

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
“Вирішення інженерної задачі за допомогою базового
програмного забезпечення автоматизованих систем”
з дисципліни “Інформатика”

для студентів напрямку підготовки 6.050503 – Машинобудування
(спеціалізація 6.050503-2 – Двигуни внутрішнього згорання)

Харків 2015

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
“Вирішення інженерної задачі за допомогою базового
програмного забезпечення автоматизованих систем”
з дисципліни “Інформатика”

для студентів напряму підготовки 6.050503 – Машинобудування
(спеціалізація 6.050503-2 – Двигуни внутрішнього згорання)

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № від

Харків
НТУ “ХПІ”
2015

Методичні вказівки до лабораторних робіт “Вирішення інженерної задачі за допомогою базового програмного забезпечення автоматизованих систем” для студентів напряму підготовки 6.050503 – Машинобудування (спеціалізація 6.050503-2 – Двигуни внутрішнього згоряння) / Уклад. В. О. Пильов, О. Ю. Лінков. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2015. – 36с.

Укладачі: В. О. Пильов,
О. Ю. Лінков,

Рецензент А. О. Прохоренко

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння

ВСТУП

Вирішення багатьох інженерних задач не можливо уявити без використання сучасних засобів обчислювальної техніки та програмних засобів автоматизованих систем, що реалізовані на їх основі. До таких засобів можна віднести табличний процесор *Excel* та математичний процесор *MathCAD*. Вони дозволяють достатньо просто і швидко виконувати складні оперативні інженерні розрахунки, будувати графіки для полегшення аналізу розрахунків.

Табличний процесор *Excel* являє собою спеціальну програму, створену для обробки даних, які подані у табличній формі. На екрані електронна таблиця має вигляд прямокутної матриці, що складається з колонок і рядків, на схрещенні яких утворюються комірки. Кожна комірка є ідентифікатором, тобто визначена однозначно. В комірки можна вносити числа, математичні формули і текст, змінювати їхні властивості, виконувати над ними арифметичні і логічні дії, будувати діаграми тощо.

Математичний процесор *MathCAD* є математичним редактором, що дозволяє проводити різноманітні наукові та інженерні розрахунки, включаючи складні реалізації чисельних методів. Даний пакет дозволяє здійснювати експорт та імпорт даних з текстових файлів, файлів табличного процесора *Excel*, пакету *MathLAB*, файлів баз даних та виконувати програмування. Файли *MathCAD* можна зберігати також і у форматах *xml*, *rtf*, *html*, що забезпечує можливість переглядати результати розрахунків на будь якому комп'ютері (навіть там де *MathCAD* не встановлено). Значною перевагою пакету є зручний запис формул відповідно до правил математики, що значно спрощує сприйняття інформації.

У лабораторних роботах на прикладі вирішення розрахункової задачі знаходження переміщення і прискорення поршня двигуна внутрішнього згоряння студенти мають змогу засвоїти основні принципи роботи з даними у середовищі програмних пакетів *Excel* та *MathCAD*. Отримані навички дозволять більш швидко та якісно виконувати як навчальні розрахункові завдання з різних дисциплін, так і у подальшому бути більш конкурентоспроможним на ринку праці.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У ході вирішення практичної задачі засвоюються такі основні операції *Excel* і *MathCAD*:

- ✓ введення тексту і його форматування;
- ✓ введення числових даних і їх форматування;
- ✓ введення формул і функцій;
- ✓ автозаповнення комірок (тільки в *Excel*);
- ✓ побудову графіків.

Розглянемо порядок виконання цих операцій та особливості їх реалізації в *Excel* та *MathCAD*.

1.1. Робота у середовищі табличного процесору *Excel*

Для того щоб завантажити табличний процесор *Excel*, слід виконати такі команди: *Пуск* → *Програми* → *Microsoft Office* → *Microsoft Office Excel*. Після цього на екрані монітору з'явиться головне вікно, у якому за умовчанням створено новий документ, що має ім'я *Книга 1*. Вигляд цього вікна наведено на рис. 1.

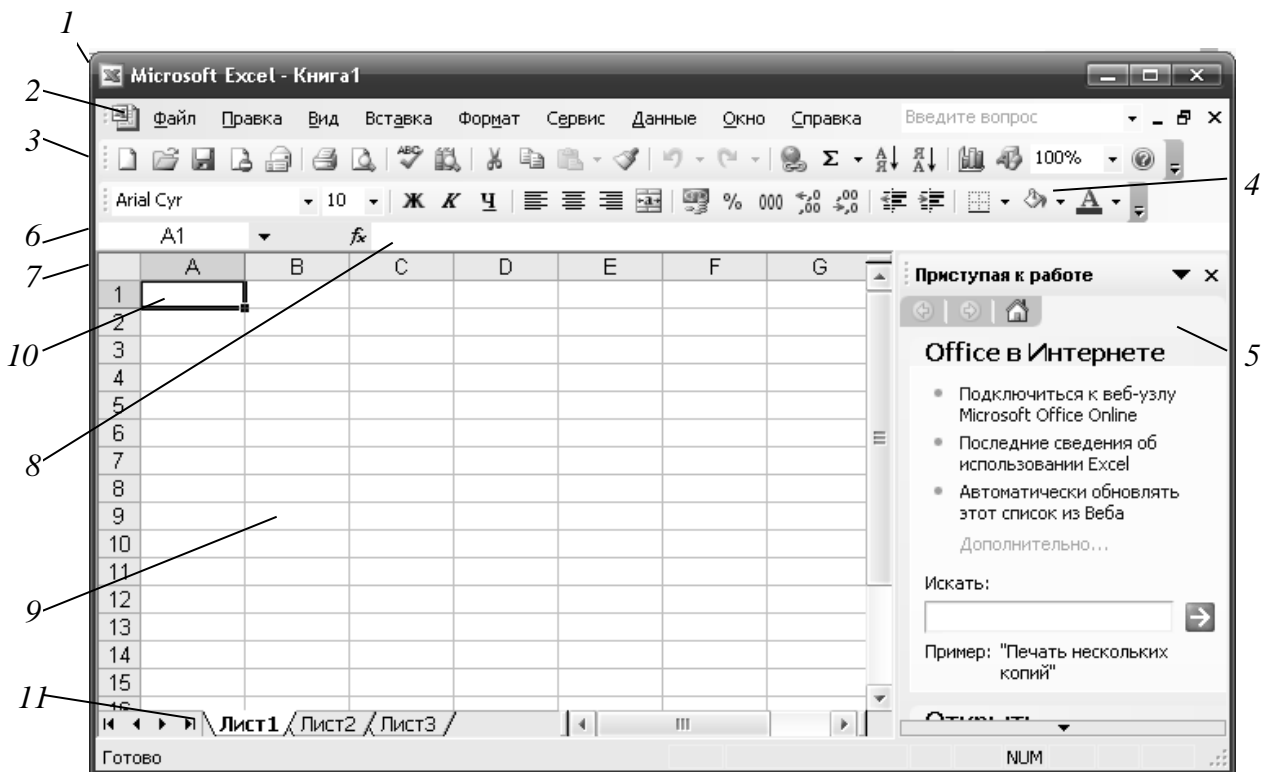


Рисунок 1 – Головне вікно програми *Excel* версії 2003 року

Основними елементами вікна є 1 – строка заголовку, у якій відображається ім'я поточного документу; 2 – строка меню; 3 – панель інструментів *Стандартная*; 4 – панель інструментів *Форматирование*; 5 – панель задач; 6 – поле імені активної комірки; 7 – кнопка *Выделить все*; 8 – строка формул; 9 – робоча область, розбита на окремі комірки, утворені на перетині стовпців та строк; 10 – активна комірка, у ній встановлено курсор; 11 – вкладки для переходу між листами книги. Вказані елементи застосовують для організації діалогу користувача з програмним пакетом.

