

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра системного аналізу і управління

Ю. О. Шевченко

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИН
(Частина I)**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**
студентами напрямку підготовки 124 Системний аналіз

Дніпро
ДВНЗ «НГУ»
2017

Шевченко Ю.О.

Програмне забезпечення електронно-обчислювальних машин. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 124 Системний аналіз. Ч. 1. / Ю.О. Шевченко. – Д.: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – 54 с.

Автор:

Ю.О. Шевченко, асистент.

Затверджено до видання методичною комісією напряму підготовки 124 «Системний аналіз» (протокол № 1 від 23.03.2017) за поданням кафедри системного аналізу і управління (протокол № 2 від 20.03.2017).

Призначені для самостійної роботи студентів напряму підготовки 124 Системний аналіз при вивченні нормативної дисципліни «Програмне забезпечення електронно-обчислювальних машин», зокрема, під час підготовки до модульного контролю за результатами лабораторних занять, а також при виконанні контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

Розглянуто теоретичний матеріал при роботі з електронними таблицями Microsoft Excel, наведено приклади розв'язування всіх лабораторних завдань.

Сформульовано вимоги до оформлення звіту, питання для самоконтролю і критерії оцінювання лабораторних робіт.

Рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри системного аналізу і управління, д-р техн. наук, проф. В.В. Слесарев.

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота 1	5
Теоретичні відомості	5
Приклад виконання завдання	5
Контрольні питання	11
Варіанти індивідуальних завдань	11
Лабораторна робота 2	14
Теоретичні відомості	14
Приклад виконання завдання	22
Контрольні питання	26
Варіанти індивідуальних завдань	27
Лабораторна робота 3	32
Теоретичні відомості	32
Приклад виконання завдання	33
Контрольні питання	40
Варіанти індивідуальних завдань	40
Лабораторна робота 4	42
Теоретичні відомості	42
Приклад виконання завдання	43
Контрольні питання	46
Варіанти індивідуальних завдань	47
Лабораторна робота 5	49
Теоретичні відомості	49
Приклад виконання завдання	50
Контрольні питання	52
Варіанти індивідуальних завдань	52
Список літератури	53
Додаток	54

Вступ

Методичні вказівки складено для студентів напряму підготовки 124 Системний аналіз у рамках вивчення дисципліни «Програмне забезпечення електронно-обчислювальних машин».

Мета цих методичних рекомендацій – забезпечити ефективність самостійної роботи студентів під час виконання лабораторних робіт і підготовки до модульного контролю, а також під час виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

Програмою курсу передбачено вивчення інтерфейсу програми Microsoft Excel, набуття навичок роботи з книжками та листами. Студенти також мають навчитися використовувати стандартні вбудовані функції Microsoft Excel, функції роботи з масивами та матрицями; засвоїти навички роботи з формулами: виконувати складні обчислення, копіювати та редагувати формули, виправляти помилки у формулах; створювати, копіювати та редагувати таблиці; оволодіти прийомами побудови різних діаграм і графіків функції з використанням майстера діаграм Microsoft Excel; ознайомитися з компонентами і операціями побудови об'ємних діаграм.

Лабораторні заняття проводяться в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях з використанням персональних комп'ютерів.

Перед початком виконання лабораторних робіт, проводиться вступний інструктаж з правил техніки безпеки.

Інформація про проведений інструктаж з техніки безпеки фіксується в журналі з інструктажу

При оцінюванні лабораторної роботи враховується самостійність і своєчасність її виконання студентом, рівень оволодіння теоретичним та практичним матеріалом, правильність виконання і своєчасне оформлення звіту.

Лабораторна робота 1

Тема роботи: основи роботи з електронними таблицями Microsoft Excel.

Мета роботи: ознайомлення з інтерфейсом програми Microsoft Excel. Набуття елементарних навичок роботи з книжками та листами, редагування даних та набирання формул.

Послідовність виконання роботи

1. Опрацювання необхідного теоретичного матеріалу.
2. Виконання роботи згідно з індивідуальним варіантом.
3. Складання звіту, який має містити:
 - номер та тему роботи;
 - постановку індивідуального завдання;
 - описання основних функцій Microsoft Excel, які використовувалися під час виконання завдання;
 - отримані результати подати у вигляді копій екрана листів.

Теоретичні відомості

Електронна таблиця Excel являє собою середовище для роботи з різними даними (текстом, числами та формулами), які можливо не тільки заносити в клітинки таблиць і створювати різні діаграми та графіки, а також виконувати різноманітні операції при роботі з базами даних. Основні принципи введення і редагування даних викладено в багатьох книжках з основ роботи в програмі Microsoft Excel [1].

Основні дії при роботі з листами та клітинками програми, створення та редагування формул будуть розглянуті поступово в прикладі виконання завдання.

Приклад виконання завдання

1. Ввести дані, зазначені в табл. 1.1, на перший робочий лист.

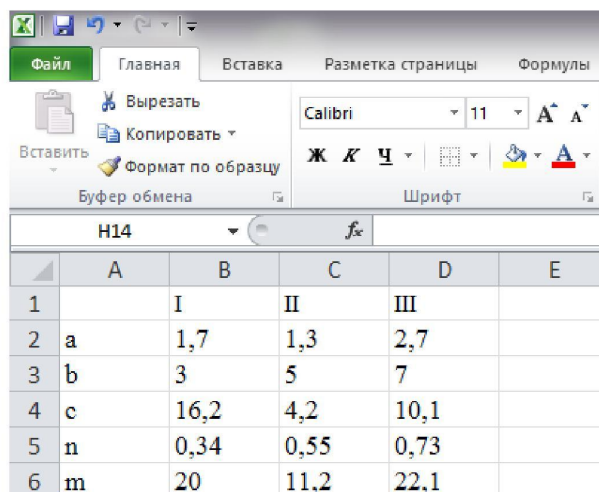
Таблиця 1.1

	I	II	III
a	1,7	1,3	2,7
b	3	5	7
c	16,2	4,2	10,1
n	0,34	0,55	0,73
m	20	11,2	22,1

2. Додати заголовок, розташувавши його в центрі таблиці, шапку таблиці набрати напівжирним шрифтом, перший стовпець – курсивом. Шапку і перший стовпець виконати у кольорі (шрифт і фон). Оформити таблицю за допомогою обрамлення.
3. Перейменувати лист книжки за змістом уведеної інформації.
4. Скопіювати таблицю на другий лист книжки, подальші дії виконувати на другому листі книжки.
5. Виконати обчислення за формулою $F = \frac{(\sqrt{a} + \sqrt{b})^{c+1}}{\sqrt[3]{|n-m|}}$.
6. Використовуючи "Майстер функцій" обчислити суму і середнє арифметичне для трьох наборів даних (I,II,III).
7. Збільшити розмір шрифту в отриманих результатах обчислень.
8. Зберегти файл та оформити звіт.

Розв'язок

Введемо вхідні дані (табл. 1.1.) на перший робочий лист MS Excel. Для цього в клітинки A2, A3, A4, A5 і A6 введемо імена змінних: a, b, c, n і m. Далі в клітинки B1, C1 і D1 введемо номери наборів даних: I, II, III. Потім заповнимо числами діапазон клітинок B2:D6 відповідно до заданої таблиці 1.1. Фрагмент робочого листа Microsoft Excel матиме вигляд, зображений на рис. 1.1.



	A	B	C	D	E
1		I	II	III	
2	a	1,7	1,3	2,7	
3	b	3	5	7	
4	c	16,2	4,2	10,1	
5	n	0,34	0,55	0,73	
6	m	20	11,2	22,1	

Рис. 1.1. Фрагмент робочого листа Microsoft Excel

Для того, щоб можна було додати до таблиці заголовки, необхідно спочатку додати порожній рядок. Встановимо курсор у клітинку A1 і виконаємо команду **Вставити** → **Вставити рядки на лист** (рис. 1.2) або команду контекстного меню "**Додавання клітинок**", виконання якої представлено на рис. 1.3.

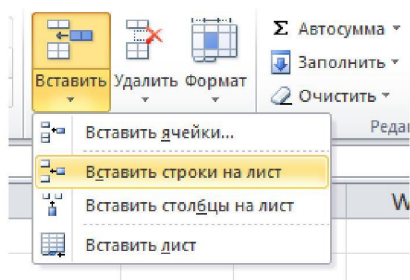


Рис. 1.2. Вигляд меню "Вставити"

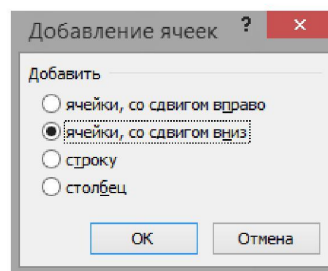


Рис. 1.3. Вигляд команди "Додавання клітинок"

Для додавання стовбцю необхідно виконати операцію **Вставити** → **Вставити стовбці на лист** (рис. 1.2).

Уведемо фразу "Лабораторна робота" в клітинку A1, яка тепер вільна, тому що вся таблиця змістилася вниз на один рядок. Для оформлення заголовка виділимо клітинки A1:D1 та виконаємо команду "**Об'єднати та розмістити в центрі**" (рис. 1.4), яка знаходиться на панелі інструментів Головна.

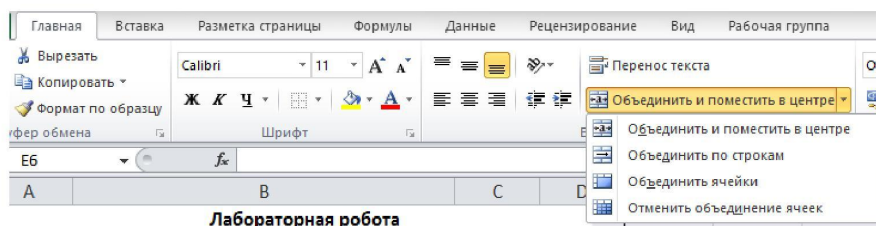

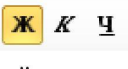



Рис. 1.4. Вигляд команди "Об'єднати"

Для обрамлення таблиці необхідно виділити всю таблицю і в контекстному меню вибрати пункт "**Формат клітинок**" та вкладку **Межа** (рис. 1.5), або скористатися кнопкою "Межі" на панелі інструментів .

Зміна **шрифту** здійснюється за допомогою кнопок "Жирний", "Курсив", "Підкреслення" на панелі інструментів , або за допомогою контекстного меню клітинки "Формат клітинок" на вкладці **Шрифт** (рис. 1.5).

Для зміни **кольору** шрифту і фону необхідно скористатися кнопками "Колір заливки" та "Колір шрифту"  на панелі інструментів "Головна".

Зміна типу, фону і кольору шрифту відбувається в поточній клітинці або у виділеній області.

Наприклад, у нашому випадку, для зміни типу шрифту необхідно виділити діапазон клітинок A1:D2 і скористатися кнопкою "Жирний", потім виділити діапазон клітинок A3: A7 і натиснути кнопку "Курсив".

Перейменувати лист можна декількома способами:

- натиснути правою клавішею миші на ярлик листа, в контекстному меню вибрати пункт "Перейменувати" (рис. 1.6);
- клацнути двічі лівою клавішею миші на ярлику листа.

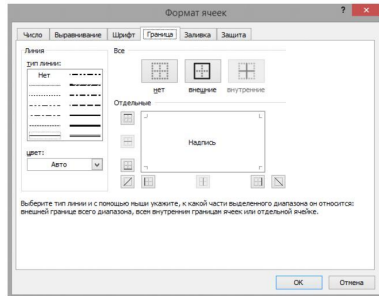


Рис. 1.5. Вигляд меню "Формат клітинок"

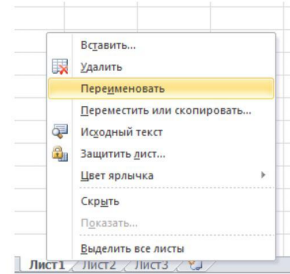


Рис. 1.6. Вигляд контекстного меню листа

Копіювання (перенесення) таблиці на активний або будь-який інший лист робочої книжки, можна виконати декількома способами, попередньо виділивши необхідний діапазон клітинок (у нашому випадку це клітинки A1:D10):

- за допомогою пункту контекстного меню Копіювати (Вирізати);
- скориставшись кнопкою "Копіювати" ("Вирізати") на панелі інструментів "Головна" (рис. 1.7);
- за допомогою комбінацій "гарячих" клавіш Ctrl+C (Ctrl+X).

Для **вставки** таблиці необхідно встановити курсор у клітинку, в якій буде знаходитися лівий верхній куток області (таблиці), яка копіюється (переміщується), та виконати одну з команд:

- пункт контекстного меню Вставити;
- кнопка "Вставити" на панелі інструментів (рис. 1.7);
- за допомогою комбінації клавіш Ctrl+V.

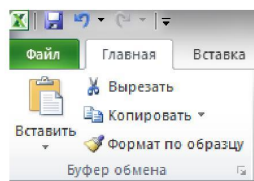


Рис. 1.7. Вигляд кнопок для копіювання та вставки на панелі "Головна"

У нашому прикладі послідовність дій для копіювання таблиці на другий лист робочої книжки буде такою:

- виділити діапазон клітинок A1:D7;
- виконати команду копіювання (Ctrl+C);
- перейти на лист2, клацнувши по ярлику листа лівою кнопкою миші;
- установити курсор в клітинку A1 на листі2;
- виконати команду вставити (Ctrl+V).

Щоб обчислити значення змінних F, S і SR для першого набору даних (I) спочатку у пусті клітинки A8:A10 уведемо відповідні імена змінних (рис. 1.8). Потім у клітинки B8:B10 уведемо **формули**, які обов'язково починаються зі знака **рівняння** ("=") та закінчуються натисканням клавіші **Enter** на клавіатурі.

Для обчислення значення змінної $F = \frac{(\sqrt{a} + \sqrt{b})^{c+1}}{\sqrt[3]{n-m}}$ у клітинку B8 уведемо формулу `"=((B3^(1/2)+B4^(1/2))^(B5+1))/(ABS(B6-B7)^(1/3))"`. При цьому корінь числа знаходиться за допомогою формули піднесення до степеню (символ ^), а модуль числа за допомогою функції **ABS**. Для обчислення суми значень першого набору даних використаємо математичну функцію **СУММ (SUM)** і у клітинку B9 уведемо формулу `"=СУММ(B3:B7)"`, а щоб обчислити середнє значення використаємо функцію **СРЗНАЧ (AVERAGE)**, тобто у клітинку B10 уведемо формулу `"=СРЗНАЧ(B3:B7)"`.

	A	B	C	D
1	Лабораторная работа			
2		I	II	III
3	<i>a</i>	1,7	1,3	2,7
4	<i>b</i>	3	5	7
5	<i>c</i>	3	1,1	2
6	<i>n</i>	0,34	0,55	0,73
7	<i>m</i>	20	11,2	22,1
8	<i>F</i>	=((B3^(1/2)+B4^(1/2))^(B5+1))/(ABS(B6-B7)^(1/3))		
9	<i>S</i>	СУММ(B3:B7)		
10	<i>SR</i>	СРЗНАЧ(B3:B7)		

Рис 1.8. Фрагмент листа для обчислення змінних F, S і SR

Всі функції додаються до формул за допомогою діалогу "Майстер функцій" (див. рис. 1.10), яка викликається кнопкою **f_x** біля стрічки редагування формул (див. рис. 1.9).

