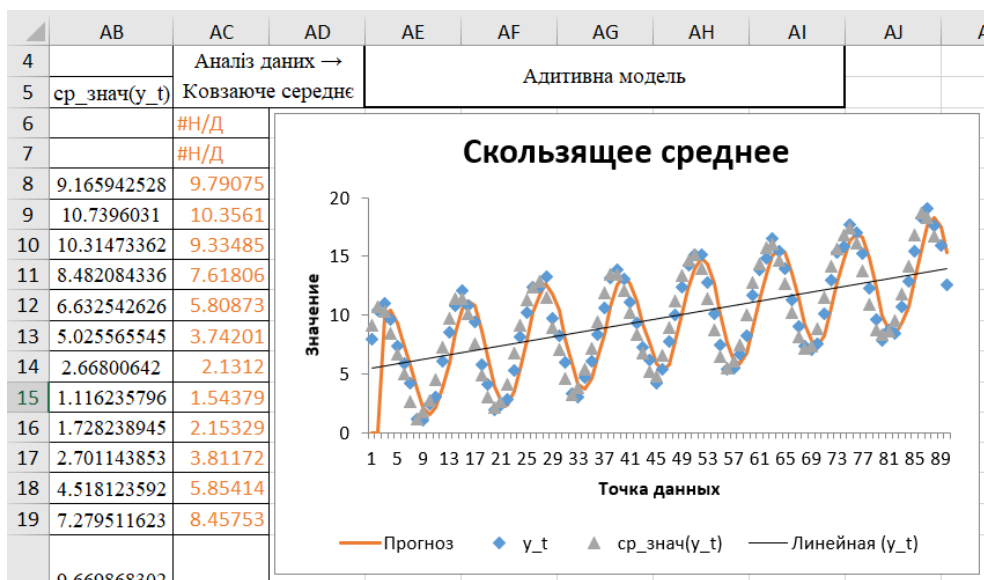


Рис. 3.9 – Лінія регресії і лінія підтримки

Побудуйте ковзаючу середню за допомогою надбудови *Аналіз даних*. В якості вихідного інтервалу вкажіть перший осередок вихідного стовпця. Зверніть увагу на автоматичну прив'язку до часу і діапазон невизначених згладжених значень. Нанесіть лінію на графік вихідного ряду. Підберіть інтервал згладжування так, щоб лінія «підвищуючого» тренда виступила в ролі лінії підтримки, див. Рис. 3.5. В цьому випадку локальні мінімуми ряду динаміки стосуються лінії підтримки.

При аналізі тренду замість середнього арифметичного може використовуватися медіана, див. Функцію *МЕДІАНА* (діапазон).

Згладжене значення \bar{y}_t обчислюється за поточним рівнем ряду y_t і попереднього згладженому рівню \bar{y}_{t-1} :

$$\bar{y}_t = \alpha * y_t + (1 - \alpha)\bar{y}_{t-1};$$

де α – параметр сгладжування, $\alpha < 1$;

$\alpha = \frac{2}{n+1}$ – еквівалентний період сгладжування ковзаючої середньої.

Якщо перетворити наведені вище співвідношення до стандартного вигляду ковзаючої середньої зваженої, то вагові коефіцієнти будуть спадати по експоненті.

Згладжені значення прив'язують до кінця інтервалу, див. Рис. 3.10.