Зовнішній вигляд версії програми 2007 року відрізняється наявністю «стрічки» на якій у вкладках зібрані усі доступні команди програми (рис. 2). Піктограми команд ідентичні версії 2003 року.

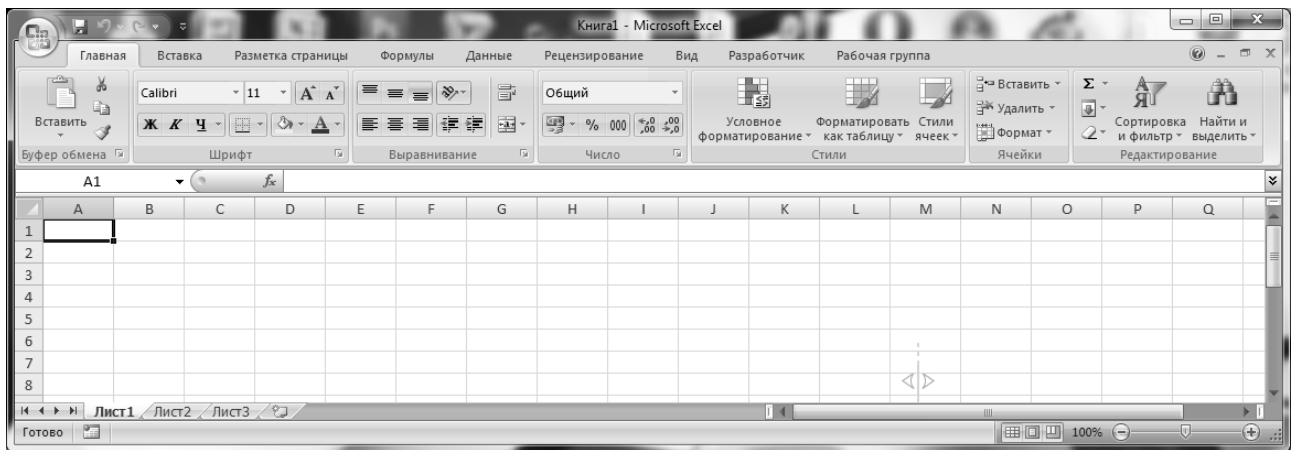



Рисунок 2 – Головне вікно програми *Excel* версії 2007 року

1.1.1. Введення тексту і його форматування

Текст вводиться в активну комірку робочої області. Для того щоб зробити комірку активною слід натиснути на ліву кнопку миші. Текст вирівнюється по лівому краю (≡), по центру (≡), або по правому краю (≡) за допомогою відповідних кнопок панелі інструментів *Форматирование*.

Виправлення помилок введення здійснюється за допомогою клавіш *<Delete>*, *<Insert>* і *<BackSpace>*.



Вибір типу шрифту виконується за допомогою списку *Шрифт* , що міститься на панелі інструментів *Форматирование*, а його розмір обирається зі списку кнопки .

Довгі рядки таблиці, які займають декілька комірок, як правило, об'єднуються, а потім центруються. Ця процедура виконується за допомогою кнопки *Объединить и разместить по центру* . Якщо у комірку введено текст, довжина якого перевищує ширину стовпця, то його можна розбити у межах комірки на декілька строк за допомогою комбінації клавіш *<Alt+Enter>*.

1.1.2. Введення чисел і їх форматування

Будь-яке число, як і текст, вводиться в активну комірку таблиці. Введення завершується натисненням на клавішу *<Enter>*. Вміст комірки автоматично вирівнюється по її лівому краю. Тип шрифту, його розмір і вирівнювання можна змінювати за допомогою засобів, описаних для тексту.

У *Excel* числа подаються у природній формі. Відображення великих чисел можливо і у нормальній формі: $\pm ME \pm P$, де M і P – мантиса і порядок, а E – основа системи, що дорівнює 10. Роздільником цілої та дробової частин числа є кома.

Точність подання чисел з фіксованою комою задається кнопками  і . Перша збільшує кількість знаків після десятинної коми, друга – зменшує його.

У випадку, коли кількість знаків перевищує ширину комірки, система заповнює їх символами ##### або перетворює у нормальну форму.

Форматування вмісту комірки здійснюється у діалоговому вікні *Формат ячеек*, яке викликається для активної комірки (або виділеного діапазону комірок) або командою *Формат* → *Ячейки*. Діалогове вікно має декілька вкладок, які дозволяють здійснювати різні операції з форматування вмісту комірки або діапазону комірок. Є можливість обрати один із загальноприйнятих форматів: *Общий*, *Числовой*, *Денежный*, *Дата*, *Время*, *Процентный*, *Текстовый* та інші. У вкладці *Выравнивание* крім вирівнювання можливо змінити напрям тексту. На вкладці *Вид* (Заливка версії 2007 року) є можливість змінити колір фону комірки. Вкладка *Защита* дозволяє приховати формулу записану до комірки або захистити комірку від можливості зміни значення (після включення захисту листа). Приклад вікна з активною вкладкою *Число* наведено на рис. 3.

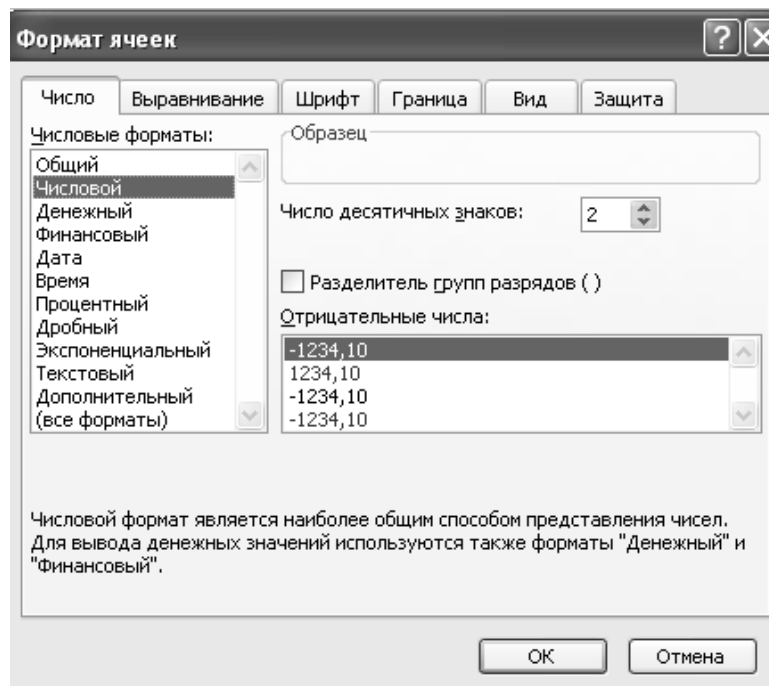


Рисунок 3 – Діалогове вікно *Формат ячеек* з вкладкою *Число*

1.1.3. Введення формул і організація розрахунків

У *Excel* над даними можна виконувати математичні, логічні статистичні, текстові та інші операції. Послідовність дій у роботі з даними подається у вигляді формул, які починаються зі знаку $=$, наприклад:

$$\begin{aligned}
 &=B6/2, \\
 &=COS(C1), \\
 &=СУММ(A1:A10),
 \end{aligned}$$

де $B6$ – посилання на комірку з ім'ям $B6$, яке повертає значення комірки; 2 – число, введене безпосередньо у формулу; $/$ – знак операції ділення; $C1$ – посилання на комірку з ім'ям $C1$, яке повертає значення комірки; $A1:A10$ – посилання на діапазон комірок у рядках з 1-го по 10-й колонки A , яке повертає значення усіх комірок діапазону; $СУММ$ і COS – імена стандартних функцій, що здійснюють операції складання і повернення косинуса числа відповідно.