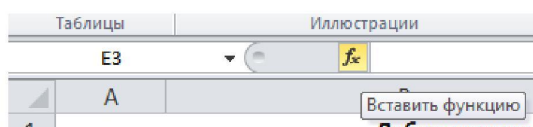


Рис. 1.9. Вигляд кнопки для виклику вікна "Майстер функцій"

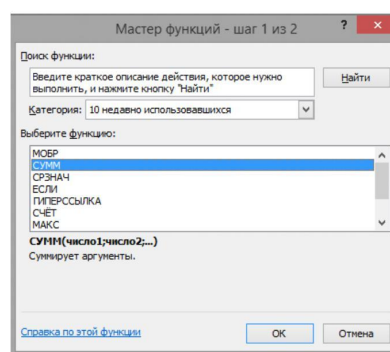



Рис. 1.10. Вікно "Майстер функцій"

Обчислення значень змінних F, S і SR для двох інших наборів даних (II, III) здійснюється автоматично, якщо формули з клітинок B8, B9 і B10 скопіювати в наступні по рядку клітинки. Зробити це можна за допомогою

маркера "автозаповнення"  – чорний хрестик у нижньому правому кутку клітинки.

Наприклад, для копіювання формули з клітинки B8 в клітинки C8:D8 необхідно спочатку виділити цю клітинку, потім встановити курсор у маркер "автозаповнення" (допомогтися того, щоб він прийняв вигляд чорного хрестика) і, утримуючи ліву кнопку миші, протягнути і заповнити необхідний діапазон, у нашому випадку це клітинки C8 і D8. Копіювання формул з клітинок B9 і B10 відбувається аналогічним чином (див. рис. 1.11)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Лабораторная работа							
2		I	II	III				
3	<i>a</i>	1,7	1,3	2,7				
4	<i>b</i>	3	5	7				
5	<i>c</i>	3	1,1	2				
6	<i>n</i>	0,34	0,55	0,73				
7	<i>m</i>	20	11,2	22,1				
8	<i>F</i>	31,47	5,85	$=((D3^{1/2}+D4^{1/2})^{D5+1})/(ABS(D6-D7)^{(1/3}))$				
9	<i>S</i>	28,04	19,15	СУММ(D3:D7)				
10	<i>SR</i>	5,608	3,83	СРЗНАЧ(D3:D7)				

Рис. 1.11. Фрагмент листа для обчислення II і III наборів даних

Зміна розміру шрифту здійснюється за допомогою стандартних кнопок на панелі інструментів **Головна**, або за допомогою контекстного меню клітинки "Формат клітинок" на вкладці Шрифт (рис. 1.5). У нашому випадку необхідно виділити діапазон клітинок A8:D10 і виконати одну з перелічених вище команд, встановивши необхідний розмір шрифту.

Після виконання всіх поставлених завдань з редагування маємо такий результат виконання завдання (рис. 1.12).

	A	B	C	D
1	Лабораторная работа			
2		I	II	III
3	<i>a</i>	1,7	1,3	2,7
4	<i>b</i>	3	5	7
5	<i>c</i>	3	1,1	2
6	<i>n</i>	0,34	0,55	0,73
7	<i>m</i>	20	11,2	22,1
8	<i>F</i>	31,47	5,85	28,43
9	<i>S</i>	28,04	19,15	34,53
10	<i>SR</i>	5,608	3,83	6,906

Рис. 1.12. Фрагмент листа з результатами виконання завдання

Зберегти створений файл можна кількома способами:

- за допомогою команди головного меню Файл → Зберегти;
- за допомогою відповідної кнопки на панелі інструментів;

- скориставшись комбінацією клавіш Ctrl+S.

Якщо файл зберігається вперше, то на екрані з'явиться діалогове вікно, в якому користувачеві буде запропоновано вказати ім'я, під яким буде зберігатися файл. При всіх наступних зберіганнях в файл вносяться відповідні зміни, і він зберігається під тим самим ім'ям.

Для того, щоб **відкрити** вже створений файл, можна використовувати один з наступних способів:

- за допомогою команди головного меню Файл → Відкрити;
- за допомогою відповідної кнопки на панелі інструментів Головна.

Виконання однієї з цих команд приведе до появи діалогового вікна, в якому можна буде вказати або вибрати зі списку ім'я необхідного файлу.

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Чи можна одночасно працювати з декількома робочими книжками?
2. Як здійснюється перейменування листа робочої книжки?
3. Як визначається адреса клітинки?
4. Як виділити увесь рядок або увесь стовпець на листі?
5. Що необхідно задати для створення числової послідовності?
6. Як змінити напрямок тексту в клітинці?
7. Який символ використовується для піднесення до ступеня?
8. Як можна захистити дані в клітинках від випадкових виправлень?
9. Як помістити таблицю в буфер обміну без видалення?
10. Після введення числа в клітинку відображається ##### замість результату.
В чому причина?

Варіанти індивідуальних завдань

1. Ввести дані (табл. 1.2) на перший робочий лист у вигляді таблиці.
2. Додати заголовок, розташувавши його в центрі таблиці, шапку таблиці набрати курсивом, перший стовпець – напівжирним шрифтом. Шапку і перший стовпець виконати в кольорі (шрифт і фон). Оформити таблицю за допомогою обрамлення.
3. Перейменувати лист книжки за змістом уведеної інформації.
4. Зробити копію першого листа та розташувати на початку робочої книжки.
5. Виконати обчислення за вказаною формулою індивідуального варіанта (за номером журналу, табл. 1.2). Використовуючи "Майстер функцій", обчислити суму і середнє арифметичне для трьох наборів даних (I, II, III).
6. Збільшити розмір шрифту в отриманих результатах обчислень.
7. Зберегти файл та оформити звіт.

Таблиця 1.2

№	Завдання			№	Завдання		
1	$tg^2\left(\frac{a}{c}\right) - \frac{n + \sqrt{b}}{\sqrt[3]{m}}$			2	$\sqrt{\frac{(2m-1)\sqrt{a-b}}{c + lgn^2}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	2,7	3,23	4,52	a	13,5	18,5	11,8
b	11,7	15,8	10,8	b	3,7	5,6	7,4
c	0,6	0,65	0,85	c	4,22	3,4	5,8
m	2	3	5	m	34,5	20,3	26,1
n	6,32	7,18	4,17	n	23,7	14,7	11,2
3	$\frac{\sqrt[3]{a-b} + 3 \cdot \sqrt[3]{a^2}}{\sqrt{m}(n+a)}$			4	$\frac{\ln^2(b) - (a-b) \cdot 4\sqrt{c}}{\sqrt{(m+n^2)}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	23,16	17,41	32,3	a	10,8	9,3	11,4
b	8,32	1,27	2,35	b	2,71	3,11	4,41
c	145	343	128	c	3	4	5
m	28,6	11,7	27,3	m	0,28	0,44	0,73
n	0,28	0,71	0,93	n	14,7	15,2	16,7
5	$\frac{e^n \cdot \sqrt{(na^2 + mb^2)}}{6 \cdot \pi \cdot \sqrt{c}}$			6	$\frac{\arctan(\pi \cdot a - b) \cdot 2}{\sqrt{(\sqrt{m} + n^c)}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	2,75	3,23	4,52	a	16,3	12,7	31,4
b	11,7	15,8	10,8	b	14,3	10,3	29,6
c	0,65	0,65	0,85	c	38,1	23,7	33,2
m	2	3	1	m	2	3	4
n	6,32	7,18	4,17	n	3,6	1,7	5,8
7	$\frac{(c^m + b^{2n-1}) \cdot \sqrt{a}}{\sin \frac{\pi}{m}}$			8	$\frac{2m - \sqrt[3]{\sin^5 \sqrt{c}}}{\sqrt[2n-1]{a+b}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	2,04	1,17	4,56	a	22,16	15,71	12,31
b	4,2	3,8	6,3	b	5,03	3,28	1,73
c	1,2	5,7	2,99	c	3,6	7,2	3,7
m	2	3	5	m	5	6	7
n	1	2	3	n	1	3	5

Продовження табл. 1.2

№	Завдання			№	Завдання		
9	$\frac{(a+b)\sqrt[3]{m^2} \cdot \operatorname{tg}^3 \frac{\pi}{m}}{(c-n)^4}$			10	$\frac{(a+b)m^{n+1}}{\cos \frac{\pi}{b} \sqrt{c-n}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	3,754	4,236	5,52	a	25,16	16,41	12,37
b	11,3	14,8	10,5	b	8,52	1,67	2,25
c	0,63	0,64	0,85	c	143,5	356,3	124,7
m	7	3	6	m	28,7	14,6	26,3
n	6,32	7,15	4,15	n	1	2	3
11	$\frac{\sqrt[3]{\sin^5 \sqrt{m-n}}}{2^{n-1} \sqrt[4]{2a}}$			12	$\frac{\sqrt{ba^2 + \lg(n-m)}}{4c \cdot e^m}$		
	I	II	III		I	II	III
a	16,3	12,7	31,4	a	23,16	17,41	32,37
b	2,5	3,7	7,3	b	8,32	1,27	2,35
c	1	2	3	c	145,5	342,3	128,7
m	9,14	8,12	6,71	m	2	4	6
n	3,6	1,7	5,8	n	3	6	9
13	$\frac{\ln m \cdot \sqrt[6]{a+b}}{\sqrt{\sin \frac{\pi}{3}} \cdot (n-a^3)}$			14	$\sqrt[5]{\frac{\sqrt{ b-a^2 } \cdot 2\pi}{m-n^3}}$		
	I	II	III		I	II	III
a	10,8	9,3	11,4	a	2,04	1,17	4,56
b	2,78	3,10	4,43	b	4,2	3,8	6,3
c	1	2	3	c	2	4	6
m	0,28	0,46	0,75	m	3,6	1,7	5,8
n	14,7	15,2	16,7	n	1	2	3
15	$\left(\frac{(a-b) \cdot (m+1)}{\lg(c) \cdot \sqrt[m]{n}} \right)^3$			16	$\frac{(\sqrt{a}+b)\sqrt{2m}}{\ln^2 n \cdot (c-n)^4}$		
	I	II	III		I	II	III
a	13,5	18,5	11,8	a	10,8	9,3	11,4
b	3,7	5,6	7,4	b	2,78	3,10	4,43
c	4,22	3,42	5,82	c	0,5	0,6	0,7
m	1	3	5	m	0,28	0,46	0,75
n	23,72	14,78	11,23	n	14,7	15,2	16,7

Лабораторна робота 2

Тема роботи: створення та редагування таблиць у Microsoft Excel, побудова та редагування графіків та діаграм.

Мета роботи: набуття навичок роботи з таблицями і формулами, створення і редагування різних видів діаграм і графіків.

Послідовність виконання роботи

1. Опрацювання необхідного теоретичного матеріалу.
2. Виконання роботи згідно з індивідуальним варіантом.
3. Складання звіту, який має містити:
 - номер та тему роботи;
 - постановку індивідуального завдання;
 - описання основних функцій Microsoft Excel, які використовувалися під час виконання завдання;
 - отриманні результати подати у вигляді копій екрана листів.

Теоретичні відомості

У програмі Microsoft Excel є можливість створювати різні типи діаграм. Розглянемо можливості побудови різноманітних графіків і діаграм. Дані, наведені у табл. 2.1, будуть використовуватися для побудови.

Таблиця 2.1

Місто \ Рік	2012	2013	2014	2015	2016
Київ	30	41	45	40	50
Дніпро	45	23	20	35	45
Одеса	60	23	13	30	33
Луцьк	28	20	15	27	23

Побудувати діаграму (графік) у Microsoft Excel дуже просто: ви вводите дані в таблицю, виділяєте їх і виконуєте команду **Вставка** → **Діаграма**. При цьому дані, за якими будете будувати діаграму, повинні відповідати таким **вимогам**:

- дані повинні бути введені в клітинки, які складають прямокутні блоки;
- якщо у виділеній для побудови діаграми області стовпців більше ніж рядків, то рядами даних будуть рядки, інакше рядами даних будуть стовпчики, але в процесі побудови діаграми ви зможете це перевизначити;

- якщо перший стовпець (рядок) виділеного діапазону містить текст (скажімо, заголовки стовпців) або значення дати, то ці дані наносяться на вісь X, або, як вона ще називається, вісь категорій.

Редагування діаграми виконується за допомогою спеціальної панелі інструментів (рис. 2.1), яка викликається при виділенні діаграми. За допомогою цієї панелі можливо:

- змінити тип діаграми;
- перемістити діаграму на листі або на новий лист;
- змінити/добавити дані у діаграму;
- змінити макети і стилі діаграми.

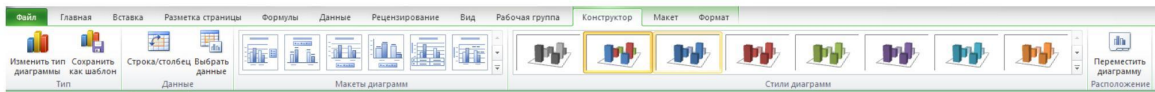


Рис. 2.1. Вікно конструктора діаграми

Крім цього ви можете редагувати всі елементи діаграми безпосередньо на ній. Для цього необхідно лише натиснути на необхідному елементі або області прямо на діаграмі і вибрати певний пункт меню або, двічі клацнувши на ньому кнопкою миші, виконати необхідні дії (редагування, переміщення, зміна розміру і виду і т. п.)

При необхідності **додавання нового рядку** на діаграмі необхідно виділити діаграму, натиснути праву кнопку миші (контекстне меню) і вибрати команду **"Вибір джерела даних"** (рис. 2.2). У цьому вікні можливо додавати нові рядки кнопкою **"Додати"**, а також змінювати як дані по рядках (вісь Y), так і надписи по осі X.

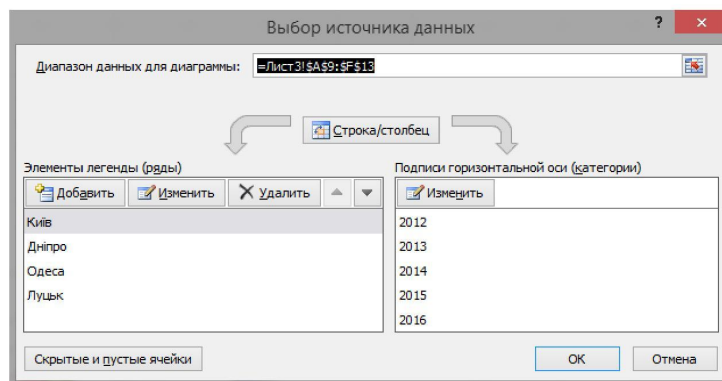


Рис. 2.2. Вікно редагування/додавання даних

Елементи двовимірної діаграми

Будь-яка діаграма складається з декількох стандартних елементів. Більшу частину цих елементів можна змінювати і створювати окремо. На рис. 2.3 наведена така діаграма.

