

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

**Факультет обчислювальної техніки,
інтелектуальних та управляючих систем**

**Кафедра програмного забезпечення
автоматизованих систем**

О.А. Блакова

**Різні способи візуалізації
функціональних залежностей
засобами ІКТ**

для студентів напрямку підготовки 6.040101 «Хімія»

(частина 1)

Черкаси 2014

УДК 004(075.8)
ББК 32.973.2-018я73-1
Б 68

Рецензенти:

Гришко Ю.О., кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри інформаційних систем факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Онищенко Б.О., кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем факультету обчислювальної техніки, інтелектуальних та управляючих систем Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Черкаського національного університету ім. Б. Хмельницького
(протокол № 4 від 24 грудня 2013 року)*

Блакова О.А.

Б 68 Різні способи візуалізації функціональних залежностей засобами ІКТ : Для студентів напрямку підготовки 6.040101 «Хімія» : в 2 ч. / О. А. Блакова. – Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Ч. 1. – 72 с.

Навчально-методичний посібник містить програму, теоретичний матеріал до глави «Побудова графіків в середовищах: електронні таблиці, системі математичних розрахунків MathCad та Advanced Grapher» для проходження навчальної комп'ютерної практики з дисципліни «Інформатика та інформаційні технології», студентами Навчально-наукового інституту природничих наук, напрямку підготовки 6.040101 «Хімія». Виклад матеріалу збагачено прикладами, і завданнями для успішного виконання розрахунково-графічних робіт.

УДК 004(075.8)
ББК 32.973.2-018я73-1

Зміст

Вступ	4
Програма комп'ютерної навчальної практики	5
Цілі і завдання практики	5
Вимоги до знань та вмінь:	5
Зміст практики.....	6
Побудова графіків в середовищах: електронні таблиці, MathCad та Advanced Grapher	8
Побудова графіків за допомогою табличних процесорів.	8
<i>Розв'язання прикладів</i>	10
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	14
Побудова графіків в програмі Advanced Grapher	17
<i>Загальна характеристика програми.</i>	18
<i>Використання вбудованого калькулятора.</i>	21
<i>Побудова графіків</i>	22
<i>Управління та властивості графіків побудованих за допомогою Advanced Grapher.</i>	23
<i>Властивості документів створених за допомогою Advanced Grapher.</i>	28
<i>Файли та буфер обміну</i>	31
<i>Розв'язання прикладів</i>	31
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	37
Побудова графіків за допомогою системи математичних розрахунків MathCad.	40
<i>Особливості інтерфейсу користувача MathCad.</i>	41
<i>Застосування системи MathCad для розв'язку прикладних задач</i>	46
<i>Введення формул.</i>	46
<i>Редагування формули в Mathcad.</i>	48
<i>Введення і редагування тексту</i>	51
<i>Робота зі змінними</i>	52
<i>Функції</i>	54
<i>Арифметичні оператори.</i>	55
<i>Побудова графіків</i>	56
<i>Розв'язання прикладів</i>	60
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	64
Список використаної літератури	70

Вступ

Роль інформаційних технологій в житті сучасного суспільства визначає особливе положення дисципліни «Інформатика та інформаційні технології» в системі вузівської освіти. З одного боку, студенти мають бути готові до рішення майбутніх професійних практичних завдань з використанням засобів обчислювальної техніки і інформаційних технологій. З іншого боку, студентам потрібні системні знання в області інформатики, як складовій фундаментальної освіти майбутнього хіміка. Тому, у якій би області знань не працював зараз студент, для нього дуже важливо вміти грамотно обробляти інформацію: шукати, відбирати, аналізувати та використовувати.

У сучасних умовах, коли обсяг необхідних для людини знань різко й швидко зростає, вже неможливо робити головну ставку на засвоєння певного обсягу інформації. Важливо прищеплювати вміння самостійно поповнювати свої знання, орієнтуватися в стрімкому потоці інформації. Студенти потребують серйозної підготовки з дисциплін інформаційного циклу, яка б давала можливість вирішення широкого кола професійних завдань з використанням персональних комп'ютерів і програмних засобів.

Даний навчально-методичний посібник складений таким чином, щоб дати студенту максимально повний обсяг теоретичного і практичного матеріалу з розділу «Побудова графіків в середовищах: електронні таблиці, системи математичних розрахунків MathCad та Advanced Grapher», необхідного для проходження навчальної комп'ютерної практики з дисципліни «Інформатика та інформаційні технології».

Програма комп'ютерної навчальної практики

В процесі вивчення дисципліни «Інформатика та інформаційні технології» студенти отримують базові знання в області програмного забезпечення і навички роботи з комп'ютером, необхідні для подальшого навчання, які закріплюються навчальною комп'ютерною практикою.

Навчальна комп'ютерна практика для студентів II курсу денної форми навчання (напрям підготовки 6.040101 «Хімія») – один з базових етапів навчального процесу, що дає можливість ознайомитися з можливостями комп'ютерних технологій в інформаційно-аналітичній роботі.

База практики – Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького.

Цілі і завдання практики

Практика з інформатики проводиться з **метою**: застосування теоретичних знань; закріплення і розширення вмінь та навичок роботи на персональному комп'ютері; використання можливостей пакетів прикладних програм, орієнтованих на забезпечення вирішення різних практичних завдань; вироблення практичних навичок освоєння інформаційних технологій; активного використання Інтернету в своїй майбутній професійній діяльності.

Цикли підготовки охоплюють наступні теми: операційна система WINDOWS, спеціалізований пакет MS Office, програма для побудови графіків та їх аналізу Advanced Grapher, система математичних розрахунків MathCad та робота в Internet. Суттєва увага відводиться самостійному опануванню студентами програмних пакетів.

Основні завдання навчальної комп'ютерної практики це поглибити теоретичні та практичні знання з курсу «Інформатика та інформаційні технології». Тривалість практики 216 годин. Під час проходження практики студент-практикант зобов'язаний повністю виконати завдання програми практики та створити звіт про виконану роботу.

Вимоги до знань та вмінь

За підсумками навчальної комп'ютерної практики студент повинен **знати**:

- як працювати з операційною системою MS Windows XP;

- як використовувати електронні таблиці для математичних, статистичних розрахунків, побудови та дослідження функцій, знаходження рішення системи рівнянь;
- як використовувати програму Advanced Grapher для побудови графіків та їх аналізу;
- як застосовувати системи математичних розрахунків MathCad для розв'язування математичних задач;
- як створювати звіти за допомогою текстових процесорів, презентацій та web-сторінок для подання текстової та графічної інформації;
- структуру та особливості функціонування мережі Інтернет та здійснювати пошук інформації.

вміти:

- користуватися електронно-обчислювальними машинами для отримання, редагування та зберігання інформації;
- працювати з інтернет-каталогами провідних українських та зарубіжних бібліотек;
- обробляти інформацію на основі використання відповідних комп'ютерних програм;
- аналізувати одержані матеріали;
- користуватися електронною поштою для отримання та передачі даних;
- виконувати математичні розрахунки та будувати графіки засобами програм MS Excel, MathCad та Advanced Grapher;
- створювати реферати, презентації або web-сторінки на основі використання відповідних комп'ютерних програм;
- складати звіт за результатами досліджень.

Зміст практики

Навчальний процес здійснюється в таких формах: самостійна під керівництвом викладача та індивідуальна робота студента. Завданням самостійної роботи студентів є отримання додаткової інформації для більш поглибленого вивчення дисципліни «Інформатика та інформаційні технології», а індивідуальної – успішне виконання розрахунково-графічної роботи.

Зміст навчальної комп'ютерної практики розкривається в наступних темах:

Тема № 1. Електронні таблиці.

Знайомство з можливостями середовища електронні таблиці для побудови графіків функцій та знаходження коренів системи рівнянь.

Тема № 2. Середовище Advanced Grapher.

Знайомство з програмою. Можливості програми для побудови графіків. Редагування готових графіків. Функції та способи їх завдання. Запис формул в Advanced Grapher. Побудова графіків функції по заданій формулі. Копіювання та збереження готових креслень. Знайомство з можливостями середовища для дослідження функції.

Тема № 3. Пакет програм для математичної обробки інформації.

Система математичних розрахунків MathCad. Можливості програми для побудови графіків. Побудова графіків функцій по заданій формулі. Відображення декількох графіків в одній площині. Обчислення функції в символному вигляді. Проведення матричних перетворень. Знаходження коренів рівнянь. Рішення системи лінійних та нелінійних рівнянь.

Тема № 4. Використання пакетів прикладних програм для створення та проведення презентацій.

Тема № 5. Використання пакетів прикладних програм для створення web–сторінок.

Тема № 6. Глобальна мережа Internet.

За результатами практики і представленою звітною документацією студент складає залік, який проводить у формі захисту і оцінюється диференційовано.

Побудова графіків в середовищах: електронні таблиці, MathCad та Advanced Grapher

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних програм для побудови графіків та їх дослідження. Ми з Вами зупинимося на трьох найчастіше для цього використовуваних програм: Advanced Grapher (для побудови та аналізу графіків), електронних процесорів (для побудови графіків) та MathCad (системи математичної обробки інформації).

Побудова графіків за допомогою табличних процесорів

Діаграми є засобом наочного подання даних і полегшують виконання порівнянь, виявлення закономірностей і тенденцій поведінки даних. У середовищі програми Microsoft Excel існує можливість побудови 14 типів стандартних діаграм і графіків та 20 типів нестандартних, кожний з яких має декілька різновидів.

Діаграму можна створити на окремому аркуші або помістити як встановлений об'єкт на аркуш з даними. Щоб створити діаграму, необхідно спочатку підготувати для неї дані на аркуші. Після цього, виділивши ці дані, слід скористатися «Майстром діаграм» для покрокового створення діаграми, при якому вибираються її тип і різні параметри, або застосувати для створення діаграми панель інструментів «Діаграма».

Діаграма зв'язана з даними, на основі яких вона створена, і оновлюється автоматично при зміні даних.

Кожний маркер даних на діаграмі відповідає одному значенню даних аркуша.

Маркер даних – смуга, область, точка, сегмент або інший графічний об'єкт, який відповідає одній комірці аркуша. Маркери даних одного кольору на діаграмі створюють ряд даних.

Microsoft Excel створює значення на осі значень за даними робочого аркушу. Основні лінії позначають основні інтервали на осі категорій. Заголовки стовпчиків і рядків даних використовуються як імена даних, що відображаються у легенді.

Легенда – підписи, які визначають візерунки або кольори рядів чи категорій даних на діаграмах.

Побудова діаграм і графіків виконується за допомогою Мастера діаграм у відповідному діалоговому вікні за 4 кроки у такій послідовності.

Крок 1. Вибір типу діаграми. На цьому етапі побудови слід вибрати тип діаграми із 14 стандартних або 20 нестандартних, а також вигляд зображення діаграми цього типу.

Крок 2. Джерело даних. Цей етап побудови має дві опції.

В опції «Діапазон даних» слід вказати блок даних для побудови діаграми в полі «Діапазон даних». Діапазон визначається введенням відповідного імені або виділяється лівою клавішею миші в електронній таблиці після натискання кнопки згортання діалогового вікна. Після виділення відповідного діапазону комірок слід натиснути кнопку відновлення діалогового вікна або клавішу «Enter». У цій опції також вказується орієнтація розташування рядів даних – у стовпчиках або рядках.

Опція «Ряд» має різний вигляд залежно від типу діаграми. У ній вводяться імена рядів, корегуються дані для рядів даних, а також вводяться необхідні підписи категорій даних, вміст легенди діаграми тощо.

Крок 3. Параметри діаграми. На цьому етапі зазначаються додаткові параметри побудови діаграми у відповідних опціях, кількість і склад яких змінюється залежно від типу діаграми. Тут можна визначати різноманітні заголовки, підписи діаграми, вісі, розташування легенди діаграми, таблиці даних тощо.

Крок 4. Розміщення діаграми. Діаграму можна розмістити у вільних від даних комірках або накласти її на таблицю. Якщо вибрати параметр «Окремо» на останньому кроці майстра, графічне зображення буде побудоване на аркуші з назвою Діаграма №, де № номер створеної діаграми, що відображається у рядку прокручування аркушів книги.

Процес побудови графіку функції та їх дослідження на комп'ютері можна розділити на кілька основних етапів:

– Побудувати таблицю:

- в першому стовпчику задати аргумент функції від x_n до x_k з кроком h , використовуючи Автозаповнення комірок,

- у другий стовпчик вводимо вираз функції і копіюємо його, використовуючи Автозаповнення комірок.
- Виділити діапазон даних другого стовпчика.
- Вкладка Вставка – панель Діаграми – інструмент Графік або інструмент Точкова (для даного інструменту потрібно виділити як стовпчик-аргумент так і стовпчик-функція).

Розв’язання прикладів

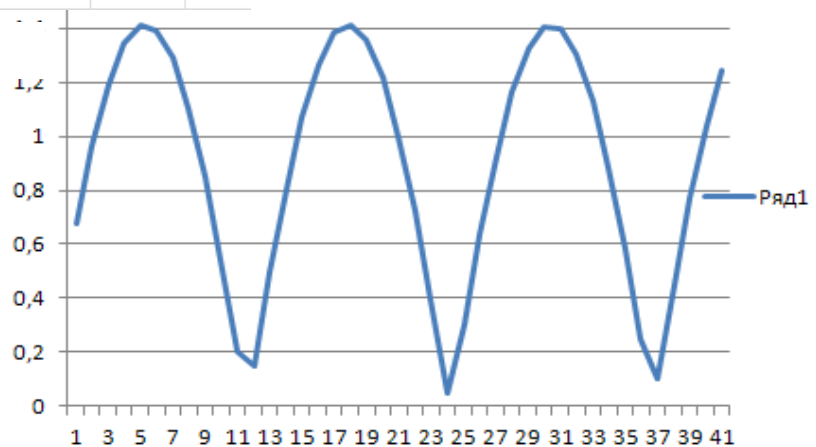
Приклад 1. Побудувати графік функції $y = f(x)$, де $f(x) = \left| \sin\left(\frac{x}{2}\right) - \cos\left(\frac{x}{2}\right) \right|$ на проміжку $[-10;10]$ шаг 0,5

Представимо дані функції в табличній формі (мал.1)

Використовуючи майстер діаграм (виділивши попередньо стовпчик функції), за отриманими даними будуємо діаграму графік функції (мал. 2)

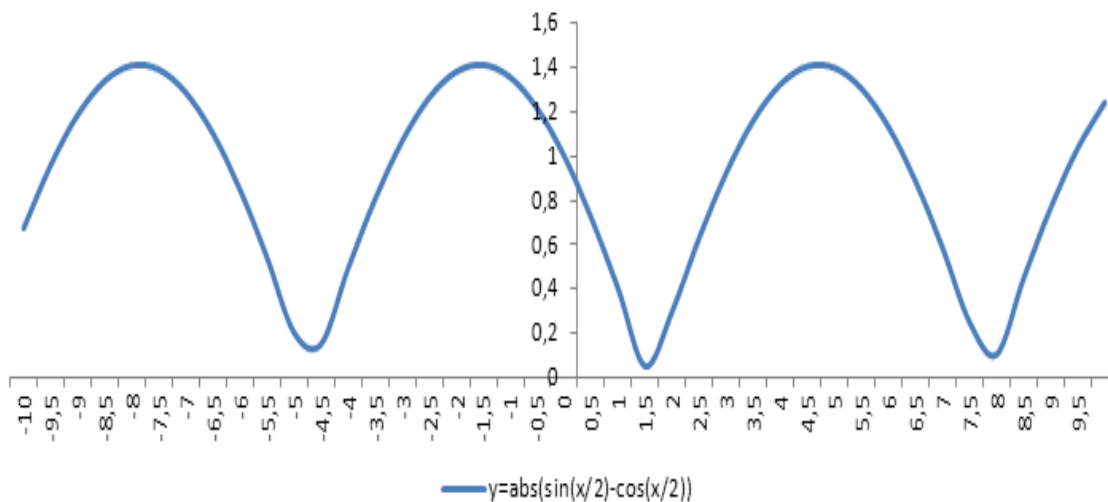
B3		fx =ABS(SIN(A3/2)-COS(A3/2))			
A	B	C	D	E	
1	Таблица				
2	x	y=abs(sin(x/2)-cos(x/2))			
3	-10	0,675262089			
4	-9,5	0,961690636			
5	-9	1,188325917			
6	-8,5	1,341076848			
7	-8	1,410446116			
8	-7,5	1,392120676			
9	-7	1,287239915			
10	-6,5	1,102324811			
11	-6	0,848872489			
12	-5,5	0,542641387			
13	-5	0,202671471			

мал. 1



мал. 2

Після отримання результату, використовуючи налаштування зображення (змінюємо діапазон даних по вісі X; встановлюємо точку перетину вісі X з віссю Y та активізуємо параметр згладжування лінії зображення), як показано на мал. 3



мал. 3

Побудова графіків декількох функцій в Excel

1. Побудувати таблицю:

- в першому стовпчику задати аргумент функції від x_n до x_k з кроком h , використовуючи Автозаповнення,
- у другий стовпчик і наступні стовпчики ввести вирази для першої (другої і т.д.) функцій і скопіювати їх, використовуючи Автозаповнення. Зауваження: в кожній функції як аргумент задавати посилання на перший стовпчик.

2. Виділити діапазон включає значення аргументу і значення всіх функцій.

3. Вкладка Вставка – панель Діаграми – інструмент Точкова – тип Точкова з гладкими кривими.

Зауваження: Графік кожної функції буде побудований власним кольором.

Приклад 2. Побудувати графік функції $y = f(x)$ та $|y = f(x)|$, де $f(x) = x^2 - 2x - 3$ на проміжку $[-2; 4]$ в одному графічному блоці.

Представимо дані функції в табличній формі (мал. 4):

	A	B	C
1	Таблиця		
2	x	$y_1=x^2-2*x-3$	$y_2=abs(x^2-2*x-3)$
3	-2	5	5
4	-1	0	0
5	0	-3	3
6	1	-4	4
7	2	-3	3
8	3	0	0
9	4	5	5

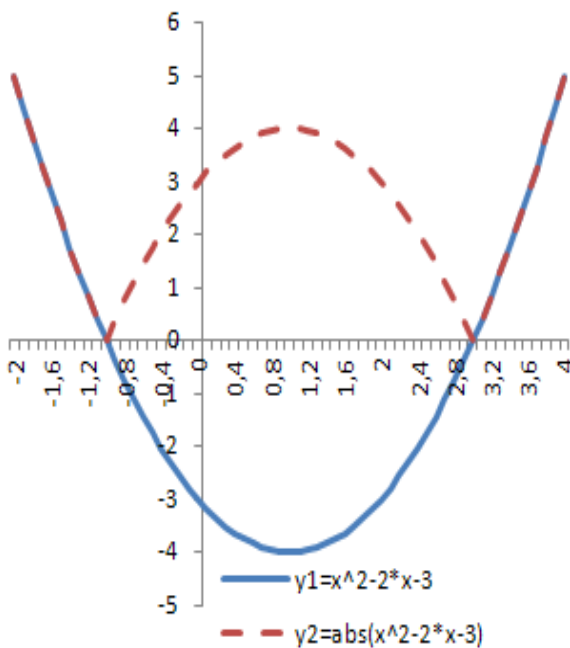
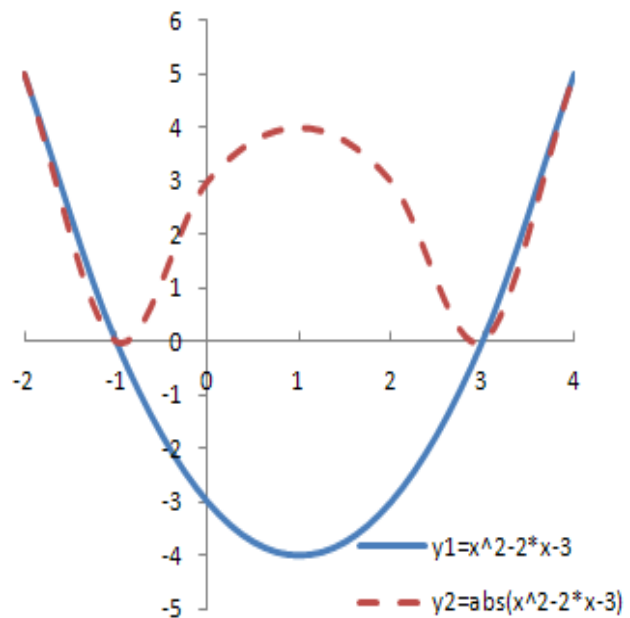
Данні представлені у вигляді чисел

	A	B	C
1	Таблиця		
2	x	$y_1=x^2-2*x-3$	$y_2=abs(x^2-2*x-3)$
3	-2	$=A3^2-2*A3-3$	$=abs(A3^2-2*A3-3)$
4	-1	$=A4^2-2*A4-3$	$=abs(A4^2-2*A4-3)$
5	0	$=A5^2-2*A5-3$	$=abs(A5^2-2*A5-3)$
6	1	$=A6^2-2*A6-3$	$=abs(A6^2-2*A6-3)$
7	2	$=A7^2-2*A7-3$	$=abs(A7^2-2*A7-3)$
8	3	$=A8^2-2*A8-3$	$=abs(A8^2-2*A8-3)$
9	4	$=A9^2-2*A9-3$	$=abs(A9^2-2*A9-3)$

Данні представлені у вигляді чисел та формул

мал. 4

Використовуючи майстер діаграм, за отриманими даними будемо діаграму графік зі значеннями, з'єднаними згладжуючими лініями без маркерів.