Більш детально із доступними в програмі функціями та порядком їх запису можна ознайомитись у довіднику програми.

Будь - яка формула вводиться в обрану комірку або рядок формул. Посилання на комірки або їх діапазони з метою економії часу і

виключення помилок введення можна включати до формули за допомогою миші. Для цього достатньо натиснути мишею на потрібну комірку, або виділити потрібний діапазон.

Для представлення комірок, діапазонів комірок, формул і констант їм можна надавати імена. Для цього треба виділити комірку (або діапазон комірок) і у відповідному списку імен, що розгортається, вказати ім'я комірки (рис. 4). Посилання на комірку, якій присвоєно ім'я, здійснюється введенням у формулу відповідного імені.

w				
	A	B	C	
3	w, c ⁻¹	n, хв ⁻¹		
4	209,333	2000		

a

n				
	A	B	C	
3	w, c ⁻¹	n, хв ⁻¹		
4	209,333	2000		

б

Рисунок 4 – Присвоєння імен коміткам: *a* – *w* комітці A4, *б* – *n* комітці B4

Формули можна копіювати з однієї комірки в іншу з їхнім подальшим настроюванням. Наприклад, треба занести одну формулу у всі комірки одного рядка чи стовпця. Для цього після введення формули у комірку достатньо перетягнути мишею спеціальний маркер у вигляді хрестика (маркер з'являється в правому нижньому куті комірки після наведення на нього показника миші) вздовж усього рядка чи стовпця (рис. 5).

	A	B
1	f _i , град	Sf _i , м
2	0	0
3	10	
4	20	
5	30	

a

	A	B
1	f _i , град	Sf _i , м
2	0	0
3	10	0,00136
4	20	0,00536
5	30	0,01182

б

Рисунок 5 – Копіювання формули у всі комірки стовпця: *a* – до виконання операції; *б* – після завершення операції

Слід відзначити, якщо у введеній формулі є посилання на якусь комірку, то при копіюванні формули адресу комірки буде змінено. Наприклад, при копіюванні формули =A2+10 з комірки, що має адре-

су $A3$ до комірки з адресою $A4$ ця формула зміниться на таку: $=A3+10$. Це пов'язано з відносним характером посилання на комірку.

Крім відносного посилання, у *Excel* застосовують також абсолютне та змішане посилання. Приклади посилання:

$\$A\1 – абсолютне посилання (абсолютний стовпець та абсолютний рядок), тобто при копіюванні формули посилання завжди буде здійснюватися на комірку з адресою $A1$;


$A\$1$ – змішане посилання (відносний стовпець та абсолютний рядок), тобто при копіюванні формули посилання завжди буде здійснюватися на комірки 1-го рядка;

$\$A1$ – змішане посилання (абсолютний стовпець та відносний рядок), тобто при копіюванні формули посилання завжди буде здійснюватися на комірки стовпця з іменем A ;

$A1$ – відносне посилання (відносний стовпець та відносний рядок), таке посилання розглянуто вище.

Переключення між типами посилання здійснюється за допомогою клавіші $F4$.

Для виконання різноманітних операцій над даними *Excel* містить велику кількість стандартних функцій, які можна вставляти у формули.

Усі функції поділяються за категоріями: математичні, фінансові, текстові, логічні та ін. Категорії та імена функцій обираються у вікні *Мастер функций*, що відкривається по команді *Вставка* → *Функция* або за допомогою кнопки  (рис. 6).

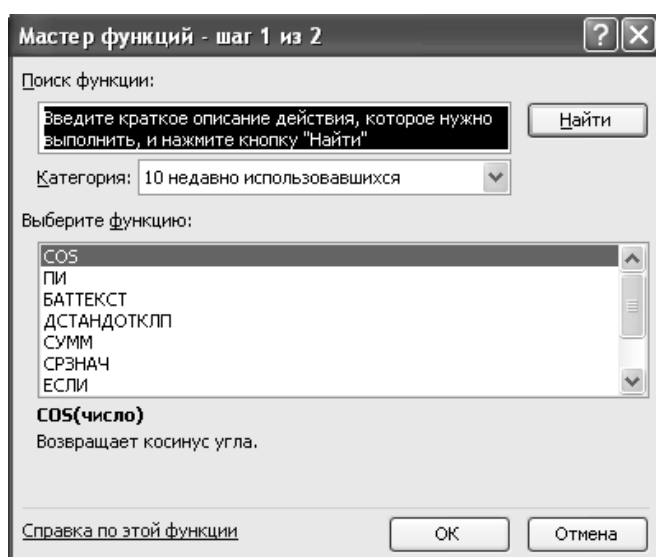


Рисунок 6 – Вікно *Мастер функций*

У цьому вікні, крім категорій та імен функцій, також показані формати обраних функцій і коментарі до них. Формат обраної функції вставляється у формулу натисненням на кнопку *OK*. Після цього майстер переходить до виконання операцій другого кроку, який пов'язаний з формуванням операндів обраної функції і функції у цілому. На рис. 7 подано вікно функції *COS*.

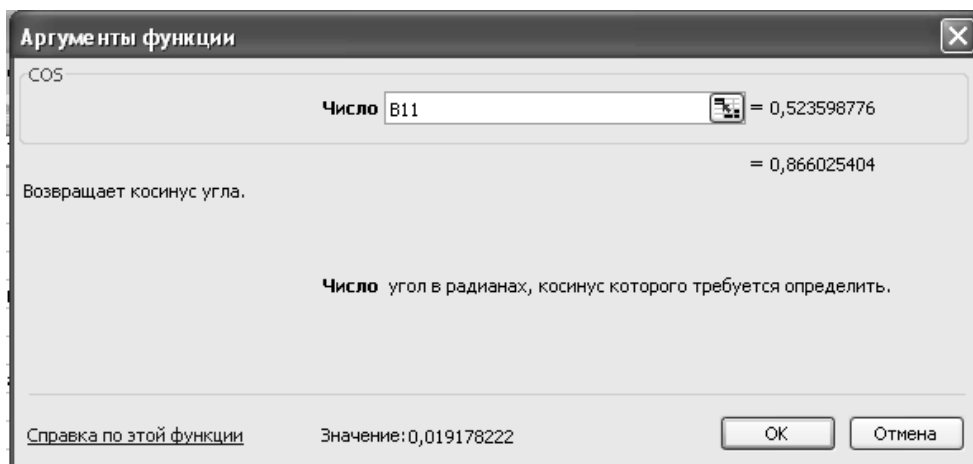



Рисунок 7 – Вікно *Аргументы функции*

Адреси комірок вводяться у відповідне поле вікна функції з клавіатури або натисненням мишею на відповідну комірку (виділення діапазону комірок). Для зручності пошуку комірок у робочій області вікно можна мінімізувати за допомогою кнопки мінімізації . Введення функції закінчується натисненням на клавішу *<Enter>* або за допомогою кнопки *OK* діалогового вікна.

1.1.4. Засоби автоматизації вводу даних

Введення даних з клавіатури – трудомістка і виснажлива робота. Тому *Excel* містить спеціальні засоби автоматичного заповнення комірок числовими і текстовими даними, які змінюються у межах заданого діапазону. До таких даних належать:

- цілі числа, що змінюються за законами арифметичної і геометричної прогресії (наприклад, 0–180, 1–20);
- дати, що змінюються згідно з днями тижня, місяцями і роками (наприклад, 01.05–30.05, 01.01–01.12.);
- текстові дані діапазонного типу (наприклад, Понеділок–Неділя, Січень–Грудень);
- слова, що часто повторюються, тексти і навіть шапки таблиць.