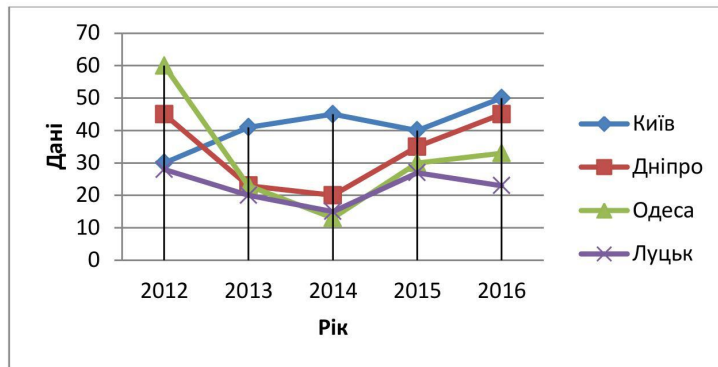


Рис. 2.3. Приклад двовимірної діаграми

Розглянемо **основні елементи** двовимірної діаграми:

- вісь Y або вісь значень, на якій відкладаються точки даних (значення в середині таблиці);
- вісь X або вісь категорій, на якій вказуються категорії, до яких відносяться точки даних (строки таблиці);
- назва діаграми;
- ім'я категорії, що вказує які дані наносяться на вісь Y (назви стовпців);
- легенда, що містить позначення і назви рядів даних, умовне позначення зліва від назв рядів даних складається зі значка і кольору, привласнених ряду даних; легенда розташовується на діаграмі зазвичай справа але ви можете її перемістити;
- маркери даних, що використовуються для того, щоб легко було відрізнити одну серію даних від іншої;
- зарубки, що являють собою маленькі відрізки, які розташовуються на осях;
- мітки значень або мітки даних, які іноді з'являються для того, щоб показати значення однієї точки даних;
- лінії сітки, які можуть бути нанесені паралельно двом осям.

Елементи об'ємної (3D) діаграми

Об'ємна діаграма (рис. 2.4) має ряд додаткових елементів:

- вісь Z або вісь значень, на якій відкладаються дані таблиці;
- вісь X або вісь категорій, яка нічим не відрізняється від осі X двовимірної діаграми;
- вісь Y або вісь рядів, на якій вказуються окремі ряди. Ця вісь створює об'ємне уявлення діаграми;
- стіна, яка розглядається як фон для діаграми;
- кути, за допомогою яких можна змінити розташування діаграми;

- основа – прямокутна область, на якій побудована об'ємна діаграма;
- можливість **повертати фігуру** у разі необхідності (рис. 2.5). Ця команда викликається за допомогою контекстного меню діаграми.

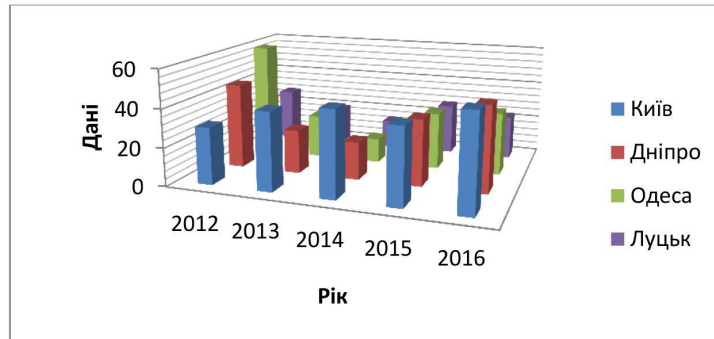


Рис. 2.4. Приклад об'ємної діаграми

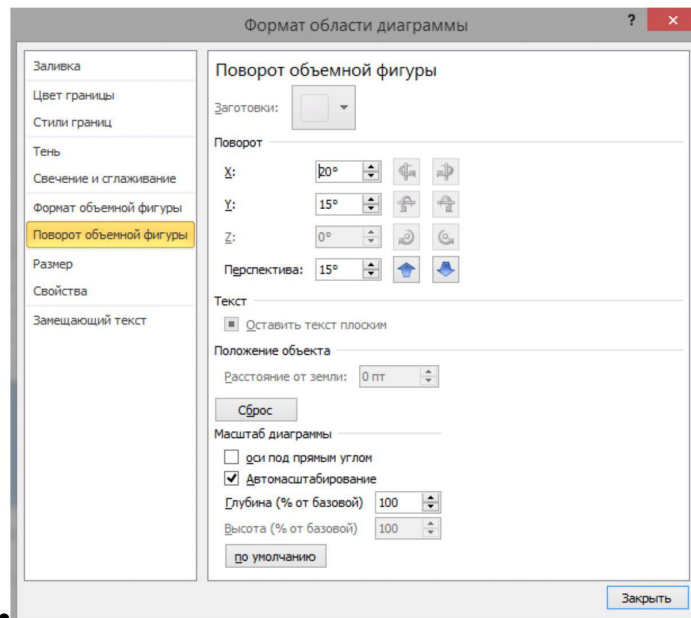


Рис. 2.5. Вікно спеціальної команди “Поворот фігури”

Типи діаграм

Графіки

Цей вид діаграм відображає тенденції або реальну зміну даних за рівні проміжки часу (див. рис. 2.6).

Може використовуватися при побудові графіків функцій з постійним кроком по осі X.

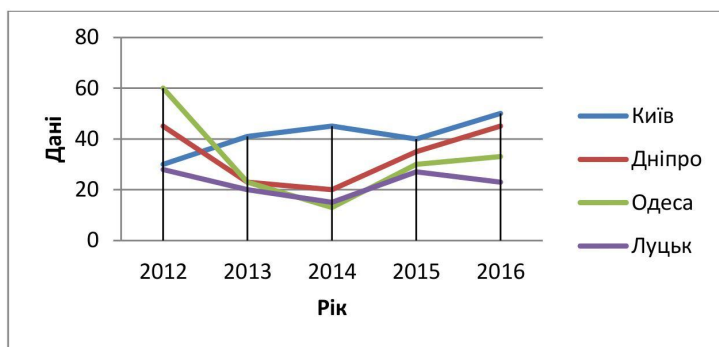


Рис. 2.6. Приклад графіка

Графік може бути поданий і в об'ємному вигляді (рис. 2.7).

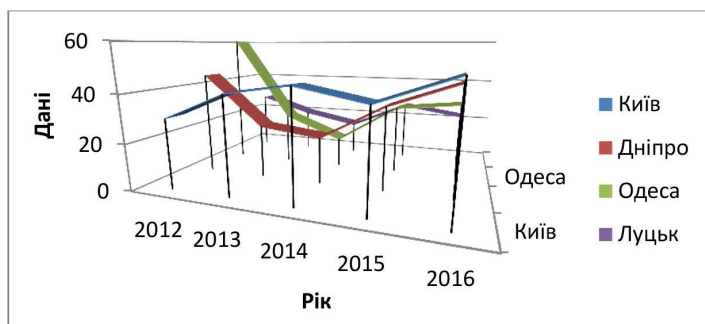


Рис. 2.7. Приклад графіка в об'ємному вигляді

Лінійчата діаграма

Лінійчаті діаграми складаються із серій горизонтальних маркерів. Порівнюючи довжину цих маркерів, можна судити про те, наскільки одна величина відрізняється від іншої в певний період часу. Лінійчата діаграма, наведена на рис. 2.8, дозволяє порівняти дані міст протягом п'яти років.

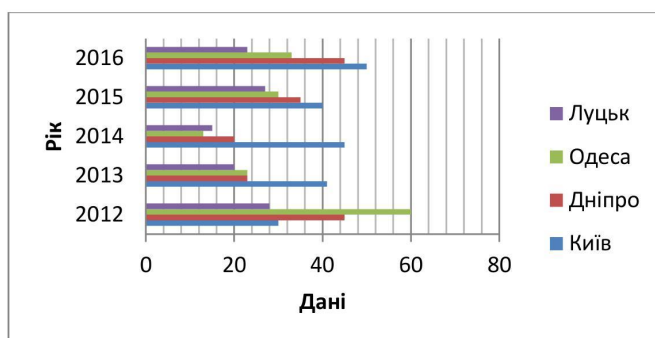


Рис. 2.8. Приклад лінійчатої діаграми

Лінійчата діаграма буває декількох видів: з окремими значеннями (рис. 2.8), складова (рис. 2.9) і об'ємна (рис. 2.10).

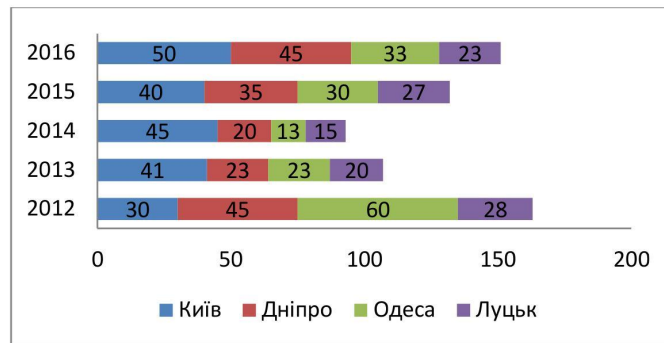


Рис. 2.9. Приклад складової лінійчатої діаграми

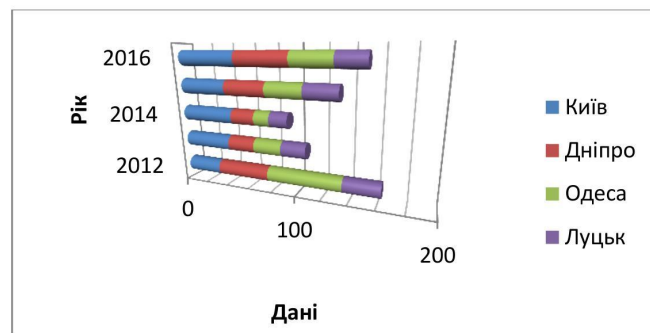


Рис. 2.10. Приклад об'ємної лінійчатої діаграми

Гістограми

Гістограма складається із серій вертикальних стовпців (рис. 2.11), за висотою яких можна порівнювати кілька величин за деякий проміжок часу.

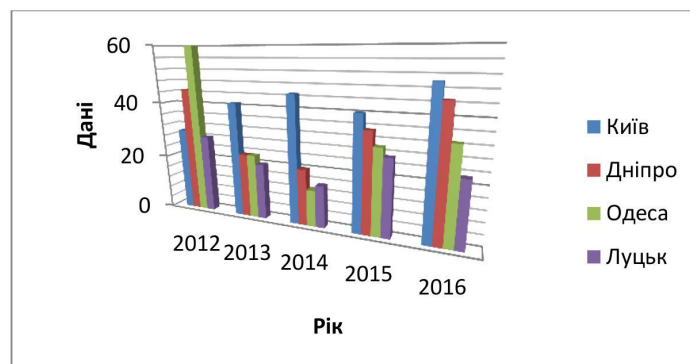


Рис. 2.11. Приклад гістограми

Діаграми з областями

Діаграми з областями відображають величину змін у часі. Будувати таку діаграму найкраще в тому випадку, якщо змінюється кілька величин і вам необхідно простежити, як змінюється сума цих величин.

На діаграмі з областями ви легко можете простежити як за зміною окремих величин, так і за зміною їх сум (рис. 2.12).

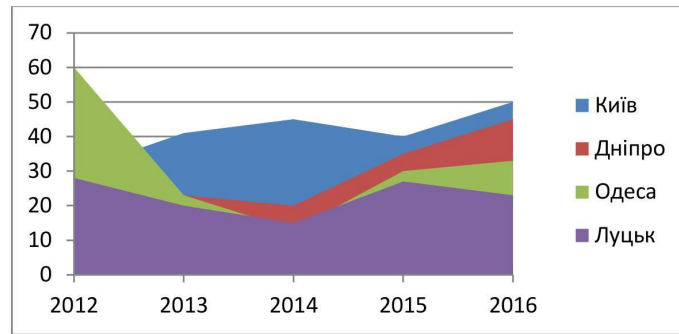


Рис. 2.12. Приклад діаграми з областями

На діаграмі такого типу відкладаються кілька графіків і області під графіками фарбуються у різні кольори або відтіняються. Таким чином, один ряд знаходиться над іншим. Існує й об'ємна діаграма з областями (див. рис. 2.13), але вона не дозволяє простежити зміну як суми величин, так і зміну кожної величини окремо.

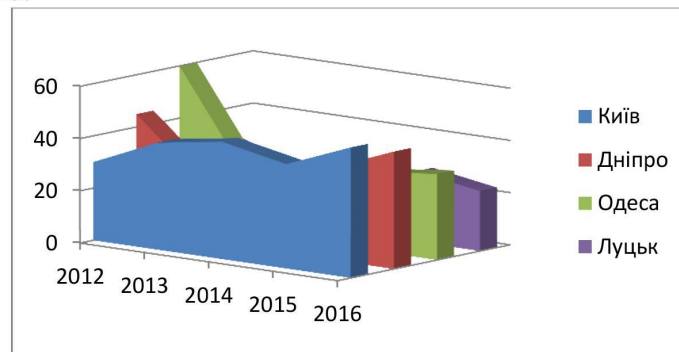


Рис. 2.13. Приклад об'ємної діаграми з областями

Кругові діаграми

Кругові діаграми найкраще використовувати тоді, коли треба показати відповідність, або співвідношення, частин і цілого. Для побудови використовується **тільки один рядок даних** (див. рис. 2.14 – 2.15).



Рис. 2.14. Приклад кругової діаграми

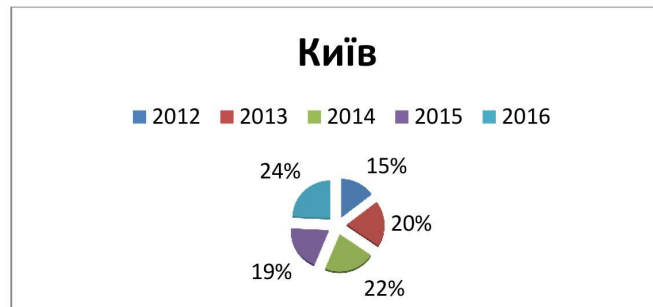


Рис. 2.15. Фрагмент кругової діаграми

Кільцеві діаграми

Кільцева діаграма схожа з круговою. Однак, якщо кругова діаграма може відобразити тільки один ряд даних (див. рис. 2.14), то кільцева – **кілька рядів даних** (рис. 2.16).

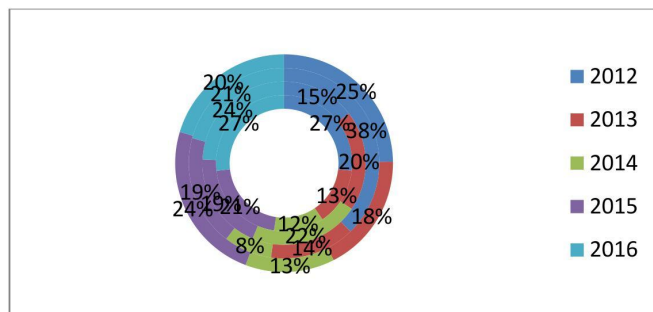


Рис. 2.16. Приклад кільцевої діаграми

Діаграми з точок

Точкові або XY-точкові діаграми дозволяють простежити залежності між парами чисел. Приклад діаграми наведено на рис. 2.17. Цей тип діаграми може бути використаний для побудови графіка функції **зі змінним кроком** по осі X.