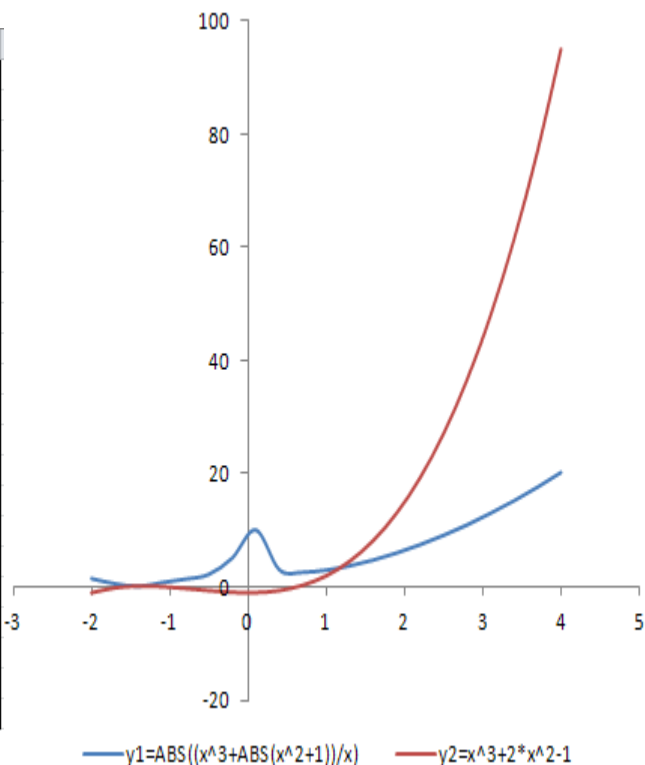


Отриманий результат не зовсім задовольняє результат, для більш точного результату використовують крок аргументу 0,1.

Приклад 3. Побудувати в одному графічному блоці графіки функцій на заданому інтервалі $[-2;4]$ з кроком $0,3$

$$y_1 = \left| \frac{x^3 + |x^2 + 1|}{x} \right| \text{ та } y_2 = x^3 + 2x^2 - 1$$

	A	B	C
1	x	y1=ABS((x^3+ABS(x^2+1))/x)	y2=x^3+2*x^2-1
2	-2	1,5	-1
3	-1,7	0,601764706	-0,133
4	-1,4	0,154285714	0,176
5	-1,1	0,799090909	0,089
6	-0,8	1,41	-0,232
7	-0,5	2,25	-0,625
8	-0,2	5,16	-0,928
9	0,1	10,11	-0,979
10	0,4	3,06	-0,616
11	0,7	2,618571429	0,323
12	1	3	2
13	1,3	3,759230769	4,577
14	1,6	4,785	8,216
15	1,9	6,036315789	13,079
16	2,2	7,494545455	19,328
17	2,5	9,15	27,125
18	2,8	10,99714286	36,632
19	3,1	13,03258065	48,011
20	3,4	15,25411765	61,424
21	3,7	17,66027027	77,033
22	4	20,25	95



Задачі для самостійного розв'язування

Завдання 1.

Вивести на екран монітора і надрукувати таблицю значень аргументу і функції, а також побудувати графік функції засобами електронних таблиць на проміжку $[-10;10]$ з шагом 0,2 в Декартові системі координат, вісі яких перетинаються в точці $(0,0)$.

Варіанти

$$1. y = |3x| - 3|x + 2|$$

$$2. y = \frac{x^3 - x^2}{2|x - 1|}$$

$$3. y = -\left| \frac{2}{|x| - 4} \right| + 3$$

$$4. y = \frac{|x| - 2}{|x - 2|}$$

$$5. y = \frac{|x| - 1}{3 - |x|}$$

$$6. y = \frac{x^2 - 3x + 2}{|x - 2|}$$

$$7. y = \frac{1}{|x| - 1}$$

$$8. y = |x^2 + 4|x| - 5|$$

$$9. y = \frac{|x + 1| + |x - 1|}{|x + 1| - |x - 1|}$$

$$10. y = \frac{|x - 1| + |x + 2|}{x - 3}$$

$$11. y = |x| + \frac{|x + 2|}{x - 2}$$

$$12. y = |x^2 - 4|x||$$

$$13. y = |x + 1| + |x - 2| + |x - 3|$$

$$14. y = \frac{x^2 - 5x + 4}{|x - 1|}$$

$$15. y = -2|x| + \frac{x^3}{3x^2 + 4} + 3$$

$$16. y = \left| \frac{x}{x^2 + 1} \right| + \frac{|x|}{x^4 + 1}$$

$$17. y = \frac{|x|x^2 + 8}{|x| + 2} - 4 - 2|x|$$

$$18. y = \frac{x^2 + x - 2}{|x + 2|} + \frac{x^2 - x - 2}{|x - 2|}$$

$$19. y = x^2 - 4|x - 1| + 1$$

$$20. y = \frac{x}{\sqrt{x^2 - 3x + 2}}$$

$$21. y = \frac{2x}{\sqrt{x - |x^2 - x + 2|}}$$

$$22. y = |x|^2 - 3|x| + 2$$

$$23. y = \frac{x^3 - x^2 + 5}{2|x-1|} + |x^3 + 5|$$

$$24. y = \frac{|x^3 - 1|}{\sqrt{x^2 - 3x + 2}}$$

$$25. y = \frac{|x^2 - |x| - 6|}{6}$$

Завдання 2.

Вивести на екран монітора і надрукувати таблицю значень аргументу і функції, а також побудувати графік функції засобами електронних таблиць на проміжку $[-10;10]$ з шагом 0,05 в Декартові системі координат, вісі яких перетинаються в точці $(0,0)$.

Варіанти:

$$1. y = |\sin x|$$

$$2. y = \cos|x|$$

$$3. y = \frac{|\cos x|}{\cos x}$$

$$4. y = \frac{|x^3 + 2|}{\cos x} - 2\sin|x|$$

$$5. y = |\sin x| \cos x$$

$$6. y = |\sin x| + \sin|x|$$

$$7. y = \frac{|\cos x - 2|}{4} + \sin|x-1|$$

$$8. y = |\operatorname{tg} x| + \operatorname{tg}|x|$$

$$9. y = |\log_2|x||$$

$$10. y = 3^{|\sin x \cos x|}$$

$$11. y = \operatorname{tg} x |\cos x|$$

$$12. y = \operatorname{ctg} x |\sin x|$$

$$13. y = 3 \sin x - \sin 3x$$

$$14. y = \cos x + \frac{1}{3} \cos 3x$$

$$15. y = \frac{\cos x}{|\cos x|}$$

$$16. y = \frac{|\sin x|}{\sin x}$$

$$17. y = \sin x - |\sin x|$$

$$18. y = |\cos x| - \cos x$$

$$19. y = 2 \sin \left| x - \frac{\pi}{4} \right|$$

$$20. y = \sqrt{2} \sin \left(\frac{|x|}{2} - 1 \right)$$

$$21. y = \frac{1}{2} \cos \left| x + \frac{\pi}{3} \right|$$

$$22. y = \frac{\sin 2x}{|\sin 2x|} x$$

$$23. y = \frac{|\sin 4x|}{1 - \cos 4x}$$

$$24. y = 3 \sin \frac{|x|}{2} - 4 \cos \frac{x}{2}$$

$$25. y = \left| \cos \left| x - \frac{\pi}{4} \right| \right|$$

Побудова графіків в програмі Advanced Grapher

Advanced Grapher - потужна і проста у використанні програма для побудови графіків і їх аналізу.

За допомогою Advanced Grapher можна створювати високоякісні 2D графіки рівнянь, нерівностей та різноманітні таблиці.

Програма, також, дозволяє побудувати криву лінію, що проходить через зазначені точки графіка (аналіз регресії), обчислювати нульові показники функції і екстремальні точки графіка. При побудові графіка легко отримати будь-які координати точок. В цілому, Advanced Grapher представляє собою не тільки засіб для креслення, а й потужний калькулятор графіків. Потрібно відзначити простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який не містить нічого зайвого.

Ключові особливості та характеристики Advanced Grapher

- багатодокументний інтерфейс;
- можливість побудови до 100 графіків в одній координатній площини.
- Підтримує графіки функцій наступних типів
 - $Y(x)$ і $X(y)$;
 - графік таблиці;
 - $X(t)$ та $Y(t)$ - зміна за часом;
 - $f(x, y) = 0$ - графік рівняння;
 - $f(x, y) < 0$ and $f(x, y) > 0$ - графік нерівності та системи нерівностей;
 - $dx/dy(x, y)$ і $dy/dx(x, y)$ - приріст функцій.
- Широкий вибір налаштувань
 - Є можливість налаштувати колір, стиль і розмір ліній; стиль і розмір точок; креслення лініями або точками (або і те, і інше); стиль штрихування (для нерівностей). Ви можете також змінити додаткові параметри для графіків в залежності від типу графіка (наприклад, кількість необхідних точок для креслення лінії, інтервали, сортування для таблиць);
 - Безліч параметрів дизайну координатної площини (параметри осей, сітки, фону, написів);

- Ви можете ставити текстові підписи на графіку.
- Функції обчислення
- аналіз регресу (7 типів регресу і можливість автоматичного вибору потрібної регресії);
 - розрахунок перетинів;
 - аналітичне визначення початку;
 - визначення рівняння дотичної та її креслення;
 - інтегрування чисел;
 - автоматичне отримання нулів і точок екстремуму функцій;
 - вбудований калькулятор графіків;
 - багатомовний інтерфейс.

Загальна характеристика програми

Програма Advanced Grapher дозволяє не тільки будувати різноманітні графіки на площині, а й проводити дослідження функцій, знаходити наближено корені алгебраїчного рівняння і точки екстремуму функції однієї змінної, отримувати аналітичний вираз для похідної, виконувати чисельне інтегрування, графічно вирішувати нерівності, здійснювати регресійний аналіз і т. д.

Розглянемо елементи вікна програми Advanced Grapher. (мал. 5)

1-2. Рядок заголовку – це верхній рядок, в ньому вказано ім'я документа з яким працює користувач. Також у рядку заголовку з права розташовані кнопки керування розміром вікна: згорнути, розгорнути (повернення до неповного розміру) та закриття вікна та зліва розташований системний значок, за допомогою якого можна виконати попередні команди.

3. Рядок меню містить імена груп команд, об'єднаних по функціональній ознаці. Рядок меню знаходиться у верхній частині екрана. Вибір команд з рядка меню відкриває відповідне підменю, а вибір визначеної опції в ньому забезпечує доступ до меню більш низького рівня.

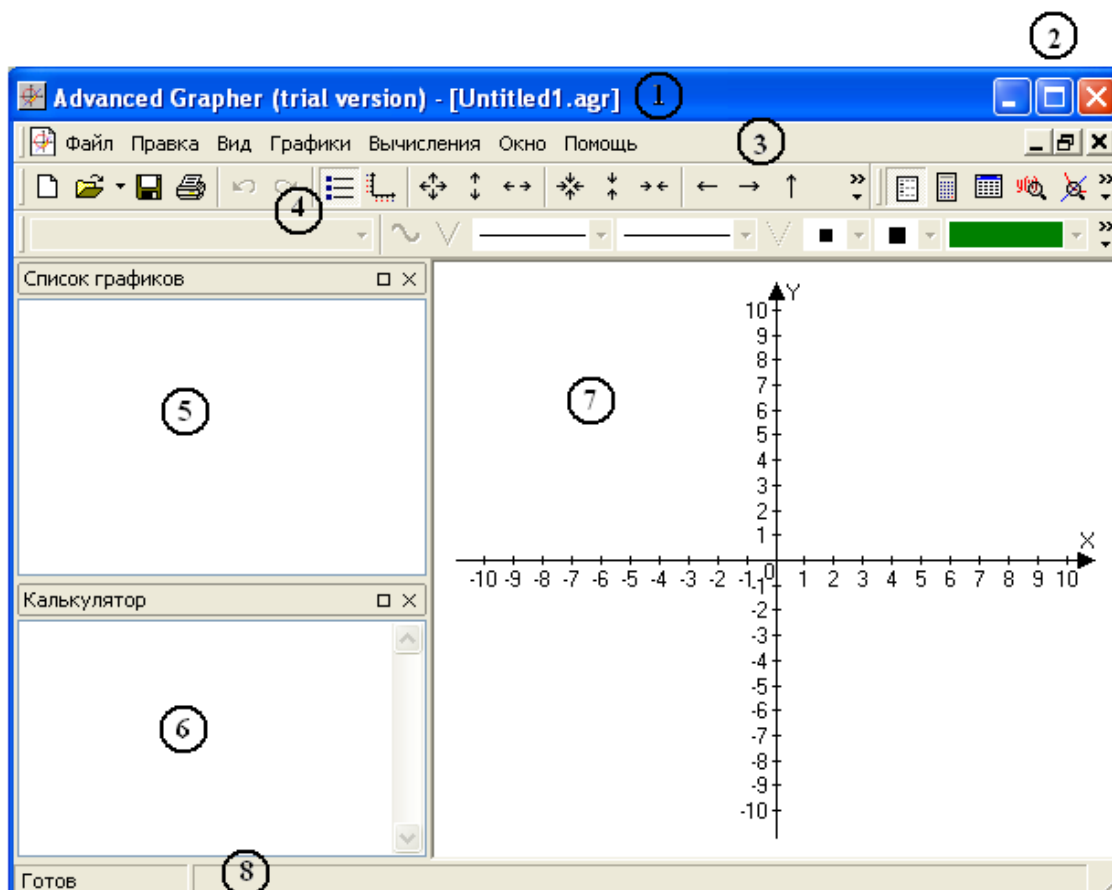
4. Панель інструментів – швидкий доступ до команд.

5. Область списку графіків – це простір де відображаються функції для побудови кривих.

6. Область калькулятора – це простір для обрахунку на калькуляторі

7. Робоча область – це простір на екрані дисплея для створення документа і роботи з ним.

8. Рядок стану визначає поточне положення курсору в цьому документі.



мал. 5

– Вирази.

Вирази в Advanced Grapher складаються з змінних, констант, чисел і функцій від них, з'єднаних операторами.

Розглянемо які оператори можливо використовувати в даний програмі:

- арифметичні оператори: +, -, *, /, ^ (піднесення до степеня);
- логічні оператори. Результат і операнди приймають значення «істина» або «хибне». У програмі не використовуються спеціальні значення для позначення «істини» і «хибне». Якщо операнд менше або дорівнює нулю, він сприймається як «хибне», інакше як «істина». Результатом логічних операцій завжди є 0 («хибне») або 1

(«істина»). Advanced Grapher дозволяє використовувати такі логічні операції: AND, OR, XOR і NOT.

NOT - унарний оператор; AND, OR та XOR - бінарні. Результати операцій залежно від значень операндів представлені в наступній таблиці:

Операнд 1	Операнд 2	AND	OR	XOR	NOT
0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	
1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	

- оператори відносини: $>$, $<$, $>=$, $<=$, $=$, $<>$. Результат - 0 («хибне») або 1 («істина»). Ці оператори в основному використовуються для побудови графіків систем нерівностей.

– Функції.

При використанні функцій необхідно використовувати синтаксис $\langle \text{Ім'я функції} \rangle (\langle \text{Аргумент} \rangle)$.

Advanced Grapher підтримує наступні функції:

sin – синус

cos – косинус

tan – тангенс

cot – котангенс

asin – арксинус

acos – арккосинус

atan – арктангенс

abs – модуль числа

sqrt – квадратний корінь

ln – натуральний логарифм

lg – десятковий логарифм

exp – експонента ($\exp(x)$ - e в ступені x)

int – ціла частина числа

round – округлення

frac – дрібна частина числа

sign – знак числа , $\text{sign}(x) = 1$ при $x > 0$, $\text{sign}(x) = 0$ при $x = 0$ і $\text{sign}(x) = -1$ при $x < 0$

sinh – гіперболічний синус

cosh – гіперболічний косинус

tanh – гіперболічний тангенс

coth – гіперболічний котангенс

asinh – гіперболічний арксинус

acosh – гіперболічний арккосинус

atanh – гіперболічний арктангенс

acoth – гіперболічний арккотангенс

random – $\text{random}(x) = \text{rnd} * x$, rnd є випадковим значенням,
 $0 \leq \text{rnd} < 1$

– Пріоритет операцій

- функції
- ^
- *, /
- +, -
- =, <=, <, >, <>
- not
- and, or, xor

Функції мають найвищий пріоритет; and, or і xor - найменший.

– Константи

У виразах можна використовувати константу Pi. Якщо Ви хочете використовувати константу e (основа натурального логарифма), введіть exp(1).

– Змінні

Ви також можете використовувати одну або дві змінні, наприклад, X, Y, A або T (залежно від ситуації).

– Додаткова інформація. Можна пропускати знак множення.

Використання вбудованого калькулятора

Калькулятор програми Advanced Grapher з'являється (або зникає) у лівій частині основного вікна (мал. 1, пункт б), якщо натиснути кнопку Калькулятор на панелі інструментів. Калькулятор має три основних призначення.

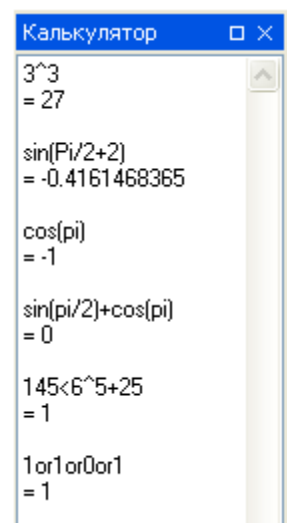
1. Арифметичні обчислення проводяться таким чином: треба встановити курсор в поле калькулятора, набрати з клавіатури

числовий вираз (наприклад, $8-6$ або $\ln(2)$) і натиснути клавішу Enter. При цьому в наступному рядку з'явиться відповідь у вигляді $= 2$ або $= +0,6931471706$.