Для автоматичного заповнення рядка чи стовпця таблиці числами в обрану комірку вводиться початкове число діапазону і виділяються приблизно ті комірки, які треба заповнити числами. Автозаповнення виділених комірок виконується по команді *Заполнить* → *Прогрессия* меню *Правка*, яка відчиняє вікно *Прогрессия* (рис. 8). У цьому вікні задаються порядок заповнення (*по строкам* або *по столбцам*), тип прогресії, шаг зміни даних, а також характер зміни дати. Після заповнення параметрів прогресії натиснути на клавішу *<Enter>* або кнопку *OK* діалогового вікна.

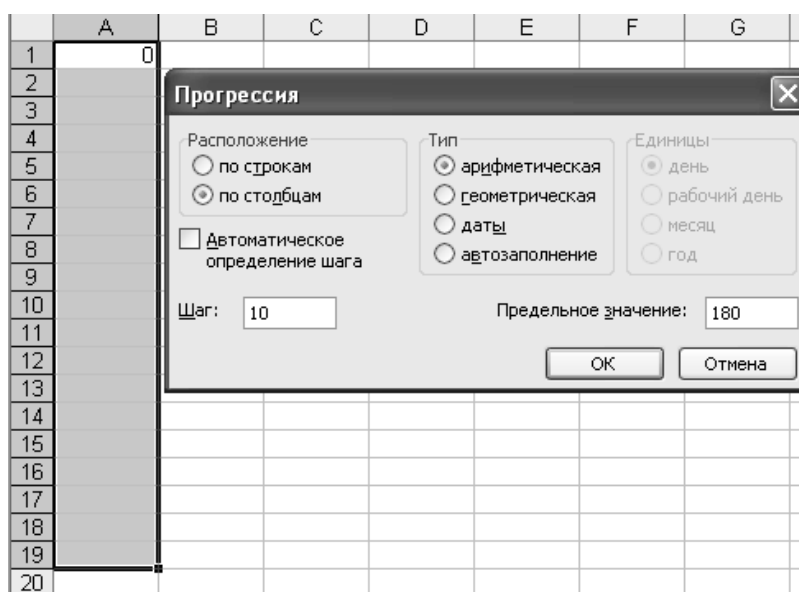


Рисунок 8 – Вікно *Прогрессия*

Існує і більш простий спосіб автоматичного заповнення. Для цього після введення першого і другого елементу діапазону слід виділити їх та потягнути за маркер у вигляді хрестика, який було описано вище, створюючи таким чином діапазон необхідної довжини.

1.1.5. Побудова графіків

Excel дає змогу створювати різноманітні діаграми, кожна з яких має декілька різновидів. Побудова діаграм реалізується за допомогою спеціального Майстра діаграм (версія 2003 року), який повністю автоматизує цей процес, залишаючи за користувачем тільки введення даних і прийняття рішень.

Процес створення діаграм за допомогою Майстра розділений на чотири кроки:

- крок 1 – вибір типу і виду діаграми;
- крок 2 – вибір вихідних даних, які необхідно подати у вигляді графіка, і визначення способу формування рядів даних;
- крок 3 – введення заголовків діаграми і формування її осей і сітки, а також встановлення параметрів, пов'язаних із зовнішнім оформленням діаграми;
- крок 4 – вибір варіанта розміщення діаграми: на поточному чи окремому листі.

У версії програми 2007 року діаграма створюється за допомогою стрічки *Вставка*, де можна одразу обрати тип нової діаграми (рис. 9).

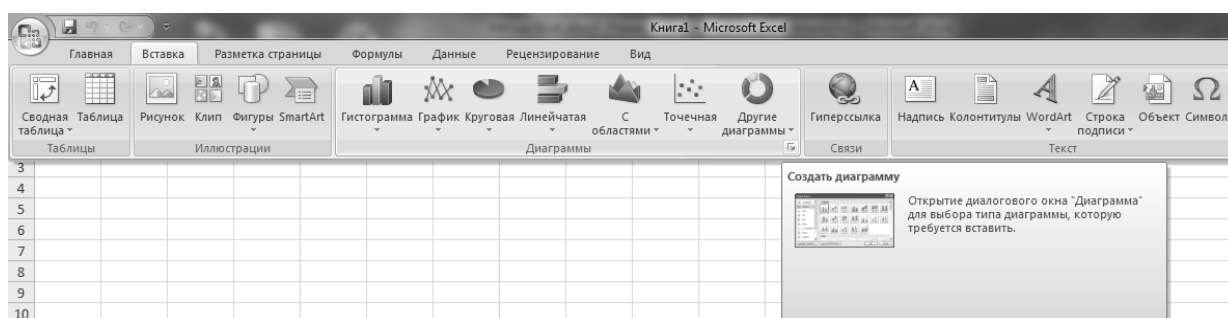


Рисунок 9 – Вигляд стрічки *Вставка* версії 2007 року

Дані, що використовуються для створення діаграми, можна обрати або перед вставкою нової діаграми, або після за допомогою стрічки роботи з діаграмами *Конструктор*. За допомогою цієї стрічки та стрічок *Макет* та *Формат* можна налаштовувати різні параметри діаграми (рис. 10).

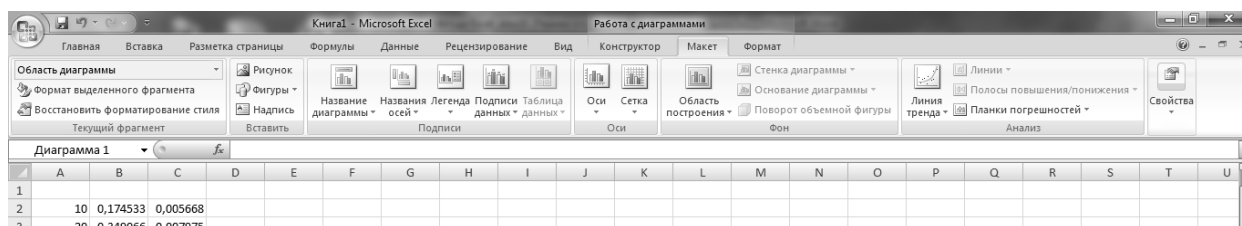



Рисунок 10 – Вигляд стрічки *Макет* версії 2007 року

Як приклад, розглянемо побудову діаграми, яка відображає залежності переміщення та прискорення поршня від кута повороту колінчастого валу двигуна. Дані для побудови діаграми наведені в таблиці на рис. 11.

	A	B	C	D
4	Таблица 1 - Поточні значення переміщення і			
5	прискорення поршня двигуна			
6	f_i , град	f_i , рад	Sf_i , м	af_i , м/с ²
7	0	0,0000	0,0000	3926,3
8	10	0,1745	0,0022	3827,9
9	20	0,3491	0,0088	3540,4
10	30	0,5236	0,0192	3085,9
11	40	0,6981	0,0326	2498,9
12	50	0,8727	0,0480	1822,6
13	60	1,0472	0,0644	1104,3
14	70	1,2217	0,0807	391,2
15	80	1,3963	0,0959	-274,4
16	90	1,5708	0,1092	-858,9
17	100	1,7453	0,1202	-1339,7
18	110	1,9199	0,1286	-1707,1
19	120	2,0944	0,1344	-1963,2
20	130	2,2689	0,1380	-2120,8
21	140	2,4435	0,1398	-2200,6
22	150	2,6180	0,1404	-2227,0
23	160	2,7925	0,1404	-2224,5
24	170	2,9671	0,1401	-2213,7
25	180	3,1416	0,1400	-2208,6

Рисунок 11 – Дані для побудови діаграми

Крок 1. По команді *Вставка* → *Діаграма* або за допомогою кнопки  відкриємо діалогове вікно *Мастер диаграмм (шаг 1 из 4)* з двома вкладками: *Стандартные* і *Нестандартные* (рис. 12). За допомогою першої вкладки оберемо тип діаграми – *Точечная* і її вид – *Точечная диаграмма со значениями, соединёнными сглаживающими линиями*.