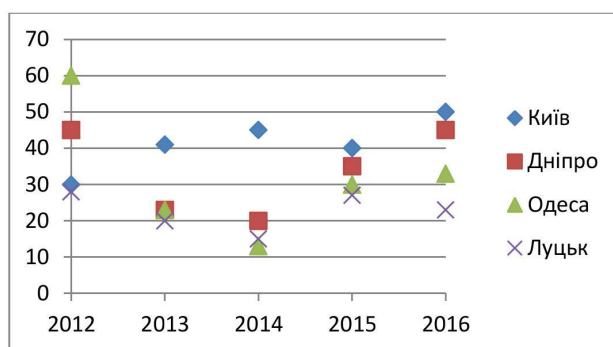


Рис. 2.17. Приклад діаграми з точок

Основні операції зі створення та редагування таблиць наведено в прикладі виконання лабораторної роботи.

Приклад виконання завдання

1. Ввести дані, зазначені в табл. 2.2, на перший робочий лист.

Таблиця 2.2

Марка телевізора	Кількість проданого товару за місяць, шт					
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
Sony	50	45	30	41	19	32
Samsung	45	20	45	23	14	34
Panasonic	33	13	60	23	15	30
LG	23	5	30	20	10	25

2. Знайти:
 - a) суму проданих телевізорів за кожен місяць;
 - b) середню кількість проданих телевізорів кожної марки за півріччя;
 - c) мінімальну і максимальну кількість проданих товарів за півріччя, кількість максимальних продажів;
 - d) внесок (у %) від продажу телевізорів Sony в загальну кількість проданого товару за кожен місяць року.
3. Побудувати гістограму попиту на телевізори.

Послідовність виконання завдання

Введемо вхідні дані (табл. 2.2.) на перший робочий лист MS Excel (рис. 2.18), оформимо таблицю за допомогою обрамлення, додаємо заголовок, розташували його в центрі таблиці, "шапку" таблиці набираємо в кольорі (шрифт і фон) напівжирним шрифтом (рис. 2.19). Виконання цих операцій детально було описано в лабораторній роботі 1.

1							
2	Марка	Кількість проданого товару					
3	телевізо	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
4	Sony	50	45	30	41	19	32
5	Samsung	45	20	45	23	14	34
6	Panasonic	33	13	60	23	15	30
7	LG	23	5	30	20	10	25

Рис. 2.18. Фрагмент листа з вхідними даними

	A	B	C	D	E	F	G
1	Звіт про продажі						
2	Марка телевізора	Кількість проданого товару					
3		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
4	Sony	50	45	30	41	19	32
5	Samsung	45	20	45	23	14	34
6	Panasonic	33	13	60	23	15	30
7	LG	23	5	30	20	10	25

Рис. 2.19. Приклад додавання оформлення до таблиці

Розглянемо деякі особливості введення тексту в клітинки робочого листа. Якщо при введенні інформації ширина стовпчика виявилася недостатньою для повного виведення вмісту клітинки (див. рис. 2.18), то необхідно або змінити ширину всього стовпчика, або відформатувати одну клітинку. **Змінити ширину стовпчика** можна декількома способами:

1. Помітити стовпець (стовпці) на панелі Головна вибрати команду **Формат** → **Ширина стовпця** (рис. 2.20), і у вікні вказати потрібну ширину стовпця.
2. Змінити ширину стовпчика за допомогою миші: встановити мишку в межах заголовків стовпців на лінії, яка відділяє цей стовпець від сусіднього справа стовпчика. Показчик миші прийме форму двонаправленої стрілки (рис. 2.21). Утримуючи ліву кнопку миші, необхідно перетягнути лінію розділу стовпців вправо або вліво. Ширина стовпчика виводиться в поле імені в рядку формул. Кнопку миші можна відпустити, коли ширина стовпчика досягне потрібного розміру.
3. Встановити ширину стовпця за найдовшим у ньому значенням – двічі клацнути по лінії, яка відділяє його заголовок від заголовка стовпчика справа.

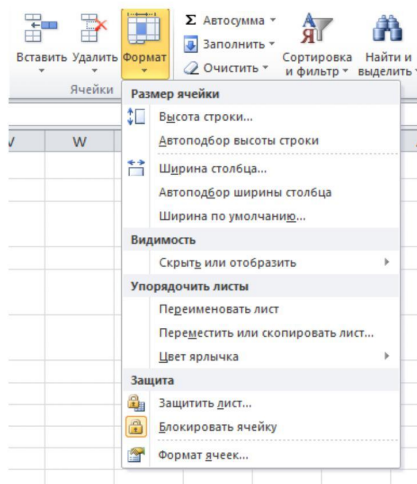


Рис. 2.20. Видяг меню для зміни ширини стовпчика (клітинки)

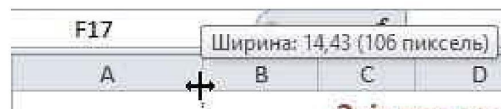


Рис. 2.21. Фрагмент зміни ширини стовпчика (клітинки) за допомогою миші

Крім того, для форматування тексту в клітинці можна скористатися командою головного меню **Формат** → **Формат клітинок** (рис. 2.22) і вибрати вкладку Вирівнювання. Опція "Перенесення за словами" дозволяє увесь текст розмістити в клітинці таким чином, щоб змінювалася не ширина стовпчика, а ширина рядка.

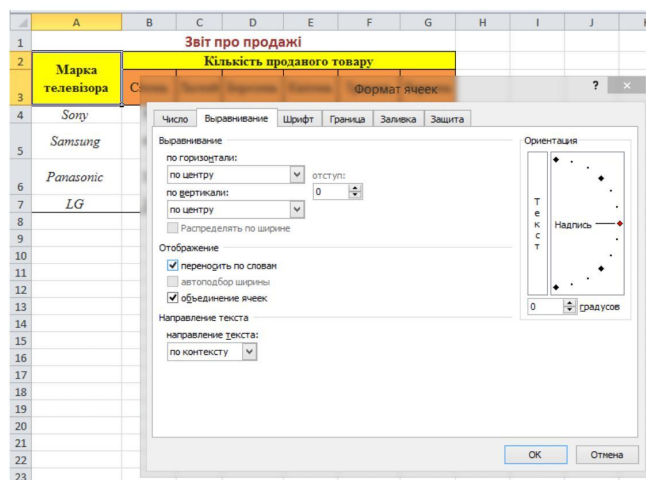


Рис. 2.22. Вікно опції "Переносити за словами"

Для автоматизації введення часто повторюваних послідовностей даних (номер по порядку, дні тижня, назви місяців, прізвища і т. д.) в MS Excel використовується вже відома вам операція "автозаповнення" (чорний хрестик у нижньому правому куті клітинки).

Для того, щоб швидко ввести список, необхідно набрати в сусідніх клітинках як мінімум два елементи цього списку, виділити ці клітинки, потім встановити курсор миші в маркер "автозаповнення" (допомогтися того, щоб він

прийняв вигляд чорного хрестика) і, утримуючи ліву кнопку миші, перетягнути маркер у потрібному напрямку на число клітинок, що дорівнює кількості елементів, які необхідно включити в список (рис. 2.23).

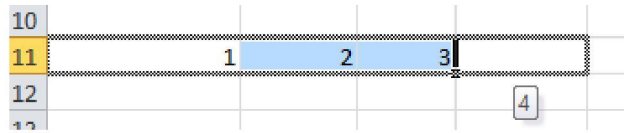


Рис. 2.23. Фрагмент введення списку за допомогою "автозаповнення"

Наведемо деякі функції, які можуть використовуватися при виконанні завдання [2].

1. *Математичні функції:*

- ✓ СУММ – сума аргументів.
- ✓ ПРОИЗВЕД – множення аргументів.
- ✓ СУМПРОИЗВ – сума добутків відповідних діапазонів клітинок.

2. *Статистичні функції:*

- ✓ СРЗНАЧ – середнє арифметичне аргументів.
- ✓ МАКС – максимальне значення зі списку аргументів.
- ✓ МИН – мінімальне значення зі списку аргументів.
- ✓ СЧЕТЕСЛИ – підраховує кількість непустих клітинок у діапазоні клітинок, що задовольняють заданій умові.

Розрахунок необхідних значень наведено на рис. 2.24. У клітинках Н4:Н7 здійснюється розрахунок середньої кількості проданого товару по кожній марці телевізорів.

У клітинках В8:G8 підраховується кількість проданих телевізорів за кожен місяць.

У клітинках В10 і В11 виконується розрахунок мінімальної і максимальної кількості продажу телевізорів за півріччя, а для визначення кількості максимального продажу (клітинка В12) використовується функція СЧЕТЕСЛИ.

Для підрахунку внеску (у %) від продажу телевізорів Sony (клітинки В9:G9) у загальну кількість за кожним місяцем необхідно виконати операцію поділу, а потім за допомогою команди головного меню Формат → Формат клітинок (рис. 2.22) встановити необхідний формат "Відсотковий" (рис. 2.25).

Наступним кроком виділяємо дані в таблиці і, скориставшись теоретичними відомостями наведеними вище, створюємо гістограму попиту на телевізори (див. рис. 2.25).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Звіт про продажі							
2	Марка телевізора	Кількість проданого товару						Середня кількість проданих телевізорів
3		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
4		<i>Sony</i>	50	45	30	41	19	
5	<i>Samsung</i>	33	20	45	23	33	34	CPЗНАЧ(B4:G4)
6	<i>Panasonic</i>	21	45	60	23	23	30	CPЗНАЧ(B5:G5)
7	<i>LG</i>	10	20	30	30	60	25	CPЗНАЧ(B6:G6)
8	Сума проданих телевізорів	СУММ(B4:B7)	СУММ(C4:C7)	СУММ(D4:D7)	СУММ(E4:E7)	СУММ(F4:F7)	СУММ(G4:G7)	
9	Внесок (у %) продажу телевізорів Sony	B4/B8	C4/C8	D4/D8	E4/E8	F4/F8	G4/G8	
10	Мінімальна кількість за півріччя	МИН(B4:G7)						
11	Максимальна кількість за півріччя	МАКС(B4:G7)						
12	Кількість максимальних продажів	СЧЕТЕСЛИ(B4:G7;"60")						

Рис. 2.24. Фрагмент листа для підрахунку значень за допомогою формул

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Звіт про продажі							
2	Марка телевізора	Кількість проданого товару						Середня кількість проданих телевізорів
3		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
4		<i>Sony</i>	50	45	30	41	19	
5	<i>Samsung</i>	33	20	45	23	33	34	36,17
6	<i>Panasonic</i>	21	45	60	23	23	30	31,33
7	<i>LG</i>	10	20	30	30	60	25	33,67
8	Сума проданих телевізорів	114	130	165	117	135	121	29,17
9	Внесок (у %) продажу телевізорів Sony	43,86%	34,62%	18,18%	35,04%	14,07%	26,45%	
10	Мінімальна кількість за півріччя	10						
11	Максимальна кількість за півріччя	60						
12	Кількість максимальних продажів	2						

Рис. 2.25. Вигляд листа з результатами виконання завдання

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Чим відрізняється ручне введення функцій від використання майстра вбудованих функцій?
2. Чи можна в одній формулі використовувати функції різних категорій?
3. Як встановити ширину стовпця по найдовшому в ньому значенні?
4. Чи можливо змінити та перемістити легенду на діаграмі?
5. Як помістити в документ рисунок?
6. Для чого використовуються кругові діаграми?
7. Як перемістити графік на інших лист?

Варіанти індивідуальних завдань

1. Заповнити таблицю, згідно зі своїм варіантом (додати не менш **8–10 рядків**). Дані в шапку таблиці (роки, місяці, дні тижня) **обов'язково** заносити за допомогою функції автозаповнення.
2. Оформити таблицю: додати заголовок, розташувавши його в центрі таблиці, шапку таблиці виконати в кольорі (шрифт і фон) і напівжирним шрифтом.
3. Додати на початок таблиці стовпець "№ п\п" і заповнити його автоматично.
4. Перейменувати лист книжки за змістом лабораторної роботи.
5. Виконати відповідні обчислення згідно індивідуального варіанту.
6. При побудові діаграми (графіку) обов'язково передбачити додавання назви і підписи на осях.
7. Зберегти файл та оформити звіт.

Варіант 1

Вироби	Кількість виготовлених виробів, шт					
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
Столи	20	25	21	32	12	10

Знайти:

1. Середню кількість виробів, виготовлених за півроку по кожному виробу.
2. Загальну кількість всіх виробів, виготовлених за кожен місяць.
3. Вклад (у %) поставок столів у загальну кількість за кожен місяць.
4. Побудувати кільцеву діаграму щомісячних поставок усіх виробів.

Варіант 2

Фірма	Загальна сума з/плати по годам, грн				
	2012	2013	2014	2015	2016
"Інтерпайп"	3500	4000	4250	4600	5200

Знайти:

1. Загальну суму з/плати кожної фірми за п'ять років.
2. Середню суму з/плати робочих усіх фірм за кожний рік.
3. Відсоток з/плати кожної фірми за 2012 рік від суми за п'яти років.
4. Побудувати графіки зростання з/плати на підприємствах впродовж п'яти років.

Варіант 3

Країна	Кількість проданих путівок за місяць, шт					
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Греція	75	120	150	158	160	130

Знайти:

1. Середню кількість путівок, проданих у кожену країну за півроку.
2. Загальну кількість путівок, проданих за кожний місяць.
3. На яку суму було продано путівок у Грецію за півроку, якщо вартість однієї путівки становить 550\$.
4. Побудувати гістограму реалізації путівок в указані країни.

Варіант 4

Бригада	Кількість видобутого бригадою вугілля за тиждень, кг				
	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця
Іванова	5000	4500	3200	4000	3500

Знайти:

1. Сумарну добичу вугілля всіх бригад за кожний день неділі.
2. Середню кількість вугля, яке видобувається кожною бригадою за тиждень.
3. Вклад бригади Іванова (у %) в загальну добичу за кожний день неділі.
4. Побудувати кругові діаграми щоденного видобутку вугілля.

Варіант 5

Місто	Кількість перевезених пасажирів				
	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий
Київ	560	500	620	650	570

Знайти:

1. Загальну кількість пасажирів, перевезених до кожного міста.
2. Вартість проданих квитків у Київ за півроку (ціна одного квитка 278 грн).
3. Середню кількість усіх квитків за кожний місяць.
4. Побудувати лінійчасту діаграму зростання перевезень в указані міста.

Варіант 6

Назва радіостанції	Рекламний час роботи радіостанцій, год					
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
"ДА"	65	63	68	61	70	62

Знайти:

1. Мінімальний час реклами за поточний рік для кожної радіостанції.

2. Суму рекламного часу за кожний місяць, а також за півроку.
3. Вклад (у %) радіостанції "ДА" в загальний рекламний час за місяцями.
4. Побудувати гістограму розподілу рекламного часу на радіостанціях.