2. За допомогою калькулятора можна визначити, істинна або хибна нерівність або рівність двох чисел. Використовуються клавіші: $<$ (це означає менше), $>$ (більше), $=$ (дорівнює); або пари клавіш, що набираються без пробілу: $<=$ (менше або дорівнює), $>=$ (більше або дорівнює), $<>$ (нерівно). Треба набрати з клавіатури досліджувану нерівність, наприклад, $23^2 < 5$, і натиснути клавішу Enter. При цьому в наступному рядку з'явиться відповідь $:=0$ (тобто нерівність хибна). Інший приклад :набрати $43 >= 12$ і натиснути клавішу Enter, при цьому в наступному рядку з'явиться відповідь $:=1$ (тобто нерівність істинна) .


3. Можна виконувати логічні операції множення, додавання і заперечення (їх позначення при наборі з клавіатури and, or, not), в якості операндів беруться 1 (істина) і 0 (хибне). Наприклад, у полі калькулятора набрати 1 and 0 і натиснути клавішу Enter. При цьому в наступному рядку з'явиться відповідь $:=0$ (тобто хибно). Або набрати not 0 і натиснути клавішу Enter. При цьому в наступному рядку з'явиться відповідь $:=1$ (тобто істинна). Можна набирати і складні логічні вирази: $(1 \text{ and } 0) \text{ and } (1 \text{ or } 0)$ і т.д. Так ми можемо скласти таблицю істинності для складного висловлювання, що залежить від декількох простих висловлювань.

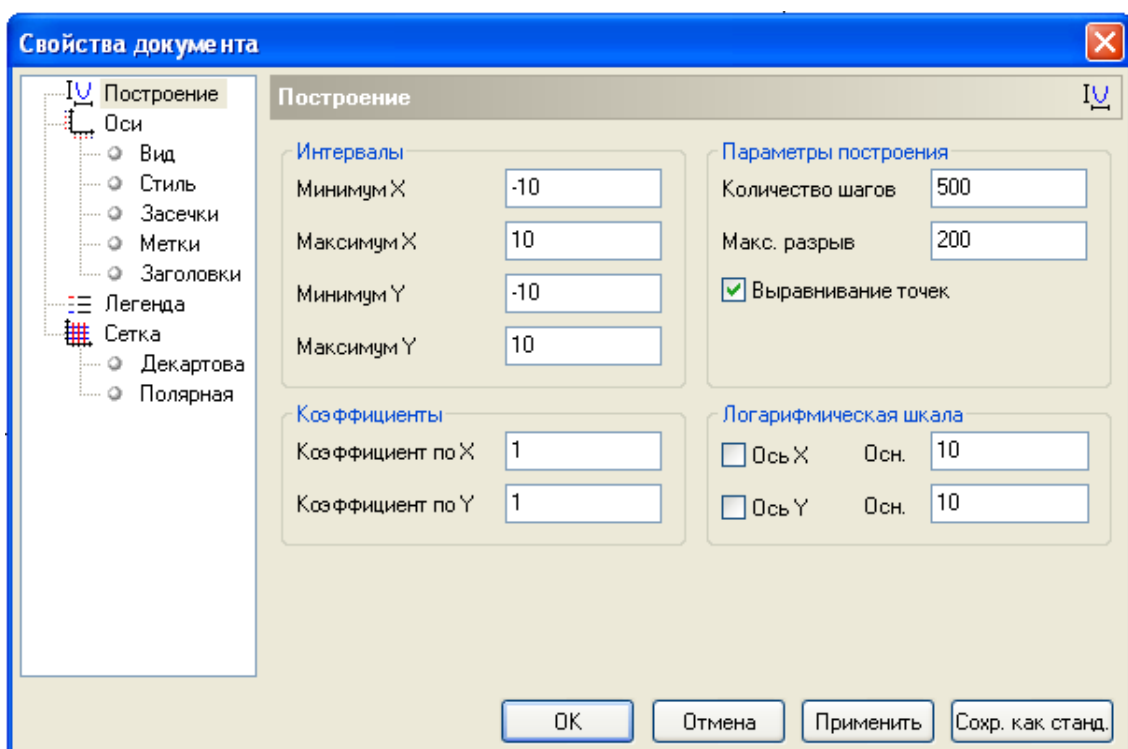
Приклади використання калькулятора розміщені на малюнку 6.



мал. 6

Побудова графіків

Починаючи роботу з програмою, потрібно вибрати готовий шаблон з системою координат або створити новий, використовуючи кнопку Властивості документа  на панелі інструментів або вибрати пункт меню Графіки – Властивості документа...(мал. 7). Змінити систему координат і її налаштування можна в будь-який момент роботи з даним кресленням.



мал. 7

Одночасно на кресленні можна зобразити до 100 геометричних об'єктів (це можуть бути графіки функцій, заданих явно чи неявно в декартових координатах, параметрично, в полярних координатах, так звані графіки таблиць, а також заштриховані області, що лежать між двома графіками функцій або які є множинами рішень системи нерівностей).

Побудовані об'єкти фіксуються в Списку функцій у лівій частині вікна програми (мал. 5 пункт 5). Якщо прибрати галочку в Списку функцій проти деяких об'єктів, то ці об'єкти зникнуть (тимчасово) з площини креслення.

Управління та властивості графіків побудованих за допомогою Advanced Grapher

Advanced Grapher має потужні засоби для управління графіками. Можна легко створювати, видаляти, дублювати графіки, змінювати їх властивості та порядок в списку графіків.

Для управління графіками потрібно використати панель інструментів «Графік» (мал. 8).




мал. 8

Advanced Grapher дозволяє проводити наступні дії з графіками:

- Створення нового графіку

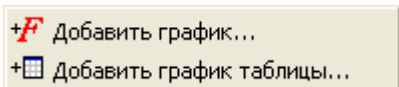
Для створення нового графіку потрібно використати одну із запропонованих команд:

- кнопки «Додати графік», «Додати графік таблиці»

 на панелі інструментів;

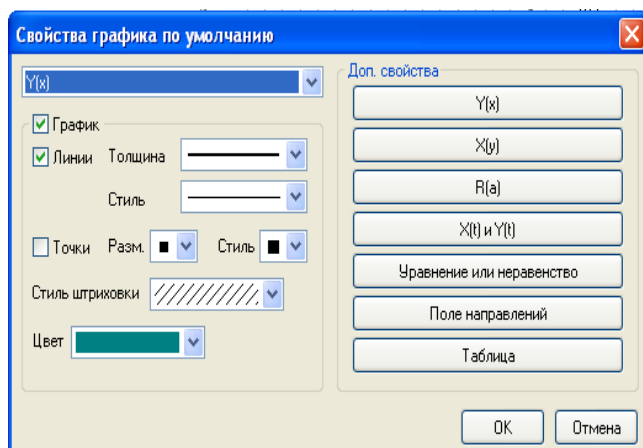
- вибрати пункт меню Графіки – Додати графік...;

- натисніть правою кнопкою миші на вільному місці вікна «Список графіків» (пункт 5 мал. 5) з наступним вибором потрібного пункту контекстного меню



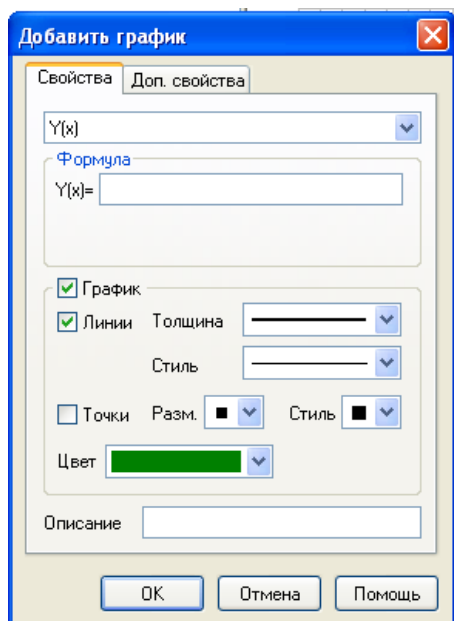
Передбаченні властивості графіка контролюються із меню Графіки – Властивості графіку за замовчуванням та можуть бути за бажанням змінені (мал. 9).

У діалоговому вікні «Додати графік» у вкладці «Властивості» із спадаючого меню поля «Графіки» виберіть потрібний тип графіку, потім в полі «Формула» введіть одне або декілька виразів, дотримуючись правим їх введення. Щоб побачити графік потрібно натиснути ОК (мал. 10а) При побудові графіка таблиці потрібно заповнити стовпці «X» та «Y» (мал. 10б) відповідними значеннями аргументу та

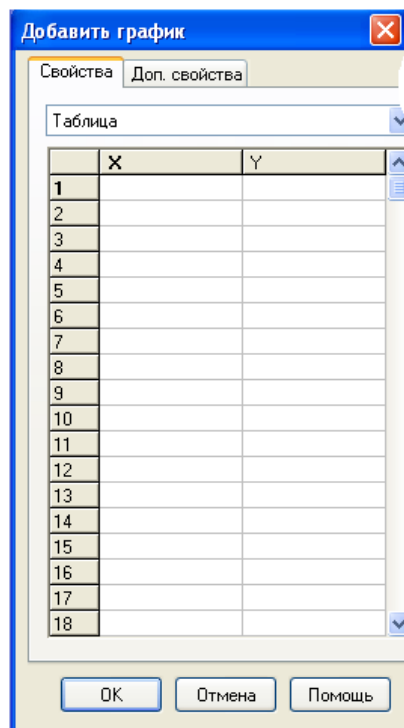


мал. 9

функції, для введення значень функції можна використати дію Заповнити (мал. 9).

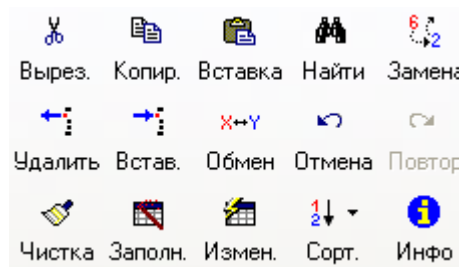


мал. 10а




мал. 10б

Опції «Робота з таблицею» дозволяє здійснити з введеними числами широкий набір дій, як показано на мал. 11 (а також отримати інформацію о найбільш важливих статистичних числових характеристик даних в стовпцях: середнє, найбільше та найменше значення; стандартне відхилення).

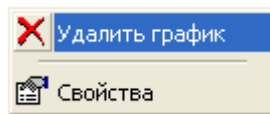


мал. 11


- Видалення графіку

Для видалення функції та зображення в Робочому полі графіку потрібно виділити у вікні «Список графіків» назву графіку та натиснути кнопку «Видалити графік»  на панелі інструментів або використавши натиск правої кнопки миші, виконавши потрібний

пункт контекстного меню



- Дублювання графіку

Ця опція корисна, якщо потрібно побудувати декілька графіків, які мало відрізняються один від одного. Застосувавши дублювання (кнопка  на панелі інструментів) можна потім у вікні «Додати графік» внести в колишній вираз ті чи інші зміни, що не переписувати їх повністю.

- Зміна розташування графіків у списку

При бажанні положення графіку у списку (вікно «Список графіків») можливо змінити, виділивши назву графіку та перемістивши потім його мишкою (при натиску лівої кнопки миші) в потрібне місце. Це дозволяє групувати графіки в списку за темами, що полегшує їх перегляд та аналіз при наявності великої кількості графічних об'єктів в документі. Виставляючи (прибираючи) прапорець біля відповідних назв у списку графіків, можна відобразити (не відобразити) будь-які з них.

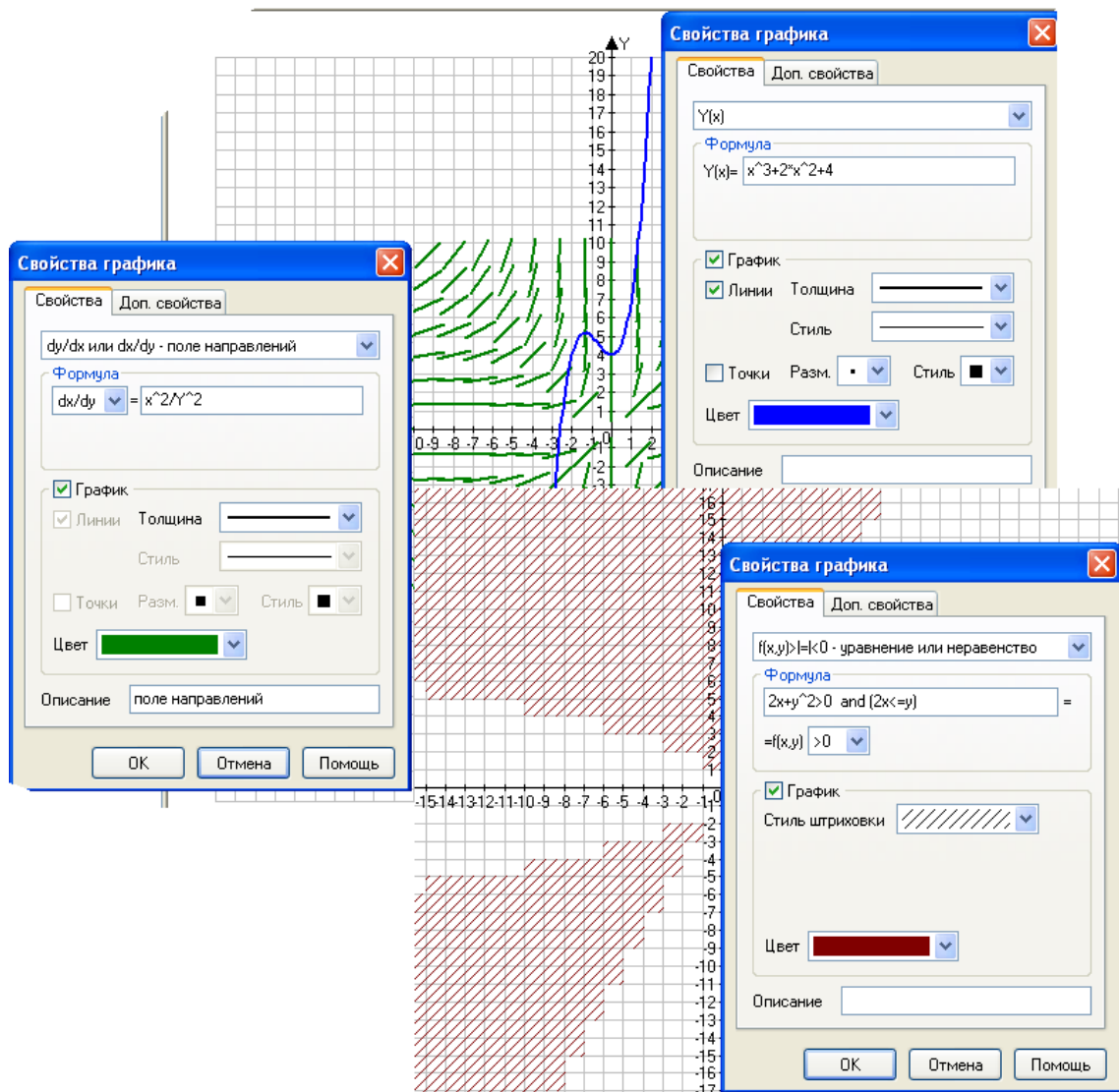
Графіки побудовані в програмі Advanced Grapher, володіють безліччю налаштованих властивостей. Частина з них можуть бути загальними для декількох графіків (наприклад колір), інші залежать від типу графіків. Властивості кожного графіку можливо розділити на основні та додаткові.

- Властивості оформлення

Кожен графік має властивості, пов'язанні з його оформленням, але вони різняться в залежності від типу графіку. Наприклад, при візуалізації геометричних місць точок, координати яких задовольняють деяким нерівностям, не використовуються лінії і тому для графіків такого типу неможна змінювати стиль ліній. Найбільш простий спосіб контролювати властивості графіків дає панель інструментів «Графік», яка містить засоби оформлення графіку, який виділений (мал. 6).

Другий спосіб отримати доступ к налаштуванню індивідуальних властивостей графіку – через контекстне меню після натискання правою кнопкою миші на потрібній назві графіку у вікні «Список графіків».

На мал. 12 відображенні діалогові вікна Властивостей графіків, в яких показано які параметри можна змінювати, а які параметри для всіх одні.



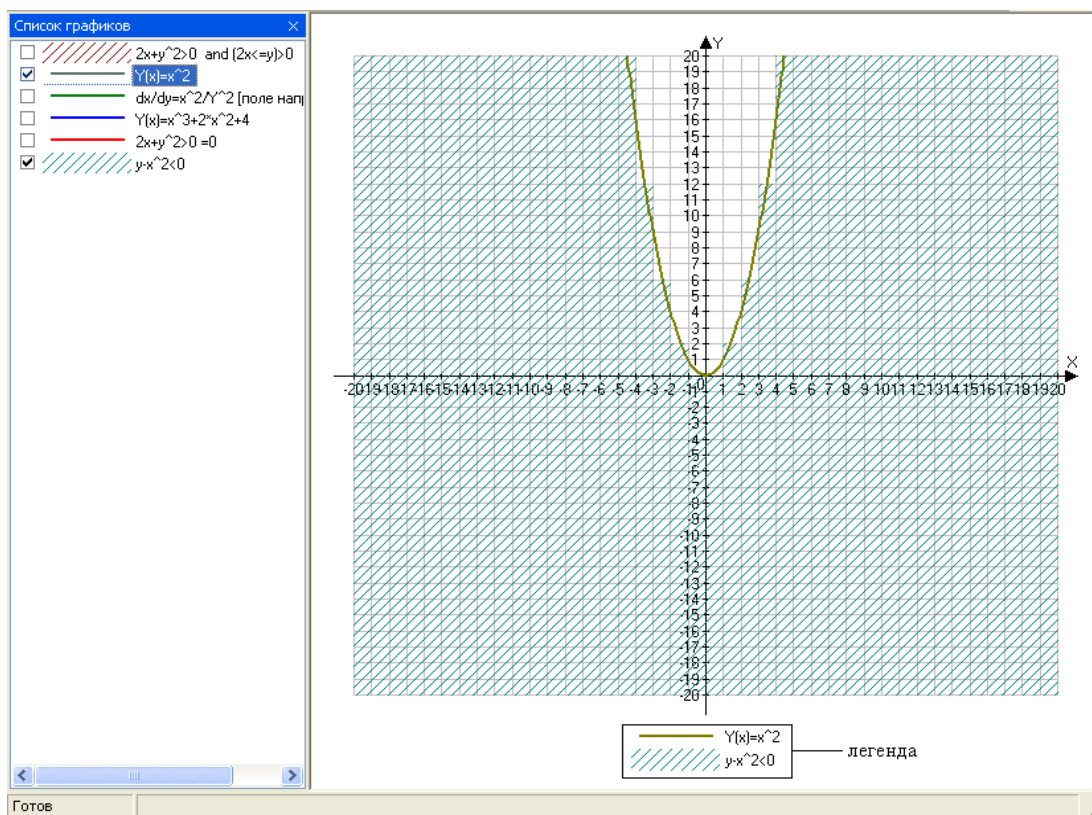
мал. 12

За допомогою вкладки Додаткові властивості, можна настроїти деякі додаткові властивості графіка, наприклад, інтервали зміни змінних, прийнятих за замовчуванням. В результаті на вибраній частині площині будуть відображатися не вся крива або штриховка, а тільки потрібна частина.

- **Опис**

Це дуже зручна опція для створення легенди до графіку, яка буде відображати назви включених в нього елементів із зазначенням типу лінії або штриховки, застосовуваних при візуалізації того чи іншого


елемента. Опис графічних об'єктів дозволяє також сортувати їх в списку графіків (мал. 13).