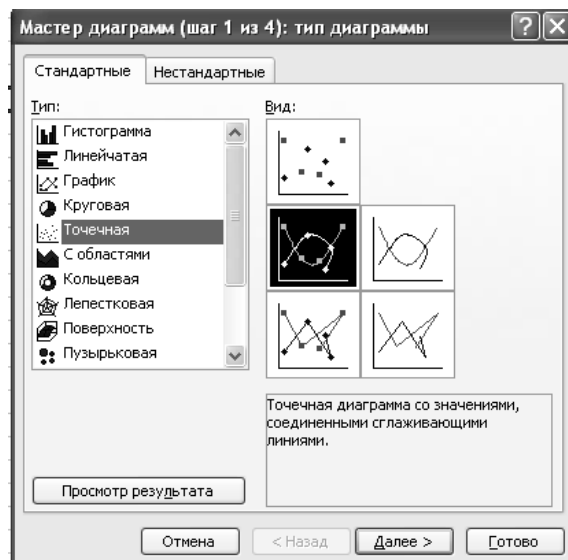


Рисунок 12 – Вікно *Мастер диаграмм* з вкладкою *Стандартные*

Після натиснення на кнопку *Далее* перейдемо до другого кроку роботи.

Крок 2. Операції цього кроку виконуються засобами діалогового вікна, що відкривається з двома вкладками: *Диапазон данных* і *Ряд* (рис. 13).

На першій вкладці (рис.13, *а*) оберемо спосіб формування рядів діаграми *в столбцах* таблиці.

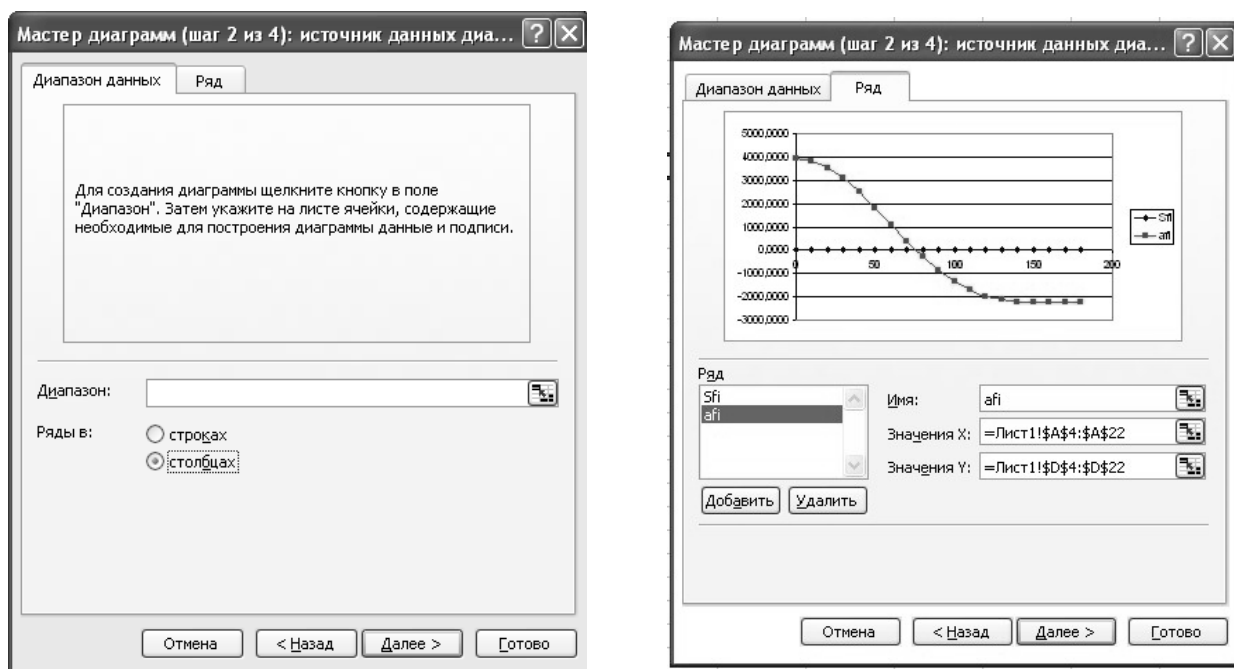
На другій вкладці виконаємо такі дії:

1) натисненням на кнопку *Добавить* додаємо до списку *Ряд* два ряди – Ряд 1 і Ряд 2;

2) для першого ряду у полі *Имя* вводимо ім'я – *Sfi*, а для другого – *afi*;

3) для кожного з рядів введемо діапазони комірок, де розміщені значення аргументу (*fi*) і функції (*Sfi* або *afi*), у поля *Значения X* і *Значения Y*. Для цього натиснемо на кнопку мінімізації, виділимо у таблиці відповідний діапазон комірок і натиснемо на клавішу *<Enter>*.

Після завершення операцій другого кроку натисненням на кнопку *Далее* перейдемо до третього кроку роботи.



а *б*
Рисунок 13 – Вікно *Мастер диаграмм* з вкладками *Диапазон данных* (*а*) та *Ряд* (*б*)

Крок 3. Операції цього кроку виконуються засобами вікна діалогу, що відкривається, з шістьма вкладками (рис. 14).

У вкладці *Заголовки* у відповідні поля введемо з клавіатури назву діаграми і підпишемо заголовки осей X і Y , а у вкладці *Линии сетки* включимо основні лінії по осі X .

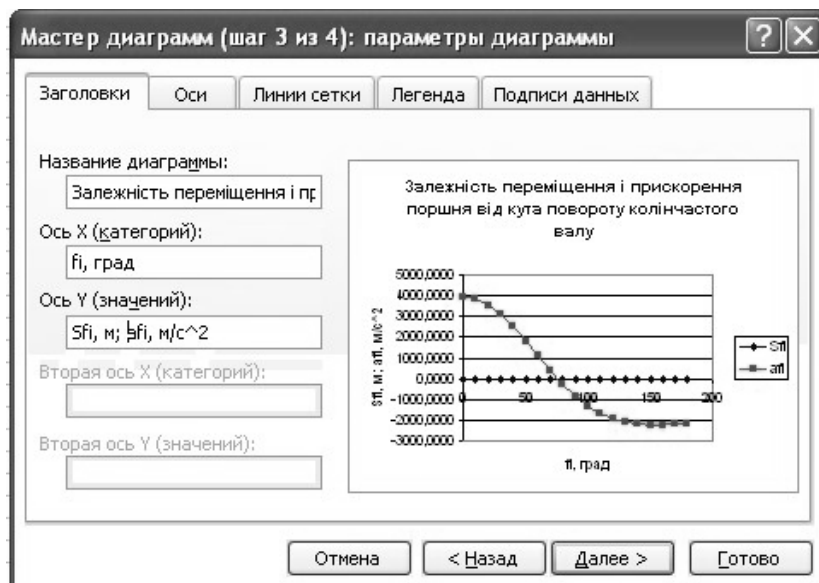


Рисунок 14 – Вікно *Мастер диаграмм* з вкладкою *Заголовки*

Після завершення зовнішнього оформлення графіка натискаємо на кнопку *Далее* і переходимо до четвертого – завершального етапу роботи.

Крок 4. Операції цього кроку виконуються засобами вікна, що зображене на рис. 15.