Варіант 7

Прізвище продавця	Отримана сума від продажу товарів за місяць, грн					
	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Петров	60000	65000	48000	42000	36000	68000

Знайти:

1. Суму від продажу товарів усіма продавцями за кожний місяць.
2. Середню суму від продажу товарів кожним продавцем за півроку.
3. Зарплату Петрова за грудень, якщо він отримує 8% від продажів.
4. Побудувати кругові діаграми продажів кожним продавцем.

Варіант 8

Район	Кількість населення у 2015 році	Народилося у 2016 році, немовлят			
		1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
Київський	25000	91	99	120	100

Знайти:

1. Загальну кількість народжених за кожний квартал.
2. Середню кількість народжених за районами.
3. Приріст населення (у %) за районами.
4. Побудувати гістограму зростання народження дітей у 2016 році за кожним районом.

Варіант 9

Назва магазину	Кількість реалізованого товару за поточний тиждень, шт				
	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця
"Бістро"	1200	1250	1420	1400	2000

Знайти:

1. Загальну суму від реалізації всіх товарів за кожен день поточного тижня.
2. Мінімальний обсяг реалізації кожним магазином за тиждень.
3. Середню кількість реалізації кожним магазином за тиждень.
4. Побудувати гістограму обсягу реалізації кожним магазином.

Варіант 10

Філіал	Кількість контрактів у поточному році, шт					
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
"Нова"	10	9	11	10	5	3

Знайти:

1. Загальну кількість контрактів для всіх фірм за кожний місяць.
2. Середню кількість контрактів за півроку для кожної фірми.
3. Вклад (у %) контрактів філії "Нова" в загальну кількість всіх контрактів.
4. Побудувати кільцеву діаграму контрактів, які були укладені філіями.

Варіант 11

Прізвище робітника	Кількість деталей, виготовлених за поточний тиждень, шт				
	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця
Іванов	12	15	16	16	10

Знайти:

1. Загальну кількість деталей, виготовлених за кожний день неділі.
2. Максимальну кількість деталей, виготовлених робітником за неділю.
3. Середню кількість всіх деталей, виготовлених за кожний день неділі.
4. Побудувати графік продуктивності всіх робітників.

Варіант 12

Готель	Кількість запрошених гостей					
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
"Дніпро"	120	132	97	54	12	3

Знайти:

1. Загальне число запрошених гостей за кожний місяць.
2. Середнє число запрошених гостей у кожному готелі.
3. Процент гостей готелю "Дніпро" в кожному місяці поточного року.
4. Побудувати гістограму кількості гостей за півроку.

Варіант 13

Марка автомобіля	Вартість автомобіля, грн	Продано авто за 4 квартал, шт		
		Жовтень	Листопад	Грудень
"BMW"	1005000	8	8	11

Знайти:

1. Кількість проданих автомобілів кожної марки за квартал.
2. Виручку від продажу всіх автомобілів за кожний місяць.

3. Середню кількість проданих автомобілів за кожний місяць.
4. Побудувати гістограму продажу автомобілів за кожний місяць 4 кварталу.

Варіант 14

Прізвище студента	Не з'явився з неповажної причини, днів					
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр
Петров	10	8	24	28	20	16

Знайти:

1. Середню кількість пропущених занять кожним студентом за весь час.
2. Загальну кількість пропущених занять всіма студентами за кожний семестр.
3. Кількість максимальних пропусків занять студентами у кожному семестрі.
4. Побудувати кругові діаграми пропусків занять кожним студентом.

Варіант 15

Назва банку	Видано позик у році, тис. грн				
	2012	2013	2014	2015	2016
"Приват"	20	35	56	70	120

Знайти:

1. Загальну суму виданих позик за кожний рік.
2. Суму позик, виданих кожним банком за п'ять років.
3. Вклад (у %) в загальну суму позик, виданих банком "Приват" за кожний рік.
4. Побудувати кільцеву діаграму всіх виданих позик.

Варіант 16

Галузь	Кількість книжок, проданих за місяць у 2 півріччі, шт					
	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Економіка	20	25	48	25	24	28

Знайти:

1. Загальну кількість проданих книг за кожний місяць 2 – го півріччя.
2. Середню кількість проданих книг за кожний місяць 2 – го півріччя.
3. Частку (у %) від продажу книг з економіки за кожний місяць 2 –го півріччя.
4. Побудувати кругові діаграми продажів книжок у кожній галуззі.

Лабораторна робота 3

Тема роботи: розв'язок систем лінійних рівнянь у середовищі Microsoft Excel, робота з матрицями.

Мета роботи: набуття навичок розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь і виконання дій з матрицями засобами програми Microsoft Excel.

Послідовність виконання роботи

1. Опрацювання необхідного теоретичного матеріалу
2. Виконання роботи згідно з індивідуальним варіантом.
3. Складання звіту, який має містити:
 - номер та тему роботи;
 - постановку індивідуального завдання;
 - описання основних функцій, які використовувалися під час виконання завдання;
 - перевірку знайдених значень змінних системи;
 - отримані результати подати у вигляді копій екрана листів Microsoft Excel.

Теоретичні відомості

Попередньо згадаємо деякі відомості з курсу вищої математики, необхідні для виконання цієї лабораторної роботи.

Розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Маємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь вигляду:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$

Цю систему можна подати в матричному вигляді $AX = b$, де

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} - \text{матриця коефіцієнтів системи рівнянь};$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} \text{ — вектор невідомих; } b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \text{ — вектор правих частин.}$$

При виконанні лабораторної роботи систему лінійних алгебраїчних рівнянь необхідно розв'язувати методом зворотної матриці і методом Крамера.

Метод зворотної матриці

Систему лінійних алгебраїчних рівнянь $AX = b$ помножимо зліва на матрицю, яка є зворотною для матриці A . Система рівнянь буде мати вигляд

$$A^{-1}AX = A^{-1}b, EX = A^{-1}b \quad (E \text{ — одинична матриця}).$$

Таким чином, вектор невідомих обчислюється за формулою $X = A^{-1}b$.

Метод Крамера

У цьому випадку невідомі x_1, x_2, \dots, x_n обчислюються за формулою

$$x_i = \frac{\Delta_i}{\Delta}, i = 1, \dots, n,$$

де Δ — визначник матриці A ;

Δ_i — визначники матриць, які отримані з матриці A шляхом заміни i -го стовпця вектором b .

Основні функції при роботі з матрицями та етапи виконання лабораторної роботи розглянемо на прикладі.

Приклади виконання завдань

Зверніть увагу на **особливість** роботи з матричними формулами в середовищі MS Excel: необхідно попередньо виділяти клітинки, в яких буде зберігатися результат, потім ввести формулу, і після отримання результату в одній клітинці перетворити його до матричного вигляду, натиснувши одночасно комбінацію клавіш **F2** та **Ctrl + Shift + Enter**.

Приклад 3.1. Розв'язування системи рівнянь методом зворотної матриці

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 + x_3 - 4x_4 = 3; \\ 7x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_3 + x_4 = -3; \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 - 12x_4 = -6. \end{cases}$$

Розв'язок

Матриця коефіцієнтів A і вектор вільних коефіцієнтів b будуть мати такий вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 1 & -4 \\ 7 & -1 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & -1 & 1 \\ 2 & 2 & -2 & -12 \end{pmatrix}; b = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ -3 \\ -6 \end{pmatrix}.$$

Уведемо ці дані на лист робочої книжки Microsoft Excel (рис. 3.1)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		4	-2	1	-4			3
3	A =	7	-1	1	-1		b =	1
4		3	0	-1	1			-3
5		2	2	-2	-12			-6
6								

Рис. 3.1. Фрагмент уведення матриці A і вектору b

У нашому випадку матриця A знаходиться в клітинках B2:E5, а вектор b – в клітинках H2:H5. Для розв'язання системи рівнянь методом зворотної матриці необхідно спочатку обчислити матрицю, зворотну до матриці A . Для цього спочатку **виділимо увесь діапазон клітинок**, де буде знаходитися зворотна матриця (клітинки B8:E11), додаємо математичну функцію **МОБР (MINVERSE)** (див. рис. 3.2) і в діалоговому вікні заповнимо поле введення "Масив" (рис. 3.3).

Це поле повинно містити діапазон клітинок, в якому зберігається вхідна матриця A – в нашому випадку це клітинки B2:E5. Дані в поле введення "Масив" можна ввести за допомогою клавіатури або виділивши клітинки на робочому листі, утримуючи ліву кнопку миші.

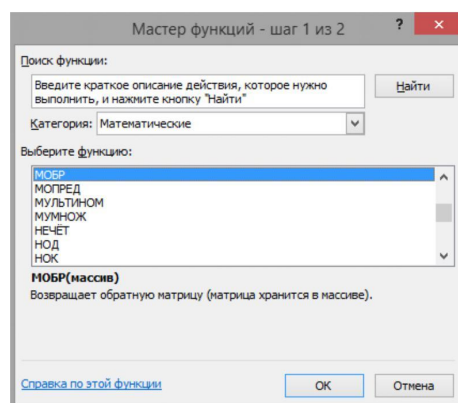


Рис. 3.2. Вікно функції **МОБР** для знаходження зворотної матриці

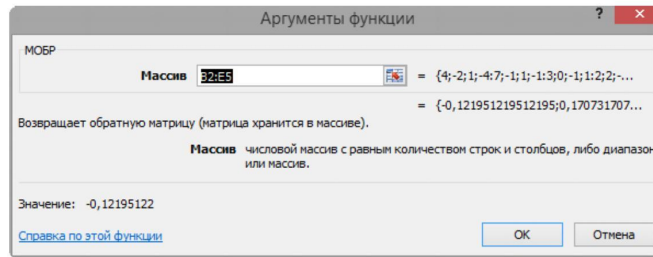


Рис. 3.3. Вікно введення аргументів функції МОБР

Якщо поле "Массив" заповнене, можна натиснути кнопку ОК. У першій клітинці діапазону, виділеного під зворотну матрицю (B8:E11), з'явиться одне число нової матриці. Для того, щоб отримати всю зворотну матрицю, необхідно натиснути клавішу **F2** для переходу в режим редагування, а потім **одночасно** натиснути клавіші **Ctrl + Shift + Enter**. Після цього ми отримаємо нові дані, що зображені на рис. 3.4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	A =	4	-2	1	-4		b =	3	
3		7	-1	1	-1	1			
4		3	0	-1	1	-3			
5		2	2	-2	12	-6			
6									
7									
8	A(-1) =	-0,122	0,1707	0,122	-0,037				
9		-1,22	=МОБР(B2:E5)		-0,366				
10		-0,171	МОБР(массив)		0,0488				
11		0,195	-0,073	-0,195	0,1585				
12									

Рис. 3.4. Фрагмент листа для отримання зворотної матриці $A(-1)$

Тепер необхідно помножити отриману зворотну матрицю на вектор b . Для цього виділимо діапазон клітинок для зберігання результуючого вектору, наприклад клітинки K8:K11, і звернемося до майстра функцій, і в категорії "Математичні" виберемо функцію **МУМНОЖ (MMULT)** (рис. 3.5), яка призначена для **множення матриць**.

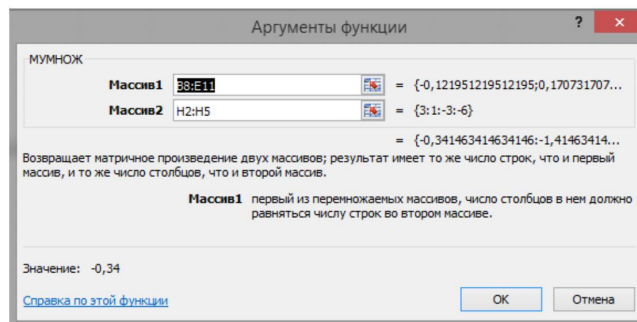


Рис. 3.5. Вікно функції МУМНОЖ для множення матриць

Нагадаємо, що множення матриць відбувається за **правилом** рядок на стовпець, тобто матрицю A можна помножити на матрицю B тільки в тому випадку, якщо кількість стовпців матриці A дорівнює кількості рядків матриці B . Крім того, при множенні матриць важливий порядок співмножників, тобто $AB \neq BA$.

Введемо в поле "Масив1" і "Масив2" (рис. 3.5) відповідні діапазони клітинок B8:E11 (зворотна матриця) і H2:H5 (вектор вільних коефіцієнтів b). І щоб отримати у результаті операції вектор невідомих x , необхідно скористатися формулою масивів, тобто натиснути ОК, а потім комбінацію клавіш **F2** та одночасно **Ctrl + Shift + Enter**.

Результат виконання операції множення матриць зображений на рис. 3.6.

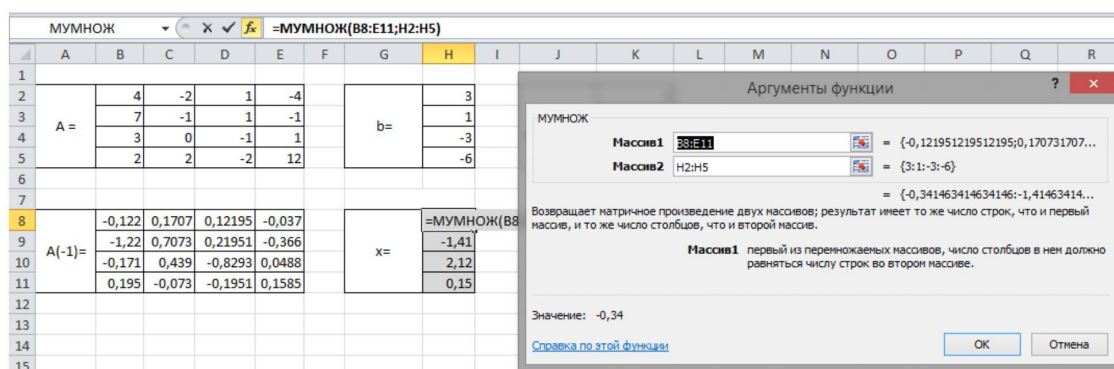


Рис. 3.6. Вигляд результату множення масивів $A(-1)$ і b

Для того щоб **перевірити**, чи вірно розв'язана система рівнянь, необхідно помножити матрицю A на вектор x і отримати в результаті вектор b (рис. 3.7). Множення здійснюється за допомогою функції "**=МУМНОЖ(B2:E5;H8:H11)**", приклад виконання якої було наведено вище.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

Рис. 3.7. Фрагмент листа для перевірки отриманих результатів розв'язку системи рівнянь методом зворотної матриці

Приклад 3.2. Розв'язання системи рівнянь (приклад 3.1) методом Крамера

Введемо матрицю A і вектор b на робочий лист. Крім того, сформуємо чотири допоміжні матриці ($A1 - A4$), замінюючи послідовно стовпці матриці A на стовпець вектора b (рис. 3.8).