мал. 13

Властивості документів створених за допомогою Advanced Grapher

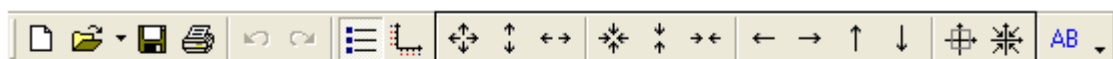
Це властивості тієї частини площини (обраної користувачем), на якій будуються ті чи інші графіки та інші геометричні елементи, з введеною на ній координатної системою. До них відносяться, наприклад, інтервали зміни змінних, параметри побудови (регулюють гладкість відображуваних кривих), масштабуючи коефіцієнти по вісі, тип вісі (передбачена можливість використання логарифмічних масштабів по вісі), зовнішній вигляд вісі, їх колір, товщина, зарубки, мітки і заголовки на них, колір фону, підпис до графіка, тип і стиль координатної сітки.

Для отримання доступу до цих властивостей натисніть кнопку  на панелі інструментів «Стандартна» (мал. 14). При зображенні тригонометричних функцій є можливість застосувати розмітку вісі, при якій основним масштабом вздовж них є число π (його кратні або

частки). Для використання зазначеної можливості, виконайте послідовно переходи «Графіки» – «Набори властивостей» – «Тригонометричний набір».



Розглянемо окремо кожен із параметрів властивостей документа (мал. 3).

Інтервали. Інтервали можна міняти як за допомогою вікна Властивості документа, так і за допомогою кнопок, розташованих на панелі інструментів Стандартна (мал. 14). Перші десять кнопок

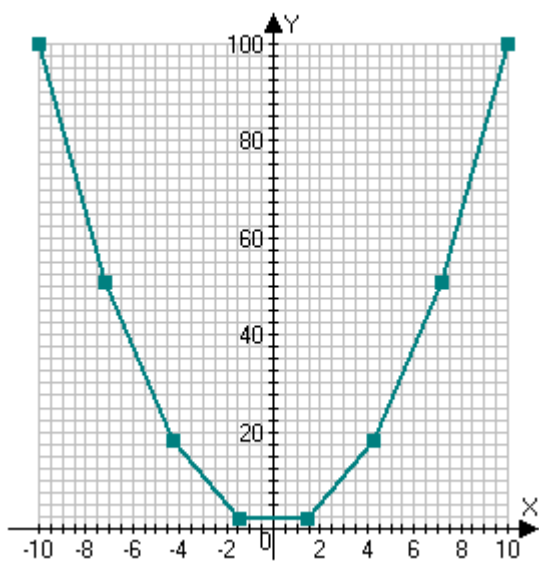


кнопки керування інтервалами

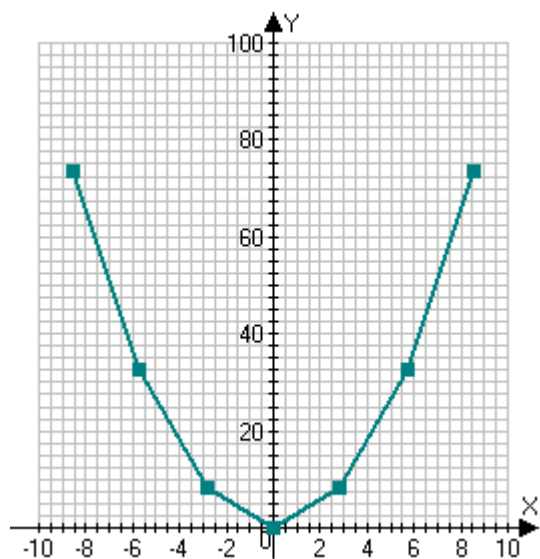
мал. 14

призначені для збільшення і зменшення інтервалів по осях X та Y, а також для зміщення інтервалів вліво/вправо/вгору/вниз. Кнопка  використовується для вибору інтервалу. Клацніть її, потім клацніть лівою кнопкою миші на координатній площині і перемістіть курсор миші для виділення потрібного інтервалу. Кнопка  переміщує початок координат в центр активного вікна.

Параметри побудови. Опції «Кількість кроків» і «Максимальний розрив» використовуються як відповідні властивості графіків за замовчуванням. Опція «Вирівнювання точок» може бути корисна в деяких спеціальних випадках. Якщо ця опція включена, аргументи X, Y, A або T прийматимуть значення, рівні K^* . Інтервал_Точок, де Інтервал_Точок дорівнює відповідному інтервалу, поділеному на кількість кроків. Таким чином, в деяких випадках кількість побудованих точок буде дорівнює кількості кроків (замість кількості кроків плюс 1). Якщо ж опція вимкнена, значення функцій завжди будуть обчислені для значень параметрів, відповідних кордонів інтервалу. Однак у цьому випадку, якщо інтервал містить 0, є ймовірність, що функція не обчислена для значення параметра, рівного 0. Дана опція зазвичай буває корисна при невеликій кількості кроків. Приклад: графік функції $Y(x)=x^2$, кількість кроків рівна 7 (мал. 15).



Опція «Вирівнювання точок»
виключена



Опція «Вирівнювання точок»
включена

мал. 15

Коефіцієнти. Реальні значення по вісі рівні видимим значенням, помноженим на коефіцієнти за відповідними вісями. При визначенні інтервалів в цьому вікні або в додаткових властивостях графіків використовуються «видимі» значення, які потім множаться на коефіцієнт. У таблиці значень при цьому вказуються реальні значення, які при відображенні діляться на зазначений коефіцієнт. Наприклад, якщо координата Y точки в таблиці дорівнює 6 і коефіцієнт по вісі Y дорівнює 2, то координата точки на екрані дорівнює $6/2=3$. Коефіцієнти можуть бути використані, наприклад, при побудові графіків тригонометричних функцій. Якщо будується графік функцій виду $Y(x)$, коефіцієнт по вісі X може бути встановлений в значення 3.1415927. У цьому випадку координати по вісі X будуть вимірюватися в частках Π . Для автоматичної установки подібних властивостей можна також використовувати команду меню «Графіки – Набори властивостей – Тригонометричний набір».

Логарифмічна шкала. Для використання логарифмічною шкали відзначте відповідні опції («Вісь X » і/або «Вісь Y »). Ви також можете вказати підстави логарифмів. При включеній логарифмічною шкалою всі інтервали представляються у форматі $\text{основу}^{\text{число}}$. При завданні інтервалу по X в $-2 \dots 2$, основа логарифма по X в 10 і включенні логарифмічною шкали по X реальний інтервал буде $10^{-2} \dots 10^2$.

Файли та буфер обміну

За допомогою меню «Файл», а також кнопок на панелі інструментів можна відкривати та зберігати документи, які були створені за допомогою Advanced Grapher.

Також програма дозволяє імпортувати та експортувати інформацію в інші програми і файли.

Експорт зображень графіків. Графіки (зображення координатної площині) можна зберігати у файли у форматах GIF, BMP і EMF, а також копіювати в буфер обміну в форматах EMF і BMP. Формат EMF є векторним, тому він є кращим для обміну з тими програмами, які в подальшому будуть масштабувати малюнок (наприклад, Microsoft Word). Для збереження і копіювання малюнка використовуються відповідно команди «Файл – Зберегти як малюнок» та «Правка – Копіювати як малюнок».


При експорті малюнка можна вказати масштаб. Це буває корисно, якщо, наприклад, потрібно буде друкувати малюнок з інших програм після імпорту в них з Advanced Grapher.

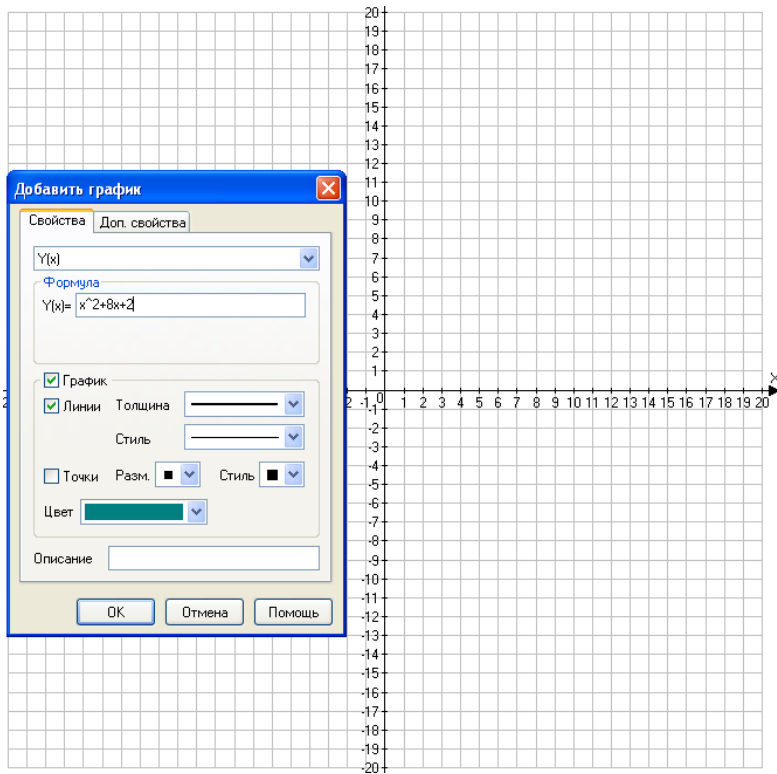
Імпорт і експорт табличних даних. Здійснюється за допомогою команд «Файл – Імпорт таблиці» та «Файл – Експорт таблиці». Також при редагуванні таблиці можна обмінюватися даними з іншими програмами з використанням буфера обміну (за допомогою команд «Вирізати», «Копіювати» та «Вставка» можна обмінюватися інформацією з іншими програмами, що працюють з таблицями, наприклад, з Microsoft Excel).

Розв'язання прикладів

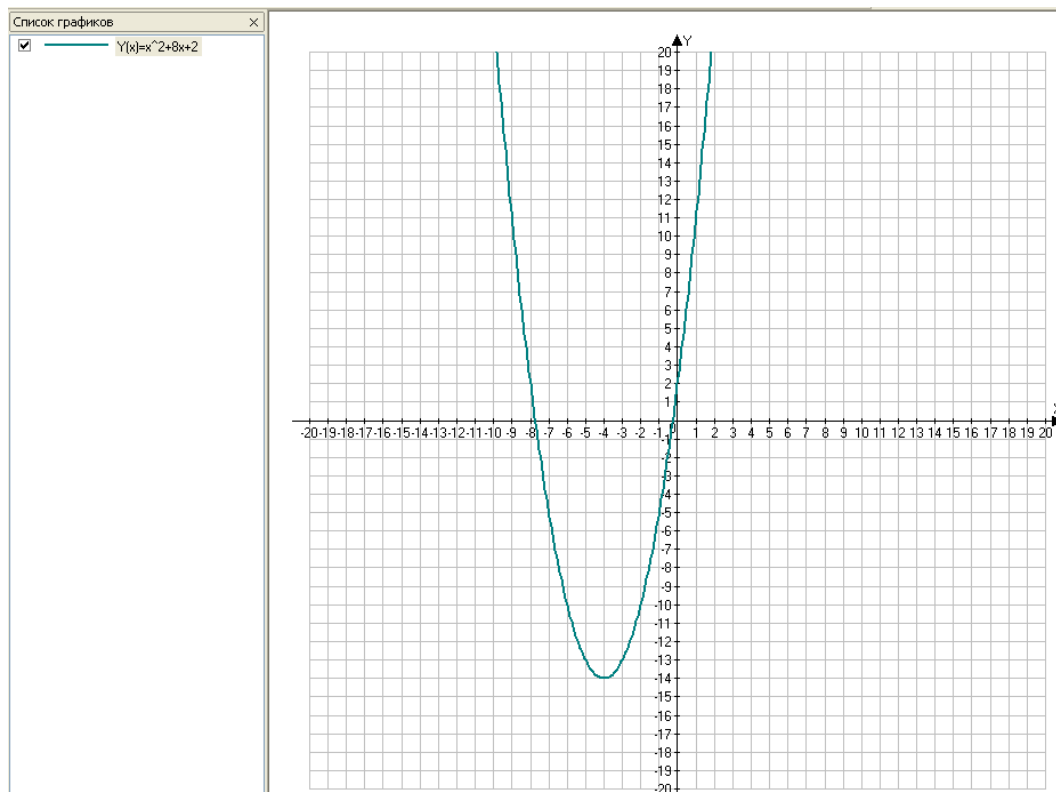
Завдання 1: Побудувати графік функції $y = x^2 + 8x + 2$

Для побудови графіків потрібно спочатку налаштувати вигляд системи координат, використовуючи Властивості документу.

Використовуючи на панелі інструментів кнопку Додавання графіка , відкриється вікно в якому потрібно відобразити саму функцію (див мал. 16а). Додавши функцію ми отримаємо результат (мал. 16б).



мал. 16а

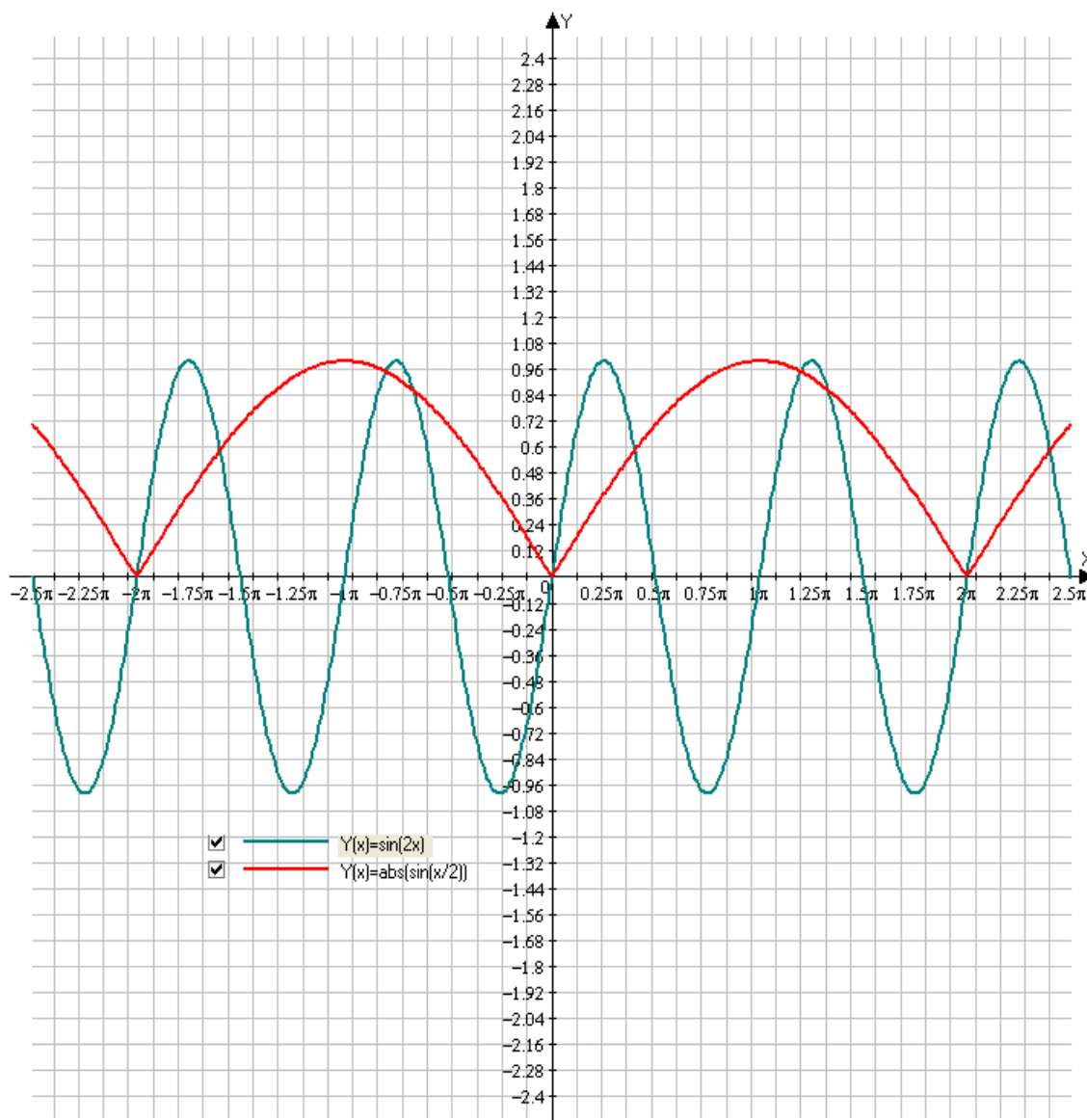


мал. 16б

Завдання 2. Побудувати в Декартові системі координат графіки

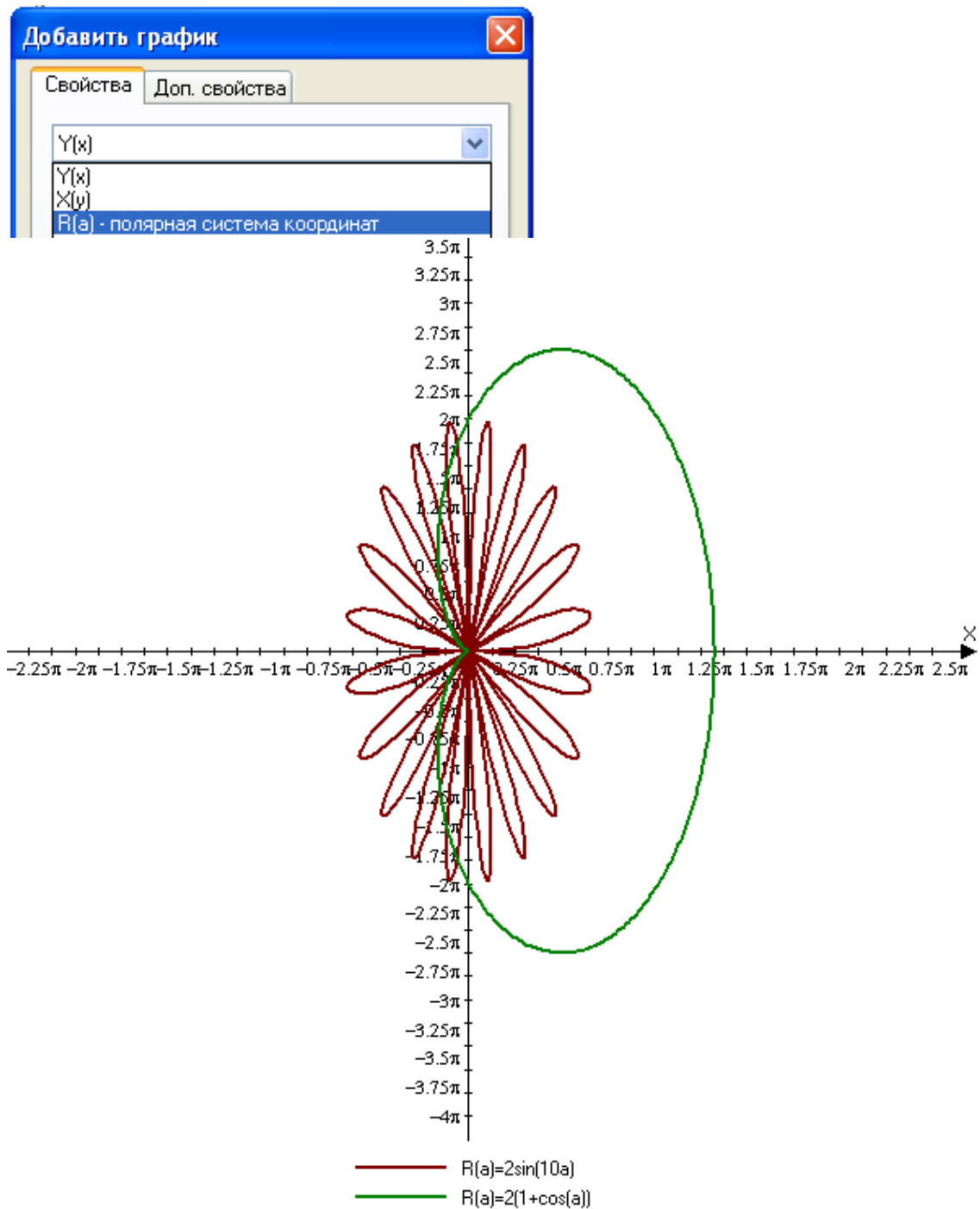
функцій: $y=\sin(2x)$, $y=|\sin(\frac{x}{2})|$,

Для побудови тригонометричних функцій використовуйте тригонометричний набір властивостей для побудови площини креслення. Для цього потрібно виконати команду Графіки – Набір властивостей – Тригонометричний набір.