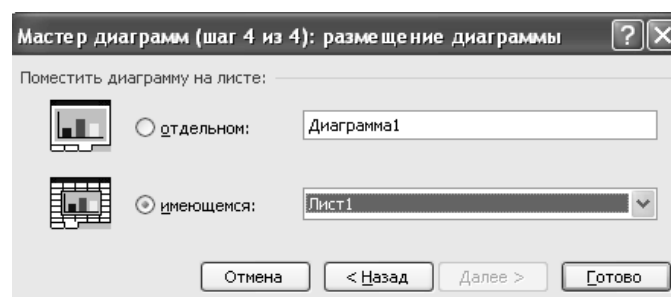


Рисунок 15 – Вікно *Мастер диаграмм*

Для розміщення графіка як вбудованого об'єкта на одному з робочих листів поставимо перемикач напроти поля *Именуемься* і оберемо у списку *Лист 1*.

Після натиснення на кнопку *Готово* процес формування графіка завершується. Його результатом є графік, що зображено на рис. 16 а.

Параметри будь-якого елемента графіка у *Excel* можна змінювати натисненням на ньому правої клавіші миші і вибором відповідного пункту у контекстному меню, що з'являється. Наприклад, задавати тип і розмір шрифту, змінювати максимальне, мінімальне значення шкал по осях X і Y , обирати колір області побудови і області діаграми, змінювати тип маркеру ряду, його розмір, колір і фон, розміщувати ряд по допоміжній шкалі та багато іншого.

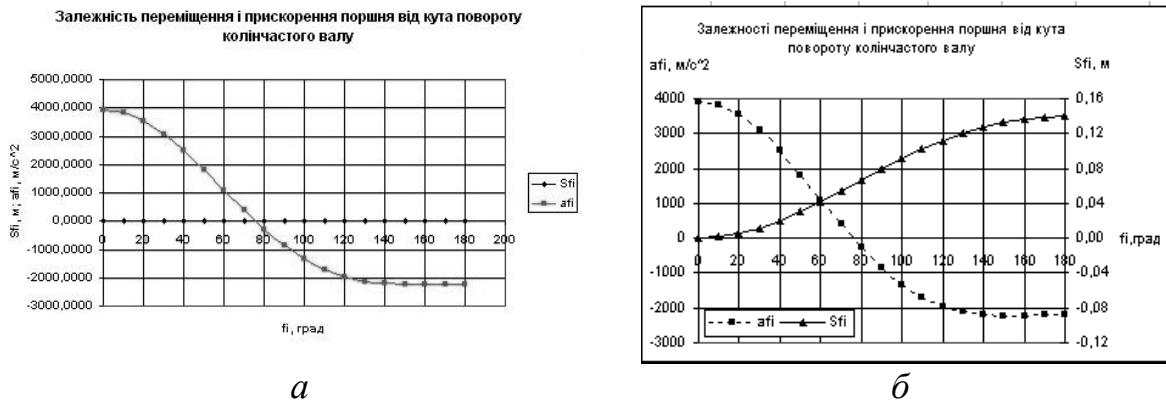


Рисунок 16 – Графіки залежності переміщення і прискорення поршня від кута повороту колінчастого вала двигуна

На рис. 16 б наведено графіки $Sfi = f(fi)$ і $afi = f(fi)$, на яких змінено, порівняно з графіками рис. 13 а, шрифти усіх елементів діаграми, розміщено ряд Sfi по допоміжній осі для представлення його у зручному масштабі, змінено діапазони і крок шкал по осях, їхні назви, колір області побудови діаграми, типи ліній, колір і маркери рядів даних, а також місце розміщення легенди на діаграмі.

1.2. Робота у математичному процесорі *MathCAD*

Для того щоб завантажити математичний процесор *MathCAD*, слід виконати команду: *Пуск* → *Програми* → *MathCAD* → *MathCAD 14*. Після цього на екрані монітору з'явиться головне вікно, у якому за умовчанням створено новий документ, що має ім'я *Безымянный:1*. Вигляд цього вікна наведено на рис.17. Основними елементами вікна є 1 – стрічка заголовку, у якій відображається ім'я відкритого документу; 2 – стрічка меню; 3 – панель інструментів *Стандартная*, містить кнопки для роботи з файлами (створення, відкриття,

запис, друк), редагування документів (попередній перегляд, перевірка орфографії тощо), вставки об'єктів (у тому числі і функцій); 4 – панель інструментів *Форматирование*, містить кнопки для редагування тексту та формул; 5 – математична панель інструментів; 6 – робоча область *MathCAD*; 7 – курсор *MathCAD*.

У робочій області *MathCAD*, яка має вигляд білого аркушу, схожого на сторінку редактора документів, інформація може бути записана у вигляді блоків тексту або розрахункових формул. При чому формули вводяться не у текстовому режимі, а у графічному, який є більш зручним для сприйняття.

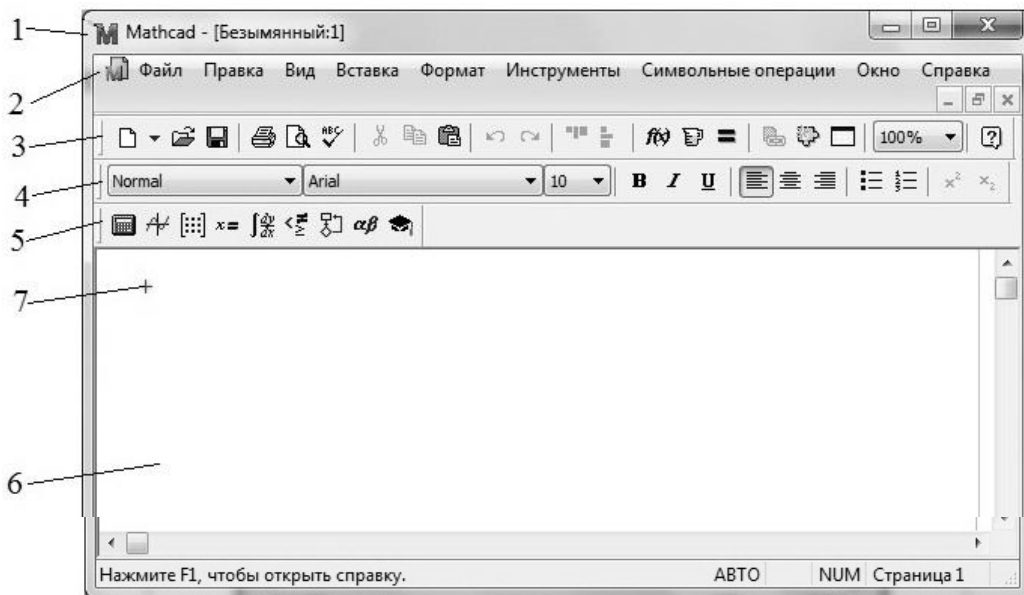


Рисунок 17 – Робоче вікно *MathCAD*

1.2.1. Введення тексту і його форматування

Спочатку введення у робочій області слід встановити у потрібне місце курсор, який має вигляд червоного хрестика. За умовчанням інформація вводиться у вигляді формул, при цьому курсор має вигляд синього кутника. Для введення у текстовому режимі слід виконати команду *Вставить* → *Регион текста*, при цьому курсор набуде вигляду червоної вертикальної риски.

Установити шрифт тексту та його розмір можна за допомогою кнопок панелі *Форматирование*, способом описаним у розділі 1.1.1. Як було вже сказано, текст та формули у робочій області відображаються у вигляді окремих блоків. Для зручного їх компоновання на сторінці використовують команди *Формат* → *Выровняют регионы* →

По верхнему краю – для вирівнювання блоків по горизонталі, та *Формат* → *Выровняют регионы* → *По нижнему краю* – для вирівнювання блоків по вертикалі. Вирівнювання тексту у блоці здійснюється у спосіб, аналогічний до розглянутого у розділі 1.1.1.

1.2.2. Введення формул і організація розрахунків

При введенні формул використовується математична панель інструментів, на ній розміщено кнопки, що викликають додаткові вікна, наведені на рис. 18.