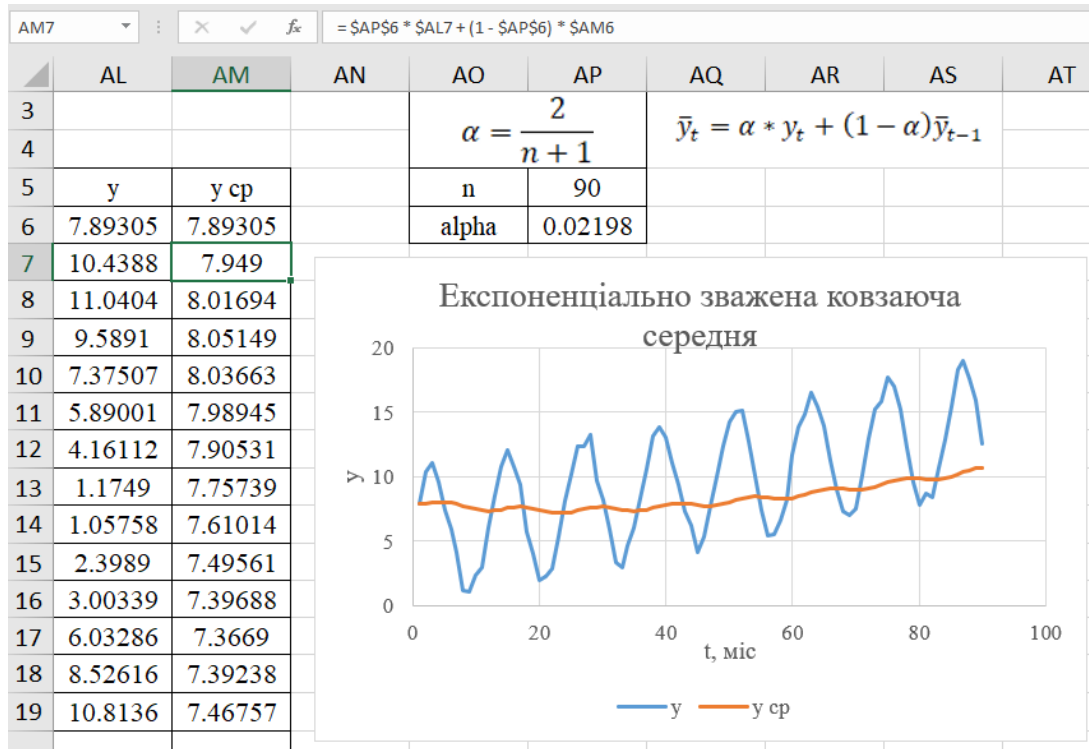


Рис. 3.10 – Експонентні вагові коефіцієнти

6. Побудуйте біржові графіки барів і свічок за різними діапазонами часу (місяць, рік).

За історичними даними про котируваннях акцій в MS Excel можна побудувати два види біржових графіків: свічки і бари (штриховий графік). Для цього викликається меню *Вставка* → *Діаграма* → *Біржова*, див. Рис. 3.11.

На діаграмі японських свічок відображаються чотири значення ціни за інтервал часу:

- *OPEN* - ціна відкриття (на початок інтервалу часу);
- *HIGH* - максимальна ціна за інтервал часу;
- *LOW* - мінімальна ціна за інтервал часу;
- *CLOSE* - ціна закриття (на кінець інтервалу часу).

Якщо ціна закриття вище, ніж ціна відкриття (ринок росте), то тіло свічки біле. При падінні ціни тіло чорне, див. Рис. 3.12.