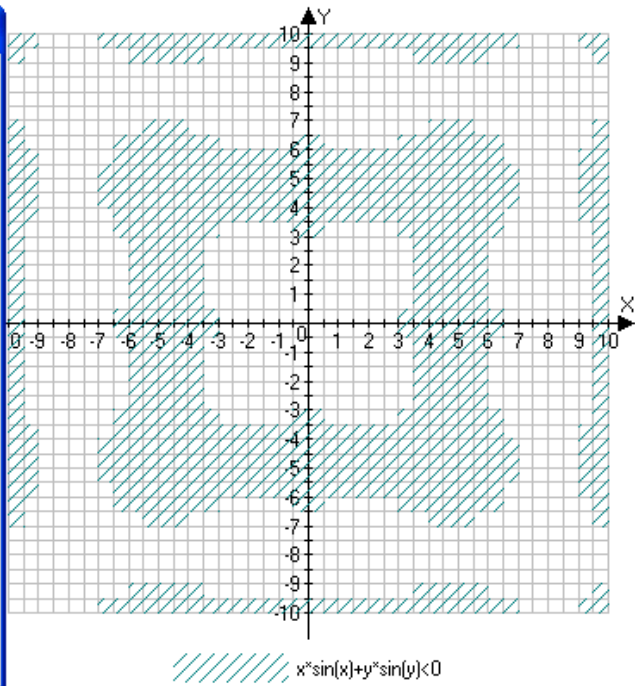
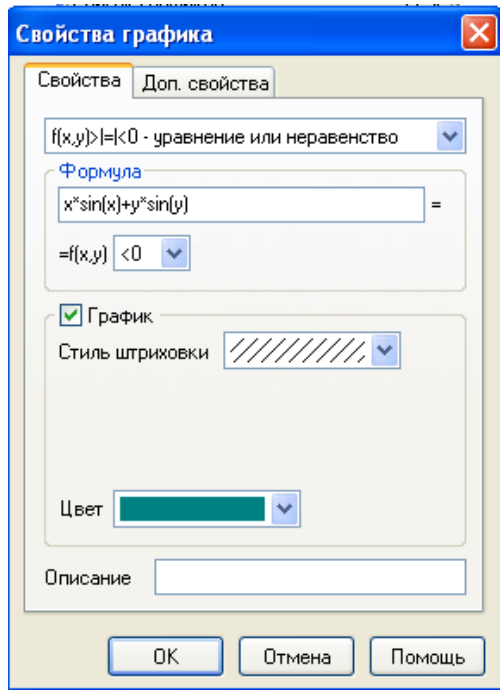
Завдання 3. Побудувати в полярній системі координат графіки функцій: $R(\alpha) = 2\sin(10\alpha)$, $R(\alpha) = 2(1 + \cos(\alpha))$.

Для побудови графіків в полярній системі координат, потрібно при внесенні функцій у поле Формула вікна Додати графік, спочатку вибрати зі спадаючого списку рядок, який відповідає за побудову функцій в полярній системі координат.



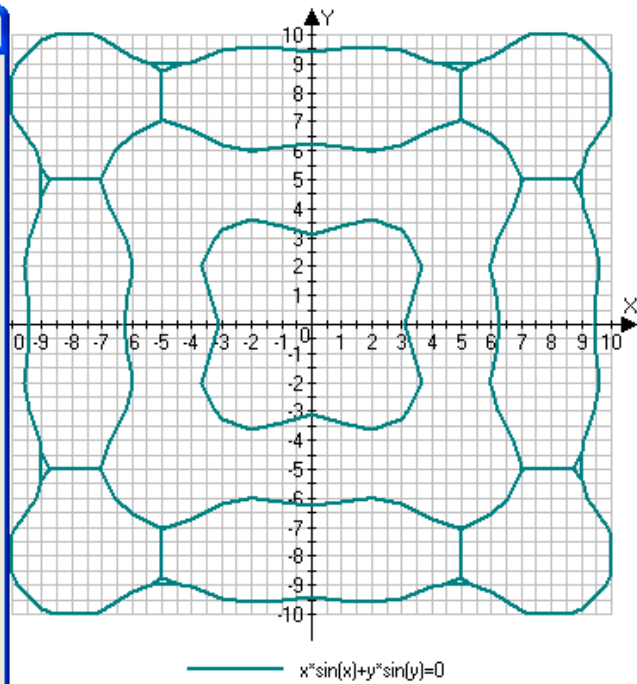
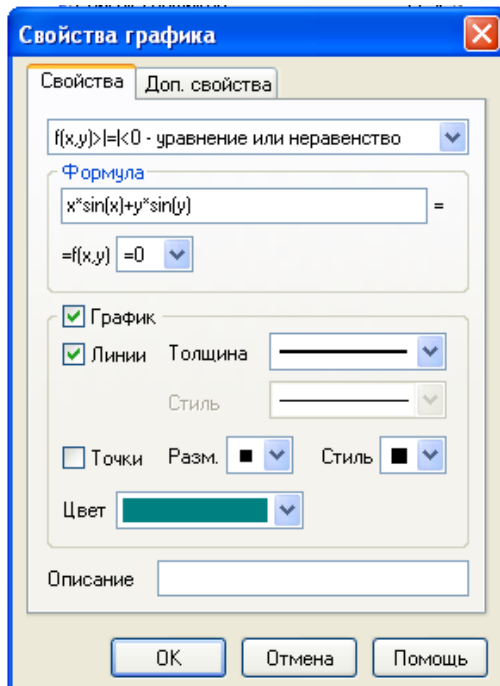
Завдання 4а. Знайти рішення нерівності графічно:

$$x \sin x + y \sin y \geq 0$$



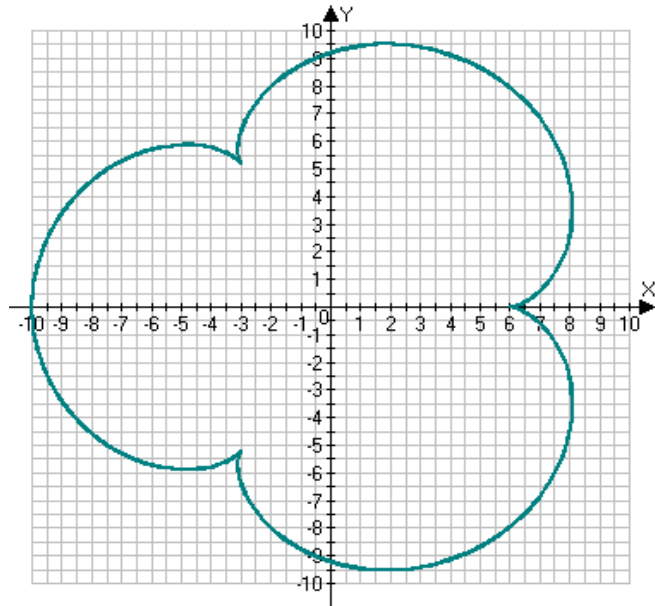
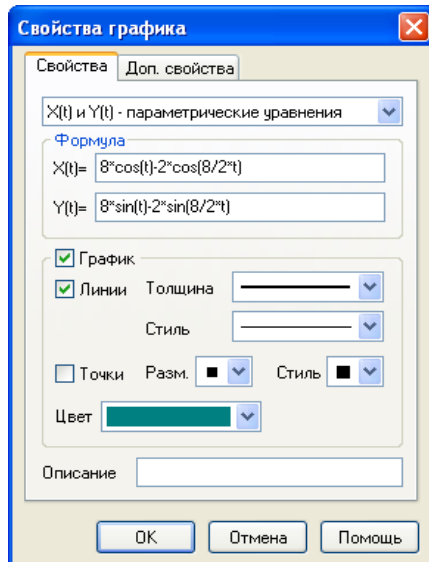
Завдання 4б. Знайти рішення рівняння графічно:

$$x \sin x + y \sin y = 0$$



Завдання 5(а). Знайти рішення рівнянь з параметром графічно:

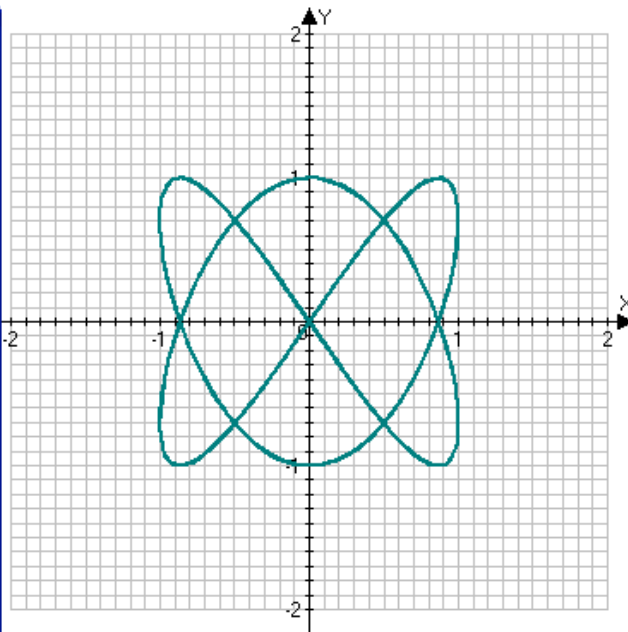
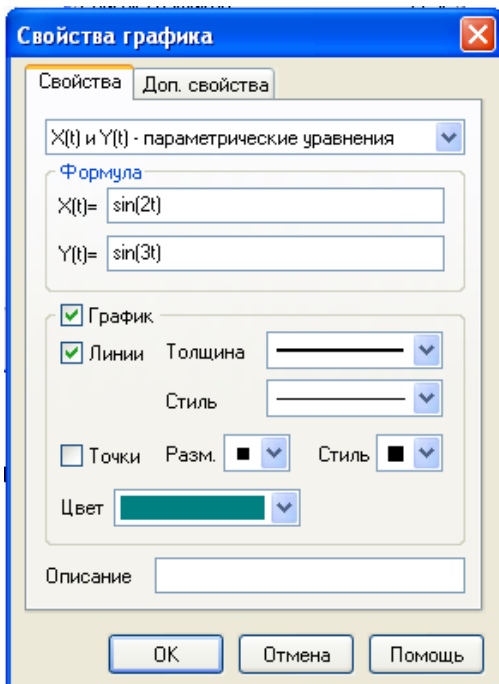
$$X(t) = 8 \cos(t) - 2 \cos\left(\frac{8}{2}t\right) \text{ та } Y(t) = 8 \sin(t) - 2 \sin\left(\frac{8}{2}t\right)$$



— $X(t)=8*\cos(t)-2*\cos(8/2*t); Y(t)=8*\sin(t)-2*\sin(8/2*t)$

Завдання 5(б) Знайти рішення рівнянь з параметром графічно:

$$X(t) = \sin(2t) \text{ та } Y(t) = \sin(3t)$$



— $X(t)=\sin(2t); Y(t)=\sin(3t)$

Задачі для самостійного розв'язування

Завдання 1.

1. Вивести на екран монітора і надрукувати таблицю значень аргументу і функції, а також графік функції на проміжку $[-5;5]$ з шагом 0,2 в Декартові системі координат (вісь X від -5 до 5 з шагом розміщення міток – 0,5; вісь Y від -5 до 5 з шагом розміщення міток – 1).
2. Знайти значення функції в точках $x = -5, -2.7, 0, 4.5$.

Варіанти

$$1. y = \frac{1}{5}x^5 - \frac{1}{3}x^3$$

$$2. y = \frac{2+x^2}{x^2-4x+3}$$

$$3. y = \frac{x^2}{x^3-1}$$

$$4. y = \frac{x^2+4}{x^2-4}$$

$$5. y = \frac{1-x}{x-2}$$

$$6. y = \frac{2x^2}{3} - \frac{x^3}{9}$$

$$7. y = \frac{x^2-9}{x^2-4}$$

$$8. y = \frac{-6(x+1)(x-3)}{x^2+3}$$

$$9. y = (x-3)\sqrt{x}$$

$$10. y = x+2-2\sqrt{x+2}$$

$$11. y = \sqrt[3]{1-x^2}$$

$$12. y = \sqrt[3]{\frac{1-x^2}{x^2}}$$

$$13. y = 3\sqrt[3]{x} - x$$

$$14. y = \sqrt[3]{x+1} - \sqrt[3]{x-1}$$

$$15. y = \sqrt[3]{\frac{x^2}{1-x^2}}$$

$$16. y = 1 - \sqrt[3]{x-1}$$

$$17. y = \sqrt[3]{x+2} + \sqrt[3]{x-2}$$

$$18. y = (x-1)\sqrt[3]{x^2}$$

$$19. y = 2(x+1) - 3\sqrt[3]{x+1}$$

$$20. y = \sqrt[3]{x+1} - \sqrt[3]{x-1}$$

$$21. y = x^2 e^{-x^2}$$

$$22. y = \sqrt[3]{x^2} e^{-\frac{2x}{3}}$$

$$23. y = \frac{x^4}{x^3 - 2}$$

$$24. y = \sqrt[3]{x(x-3)^2}$$

$$25. y = \frac{(x-2)^2}{x^2 + 4}$$

Завдання 2.

1. Вивести на екран монітора і надрукувати таблицю значень аргументу і функції.
2. В одній площині на проміжку $[-4\pi; 4\pi]$, використовуючи тригонометричний набір для відображення системи координат, побудувати графік функції та графік похідної.
3. Дослідивши функцію знайти нулі та максимальне, мінімальне значення функції на проміжку $[-10; 10]$.
4. Знайти точки перетину графіка функції та її похідної.

Варіанти

$$1. y = \sin 2x - x$$

$$2. y = 2 \sin x - \cos 2x$$

$$3. y = \frac{1 + \cos x}{3 - \sin x}$$

$$4. y = \sin x - \cos x + x$$

$$5. y = \sin x \sin 2x$$

$$6. y = \sin x + \frac{1}{2}x$$

$$7. y = x\sqrt{3} - \cos 2x$$

$$8. y = x + \sin x$$

$$9. y = 2 \cos x - \cos 2x$$

$$10. y = \sin x - \frac{1}{2} \sin 2x$$

$$11. y = \cos x - \frac{1}{2} \cos 2x$$

$$12. y = \sin x + \cos x - x$$

$$13. y = \ln \cos x - \ln \sin x$$

$$14. y = \cos x - \cos^2 x$$

$$15. y = \cos x \cos 2x$$

$$16. y = \sqrt{3} \sin\left(2|x| + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$17. y = \sqrt{1 - \sin 2x}$$

$$18. y = \sqrt{\frac{1 - \cos 2x}{1 + \cos 2x}}$$

$$19. y = \cos \frac{1}{x - \pi}$$

$$20. y = 2 \sin \frac{1}{x + 1}$$

$$21. y = 2e^{-\frac{x}{3}} \sin \frac{x}{3}$$

$$22. y = \frac{1}{3} e^{-2x} \cos 2x$$

$$23. y = 2 \cos x + \frac{5}{\cos^2 x}$$

$$24. y = 6 \sin x - \frac{8}{\sin^2 x}$$

$$25. y = \frac{\cos 10x - \cos x}{4x^2}$$

Побудова графіків за допомогою системи математичних розрахунків MathCad

На сучасному ринку комп'ютерних інформаційних технологій існує декілька найвідоміших систем математичної обробки інформації.

Система математичних розрахунків MathCad дозволяє виконувати досить складні розрахунки готуючи всі дані для розрахунків на мові, максимально наближеній до математичної. Крім цього в будь-якій області документа можна розміщувати коментарі. Результати розрахунків подаються у вигляді графіків дво- та тривимірних.

Умовно MathCad складається з чотирьох процесорів: текстового, графічного, математичного і процесора функціонального програмування.

Математичний процесор може бути поданий у вигляді сукупності двох процесорів: числового та символного. (Під процесором розуміється сукупність програмних й апаратних засобів, що реалізують заданий набір операцій):

Текстовий MathCad–процесор призначений для введення в MathCad–документ відповідних текстових коментарів, що утворюють текстові області документа. Можливості процесора можна порівняти зі стандартним Windows-блокнотом (Notepad);

Графічний процесор дає змогу будувати графіки в системі декартових та полярних координатах, картини ліній рівня, зображувати поверхні і виводити ряд інших тривимірних графіків. Всі вони – приклади графічних областей MathCad-документа;

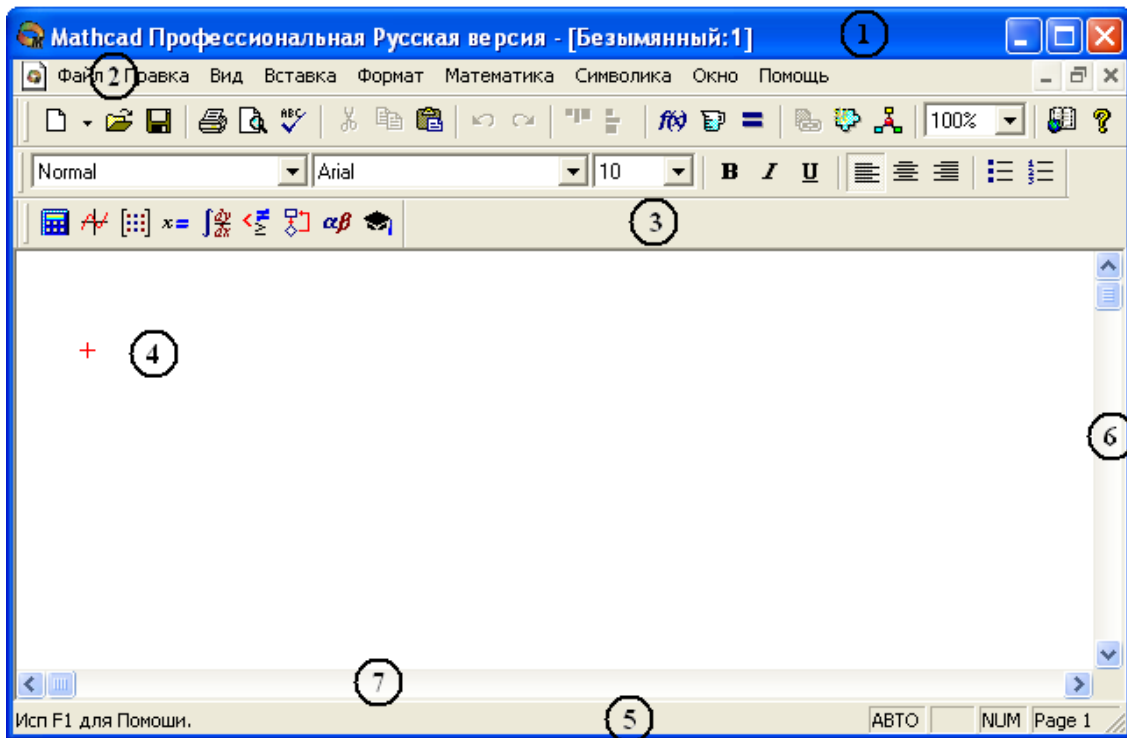
Числовий процесор як результат виконання операції формує число, подане в одному з прийнятих у MathCad форматі.