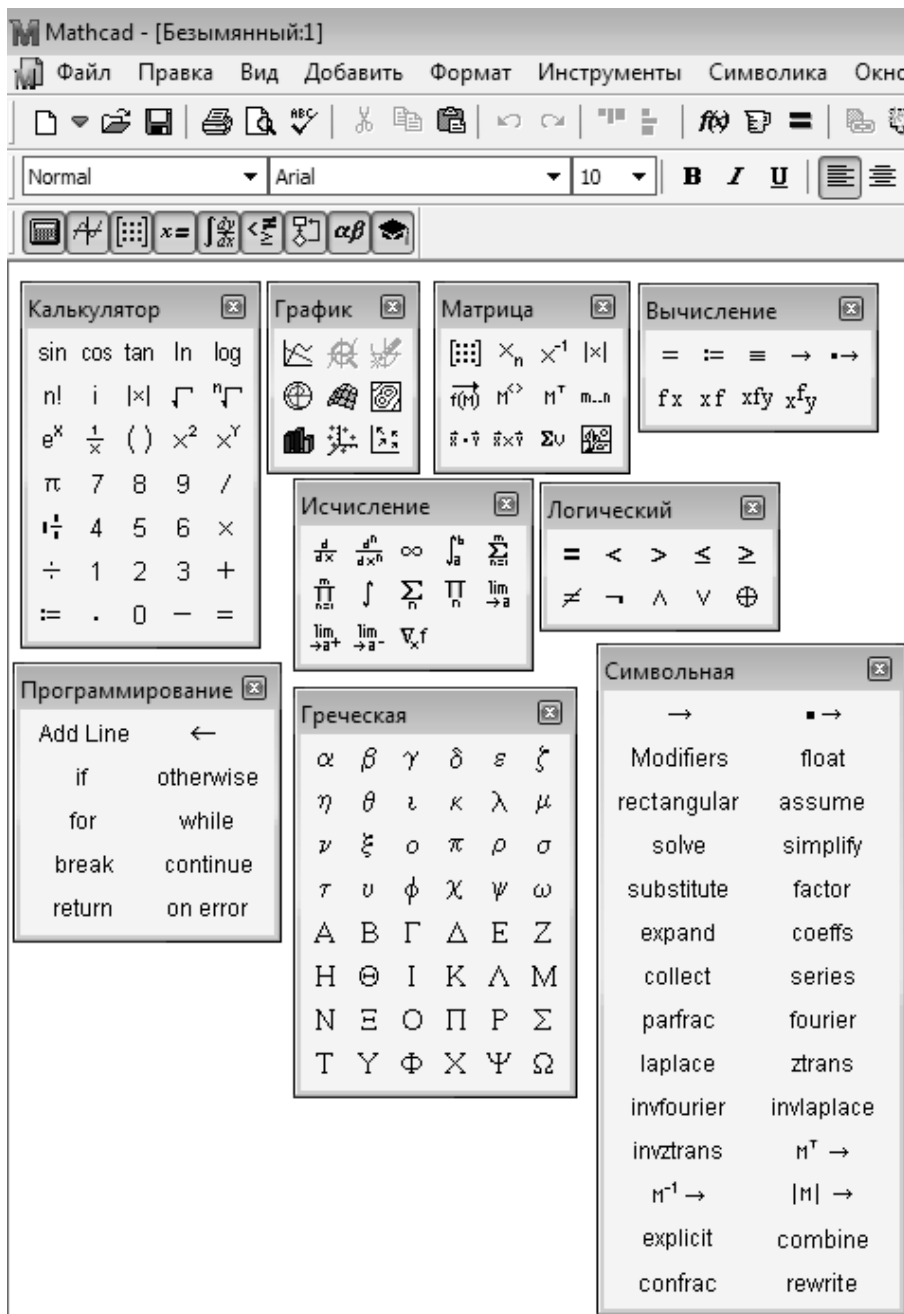


Рисунок 18 – Додаткові вікна математичної панелі *Math*

Калькулятор – вікно з основними математичними операціями та тригонометричними функціями;

График – містить шаблони графіків;

Матрица – містить шаблони матриць та матричних операцій;

Вычисление – містить оператори присвоєння значень та виводу результатів розрахунку;

Исчисление – містить шаблони диференціювання, інтегрування, сумування;

Логический – містить логічні оператори;

Программирование – містить шаблони операторів для програмування;

Греческая – містить букви грецького алфавіту;

Символьная – містить оператори символних обчислень.

Для надання значень змінним використовується оператор присвоєння $:=$, який викликається натисканням на клавіатурі комбінації клавіш $\langle Shift \rangle + \langle := \rangle$ у англійській розкладці (або за допомогою кнопки $:=$ панелі *Калькулятор* або *Вычисление*). Як ідентифікатори змінних можна використовувати букви латинського та грецького алфавіту. Не рекомендується використовувати в ідентифікаторах змінних букви кирилиці. Mathcad сприймає великі і малі літери як різні ідентифікатори, то ж стосується букв, зображених різними шрифтами - це різні імена. Допускається використання у ідентифікаторах нижніх індексів, які вставляються клавішею $\langle \text{ю} \rangle$ у англійській розкладці клавіатури. При введенні цифр розділювачем цілої та дробової частини є крапка. Приклад надання значення змінній та введення формули:

$$D:=0.12$$

$$S:=0.14$$

$$V_h:=\pi \cdot D^2 \cdot S / 4 = 1.58 \cdot 10^{-3}.$$

Тут виконується присвоєння значення діаметра D й ходу поршня S та розрахунок робочого об'єму циліндру V_h . Особливістю роботи в *MATHCAD* є обов'язкове розташування змінних та констант перед формулами, у яких вони будуть використані. Для отримання значення змінної, розрахованої за формулою достатньо після розрахункової формули поставити знак « $=$ », або зробити те саме тільки для ідентифікатора змінної, розташованого в окремому рядку після розрахункової формули. Форматування виводу здійснюється у діалоговому вікні,

яке відкривається командою *Формат* → *Результат*. На першій вкладці цього вікна *Формат числа* можна вибрати формат відображення чисел зі списку: *общий, десятичный, научный, инженерный, дробный*. У наведеному вище прикладі розрахований робочий об'єм відображається у десятковому форматі. Mathcad не робить відмінностей між іменами змінних і функцій. Якщо визначити спочатку функцію $f(x)$, а потім змінну f , виявиться неможливим використовувати $f(x)$ в подальших розрахунках де-небудь нижче визначення f

У формулах можна використовувати стандартні функції, які вводяться з клавіатури або вставляються за допомогою кнопки $f(x)$ панелі інструментів *Стандартная*. При цьому у діалоговому вікні (рис. 19) слід обрати зі списку потрібну функцію та натиснути кнопку *Вставить*. Для закриття вікна натиснути на кнопку *ОК*.