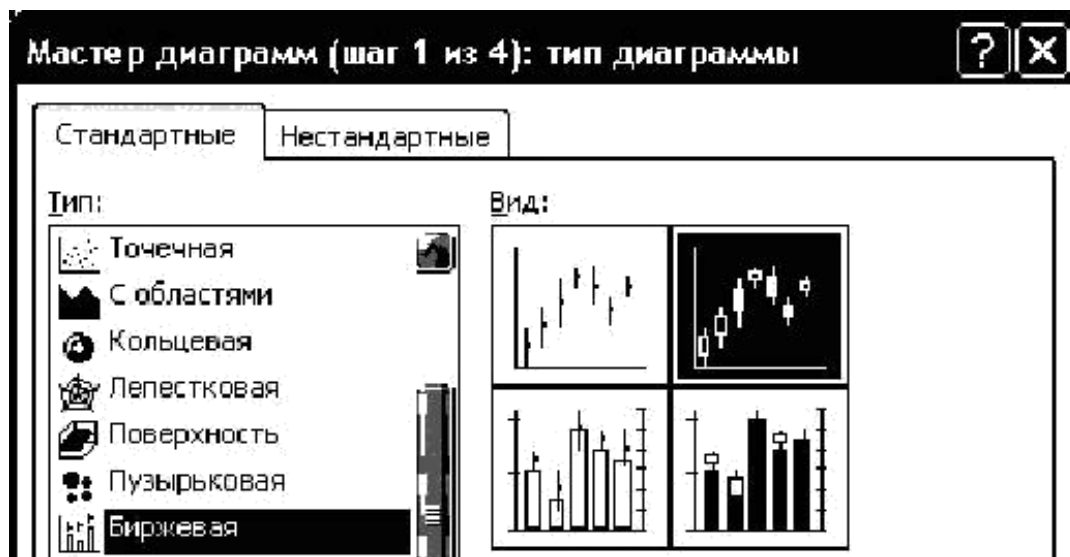


Рис. 3.11 – Вибір виду біржової діаграми

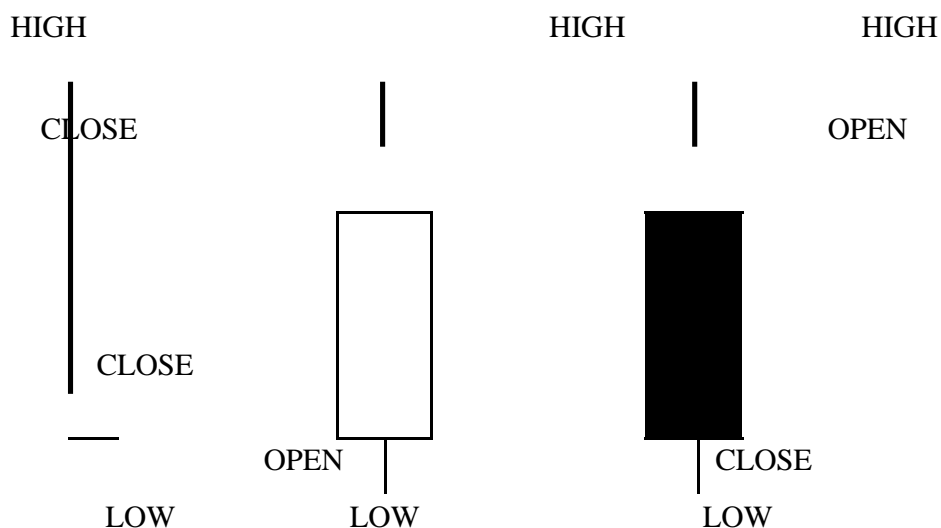


Рис. 3.12 – Біржові діаграми: бар, зростаюча свічка, падаюча свічка

На діаграмі барів MS Excel відображаються три значення ціни за інтервал часу: *HIGH*, *LOW*, *CLOSE*.

Таким чином, біржові діаграми відображають не тільки рух ціни, а й розмах значень за інтервал часу.

Після побудови діаграми можна налаштувати товщину ліній. Виберіть різні діапазони по часу, щоб проаналізувати зміна напрямку динаміки цін.

Торгівля на фондовій біржі не проводиться по вихідних і святкових днях, тому на графіку з'являються «прогалини» в часі - від двох до десяти днів. Тому при аналізі можна видалити стовпець часу з вихідних даних діаграми і використовувати тільки порядковий номер свічки, див. Рис. 3.14.



Рис. 3.13 – Діаграма барів с прив'язкою до календарних дат.