Символьний процесор дає змогу істотно спростити складний вираз. Наприклад, формула $F(x) = \sum_{k=0}^3 \frac{3!}{k!(3-k)!} \cdot x^k \cdot 2^{3-k}$ після оброблення символьним процесором перетвориться до такого вигляду:

$$\sum_{k=0}^3 \frac{3!}{k!(3-k)!} \cdot x^k \cdot 2^{3-k} \rightarrow 8 + 12x + 6x^2 + x^3$$

Особливості інтерфейсу користувача MathCad

Під інтерфейсом користувача будемо розуміти сукупність засобів графічної оболонки MathCad, які забезпечують керування системою як із клавіатури, так і за допомогою миші. Інтерфейс MathCad створено так, що користувач, який має елементарні навички роботи з Windows-додатками, може відразу почати роботу з MathCad (мал.17).



мал. 17

1. Верхній рядок – рядок заголовка. Він відображає назву завантаженого або щойно створеного документу. У лівій частині рядка міститься стандартні кнопка керування вікном, у правій — кнопка згортання вікна в піктограму і розгортання його на весь екран, а також кнопка закриття системи MathCad.

2. Головне меню MathCad складається з таких пунктів:

Файл – робота з файлами, мережею Internet та електронною поштою;

Правка – редагування документів;

Вид – зміна засобів огляду і включення (виключення) елементів інтерфейсу;

Вставка – вставлення об'єктів та їхніх шаблонів (включаючи графіку);

Формат – зміна формату (параметрів) об'єкта;
Математика – керування процесом обчислень;
Символіка – вибір операцій символічного процесора;
Вікно – керування вікнами системи;
Допомога, "?" – робота з довідковою базою даних про систему.

Кожний пункт головного меню містить підменю зі списком доступних і недоступних (але можливих) операцій (команд). Доступні в даний момент операції подаються чітким шрифтом, а недоступні – шрифтом із характерним затіненням.

3. Панель інструментів. Робота з документами MathCad не потребує обов'язкового використання опцій головного меню, тому що основні з них дублюються кнопками швидкого керування.

Групи кнопок на панелях інструментів розмежовані за змістом вертикальними лініями – роздільниками. При наведенні покажчика миші на будь-яку з кнопок поряд з кнопкою з'являється спливаюча підказка – короткий текст, що пояснює призначення кнопки. Поряд зі спливаючої підказкою більш розгорнуте пояснення підготовленої операції можна відшукати на рядку стану.

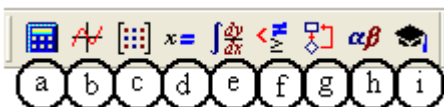
Перший рядок панелі інструментів вікна системи MathCad займає стандартна. Вона містить кілька груп кнопок керування з піктограмами, кожна з яких дублює одну з найважливіших операцій головного меню.



Другий рядок займає панель форматування. Всі її кнопки майже ідентичні по функціях (і піктограмах на них) із кнопками панелей форматування тексту редактора Microsoft Word та інших стандартних Windows-додатків.




Третій рядок займає панель математика, яка призначена для виклику на екран ще дев'яти панелей, за допомогою яких, власне, і відбувається вставка математичних операцій (шаблони математичних символів та операторів системи MathCad) в документ.




Перерахуємо призначення математичних панелей:

- a. Панель калькулятора () – служить для вставки основних математичних операцій;
- b. Панель побудови графіків () – для вставки графіків;
- c. Панель векторних та матричних операцій () – для вставки матриць і матричних операторів;
- d. Панель виразів () – для вставки операторів управління обчисленнями;
- e. Панель операцій математичного аналізу () – для вставки операторів інтегрування, диференціювання, підсумовування;
- f. Панель відношення () – для вставки логічних операторів;
- g. Панель інструментів програмування () – для програмування засобами MathCAD;
- h. Панель грецьких літер () – для вставки грецьких символів;
- i. Панель ключової символіки () – для вставки символічних операторів.


Розглянемо більш детально команди панелі побудови графіків (меню Вставка – Графік).

 X – Y Графік (Декартова система координат на площині) клавіша [Shift+2]

Служить для побудови графіка функції $y = f(x)$ у вигляді пов'язаних один з одним пар координат (x_i, y_i) при заданому проміжку зміни для x .

 Полярний графік (Полярні координати) клавіші [Ctrl+7]

Служить для побудови графіка функції $r = R(a)$, заданої в полярних координатах, де полярний радіус R залежить від полярного кута a .

 Поверхні (Декартова система координат в просторі) клавіші [Ctrl+2]

Служить для представлення функції $z = f(x, y)$ у вигляді поверхні в тривимірному просторі. При цьому повинні бути задані вектори значень x_i та x_j а також визначена матриця виду $A_{ij} = f(x_i, y_j)$. Ім'я

матриці A вказується при заповненні рамки-шаблону. За допомогою цієї команди можна будувати параметричні графіки.



Контурний графік (карта ліній рівня) клавіші [Ctrl +5]

Будує діаграму ліній рівня функції виду $z = f(x, y)$, тобто відображає точки, в яких дана функція приймає фіксоване значення $z = const$.



3D діаграми (3D стовпчикова гістограма)

Служить для представлення матриці значень A_{ij} або відображення значень функції $z = f(x, y)$ у вигляді тривимірної стовпчикової діаграми.



3D розкиду (3D точковий графік)

Служить для точкового подання матриці значень A_{ij} або відображення значень функції $z = f(x, y)$ в заданих точках. Ця команда може також використовуватися для побудови просторових кривих.



Векторний графік (векторне поле)

Служить для представлення двовимірних векторних полів $V = (V_x, V_y)$. При цьому компоненти векторного поля V_x і V_y повинні бути представлені у вигляді матриць. За допомогою цієї команди можна побудувати поле градієнта функції $f(x, y)$.

3D графік (виклик майстра для швидкої побудови тривимірного графіку)

При виборі цієї команди виникає ряд спливаючих вікон, в яких потрібно вибрати параметри побудови тривимірного графіка (задаються тип тривимірного графіка, стиль його зображення, кольорова гама). Графік за замовчуванням будується на проміжку від -5 до +5 (по обох змінним).

При наведенні покажчика миші на деякі з кнопок математичних панелей з'являється спливаюча підказка, що містить ще й поєднання «гарячих клавіш», натискання яких призведе до еквівалентного дії.

У MathCad, подібно іншим програмам Windows, користувач може налаштувати зовнішній вигляд панелей інструментів найбільш оптимальним для нього:

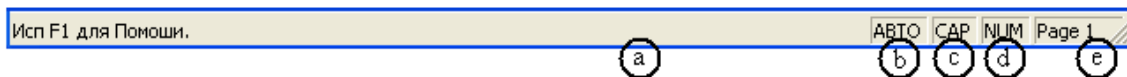
- показувати чи приховувати панелі;

- переміщати панелі в будь-яке місце екрану і змінювати їх форму;
- робити панелі плаваючими, і навпаки;
- налаштовувати основні панелі, тобто визначати набір їх кнопок.

4. Робоча область. Велику частину вікна MathCad займає робоча область, у яку користувач вводить математичні вирази, текстові поля і елементи програмування. Важливо вміти налаштувати робочу область для роботи, щоб добре орієнтуватися в документі.

При запуску MathCad в робочій області видно курсор введення у вигляді невеликого хрестика (на дисплеї він має червоний колір $+$). З його допомогою відзначається незаповнене місце в документі, куди в поточний момент можна вводити формули або текст. Щоб перемістити курсор, досить клацнути покажчиком миші в необхідному місці, або пересунути його клавішами-стрілками (\rightarrow \downarrow \uparrow \leftarrow). Якщо клацнути в області формули або почати введення виразу на порожньому місці, замість курсору з'являться лінії редагування (горизонтальна та вертикальна лінії синього кольору \perp), що відзначають місце у формулі або тексті, редагованим в даний момент.

5. Рядок стану. У нижній частині вікна MathCad, під горизонтальною смугою прокрутки, розташований рядок стану. На ній відображається сама основна інформація про режим редагування, розмежована роздільниками (зліва направо)



- a. контекстно-залежна підказка про підготовку до дії;
- b. режим обчислень: автоматичний (AUTO);
- c. поточний режим розкладки клавіатури Caps Lock (великі або малі літери);
- d. поточний режим розкладки клавіатури Num Lock;
- e. номер сторінки, на якій знаходиться курсор.

Щоб показати або приховати рядок стану, виконайте команду Вид – Рядок стану.

6. Полоси прокрутки.

Застосування системи MathCad для розв'язку прикладних задач

Розв'язання будь-якої задачі в середовищі MathCad зводиться до запису початкових умов (формул, даних і т. д.) та ініціалізації обчислювального процесу.

У документі MathCad використовуються блоки трьох типів: обчислювальні (або математичні), текстові та графічні.

Спілкування користувача з системою MathCad відбувається на вхідній мові, що є проміжною, математично-орієнтованою мовою візуального програмування. Математичні записи в цій мові вводяться просто виведенням шаблонів відповідних операторів і функцій. Вона настільки наближена до звичайної математичної мови опису обчислювальних задач, що практично не потребує їх програмування. Потрібен лише точний опис алгоритму розв'язання задачі.

Оператори – це спеціальні символи, що вказують на виконання тих чи інших операцій над даними - операндами. Останні можуть бути представлені константами або змінними – об'єктами з іменами, що зберігають дані певного типу і значення. Найбільш відомі арифметичні оператори, наприклад, додавання +, віднімання –, множення *, ділення /, обчислення квадратного кореня $\sqrt{\quad}$, зведення в ступінь \wedge .

Функція – об'єкт вхідної мови, що має ім'я і параметри, які вказуються в круглих дужках.

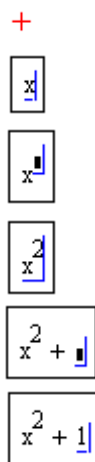
Ім'я MathCad-функції ототожнюється з відповідною математичною функцією, наприклад $\sin(\quad)$. Характерною рисою функції є повернення значення (результату обчислення функції) у відповідь на звернення до неї. Оператори та функції використовуються для створення математичних виразів – формул, які можуть обчислюватися в числовому або символічному вигляді.

Введення формул

Ввести математичний вираз можна в будь-якому порожньому місці документа MathCad. Для цього помістіть курсор введення в бажане місце документа, клацнувши в нім мишею, і просто починайте вводити формулу, натискаючи клавіші на клавіатурі. При цьому в документі створюється математична область, яка призначена для зберігання формул, що інтерпретуються процесором Mathcad.

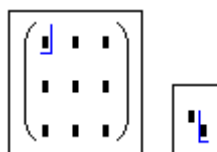
Продемонструємо послідовність дій на прикладі введення виразу $x^2 + 1$ (мал. 18):

- Клацніть мишею, позначивши місце введення.
- Натисніть клавішу « x » – в цьому місці замість курсору введення з'явиться регіон з формулою, що містить один символ x , причому він буде виділений лініями введення.
- Введіть оператор зведення в ступінь, вибравши кнопку зведення в ступінь на панелі інструментів Калькулятор – у формулі з'явиться місцезаповнювач для введення значення ступеня. Введіть значення ступеня 2, після чого, використовуючи стрілку переходу вправо, перемістіть лінію місцезаповнювача.
- Послідовно введіть інші символи « $+$ » та 1.



мал. 18

Помістити формулу в документ можна, просто починаючи вводити символи, числа або оператори, наприклад $+$ або $/$. У всіх цих випадках на місці курсору введення створюється математична область, інакше звана регіоном, з формулою, що містить і лінії введення. В останньому випадку, якщо користувач починає введення формули з оператора, в залежності від його типу, автоматично з'являються і місцезаповнювачі (мал. 19), без заповнення яких формула не сприйматиметься процесором MathCad.



мал. 19

Щоб змінити формулу, клацніть на ній мишею, помістивши таким чином в її область лінії введення, і перейдіть до місця, яке хочете виправити. Переміщайте лінії введення в межах формули одним із двох способів:

- клацаючи в потрібному місці мишею;
- натискаючи на клавіатурі клавіші – зі стрілками, пробіл та «Ins»:
 - клавіші зі стрілками мають природне призначення, переводячи лінії введення вгору, вниз, вліво або вправо;
 - клавіша «Ins» переводить вертикальну лінію введення з одного кінця горизонтальної лінії введення на протилежний;
 - пробіл призначений для виділення різних частин формули.

Редагування формули в Mathcad

Більшість операцій правки формул реалізуються природним чином, проте деякі з них дещо відрізняються від загальноприйнятих, що пов'язано з особливістю MathCad як обчислювальної системи. Розглянемо основні дії по зміні формул. Оператори можуть бути унарними (діючими на один операнд, як, наприклад, оператор транспонування матриці або зміни знака числа), так і бінарними (наприклад * або /, діючими на два операнда). При вставці нового оператора в документ MathCad визначає, скільки операндів йому потрібно. Якщо в точці вставки оператор один або обидва операнда відсутні, MathCad автоматично поміщає поруч з оператором один або два місцезаповнювача. Той вираз у формулі, який виділено лініями введення в момент вставки оператора, стає його першим операндом.

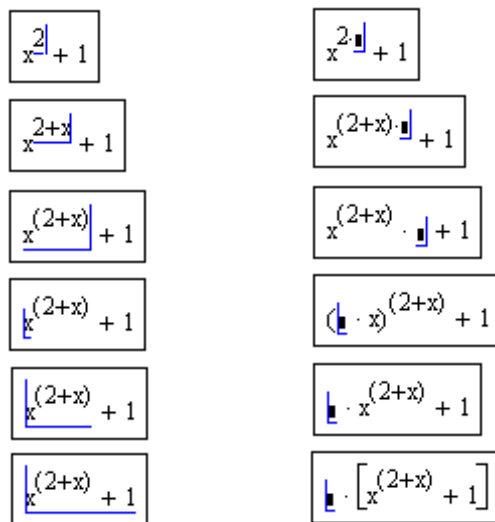
Послідовність вставки оператора в формулу така:

- Помістіть лінії введення на частину формули, яка повинна стати першим операндом.
- Введіть оператор, натиснувши кнопку на панелі інструментів або клавіші.

Для того щоб вставити оператор не після, а перед частиною формули, виділеної лініями введення, натисніть перед його введенням клавішу «Ins», яка пересуне вертикальну лінію введення вперед. Це важливо, зокрема, для вставки оператора заперечення.

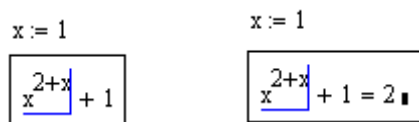
Розглянемо на прикладі вставку оператора множення в різні частини формули. У лівій колонці (мал. 20) наведені можливі

розміщення ліній введення у формулі, а в правій – результат вставки оператора множення (тобто натиснення клавіші «*»). Як видно, MathCad сам розставляє, якщо це необхідно, дужки, щоб частина формули, відзначена лініями введення, стала першим доданком.



мал. 20

Деякі оператори MathCad вставить в правильне місце незалежно від положення ліній введення. Наприклад, оператор чисельного виводу =, який за змістом видає значення всієї формули у вигляді числа (мал. 21).

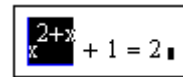


мал. 21

Щоб виділити частину формули в деякій математичній області (мал. 22):

- помістіть її між лініями введення, користуючись, при необхідності, клавішами–стрілками і пропуском.
- помістіть покажчик миші на вертикальну лінію введення, натисніть і утримуйте ліву кнопку миші.
- утримуючи кнопку миші, протягніть покажчик миші уздовж горизонтальної лінії введення, при цьому частина формули буде виділятися зверненням кольору.

- відпустіть кнопку миші, коли буде виділена потрібна частина формули.



мал. 22

Частину формули можна виділити і без допомоги миші, натискаючи клавіші зі стрілками при утримуваній клавіші «Shift». У цьому випадку замість переміщення ліній введення відбувається виділення відповідної частини формули.

Частиною формули можливі наступні операції: видалення, переміщення, копіювання та вставка.

Щоб видалити частину формули:

- Виділіть її.
- Натисніть клавішу «Del».

Крім того, можна видалити частину формули, поміщаючи її перед вертикальною лінією введення і натискаючи клавішу «BackSpace».

Для правки частини формули:

- Виділіть її або просто помістіть між лініями введення, користуючись або мишею, або клавішами-стрілками і пропуском.
- Скористайтесь або верхнім меню Правка, або контекстним меню, або кнопкою на панелі інструментів, або відповідним поєднанням гарячих клавіш:
 - Вирізати або «Ctrl+X» – для вирізки частини формули в буфер;
 - Копіювати або «Ctrl+C» – для копіювання в буфер;
 - Вставити або «Ctrl+V» – для вставки з буфера попередньо вміщеної туди частини формули.

Математичні вирази містять, як правило, самі різні, в тому числі специфічні символи, набір яких у MathCad виконується не так, як у більшості текстових процесорів. Для вставки символів в документи доступні наступні інструменти:

- більшість символів, наприклад латинські букви або цифри, для визначення імен змінних і функцій набираються на клавіатурі;
- грецькі літери найлегше вставляються за допомогою панелі інструментів Грецькі символи. Можна також ввести відповідну латинську букву і натиснути клавіші «Ctrl+G» (після цього, наприклад, з латинської літери «a» виходить грецька α);


- оператори можуть бути вставлені або з різних математичних панелей інструментів, або відповідним поєднанням клавіш. Наприклад, найбільш часто вживані оператори згруповані на панелі Калькулятор;
- імена функцій вводяться або з клавіатури, або, з більшою надійністю, за допомогою команди Вставка – Функція;
- дужки можуть бути вставлені натисканням відповідних клавіш. Однак, для того щоб виділити дужками вже введену частину формули, краще помістити її між лініями введення і натиснути клавішу апостроф (').

Введення і редагування тексту

MathCad – це математичний редактор. Основне його призначення полягає в редагуванні математичних формул і розрахунку по них. Разом з тим, поряд з формульним редактором MathCad має досить розвинені засоби з оформлення тексту. Призначення текстових областей в документах MathCad для різних користувачів і різних завдань може бути різним. Якісно варто розрізняти підхід до тексту, використовуваному :

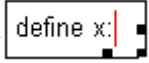
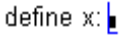
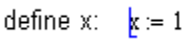
- просто в якості коментарів;
- як елемент оформлення документів для створення якісних звітів в друкованій та електронній формах.

Текстову область (або, по-іншому, регіон з текстом) можна розмістити в будь-якому незайнятому місці документа MathCad. Однак, коли користувач поміщає курсор введення в порожнє місце документа і просто починає вводити символи, MathCad за умовчанням інтерпретує їх як початок формули. Щоб до початку введення вказати програмі, що потрібно створити не формульний, а текстовий регіон, достатньо, перед тим як ввести перший символ, натиснути клавішу «"». В результаті на місці курсору введення з'являється новий текстовий регіон, який має характерне виділення. Курсор приймає

при цьому вигляд вертикальної лінії червоного кольору () , яка називається лінією введення тексту і аналогічна за призначенням лініях введення в формулах. Створити текстовий регіон можна і еквівалентним способом, за допомогою команди Вставка – Текстова область. Тепер можна просто вводити будь-який текст в текстовий

регіон, причому черговий символ буде вставлений в позицію, позначену лінією введення тексту.