18	Метод Крамера											
19	A=	4	-2	1	-4	b=	3					
20		7	-1	1	-1		1					
21		3	0	-1	1		-3					
22		2	2	-2	12		-6					
23												
24												
25	A1=	3	-2	1	-4	A2=	4	3	1	-4		
26		1	-1	1	-1		7	1	1	-1		
27		-3	0	-1	1		3	-3	-1	1		
28		-6	2	-2	12		2	-6	-2	12		
29												
30	A3=	4	-2	3	-4	A4=	4	-2	1	3		
31		7	-1	1	-1		7	-1	1	1		
32		3	0	-3	1		3	0	-1	-3		
33		2	2	-6	12		2	2	-2	-6		

Рис. 3.8. Фрагмент формування допоміжних матриць за методом Крамера

Для подальшого розв'язку необхідно обчислити **визначник** матриці A . Встановимо курсор в клітинку E35 і додаємо функцію **МОПРЕД (MDETERM)** із категорії "Математичні", призначену для обчислення визначника матриці. Введемо у відповідне поле "Масив" діапазон клітинок B9:E22 (матриця A) і, виконавши введення функції клавішею Enter, отримаємо визначник матриці A (рис. 3.9). Для обчислення допоміжних визначників матриць ($A1 - A4$) введемо такі формули у наступні клітинки: E36=МОПРЕД(B25:E28), E37=МОПРЕД(H25:K28), E38=МОПРЕД(B30:E33), E35=МОПРЕД(H30:K33), як діапазони клітинок будуть відповідні допоміжні матриці $A1 - A4$.

18	Метод Крамера											
19	A=	4	-2	1	-4	b=	3					
20		7	-1	1	-1		1					
21		3	0	-1	1		-3					
22		2	2	-2	12		-6					
23												
24												
25	A1=	3	-2	1	-4	A2=	4	3	1	-4		
26		1	-1	1	-1		7	1	1	-1		
27		-3	0	-1	1		3	-3	-1	1		
28		-6	2	-2	12		2	-6	-2	12		
29												
30	A3=	4	-2	3	-4	A4=	4	-2	1	3		
31		7	-1	1	-1		7	-1	1	1		
32		3	0	-3	1		3	0	-1	-3		
33		2	2	-6	12		2	2	-2	-6		
34												
35												
36												
37												
38												
39												

=МОПРЕД(B19:E22)	
d(МОПРЕД(масив))	
d2=	116
d3=	-174
d4=	-12

Рис. 3.9. Фрагмент обчислення визначників матриць за допомогою функції **МОПРЕД**

В результаті в клітинці E35 зберігається головний визначник матриці A (див. рис. 3.9), а в клітинках E36:E39 допоміжні визначники матриць $A1 - A4$.

Далі для знаходження невідомих системи $x_1 - x_4$ необхідно поділити послідовно допоміжні визначники на головний визначник. Для обчислення x_1 (клітинка H35) введемо формулу $=E36/E35$ і скориставшись методом автозаповнення скопіюємо цю формулу в клітинки H36:H38 для відповідного визначення змінних $x_2 - x_4$. Обов'язково виконаємо перевірку отриманих значень (рис. 3.10) за допомогою функції МУМНОЖ. У результаті бачимо, що отриманий результат співпадає з методом зворотної матриці (див. рис. 3.7).

18	Метод Крамера										
19	A=	4	-2	1	-4	b=	3				
20		7	-1	1	-1		1				
21		3	0	-1	1		-3				
22		2	2	-2	12		-6				
23											
24											
25	A1=	3	-2	1	-4	A2=	4	3	1	-4	
26		1	-1	1	-1		7	1	1	-1	
27		-3	0	-1	1		3	-3	-1	1	
28		-6	2	-2	12		2	-6	-2	12	
29											
30	A3=	4	-2	3	-4	A4=	4	-2	1	3	
31		7	-1	1	-1		7	-1	1	1	
32		3	0	-3	1		3	0	-1	-3	
33		2	2	-6	12		2	2	-2	-6	
34											
35			d=	-82		=E36/E35			3		
36			d1=	28		-1,41		Пере	1		
37			d2=	116		2,12		вірка	-3		
38			d3=	-174		0,15			-6		
39			d4=	-12							
40											

Рис. 3.10. Вигляд листа з результатами розв'язання системи рівнянь методом Крамера

Приклад 3.3. Дії над матрицями

Обчислити матрицю за формулою $C = 2A - AB + B$.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \\ 5 & 7 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \\ -3 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$$

Послідовність виконання

Введемо дані на лист (в клітинках B1:D3 розташовується матриця A , а в клітинках H1:J3 матриця B). Спочатку виконаємо дію перемноження $2 * A$, скориставшись формулою помноження кожного елемента матриці A на константу, тобто водимо формулу $"=B1:D3*2"$ і обов'язково використовуємо комбінацію клавіш F2 і Ctrl + Shift + Enter. Далі виконаємо множення матриць AB , скориставшись функцією $"=МУМНОЖ(B1:D3;H1:J3)"$.

Потім для виконання дій $2A - AB$ і останньої операції $C = 2A - AB + B$ використовуємо звичайні операції додавання і віднімання (див. рис. 3.11).

Тільки пам'ятайте, що кожен раз необхідно спочатку виділяти діапазон клітинок, де буде знаходитися результат операції над матрицями, ввести формулу а потім обов'язково скористатися комбінацією клавіш – спочатку клавіша **F2** і потім одночасно **Ctrl + Shift + Enter**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		3	2	-1				0	3	-1	
2	A=	0	-1	2			B=	2	-1	2	
3		5	7	1				-3	1	4	
4											
5		6	4	-2				7	6	-3	
6	2A=	0	-2	4			AB=	-8	3	6	
7		10	14	2				11	9	13	
8											
9	2A-AB	=B5:D7-H5:J7					C=2A- AB+B	-1	1	0	
10		8	-5	-2				10	-6	0	
11		-1	5	-11				-4	6	-7	
12											

Рис. 3.11. Фрагмент виконання дії над матрицями (крок за кроком)

Крім того, в стрічці формул робочого листа (див. рис. 3.12) зображеного як можна обчислити матрицю за допомогою одного виразу. **Зверніть увагу**, що формули масивів позначаються з використанням *фігурних дужок* $\{=(2*B1:D3) - \text{МУМНОЖ}(B1:D3;H1:J3) + H1:J3\}$.

Якщо ж вам необхідно **змінити** формулу масивів, то необхідно спочатку увійти в редагування формули (за допомогою стрічки формул або клавіша F2), здійснити необхідні зміни і **обов'язково** наприкінці натиснути вже знайому вам комбінацію клавіш при роботі з матрицями – **Ctrl + Shift + Enter**.

E14		fx {=(2*B1:D3)-МУМНОЖ(B1:D3;H1:J3)+H1:J3}										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1		3	2	-1				0	3	-1		
2	A=	0	-1	2			B=	2	-1	2		
3		5	7	1				-3	1	4		
4												
5		6	4	-2				7	6	-3		
6	2A=	0	-2	4			AB=	-8	3	6		
7		10	14	2				11	9	13		
8												
9	2A-AB	-1	-2	1			C=2A- AB+B	-1	1	0		
10		8	-5	-2				10	-6	0		
11		-1	5	-11				-4	6	-7		
12												
13												
14												
15												
16												
17												

Однією формулою

C=2A- AB+B	-1	1	0
	10	-6	0
	-4	6	-7

Рис. 3.12. Вигляд листа з результатами виконання дій над матрицями

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Яка комбінація клавіш використовується для введення формули масивів?
2. Який символ слід поставити між суміжними діапазонами клітинок?
3. Наведіть формулу для обчислення різниці та множення матриць.
4. Який символ слід поставити між несуміжними діапазонами клітинок?

Варіанти індивідуальних завдань

1. Розв'язати систему рівнянь методом Крамера та за допомогою методу зворотної матриці (табл. 3.1, завдання 1). Обов'язково виконати перевірку отриманих результатів.
2. На іншому листі виконати дії над матрицями двома способами – крок за кроком та за допомогою однієї формули (табл. 3.1, завдання 2). Порівняйте отримані результати.
3. Зберегти файл та оформити звіт.

Таблиця 3.1

№	Завдання 1	Завдання 2
1	$\begin{cases} x_1 + 5x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 20 \\ 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 9 \\ 5x_1 - 7x_2 + 10x_4 = -9 \\ 3x_2 - 5x_3 = 1 \end{cases}$	$AB - 2(A + B)A$ $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \end{pmatrix}$
2	$\begin{cases} x - 2y + 3z = 6 \\ 2x + 3y - 4z = 16 \\ 3x - 2y - 5z = 12 \end{cases}$	$A^2 - (A + B) - (A - 3B)$ $A = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ -1 & 0 & 3 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & -2 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$
3	$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_4 = -2 \\ 3x_1 - x_3 + x_4 = -3 \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 5x_4 = -6 \end{cases}$	$(A + B)A - B(2A - 3B)$ $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & 5 \\ 1 & 4 & -1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 4 & 11 & 3 \\ 1 & 6 & 1 \\ 2 & 2 & 16 \end{pmatrix}$
4	$\begin{cases} x + 2y + 4z = 3 \\ 5x + y + 2z = 29 \\ 3x - y + z = 10 \end{cases}$	$3AB + (A - B)(A + 2B)$ $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & -1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$
5	$\begin{cases} 4x_1 + x_2 - x_4 = -9 \\ x_1 - 3x_4 + 4x_3 = -7 \\ 3x_2 - 2x_3 + 4x_4 = 12 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - 3x_4 = 0 \end{cases}$	$2A - (A^2 + B)B^2$ $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 2 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 4 & 6 & -2 \\ 4 & 10 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \end{pmatrix}$
6	$\begin{cases} x + 2y + z = 4 \\ 3x - 5y + 3z = 1 \\ 2x + 7y - z = 8 \end{cases}$	$(2A - B)(3A + B) - 2AB$ $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ -2 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ -3 & -1 & -1 \end{pmatrix}$

Продовження табл. 3.1

№	Завдання 1	Завдання 2
7	$\begin{cases} 5x_1 + x_2 - x_4 = -9 \\ 3x_1 - 3x_2 + x_3 + 4x_4 = -7 \\ 3x_1 - 2x_3 + x_4 = -16 \\ x_1 - 4x_2 + x_4 = 0 \end{cases}$	$2A^2 - (A + B)(A - B)$ $A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \\ 3 & -2 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 \\ 0 & -3 & 4 \end{pmatrix}$
8	$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 6 \\ 3x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 6 \\ 3x_1 = x_2 + 3x_3 - x_4 = 6 \end{cases}$	$B(A + 2B) - 3AB$ $A = \begin{pmatrix} 7 & -3 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 3 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} -4 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$
9	$\begin{cases} 3x + 4y + 2z = 8 \\ 2x - y - 3z = -1 \\ x + 5y + z = 0 \end{cases}$	$2(A - 4B) + A^2B$ $A = \begin{pmatrix} 5 & 3 & -1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & -1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 16 \\ -3 & -2 & 0 \\ 5 & 7 & 2 \end{pmatrix}$
10	$\begin{cases} 2x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 2x_4 = 12 \\ x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 = 12 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 + x_4 = 0 \\ 5x_1 + 7x_2 + x_3 + 3x_4 = 4 \end{cases}$	$A(A^2 - B) - 2(A + B)B$ $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -1 & 2 & 4 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 13 \\ -1 & 0 & 5 \\ 5 & 13 & 21 \end{pmatrix}$
11	$\begin{cases} 7x + 5y + 2z = 18 \\ x - y - z = 3 \\ x + y + 2z = -2 \end{cases}$	$(A - B)^2(A + B) - 5AB$ $A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 5 \\ -1 & 0 & 2 \\ -2 & -1 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -2 \\ -1 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 0 \end{pmatrix}$
12	$\begin{cases} x_1 + 5x_2 = 2 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 6 \\ 3x_1 - x_2 + 3x_3 - x_4 = 6 \end{cases}$	$(2A + B)B * (A - B)$ $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 3 & 0 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -2 \\ 2 & 1 & 1 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
13	$\begin{cases} 11x + 3y - 3z = 2 \\ 2x + 5y - 5z = 0 \\ x + y + z = 2 \end{cases}$	$2(A + B)(2B - A)$ $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 4 & 5 & 2 \\ -1 & 0 & 7 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -2 & 4 \end{pmatrix}$
14	$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 + x_3 - 4x_4 = 3 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1 \\ 3x_1 - x_3 + x_4 = -3 \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 5x_4 = -6 \end{cases}$	$3(A^2 - B^2) - 6AB$ $A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 3 & -2 & 0 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 5 & -7 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$
15	$\begin{cases} 2x + 3y + z = 1 \\ x + z = 0 \\ x - y - z = 2 \end{cases}$	$(A^2 - B^2)(A + B)$ $A = \begin{pmatrix} 7 & 2 & 0 \\ -7 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & -2 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
16	$\begin{cases} 10x - 5y - 3z = 2 \\ 12x + 5y - 5z = 0 \\ x + y + z = 10 \end{cases}$	$A(2A + B) - B(A - B)$ $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

Лабораторна робота 4

Тема роботи: створення графіків функцій та діаграм на площині в електронних таблицях Microsoft Excel.

Мета роботи: ознайомитися з компонентами і операціями побудови графіків функцій на площині.

Послідовність виконання роботи

1. Опрацювання необхідного теоретичного матеріалу.
2. Виконання роботи згідно з індивідуальним варіантом.
3. Складання звіту, який має містити:
 - номер та тему роботи;
 - постановку індивідуального завдання;
 - опис послідовності дій для побудови графіків свого варіанту з визначенням області визначення кожної функції;
 - отримані графіки функцій з назвами і позначенням осей подати у вигляді копій екрана листів Microsoft Excel.

Теоретичні відомості

За допомогою інструментів електронної таблиці Microsoft Excel можна створювати як прості, так і складні діаграми, використовуючи дані робочого листа. Основні типи діаграм та операцій зі створення та редагування наведені в лабораторній роботі 2.

Якщо ж умова побудови графіка функції задана системою рівнянь, то для обчислення значень функції використовують функцію **ЕСЛИ** (знаходиться у категорії "Логічні"). Для додавання функції у формулу натискаємо на кнопку f_x , яка знаходиться біля рядка редагування формул (рис. 4.1).



Рис. 4.1 Приклад виклику вікна "Майстер функцій"

Логічні функції призначені для перевірки виконання умови або для перевірки декількох умов. Так, функція ЕСЛИ (IF) дозволяє **визначити**, чи виконується зазначена умова, і повертає одне значення, якщо умова істинна, і інше – якщо вона помилкова. Функція має наступний синтаксис: **=ЕСЛИ (логічний_вираз;значення_якщо_істина;значення_якщо_помилка)**.

Далі розглянемо основні етапи виконання лабораторної роботи вже на прикладах.

Приклади виконання завдань

Приклад 4.1. Побудувати графік функції $f_1(x) = \sqrt[3]{(x-1)^2} - \sqrt[3]{(x-2)^2}$.