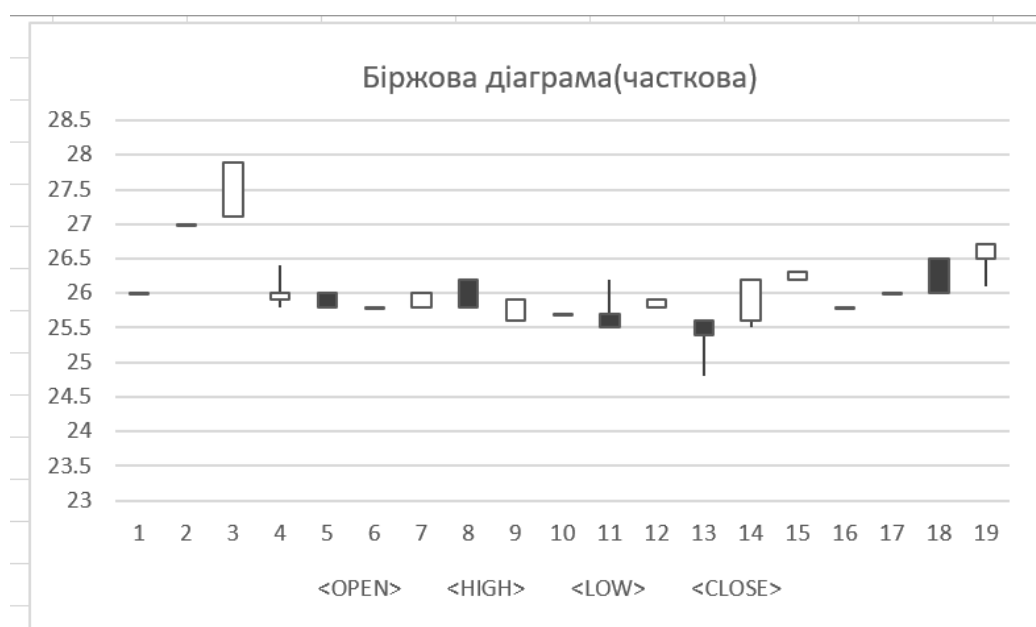


Рис. 3.14 – Діаграма японських свічок без вказівки часу

Контрольне питання

1. Що таке динаміка?
2. Які компоненти вивчають при аналізі рядів динаміки?
3. Чим відрізняються графіки адитивної і мультиплікативної моделей?
4. Що таке тренд?
5. Як побудувати рівняння тренда?

3. Чим відрізняються графіки адитивної і мультиплікативної моделей?

Дві моделі рядів динаміки (моделі сезонності), що найчастіше використовуються, подані наступними формулами:

- адитивна $y_t = T + S + E$
- мультиплікативна $y_t = T * S * E$

Адитивна модель будується за такими формулами:

$$\begin{aligned}T &= a + b * t \\S &= c * \sin(0.5236 * t) \\E &= d * N(0.1) \\y_t &= T + S + E.\end{aligned}$$

Мультиплікативна модель будується за наступними формулами:

$$\begin{aligned}T &= a + b * t \\S &= 1 + f * \sin(0.5236 * t) \\E &= 1 + g * N(0; 1) \\y_t &= T * S * E.\end{aligned}$$

Тому їхні графіки відрізняються зміною амплітуди сезонних коливань. В адитивній моделі сезонності більша зміна амплітуди сезонних коливань, відповідно в мультиплікативній – менша.

Висновки

В ході виконання практичної роботи було проаналізовано статистичні дані згенеровані за допомогою нормального розподілу та наведених формул для рядів динаміки адитивної і мультиплікативної моделей. Були побудовані графіки для цих моделей сезонності. Були розглянуті три складові компоненти ряду динаміки: T - тренд (основна тенденція); S - коливання; E - випадкова складова. Також були побудовані графіки тренду для рядів динаміки. Результати обчислені різними способами збігаються, це підтверджується графіками. . Були представлені графіки для змінної середньої за допомогою статистичних формул та статистичної надбудови «Аналіз даних» та експоненціально зважена ковзаюча середня, графіки згладженого ряду, тренда і рівняння моделей, біржові графіки.