Для якісного оформлення документів будуть потрібні текстові області, що містять математичні вирази. Для створення таких областей:

- клацніть в потрібній частині текстової області ();
- виберіть команду Вставка – Математична область або натисніть клавіші «Ctrl+Shift+A», щоб створити порожній місцезаповнювач всередині тексту ();
- введіть математичний вираз в місцезаповнювач так, як вводите звичайні формули ().

Помістивши формули в текст, пам'ятайте про те, що вони впливають на обчислення точно так само, як якби були поміщені в математичний регіон безпосередньо в документі.

Робота зі змінними

Основним оператором присвоювання є знак «:=», що вводиться двокрапкою («Shift+:»). Якщо змінній присвоюється початкове значення за допомогою даного оператора (або в перший раз за допомогою оператора =), таке присвоєння називається локальним привласненням. Розглянемо на прикладі присвоєння змінній x числа 2. Для цього потрібно виконати наступні дії:

- введіть у бажаному місці документа ім.'я змінної, наприклад x ;
- введіть оператор присвоювання за допомогою клавіші «Shift+:» або натисканням відповідної кнопки Присвоювання () на панелі інструментів Калькулятор або Вирази ();
- введіть у новостворену місцезаповнювач нове значення змінної 2 (.

Ввести нове значення змінної можливе як у вигляді числа, так і у вигляді математичного виразу, що містить інші змінні ($y := (x - 2)^2 + 1$) і функції ($r := \cos(x) + \sin(x)$), а також у вигляді текстового виразу ($z := \text{"define x"}$). В останньому випадку буде створена змінна z не чисельно, і текстового типу.

Для завдання діапазону зміни змінної - аргументу функції в MathCad використовується ранжирувана змінна, в якій задається масив значень аргументу функції. У найпростішому випадку для створення ранжируваної змінної використовується вираз:

$$Name := N_{поч}..N_{кін}, \text{ де}$$

$Name$ – ім'я змінної, $N_{поч}$ – її початкове значення, $N_{кін}$ – кінцеве значення, $..$ – символ, що вказує на зміну змінної в заданих межах (він вводиться знаком крапки з комою «;»). Якщо $N_{поч} < N_{кін}$, то крок зміни змінної буде дорівнює +1, інакше -1.

Для створення ранжируваної змінної загального вигляду використовується вираз:

$$Name := N_{поч}, N_{наст}..N_{кін}, \text{ де}$$

$Name$ – ім'я змінної, $N_{поч}$ – її початкове значення, $N_{наст}$ – значення змінної, наступне за $N_{поч}$ і задає крок зміни змінної, $N_{кін}$ – кінцеве значення, $..$ – символ, що вказує на зміну змінної в заданих межах. Будьте уважні – не вводьте крок замість другого значення.

Задати ранжируваних змінних першого типу зручно за допомогою кнопки область змінної палітри інструментів Матриця (мал. 23).



мал. 23

Замість палітри інструментів можна використовувати клавішу крапка з комою («;») при англійській розкладці клавіатури (але не дві крапки).

Знак рівності після будь-якого виразу з ранжируваних змінними ініціює таблицю виводу (мал. 24).

$x := -5..0$	$y := -2, -1.5..0$											
$x =$	$y =$											
<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-5</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-4</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td></tr> </table>	-5	-4	-3	-2	-1	0	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-1.5</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">-0.5</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td></tr> </table>	-2	-1.5	-1	-0.5	0
-5												
-4												
-3												
-2												
-1												
0												
-2												
-1.5												
-1												
-0.5												
0												

мал. 24

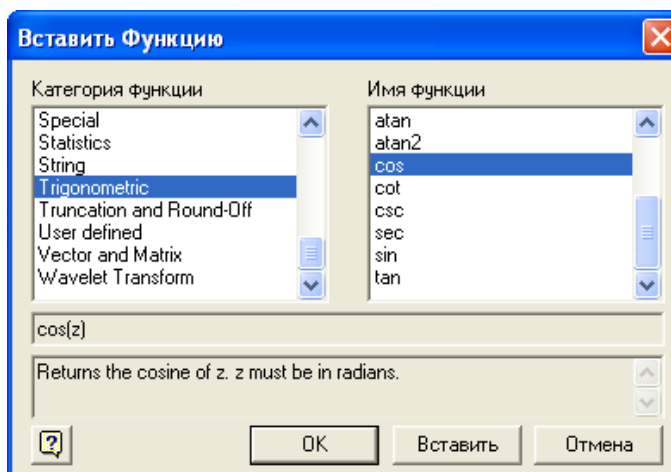
Функції

Довільні залежності між вхідними і вихідними параметрами задаються за допомогою функцій. Функції приймають набір параметрів і повертають значення, скалярне або векторне (матричне).

У формулах робочого листа можна використовувати стандартні вбудовані функції, а також функції, визначені користувачем.

Щоб використовувати функцію у виразі, її слід викликати по імені, вказавши в значення фактичних вхідних параметрів в дужках після імені функції. Імена найпростіших математичних функцій можна ввести з панелі інструментів Калькулятор.

Вставити у вираз стандартну функцію можна за допомогою команди Вставка – Функція. У діалоговому вікні (мал. 25) зліва вибирається категорія, до якої відноситься функція, а праворуч – конкретна функція. У нижній частині вікна видається інформація про вибраної функції. При введенні функції через це діалогове вікно автоматично додаються дужки і заповнювачі для значень параметрів.



мал. 25

Функції, які визначені користувачем, повинні бути спочатку визначені. Визначення задається за допомогою оператора присвоєння. У лівій частині вказується ім'я користувача функції і, в дужках, формальні параметри - змінні, від яких вона залежить. Праворуч від знака присвоєння ці змінні повинні використовуватися у виразі.

Функції, які визначені користувачем, в MathCad вводяться із застосуванням наступного виразу:

Ім'я_функції (Список_Параметрів): = Вираз

Ім'я функції задається як будь-який ідентифікатор. У дужках вказується список формальних параметрів, розділених комами. Вираз

– будь-який вираз, що містить оператори та функції з операндами і аргументами, зазначеними в списку параметрів.

При застосуванні функції, визначених користувачем, в наступних формулах її ім'я вводять вручну. У діалоговому вікні Вставка функції воно не відображається.

Для того щоб визначити функцію користувача, наприклад $f(x, y) = x^2 - \cos(x + y)$:

- введіть у бажаному місці документа ім'я функції f (f).
- введіть ліву дужку «(», імена змінних через кому x, y і праву дужку «)». При введенні лівої дужки і коми автоматично з'являтимуться відповідні місця заповнювачі (f → $f(x,)$ → $f(x, y)$).
- введіть оператор присвоювання з панелі інструментів або натисканням клавіші «Shift+:» ($f(x, y) :=$).
- введіть у новостворений місцезаповнювач вираз, що визначає функцію $x^2 - \cos(x + y)$, користуючись клавіатурою або панелями інструментів ($f(x, y) := x^2 - \cos(x + y)$).

Всі змінні, присутні праворуч у вираженні визначення функції, або повинні входити в список аргументів функції (в дужках, ліворуч після імені функції), або повинні бути визначені раніше. В іншому випадку буде виведено повідомлення про помилку, причому ім'я невизначеною змінної буде виділено червоним кольором

$f(x) := x^2 - \cos(x + y)$

This variable or function is not defined above.

(«Ця змінна або функція раніше не визначена»).

Арифметичні оператори

Оператори, що позначають основні арифметичні дії, вводяться з панелі Калькулятор або з клавіатури.

додавання і віднімання: + – (+, -);

множення і ділення: * / (·, /, ÷, $\frac{\square}{\square}$);

факторіал: $!$ ($n!$);
 модуль числа: $|x|$ ($|x|$);
 квадратний корінь: $\sqrt{\quad}$ ($\sqrt{\quad}$);
 корінь n -го ступеня: $\sqrt[n]{\quad}$ ($\sqrt[n]{\quad}$);
 піднесення до квадрату: x^2 (x^2);
 піднесення x у ступінь y : x^y (x^y);
 зміна пріоритету: дужки (\quad) ((\quad));
 чисельне виведення: $=$ ($=$).

За допомогою цієї панелі можна ввести не тільки перераховані оператори, але і їх часто використовувані комбінації, наприклад, зведення експоненти в ступінь, змішаний добуток і ділення, а також уявну одиницю і число i . Зауважимо, що допускається запис оператора ділення як в один, так і в два рядки, що забезпечується наявністю двох відповідних кнопок на панелі Калькулятор.

Побудова графіків

Для побудови графіків в MathCad можна скористатися функцією Вставка – Графік – Тип графіка або панеллю інструментів Графік.

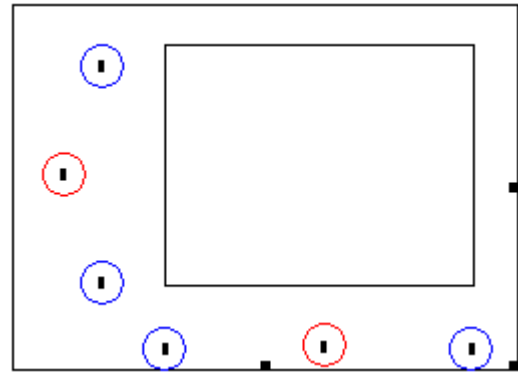
Графіки будь-якого виду, як будь-які об'єкти документа можна редагувати, виділяти, заносити в буфер обміну, викликати їх звідти і переносити в будь-яке нове місце документа. Їх можна і просто перетягувати з місця на місце курсором миші, а також розтягувати по горизонталі, по вертикалі і по діагоналі, чіпляючись за спеціальні маркери виділених графіків курсором миші.

Графік у декартовій системі координат в MathCad являє собою незаповнений шаблон у вигляді великого прямокутника з темними маленькими прямокутниками, розташованими близько вісі абсцис і ординат майбутнього графіка. У середні прямокутники треба помістити ім'я аргументу x вісі абсцис і ім'я функції у вісі ординат.

Крайні темні маленькі прямокутники служать для вказівки граничних значень абсцис і ординат, тобто вони задають масштаби графіка.

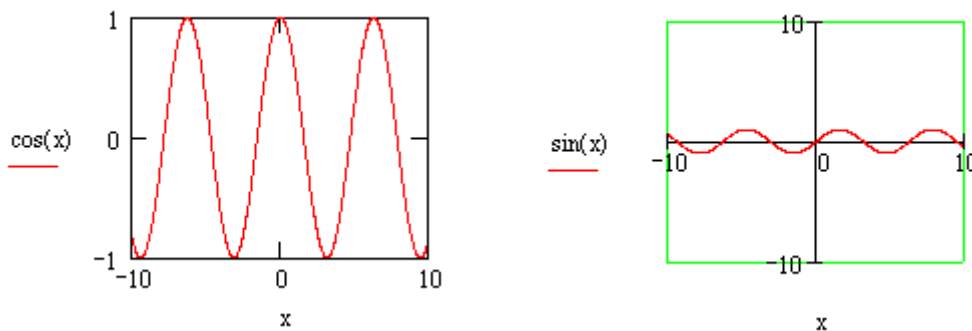
Розглянемо область побудови графіків в декартовій системі координат. Елементи, виділені червоним, – це назви вісі, виділені синім – діапазони вісі (мінімальне і максимальне значення). Для того

щоб змінити їх (на малюнку вони ще не задані) необхідно клацнути на них (прямо по чорному прямокутнику, маркеру) і ввести необхідне значення (мал. 26).



мал. 26

Є два способи побудови найбільш поширених графіків у декартовій системі координат. У першому, найбільш простому способі, досить вивести шаблон графіку за допомогою меню або введення комбінації клавіш Shift+2. З'явиться шаблон графіка, в який залишається ввести ім'я змінної x по вісі X та ввести вираз, що описує деяку функцію $f(x)$, а потім вивести курсор мишки з області графіка, і він буде побудований (мал. 27) (при використанні шаблону побудови графіка можна використовувати як прямокутний стиль оформлення вісі так і перетинаючи вісі).

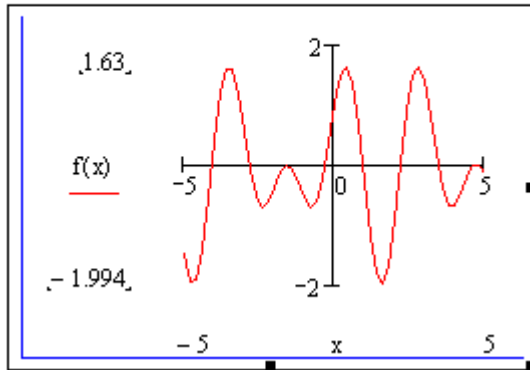


мал. 27

Для другого способу потрібно спочатку задати ранжирувану змінну, наприклад x , вказавши діапазон її зміни і крок. Крок d задається зазначенням початкового значення змінної x_0 , а потім через кому значення $x_0 + d$. Після цього через клавішу «;» вказується кінцеве значення x . Далі треба задати відповідні функції і вивести шаблон двовимірного графіка. У середні шаблони даних потрібно помістити ім'я змінної (x – вісі абсцис) і імена функцій (y – вісі ординат) (мал. 28).

$x := -5, -4.8.. 5$

$f(x) := \cos(2x) + \sin(3x)$

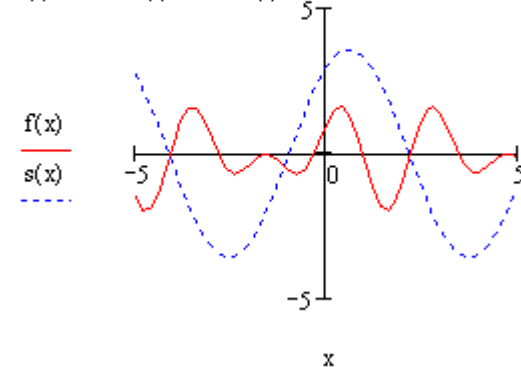


мал. 28

$x := -5, -4.8.. 5$

$f(x) := \cos(2x) + \sin(3x)$

$s(x) := 3 \cos(x) + 2 \sin(x)$



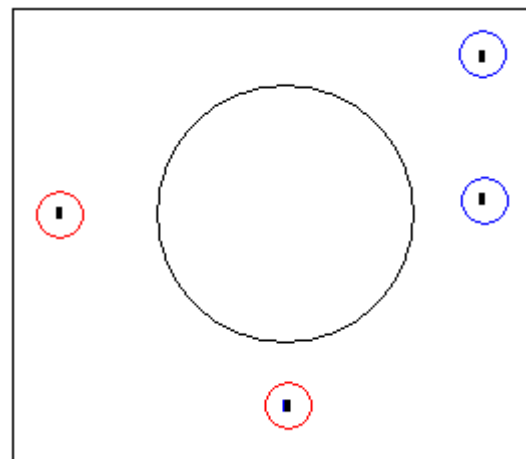
мал. 29

Якщо будуються графіки декількох функцій в одному шаблоні, то для їх поділу слід використовувати коми (мал. 29). Крайні шаблони даних служать для вказівки граничних значень абсцис і ординат, тобто вони задають масштаби графіка.

Якщо залишити ці шаблони незаповненими, то масштаби по вісі графіка встановлюватимуться автоматично.

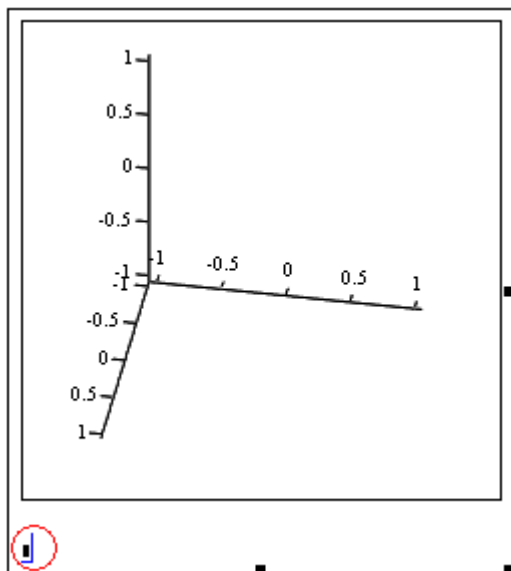
Для подальшого редагування графіка необхідно в його області двічі клацнути лівою клавiшею миші.

Графіки в полярній системі координат в MathCad будуються аналогічно графіками в декартовій системі координат. Але при цьому необхідно враховувати специфіку самих функцій. В полярній системі координат кожна точка задається кутом ϕ та модулем радіус-вектора $R \in \mathbb{R}^+$. Перед побудовою полярного графіка потрібно задати зміну кута нахилу радіус-вектора у заданих межах та задати функцію $R = R(\beta)$. Після виведення шаблону (мал. 30) треба ввести ім'я аргументу β на місці мітки внизу і ім'я функції на місці мітки зліва (виділено червоним кольором), а також вказати нижню межу зміни довжини радіус-вектора у мітці знизу і верхню межу в мітці справа зверху (виділено синім кольором).



мал. 30

Тривимірні графіки (3D-графіки) відображають функцію двох змінних вигляду $Z = Z(x, y)$. Розглянемо декілька способів побудови графіків в тривимірному просторі.



мал. 31

Перший спосіб.

Задаємо значення функції двох змінних. Викликаємо шаблон 3D-графіка (мал. 31). Вписуємо ім'я без її аргументів (виділено червоним кольором) у шаблон, відводимо показник миші за межі області графіка, натискаємо ліву кнопку миші, отримуємо графік, інтервали зміни аргументів функції система визначає сама без втручання користувача.

Наглядність представлення поверхні у тривимірному просторі залежить від багатьох факторів: масштабу побудов; кутів повороту фігури відносно осей; використання алгоритму видалення ліній, які знаходяться на задньому плані; використання заливки та інших. Реалістичність зображень на плоскому малюнку поверхні тіл у тривимірному просторі залежить здебільшого від кутів огляду. Для обертання будь-якої тривимірної фігури достатньо виділити її зображення та, натиснувши і втримуючи ліву клавішу миші, почати переміщувати мишу по поверхні стола. Фігура почне обертатись. Такий рух фігури в просторі дає можливість, практично без зусиль, підібрати найоптимальніше положення фігури в просторі, при якому найбільш чітко видно просторові особливості фігури, наприклад: піки, заглибини, отвори, пелюстки. Можна використати неперервний рух фігури в вибраному напрямку. Для цього потрібно почати обертання мишкою, але при натиснутій клавіші «Shift». Після чого відпустити клавішу «Shift» і клавішу мишки, фігура продовжить оберт у заданому напрямку. Для того, щоб зупинити рух, достатньо клацнути мишкою всередині графіка.

Щоб викликати панель форматування тримірної графіки потрібно два рази клацнути мишкою в його області та відформатувати графік.

Другий спосіб.

У версіях MathCad-2000 і вище застосовують функції CreateMesh і CreateSpace.

CreateMesh(F, x0, x1, y0, y1, xgrid, ygrid, fmap) створює матрицю аплікат поверхні сітку, визначеною функцією F. x0, x1, y0, y1 – діапазон зміни змінних, xgrid, ygrid – розміри сітки змінних, fmap – функція відображення. Усі параметри, за винятком F, - факультативні. Функція CreateMesh за замовчуванням створює сітку на поверхні з діапазоном зміни змінних від -5 до 5 і із сіткою 20×20 точок.

CreateSpace (F, t0, t1, tgrid, fmap) повертає вкладений масив трьох векторів, що представляють x-, y-, і z- координати просторової кривої, визначеною функцією F. t0 і t1 – діапазон зміни змінної, tgrid – розмір сітки змінної, fmap – функція відображення. Усі параметри, за винятком F, - факультативні.

Функцію CreateSpace застосовують для побудови точкового графіка у просторі. Такий графік створюється операцією Вставка – Графік – 3D Точковий, причому поверхня задається параметрично – за допомогою трьох матриць (X, Y, Z).