Послідовність виконання

1. Визначимо функцію $f_1(x)$. Для цього в клітинки A2:A22 необхідно ввести значення аргумента за допомогою функції автозаповнення (див. рис. 4.2), у даному випадку з кроком 0,5. Звичайно підпишемо стовпець значень, увівши текстову підказку в клітинку A1. Далі в клітинку B1 вводимо текст $f_1(x)$, а в клітинку B2 формулу " $=((A2-1)^(2/3)) - ((A2-2)^(2/3))$ " і копіюємо цю формулу у клітинки B3:B22 за допомогою функції автозаповнення.
2. Далі виділимо весь діапазон клітинок A2:B22 і скористаємося пунктом меню **Вставка – Графік** (більш детально про діаграми дивіться лабораторну роботу 2) для додавання графіку на лист.
3. Для побудови графіка функції краще вибрати точкову діаграму. Щоб графік був більш виразним і зрозумілим, можна визначити проміжок зміни аргумента, збільшити товщину ліній, підписати осі координат, нанести на них відповідні поділи і **обов'язково** вивести заголовок.

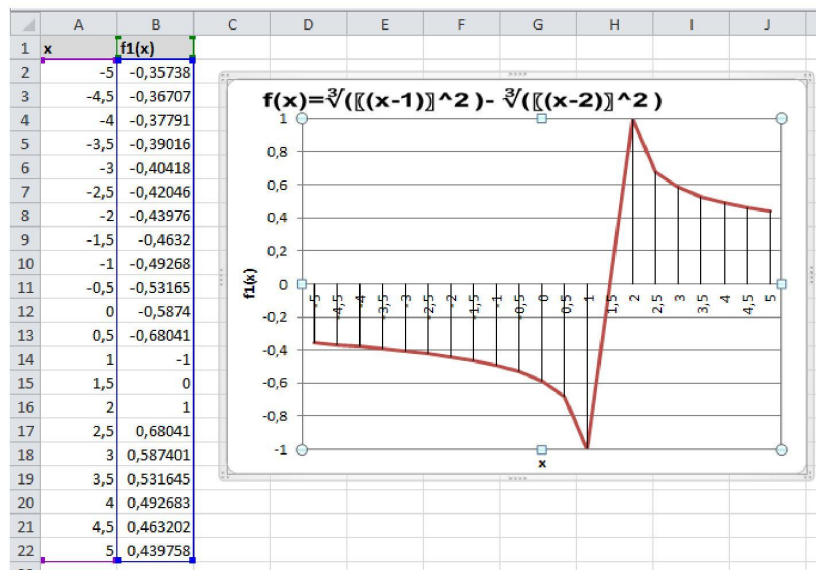


Рис. 4.2. Приклад графіка функції $f_1(x)$

Приклад 4.2. Побудувати графік функції $f_2(x) = (2x^2 - 6)/(x - 2)$.

Послідовність виконання

При побудові цього графіка слід звернути увагу на область визначення функції. В даному випадку функція не існує при оберненні знаменника в нуль. Розв'язуємо рівняння $x - 2 \neq 0 \rightarrow x \neq 2$.

Отже, при визначенні значень аргумента слід пам'ятати, що при $x = 2$ функція не визначена. На рис. 4.3 бачимо, що значення аргумента задане з кроком 0,2, а навпроти клітинки A27 (значення $x = 2$) – клітинка значення функції $f_2(x)$ порожня і виділена сірим кольором.

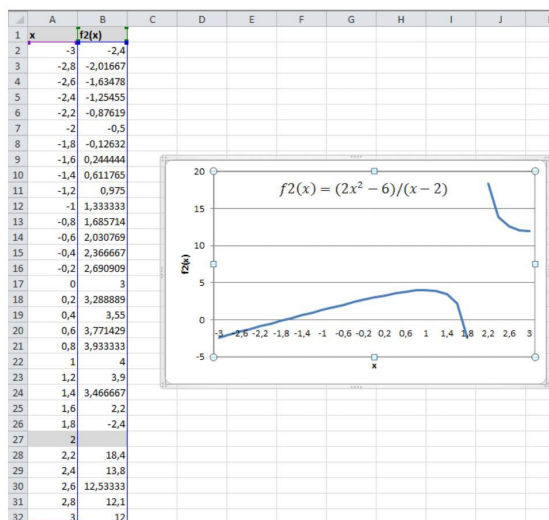


Рис. 4.3. Графік функції $f_2(x) = (2x^2 - 6)/(x - 2)$

Приклад 4.3. Побудувати графік функції
$$\begin{cases} \frac{|x|}{1+x^2} e^{-2x}, & x < 0 \\ \sqrt{1+x^2}, & x \geq 0 \end{cases}$$

Послідовність виконання

При побудові цього графіка слід використовувати функцію **ЕСЛИ**. Наприклад у клітинці A2 (див. рис. 4.4) знаходиться початкове значення аргумента, тоді в клітинку B2 необхідно ввести формулу

"=ЕСЛИ (A2<0;(ABS(A2)*EXP(-2*A2))/(1+A2*A2);КОРЕНЬ(1+A2*A2))"

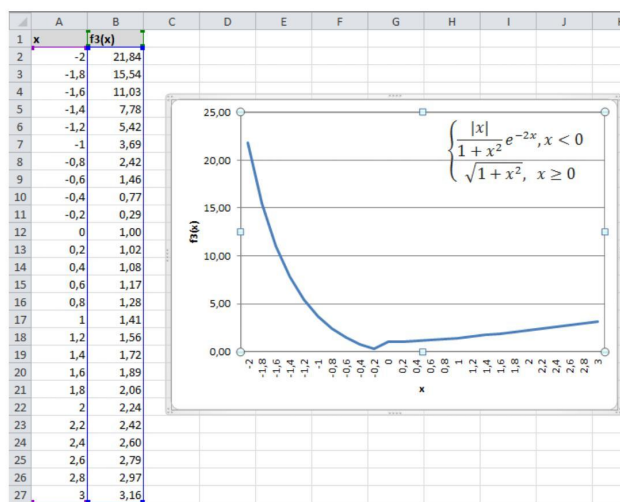


Рис. 4.4. Графік функції $f_3(x)$ з використанням функції ЕСЛИ

Приклад 4.4. Зобразити графік, заданий неявною функцією $4y^2 + 5x^2 - 20 = 0$.

Послідовність виконання

Зауважимо, що задане рівняння $f(x, y) = 0$ описує криву лінію під назвою **еліпс**. Це можна довести, якщо провести елементарні математичні операції:

$$f(x, y) = 0 \rightarrow 4y^2 + 5x^2 - 20 = 0 \rightarrow \frac{y^2}{5} + \frac{x^2}{5} = 1.$$

У зв'язку з тим, що лінія задана неявною функцією, для її побудови необхідно розв'язати задане рівняння щодо змінної y :

$$4y^2 + 5x^2 - 20 = 0 \rightarrow 4y^2 = 20 - 5x^2 \rightarrow y^2 = 20 - \frac{5x^2}{4} \rightarrow y = \pm \frac{\sqrt{20 - 5x^2}}{2}.$$

Після виконання перетворень можна побачити, що лінію функції $f(x, y)$ можна зобразити, побудувавши графіки двох функцій в одній графічній області.

$$f41(x) = +\frac{\sqrt{20 - 5x^2}}{2} \quad f42(x) = -\frac{\sqrt{20 - 5x^2}}{2}$$

Перед побудовою визначимо області визначення функцій $f41(x)$ і $f42(x)$. Оскільки ці функції мають у чисельнику вираз під знаком квадратного кореня, то обов'язковою умовою їх існування буде виконання такої нерівності:

$$20 - 5x^2 \geq 0 \rightarrow -5x^2 \geq -20 \rightarrow x^2 \leq 4 \rightarrow x \leq \pm 2 \rightarrow -2 \leq x \leq 2 \rightarrow x \in [-2; 2]$$

Тепер перейдемо до **побудови графіка**. Для цього в клітинки A2:A42 введемо значення аргумента (від -2 до 2 з кроком $0,1$). У клітинку B2 введемо формулу для обчислення значень функції $f41(x)$ " $=\text{КОРЕНЬ}(20-5*A2^2)/2$ ", а у клітинку C2 відповідно " $=-\text{КОРЕНЬ}(20-5*A2^2)/2$ " для обчислення значень функції $f42(x)$. Далі скопіюємо ці формули за допомогою функції автозаповнення у клітинки B3:B42 і C3:C42 відповідно.

Потім виділимо діапазон клітинок A2:C42 і побудуємо графіки функцій $f41(x)$ і $f42(x)$ в одній графічній площині (рис. 4.5).

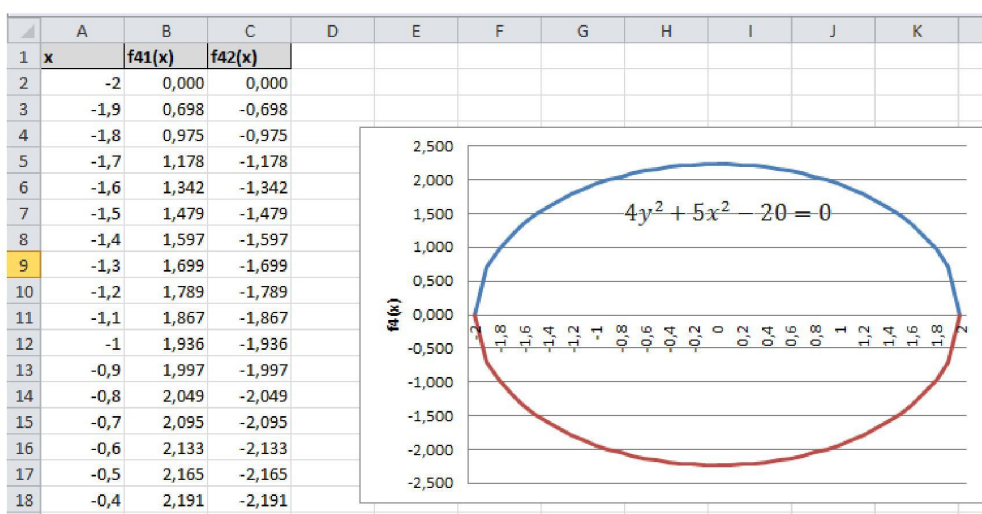


Рис. 4.5. Графік функції $4y^2 + 5x^2 - 20 = 0$

Приклад 4.5. Зобразити графік, заданий неявною функцією $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{16} = 1$.

Послідовність виконання

Таке рівняння описує лінію під назвою гіпербола. Розв'яжемо його щодо змінної y : $y^2/16 = x^2/4 - 1 \rightarrow y^2 = 16/4(x^2 - 4) \rightarrow y = \pm 4/2 \sqrt{x^2 - 4}$;

$$f5_1(x) = +4/2 \sqrt{x^2 - 4} \quad f5_2(x) = -4/2 \sqrt{x^2 - 4}.$$

Знайдемо області визначення цих функцій

$$x^2 - 4 \geq 0 \rightarrow x \in (-\infty, -2] \cup [2, +\infty).$$

Проведені дослідження виявили, що для побудови графіка необхідно значення аргумента задавати в два етапи, тому що в діапазоні від -2 до 2 функція не визначена (див. приклад 4.2). Задаємо і будуємо функції $f5_1(x)$ і $f5_2(x)$ (рис. 4.6), згідно з прикладом 4.4.

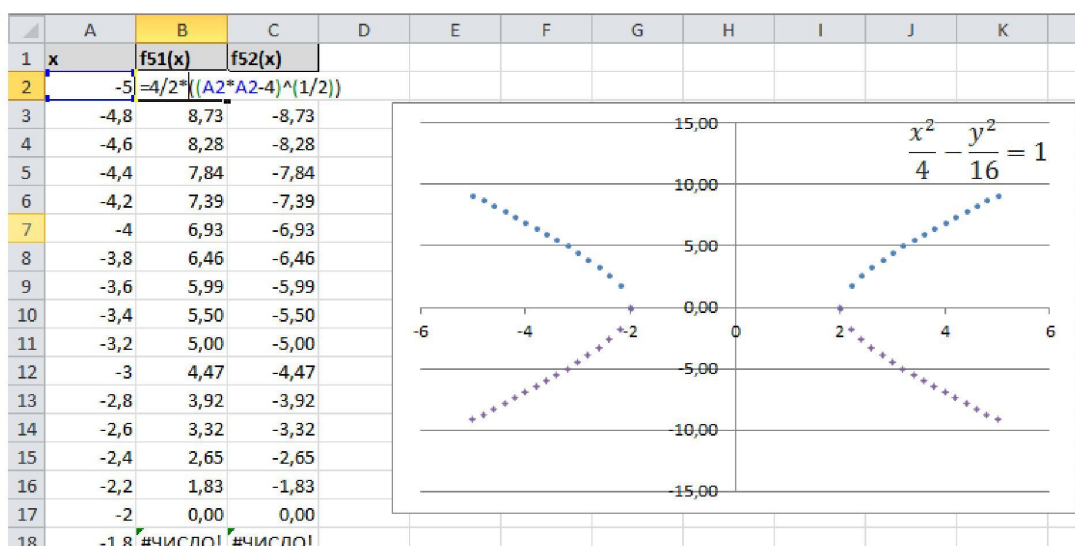


Рис. 4.6. Графік функції $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{16} = 1$

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Чи можна змінити параметри графіка після його побудови?
2. Як додати до графіка назву?
3. Як перебудувати раніше створений графік для нових даних?
4. Як перемістити діаграму на новий лист?
5. Скільки аргументів має функція умови "ЕСЛИ"?

Варіанти індивідуальних завдань

Побудувати графіки функцій $f_1(x) - f_4(x)$ згідно варіанту у журналі (табл. 4.1 – 4.4) на окремих листах робочої книжки. Всі графіки **обов'язково** повинні мати відповідну назву і позначення осей.

Таблиця 4.1

№	$f_1(x)$	№	$f_1(x)$
1	$\sqrt[3]{(x+3)^2} - \sqrt[3]{(x-4)^2}$	9	$\sqrt[3]{(x^2-x-3)^2}$
2	$\sqrt[3]{(x+1)^2} - \sqrt[3]{x}$	10	$\sqrt[3]{(x-4)(x^2+2)}$
3	$\sqrt[3]{(x^2-3x+2)^2}$	11	$\sqrt[3]{(1-x)(x^2+2x-2)}$
4	$\sqrt[3]{(2+x)(x^2-4)}$	12	$\sqrt[3]{(x+2)^2(x^2-1)}$
5	$\sqrt[3]{(x-2)(x-4)}$	13	$\sqrt[3]{(x-2)^2} - \sqrt[3]{x^2}$
6	$\sqrt[3]{(4+x)^2} - \sqrt[3]{(x+3)^2}$	14	$\sqrt[3]{(x^2-2x-3)^2}$
7	$\sqrt[3]{(x-4)(x+2)}$	15	$\sqrt[3]{(6-2x)x^2}$
8	$\sqrt[3]{(4+x^2)x^2}$	16	$\sqrt[3]{(x+4)^2} - \sqrt[3]{x^2}$

Таблиця 4.2

№	$f_2(x)$	№	$f_2(x)$
1	$2x^2 - 7/\sqrt[2]{3x^2-2}$	9	$17 - x^2/(4x-5)$
2	$21 - x^2/(7x-9)$	10	$1 - x^2/\sqrt[2]{16x^2-9}$
3	$(4x^2+5)/(4x-8)$	11	$2 - x^2/\sqrt[2]{9x^2-4}$
4	$4x^3 - 4/(x^2-1)$	12	$3x+1/(1-2x)$
5	$x^2 - 3/\sqrt[2]{4x^2-3}$	13	$4x^3 - 2x - 2/(x^2-1)$
6	$15 - x^3/(2x-1)$	14	$x^2 - 8/(2x-3)$
7	$2x^2 - 6/(x-2)$	15	$2x^3 - 2x/(x^2-1)$
8	$x^2 - 3x - 1/(x^2+1)$	16	$x^2 - 5/\sqrt[2]{9x^2-8}$

Таблиця 4.3

№	$f3(x)$	№	$f3(x)$
1	$\begin{cases} x e^{-2x}, x < 0 \\ 1/(x^2 + 1), x \geq 0 \end{cases}$	9	$\begin{cases} 1 + x^2/\sqrt{1 + x^4}, x < 0 \\ 2x + \sin^2(x) + x, x \geq 0 \end{cases}$
2	$\begin{cases} \sqrt{1 + 2x}, x > 0 \\ 3x/(x^2 + 1), x \leq 0 \end{cases}$	10	$\begin{cases} 2 + \sin^2(x), x \leq 0 \\ 1 + e^{-0.1x}, x > 0 \end{cases}$
3	$\begin{cases} \sin(x) - 2\cos(x), x \leq 0 \\ \sqrt[3]{1 + x}, x > 0 \end{cases}$	11	$\begin{cases} 1 + \cos(x), x \leq 0 \\ x\cos(x), x > 0 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 2\sqrt{1 + x^2}, x \leq 0 \\ 1 + \sqrt[3]{e^x}, x > 0 \end{cases}$	12	$\begin{cases} \sqrt{x^2 + 1}, x < 0 \\ \sin(x) e^{-x}, x \in [0; 1] \\ 2\cos(x), x > 1 \end{cases}$
5	$\begin{cases} \sqrt[3]{ x }, x < 0 \\ -2x + \sqrt{x}, x \in [0; 1) \end{cases}$	13	$\begin{cases} \sin(x) + \cos(x), x \leq 0 \\ \sqrt[2]{1 + x^2}, x > 0 \end{cases}$
6	$\begin{cases} -x, x < 0 \\ \cos(x), x = 0 \\ -\sin(x), x > 0 \end{cases}$	14	$\begin{cases} \sqrt{1 + x^4}, x < 0 \\ 2x + \cos^2(x), x \geq 0 \end{cases}$
7	$\begin{cases} 3\sin^2(x) - \cos(x), x \leq 0 \\ \sqrt[2]{2 + x^2}, x > 0 \end{cases}$	15	$\begin{cases} 2\sqrt{1 + x^2}, x \leq 0 \\ 7 + \cos(x), x > 0 \end{cases}$
8	$\begin{cases} 1 + \sin(x), x \leq 0 \\ 1 + x^2, x > 0 \end{cases}$	16	$\begin{cases} \sqrt[2]{ x }, x < 0 \\ -2x^2, x \in [0; 2) \end{cases}$

Таблиця 4.4

№	$f4(x)$	№	$f4(x)$
1	$x^2/25 + y^2/4 = 1$	9	$9y^2 - 4x^2 = 16$
2	$x^2/16 + y^2/4 = 1$	10	$x^2/36 + y^2/9 = 1$
3	$x^2/25 + y^2/9 = 1$	11	$2y^2 - 9x^2 = 18$
4	$x^2/25 + y^2/16 = 1$	12	$x^2/16 + y^2/49 = 1$
5	$y^2 + 4x^2 = 4$	13	$y^2 + 4x^2 = 16$
6	$x^2/25 + y^2/36 = 1$	14	$x^2/64 + y^2/100 = 1$
7	$x^2/36 - y^2/9 = 1$	15	$9y^2 + 4x^2 = 16$
8	$x^2/25 + y^2/64 = 1$	16	$x^2/49 - y^2/81 = 1$

Лабораторна робота 5

Тема роботи: побудова поверхонь у тривимірному просторі.

Мета роботи: набуття навичок побудови об'ємних діаграм у тривимірному просторі у програмі Microsoft Excel.

Послідовність виконання роботи

1. Опрацювання необхідного теоретичного матеріалу
2. Виконання роботи згідно з індивідуальним варіантом.
3. Складання звіту, який має містити:
 - номер та тему роботи;
 - постановку індивідуального завдання;
 - опис послідовності дій для побудови об'ємної діаграми з визначенням області визначення функції;
 - отриманий результат подати у вигляді у вигляді копій екрана.

Теоретичні відомості

Програма Microsoft Excel дозволяє будувати як плоскі діаграми і графіки, так і об'ємних тривимірних діаграм. За допомогою таких діаграм зручніше аналізувати та представляти різні набори даних.

Елементи об'ємної (3D) діаграми

Об'ємна діаграма (рис. 5.1) має ряд додаткових елементів:

- вісь Z або вісь значень, на якій відкладаються дані таблиці;
- вісь X або вісь категорій, яка нічим не відрізняється від осі X двовимірної діаграми;
- вісь Y або вісь рядів, на якій вказуються окремі ряди. Ця вісь **створює об'ємне** уявлення діаграми;
- стіна, яка розглядається як фон для діаграми;
- кути, за допомогою яких можна змінити розташування діаграми;
- основу – прямокутна область, на якій побудована об'ємна діаграма;
- можливість **повертати фігуру** при необхідності (рис. 5.2). Викликається за допомогою контекстного меню.

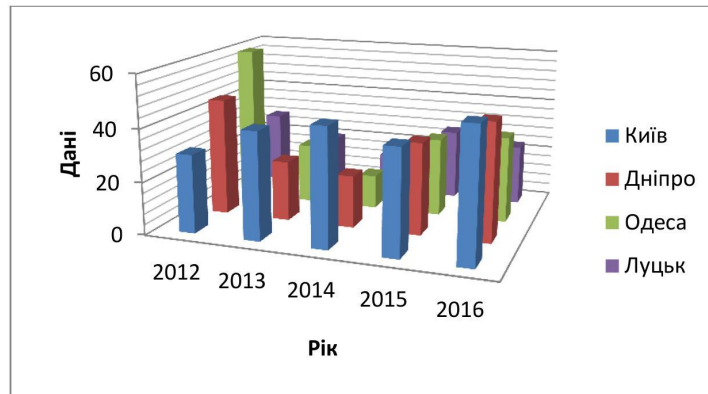


Рис. 5.1. Приклад об'ємної 3D діаграми

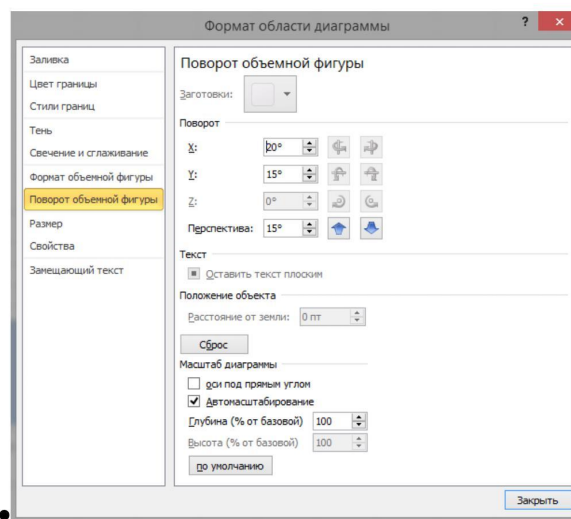


Рис. 5.2. Вікно спеціальної команди "Обернення фігури"

Приклад виконання завдання

Побудувати верхню частину еліпсоїда $\frac{z^2}{16} = 1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25}$.

Розв'язок

Для побудови поверхні необхідно задати рівняння щодо змінної z .

$$\frac{z^2}{16} = 1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25} \rightarrow z^2 = 16 \cdot \left(1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25}\right) \rightarrow z = \pm 4 \sqrt{1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25}}$$

Оскільки йде мова про верхню частину еліпсоїда, то розглянемо область визначення функції зі знаком плюс. Якщо у вас буде умова нижньої частини, то треба буде розглянути область визначення функції зі знаком мінус.

$$z = +4 \sqrt{1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25}} \rightarrow \left(1 - \frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{25} \geq 0\right) \rightarrow \left(\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{25} \leq 1\right)$$

$$\rightarrow \left(\frac{x^2}{9} \leq 1 - \frac{y^2}{25}; \frac{y^2}{25} \leq 1 - \frac{x^2}{9}\right) \rightarrow \left(x \leq \pm 3 \sqrt{1 - \frac{y^2}{25}}; y \leq \pm 5 \sqrt{1 - \frac{x^2}{9}}\right)$$

$$\rightarrow \left(x \leq \pm \frac{3}{5} \sqrt{25 - y^2}; y \leq \pm \frac{5}{3} \sqrt{9 - x^2}\right) \rightarrow \begin{cases} y \leq \pm 5 \\ x \leq \pm 3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} y \in [-5; 5] \\ x \in [-3; 3] \end{cases}$$

Приступимо до побудови поверхні. У діапазон клітинок B2:L2 введемо послідовність значень змінної y : $-5, -4, \dots, 5$, а в клітинки A3:A15 – послідовність значень змінної x : $-3, -2,5, \dots, 3$. Далі в клітинку B3 уведемо основну формулу " $=4*(1-($A3^2)/9-(B$2^2)/25)^0,5$ ", яка описує верхню частину еліпсоїда. Знак \$, що стоїть перед буквою в імені клітинки (див. рис. 5.3), дає абсолютне посилання на стовпець з такою назвою, а знак \$, що стоїть перед цифрою – абсолютне посилання на рядок з цим іменем. Далі копіюємо формулу за допомогою автозаповнення в усі клітинки діапазону B4:L15 для отримання значень змінної z (рис. 5.3).

B3		fx = =4*(1-(\$A3^2)/9-(B\$2^2)/25)^0,5										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Верхня частина еліпсоїда											
2		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
3	-3	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	0	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!
4	-2,5	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	1,52607	2,061283	2,211083	2,061283	1,52607	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!

Рис. 5.3. Фрагмент знаходження значень змінної z

Перейдемо до побудови поверхні. Виділяємо всю таблицю і натискаємо пункт меню **Вставка – Поверхня**. Наступним кроком обов'язково вводимо назву діаграми і підписуємо осі (рис. 5.4).

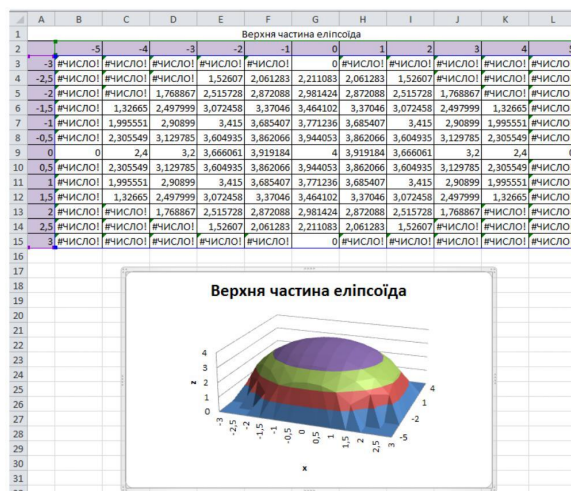


Рис. 5.4. Приклад побудови поверхні еліпсоїда

Питання для підготовки до захисту лабораторної роботи

1. Чи можна побудувати об'ємну діаграму в іншій книжці?
2. Як додати до об'ємної діаграми додаткові підписи?
3. Як вибрати тип об'ємної діаграми?
4. Чи можна розташувати діаграму на окремому листі?
5. Чи можна змінити назву діаграми після її побудови?
6. Як додати до об'ємної діаграми нові дані з таблиці?
7. Чи можна поміняти тип об'ємної діаграми після її створення?

Варіанти індивідуальних завдань

Побудувати верхню (парні варіанти у журналі) або нижню (непарні варіанти у журналі) частину еліпсоїда (табл. 5.1), заданого рівнянням:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

Таблиця 5.1

№	Значення a	Значення b	Значення c
1	5,7	4,7	4,2
2	2,7	3,9	5,1
3	2	3	7
4	7	4	2
5	7	2	4
6	1,5	0,7	1,4
7	3,1	3,2	5,3
8	1,2	1,9	1,5
9	5	3	1,1
10	7	3	1
11	1	1	2
12	1,5	2,7	3,4
13	5,1	7,1	1,2
14	6,1	3,1	2,2
15	1	3	7
16	2,5	2,7	4,5

Список літератури

1. Уокенбах, Джон. Формулы в Microsoft Excel 2010 [Текст] / Джон Уокенбах. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 704 с.
2. Лавренов, С.М. Excel. Сборник примеров и задач [Текст] / С.М. Лавренов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 336 с.
3. Анеликова, Л.А. Лабораторные работы по Excel [Текст] / Л.А. Анеликова – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 128 с.
4. Маликова, Л.В. и др. Практический курс по электронным таблицам MS Excel [Текст]: Учебное пособие для вузов. – 2-е издание / Л.В. Маликова и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 256 с.
5. Ульрих, Л.А. Электронные таблицы Microsoft Excel. Проблемы и решения [Текст]: Практическое пособие / Л.А. Ульрих – М.: Издательство ЭКОМ, 2002. – 400 с.
6. Леонов, В. Простой и понятный самоучитель Word и Excel [Текст] / В. Леонов – М.: Издательство «Э», 2016. – 352 с.
7. Шитов В.Н. Excel. Единый справочник [Текст] / В.Н. Шитов – М.: ГроссМедиа, 2005. – 512 с.

Функціональні клавіші

Для зручної роботи з програмою Microsoft Excel використовуються функціональні клавіші:

- F1 – виклик довідкової системи програми.
- Ctrl+O – відкриття існуючого документу.
- Ctrl+N – створення нового документу.
- Ctrl+S – збереження поточного документу.
- Ctrl+P – виведення поточного документу на друк.
- Ctrl+Y – повтор останньої дії
- Ctrl+Z – відміна останньої дії.
- Ctrl+F – виклик діалогового вікна «пошук по документу».
- F2 – режим редагування клітинки.
- Enter, Tab, shift+Enter, shift+Tab – підтвердження введення даних у клітинку.
- Ctrl+I – виклик діалогового вікна «Формат клітинок».
- Ctrl+C – копіювання об'єкту у буфер обміну Windows.
- Ctrl+V – вставка об'єкту з буферу обміну Windows у поточний документ.
- Ctrl+X – вирізання об'єкту у буфер обміну.
- Ctrl+D – заповнення клітинок вниз.
- Ctrl+R – заповнення клітинок вправо.
- Ctrl+L – виклик діалогового вікна створення списків.
- F7 – перевірка орфографії у книжці.
- Esc – переривання поточної операції.
- Alt+F8 – виклик діалогового вікна «макрос».
- Alt+F11 – виклик редактору Visual Basic.
- Ctrl+F4 – закриття поточного документу.
- Alt+F4 – закриття програмного середовища Excel.

Юлія Олександрівна Шевченко

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИН
(Частина I)**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**
студентами напряму підготовки 124 Системний аналіз

Редактор Л.О. Чуїщева

ДВНЗ «НГУ»
49005, м. Дніпро, просп. Д.Яворницького, 19.