Розв'язання прикладів

Завдання 1. На проміжку [-30,30] побудувати графіки функцій $f(x)$ та $g(x)$, на графіку $f(x)$ виділити деякі точки.

$$f(x) = 3x \sin\left(\frac{x}{5}\right) - 5 \quad g(x) = 2,3x + 20 \cos\left(\frac{x}{2}\right)$$

На графік $f(x)$ потрібно нанести точки, аргумент яких дорівнює -20, -10, 5, 20. Для того, щоб нанести точки на графік, потрібно сформувати матрицю A – значень аргументу та розраховувати застосовуючи операцію векторизації матрицю Y – значень функції.

Розв'язок.

$$x := -30 - 29.9 .. 30$$

+

$$f(x) := 3x \cdot \sin\left(\frac{x}{5}\right) - 5$$

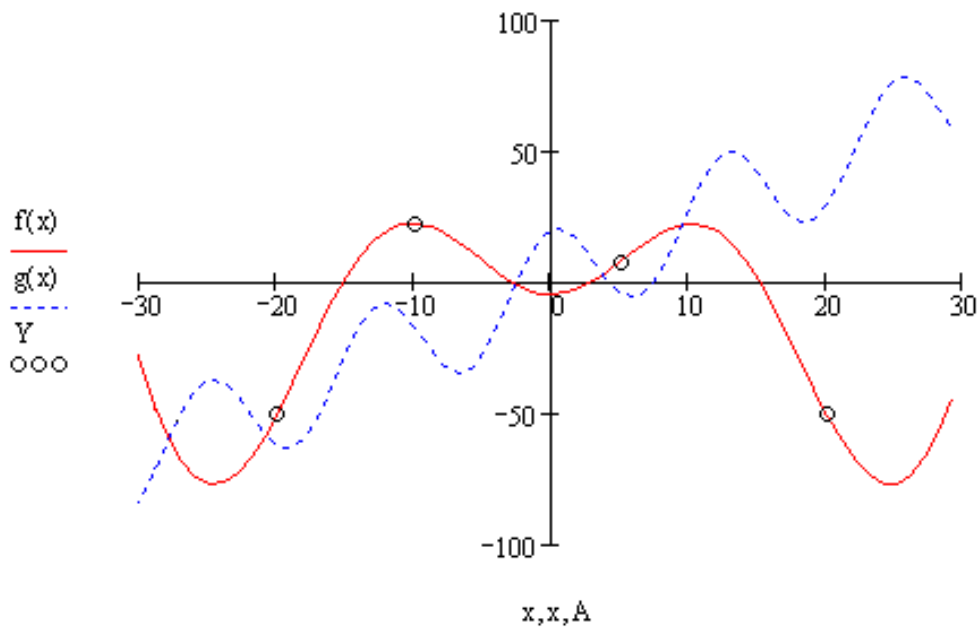
$$g(x) := 2.3 \cdot x + 20 \cdot \cos\left(\frac{x}{2}\right)$$

$$A := \begin{pmatrix} -20 \\ -10 \\ 5 \\ 20 \end{pmatrix}$$

$$Y := \overrightarrow{f(A)}$$

x =	f(x) =	g(x) =	Y = $\begin{pmatrix} -50.408 \\ 22.279 \\ 7.622 \\ -50.408 \end{pmatrix}$
-59.9	-104.435	-135.676	
-58.9	-130.067	-143.169	
-57.9	-149.871	-148.776	
-56.9	-163.241	-150.562	
-55.9	-169.856	-147.527	
-54.9	-169.68	-139.851	
-53.9	-162.957	-128.849	
-52.9	-150.192	-116.653	
-51.9	-132.12	-105.686	
-50.9	-109.668	-98.068	
-49.9	-83.912	-95.103	
-48.9	-56.022	-96.953	
-47.9	-27.216	-102.602	
-46.9	1.298	-110.104	
-45.9	28.37	-117.059	
-44.9	52.956	-121.201	

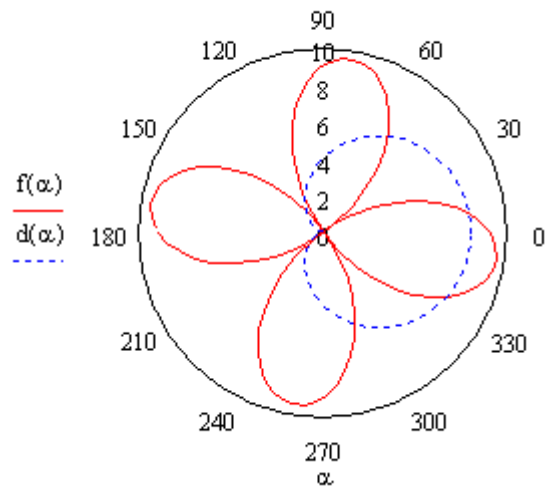
Побудова графіків $f(x) = 3x \sin\left(\frac{x}{5}\right) - 5$, $g(x) = 2,3x + 20 \cos\left(\frac{x}{2}\right)$ на одній площині та відображення точок на графіку $f(x)$.



Завдання 2. Побудувати функцію $f(\alpha)$ з кутом нахилу ϕ та з довжиною радіус-вектора в межах $[0,10]$.

Перед тим, як побудувати графіки потрібно задати значення аргументу α , вказати кут нахилу, а потім записуємо саму функцію.
Розв'язок.

$$\begin{aligned}
 n &:= 15 \\
 \alpha &:= 0, \frac{1}{n} \dots 2\pi \\
 \phi &:= 3 \\
 f(\alpha) &:= \phi \cdot (\sin(2\alpha) - 3 \cos(2\alpha)) \\
 d(\alpha) &:= 4 \cdot (1 + \cos(\alpha))
 \end{aligned}$$



Приклад 3. Розрахувати значення $f = \sin(\varpi \cdot t)$ при t , що змінюється в діапазоні від -1 до 4 з кроком 0,25, та значення параметру $\varpi = 2$.

З наведеного завдання випливає:

- f є функцією, так як одна з змінних у правій частині (а саме t) має діапазон змінних. Отже, при записі в MathCad f повинна бути задана у вигляді функції, тобто після імені змінної повинні обов'язково стояти дужки з ім'ям аргументу (аргументів) функції;
- у даному випадку обов'язковим аргументом є t , оскільки для
- нього заданий діапазон;
- величина ω є параметром, приймаючим одне значення.

У цьому випадку розрахунок в MathCad можна реалізувати наступним чином:

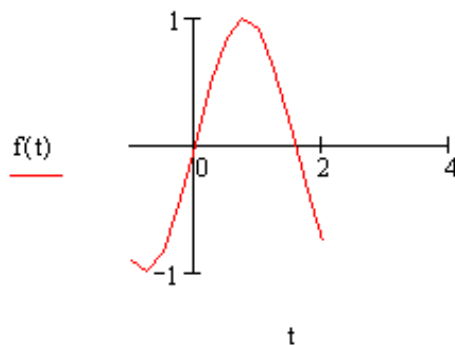
- Задаємо параметр ω
- Задаємо ранжирувану змінну t в діапазоні від -1 до 4 з кроком 0,25
- Задаємо f як функцію від t
- Будуємо таблиці даних та графік $f = \sin(\omega \cdot t)$

$$\omega := 2$$

$$t := -1, -0.75..2$$

$$f(t) := \sin(\omega \cdot t)$$

t =	f(t) =
-1	-0.909
-0.75	-0.997
-0.5	-0.841
-0.25	-0.479
0	0
0.25	0.479
0.5	0.841
0.75	0.997
1	0.909
1.25	0.598
1.5	0.141
1.75	-0.351
2	-0.757

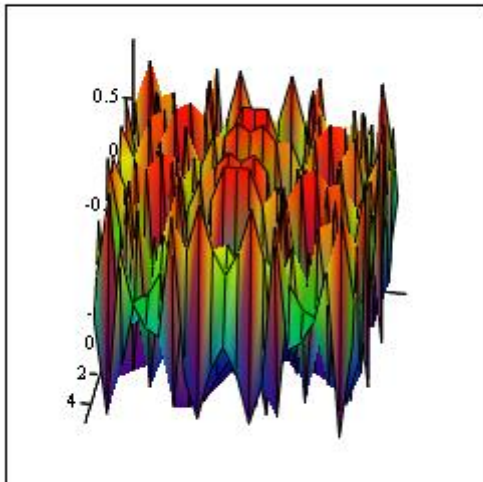


+

Приклад 4. Побудувати поверхню $f(x, y) = \sin(2x^2 - y^2)$

Перший спосіб.

$$f(x, y) := \sin(2x^2 - y^2)$$

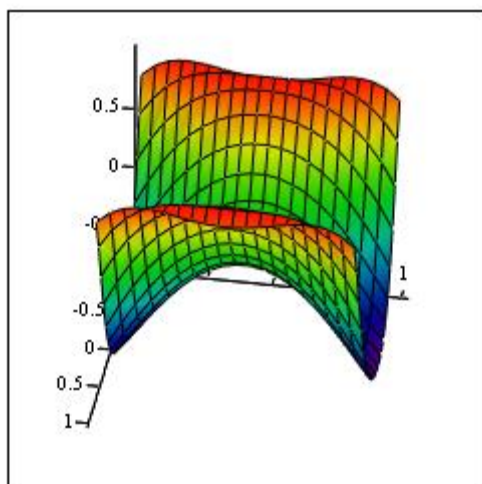


f

Другий спосіб.

$$f(x, y) := \sin(2x^2 - y^2)$$

`M := CreateMesh(f, -1, 1, -1, 1, 20, 20)`



M

Задачі для самостійного розв'язування

Завдання 1.

На проміжку $[-10, 20]$ з кроком $0,01$ побудувати графік функцій $y(x)$ в Декартові системі координат (вісі перетинаються в точці $(0,0)$). На графіку виділіть точки, аргумент яких дорівнює $-10, 0, 10$.

Варіанти

	Функції	параметри
1.	$y = \frac{\sin(x - b)}{x^2 + 1} \cdot (x + 10) + c$	$c = 10, \quad b = -\frac{\pi}{3}$
2.	$y = \frac{7x + b + \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right)}{\sin(x) + c}$	$c = 2, b = 5$
3.	$y = \ln(x) + \cos(x) + c \cdot \frac{x^2}{x + b}$	$c = \frac{2\pi}{3}, b = 10$
4.	$y = \cos(x^2 + b) + \frac{e^x}{c}$	$c = 100, \quad b = \frac{3\pi}{5}$
5.	$y = \sin^2(x + x^2) \sqrt{b - x^3}$	$c = \frac{\pi}{4}, \quad b = 10$
6.	$y = \sqrt{e^x} - \frac{c}{\cos(x + b) + 3}$	$c = 10, \quad b = \frac{\pi}{3}$
7.	$y = \sqrt{x^4 + b - \cos(x) + c}$	$c = \frac{\pi}{6}, \quad b = 5$
8.	$y = \frac{\ln(x^2 + 1)}{\cos(x + x) + \sin(x - x) + 3}$	$c = \frac{\pi}{4}, \quad b = \frac{\pi}{3}$
9.	$y = \frac{\sin(x + b)}{\cos(x - c) + 2} \ln(x^2 + 3)$	$c = -\frac{\pi}{3}, \quad b = \frac{\pi}{4}$

10. $y = \sin^2(x+b) + \cos^3(x-c)$ $c = \frac{\pi}{5}, b = 3$
11. $y = \sqrt{\frac{x^2 + b^2}{\cos(x+c) + 5}}$ $c = \frac{\pi}{2}, b = 2$
12. $y = \sin\left(x + \sqrt{2x + \cos(x-x^2)}\right)$ $c = \frac{\pi}{4}, b = 3$
13. $y = \sqrt{x^b + c + e^x}$ $c = 100, b = 3$
14. $y = \cos(x^2 + c) \sin(x + x^3)$ $c = \frac{5\pi}{3}, b = \pi$
15. $y = \frac{\sin(x+b) + \cos(x-b)}{\ln(x+c) + 7}$ $c = 10, b = \frac{3\pi}{4}$
16. $y = \sqrt[3]{x^2 + c + b^x}$ $c = 1000, b = 2$
17. $y = \frac{\ln(x^5 + c^x)}{b + x^2}$ $c = 3, b = 5$
18. $y = \sin(\cos(x+b)) - \cos(x+c)$ $c = \frac{\pi}{2}, b = 2$
19. $y = \frac{\sqrt[3]{x^2 + c^x + e^{x+b}}}{\sin^2(x) - \cos^2(x) + 4}$ $c = 3, b = 2$
20. $y = 20 \cdot \frac{\sqrt[3]{\cos(x) + c \sin(x)}}{(x+b)^{\frac{1}{4}}}$ $c = 4, b = 2$
21. $y = |\sin(x+c^2)| \cdot \sin(x) + |\cos(x-b)|$ $c = \frac{\pi}{2}, b = 4$
22. $y = \frac{\sin(x) - \frac{1}{b}}{\sqrt{c - (\sin(x-b) + \cos(x))}}$ $c = \frac{\pi}{2}, b = 4$

$$23. \quad y = \sin\left(\frac{c+2}{b} \cdot x\right) - \frac{\cos(\pi \cdot x) + |\cos(\pi)|}{|\sin(\pi - x)|} \quad c = \frac{\pi}{2} \quad b = \frac{\pi}{3}$$

$$24. \quad y = \frac{|\cos(\pi - 2 + c)|}{b} + \sin|x^2 + bx - c| \quad c = \frac{\pi}{2} \quad b = 10$$

$$25. \quad y = \frac{\sqrt{|x-c|}}{\sin(\pi x)} + \pi(x-c) \quad c = \frac{\pi}{3} \quad b = 20$$

Завдання 2.

Побудувати графіки (для $x = -1..1$, $y = -1..1$ та розмірності матриці не більше, як 20×20) 3-D графіки поверхні для функцій. Налаштувати графіки поверхонь таким чином, щоб зображення було, як найточніше відображено (використати поворот площини та кольорову схему зображення).

Варіанти

$$1. \quad f(x, y) = \frac{x+y}{x^2+y^2}$$

$$2. \quad f(x, y) = 30 + 2x^2 + 2y^2 - \frac{x^3}{5} - \frac{y^3}{5}$$

$$3. \quad f(x, y) = \frac{\sqrt[3]{x+y+xy}}{\pi + y^2} + 1$$

$$4. \quad f(x, y) = x^2 \pi - 3y^2$$

$$5. \quad f(x, y) = x^2 + xy + y^2$$

$$6. \quad f(x, y) = 3x^2y + y^3 - 18x - 30y$$

$$7. \quad f(x, y) = x^3y^2 - xy^5 + 5x + y$$

$$8. \quad f(x, y) = x^3 - xy^2 - y^3$$

$$9. \quad f(x, y) = (y^4 + 2)^{x^2}$$

$$10. \quad f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$11. \quad f(x, y) = x\sqrt{y} + x^2 - y + 6x + 3$$

$$12. \quad f(x, y) = \frac{x^2 + 3}{y^2 + 2x}$$

$$13. \quad f(x, y) = \frac{2y}{x^2 + y^2}$$

$$14. \quad f(x, y) = (x^2 + y)^{\sqrt{e^y}}$$

$$15. f(x, y) = \frac{x^2 - y^2}{x^3 - y^3}$$

$$16. f(x, y) = \frac{x^2}{8} + \frac{y^2}{4} - xy + 1$$

$$17. f(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 2x - y$$

$$18. f(x, y) = x^3 y^2 - x - y$$

$$19. f(x, y) = 1 - \sqrt[3]{(x^2 + y^2)^2}$$

$$20. f(x, y) = \left(\frac{1-x-y}{x^2} \right)^2 + \frac{x^2}{y^2}$$

$$21. f(x, y) = \frac{x+y^2}{x-y^2}$$

$$22. f(x, y) = \left(x^3 + \frac{xy}{x^2} + y^3 \right)^2$$

$$23. f(x, y) = e^{x^2 - xy} + y^2$$

$$24. f(x, y) = x^2 + y^2 - e^{-(x^2 + y^2)}$$

$$25. f(x, y) = 2x^2 + 6xy + 5y^2 - x + 4y - 8$$

$$26. f(x, y) = \sin(x^3 + y^3)$$

$$27. f(x, y) = 1 + \ln \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$28. f(x, y) = \sin(5xy^2) + 2x^3$$

$$29. f(x, y) = (\cos(y))^{2x+4}$$

$$30. f(x, y) = \cos x + y - x \sin y$$

$$31. f(x, y) = ye^{3\cos x} - xe^{3\sin y}$$

$$32. f(x, y) = x \cos y + y \cos x - 1$$

$$33. f(x, y) = x \sin y + y \sin x + 1$$

$$34. f(x, y) = \cos(x^2 + y^2)$$

$$35. f(x, y) = \cos(x^2 + y^2) + \sin(x^2 + y^2)$$

$$36. f(x, y) = \cos(x^2 + y^2) - \sin(x^2 + y^2)$$

$$37. f(x, y) = \sin(2x^2 - y^2) + \cos(3y^2 + x^2)$$

$$38. f(x, y) = \sin(2x^2 - y^2) - \cos(3y^2 - x^2)$$

$$39. f(x, y) = \sin(2x^2 - y^2) - \cos(3y^2 - x^2)$$

$$40. f(x, y) = e^{\sin(x^2 + y^2)} - \cos(x^2 - y^2)$$

$$41. f(x, y) = 3\sin(x - y) + y\cos(x + y) + x^2$$

Список використаної літератури

1. Методические указания для выполнения расчетно-графической работы и самостоятельной работы по дисциплине «Информационные технологии в прикладной и инженерной экологии» (для студентов 3 курса дневной формы обучения направления подготовки 6.040106 «Экология, охрана окружающей среды и сбалансированное природопользование») / Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва; сост.: Е. Г. Пономаренко, О. С. Ломакина. – Х.: ХНАГХ, 2013. – 36 с.
2. Блакова О.А. Нечаєнко Г.П. Навчально-методичний посібник «Інформаційні технології» 2 частина – Черкаси: ЧНУ, 2011 – с. 195
3. Программирование в среде MathCad: учеб.-метод. Пособие для бакалавров инженерных и физических специальностей / сост. В.К.Толстых. – Донецк: ДонНУ, 2010. – 128 с.: ил.
4. Функції багатьох змінних: методичні вказівки і варіанти до виконання модульної роботи / уклад.: Є. П. Кришко, Є. А. Макаренков, Н. Г. Наріус, Г. А. Папанов, В. І. Самарський; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. – 39 с.
5. Сарана О.А., Ясінський В.В. Конкурсні задачі підвищеної складності з математики. // Навчальний посібник для слухачів ФДП НТУУ «КПІ». – Київ: «Факт», 2006. – 264 с.
6. А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, Ю.М. Рабінович, М.С. Якір Вчимося розв'язувати задачі з початків аналізу. Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: «Підручники & посібники», 2001 – 304 с.: іл.
7. Справка по Advanced Grapher 2.2, Copyright © 1998-2009 Alentum Software, Inc.

Навчальне видання

Блакова Ольга Анатолівна

**Різні способи візуалізації
функціональних залежностей
засобами ІКТ**

для студентів напрямку підготовки 6.040101 «Хімія»

(частина 1)

Комп'ютерне верстання

Любченко Л. Г.

Підписано до друку 10.04.2014. Формат 60x84/16.

Ум. друк. арк. 2,2. Тираж 100 пр. Зам. № 4975

Видавець і виготівник видавничий відділ

Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

Адреса: бульвар Шевченка, 81, м. Черкаси, Україна, 18031

Тел. (0472) 37-13-16, факс (0472) 35-44-63,

e-mail: vydav@cdu.edu.ua, <http://www.cdu.edu.ua>

Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №3427 від 17.03.2009 р.