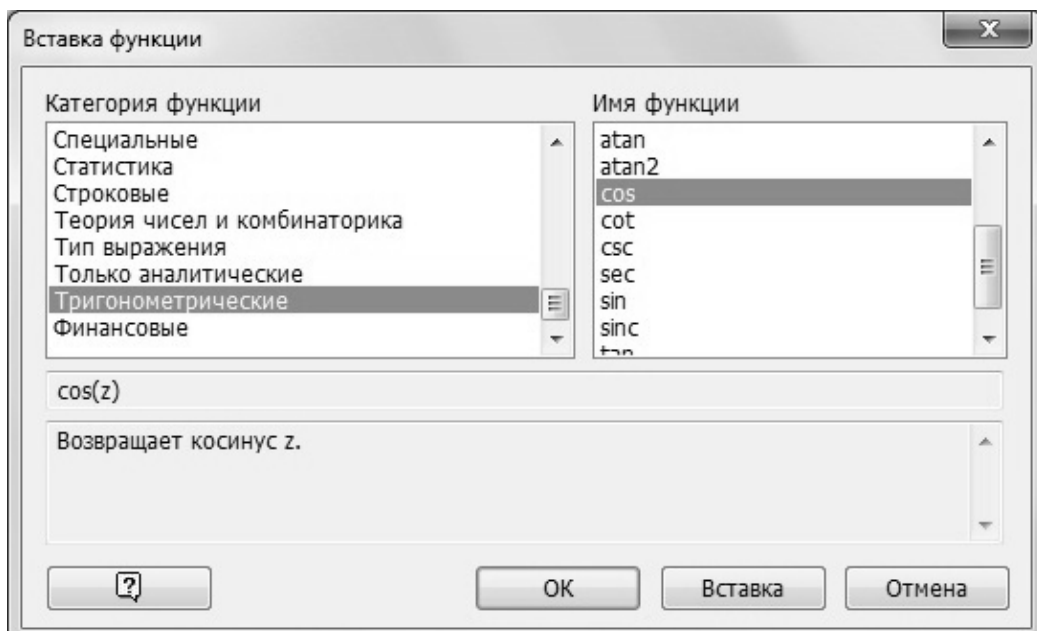


Рисунок 19 – Діалогове вікно вставки функції

Особливістю математичного процесору *MathCAD* є можливість створення функцій користувача, наприклад:

$$x:=0,2..180$$

$$y(x):=\sin(x \cdot \text{deg}).$$

Також допускається такий запис функції: $y_x:=\sin(x \cdot \text{deg})$.

Тут розраховано значення функції y в діапазоні значень аргументу x від 0 до 180 з кроком 2. У другому випадку аргумент функції описано у нижньому індексі за допомогою кнопки X_n додаткової панелі інструментів *Матриця*.

Слід звернути увагу на спосіб завдання діапазону значень змінного аргументу x : спочатку вказується початкове значення 0, далі через кому друге значення 2, потім знак масиву «..», який вставляється кнопкою *m..n* панелі *Матриця*, а потім кінцеве значення. Не допускається замінювати знак масиву послідовністю з двох крапок! При розрахунку значень тригонометричних функцій їх аргументи вводяться у радіанах. Так, у функції *sin* було здійснено переведення значення x в радіани помноженням його на вбудовану одиницю *deg*. Для отримання градусної міри з радіанної слід поділити на цю одиницю. Для виведення масиву значень функції y слід записати $y=$, і після цього буде виведено стовпець даних:

$y(x) =$

0
0.035
0.07
...

1.2.3. Побудова графіків

Для вставки шаблону графіка слід натиснути на кнопку панелі інструментів *График* для відповідного типу графіка. Можна обрати такі типи графіків: графік X - Y , полярний графік, графік поверхні, лінії рівня, стовбчаста діаграма, *3D*-графік розкиду, векторне поле. Оберемо перший тип – графік X - Y . Після натискання на кнопки обраного типу графіка у робочу область *MathCAD*, у те місце, де розміщено курсор, буде вставлено шаблон графіка (рис. 20).

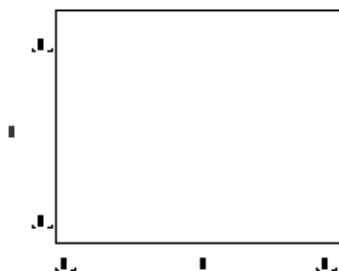


Рисунок 20 – Шаблон графіка

Для побудови графіка у відповідних полях шаблону, які виділені червоним кольором, слід ввести ідентифікатор функції (по осі Y) та аргументу (по осі X). Після цього отримуємо графік (рис. 21).

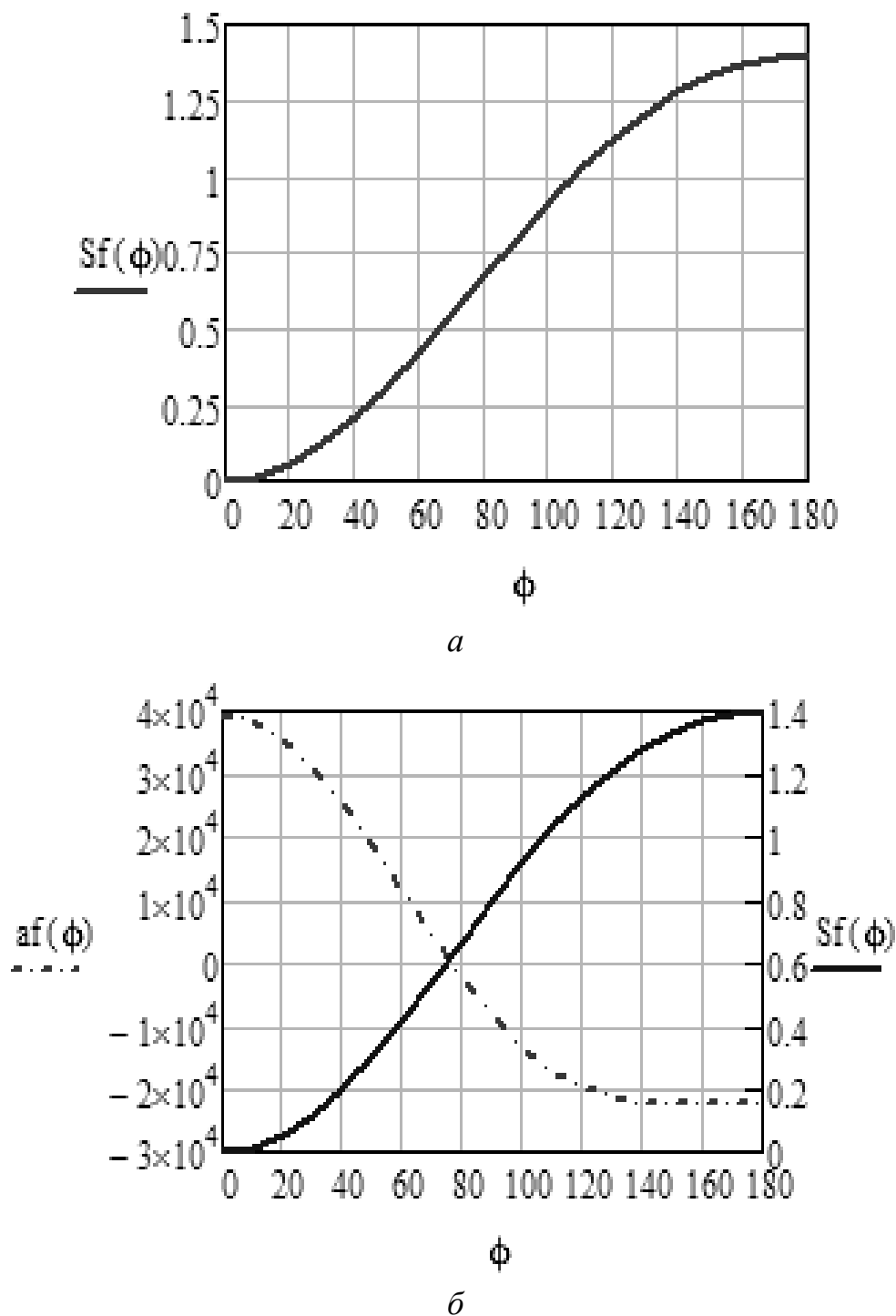


Рисунок 21 – Графіки залежності переміщення (а) та прискорення (б) поршня від кута повороту колінчастого вала

На рис. 21 а зображено графік переміщення поршня, а на рис. 21 б – в одній системі координат побудовано графіки переміщення та прискорення поршня. Значення переміщення поршня на графіку (рис. 21 б) виведені по додатковій осі Y .

Для форматування графіка використовується пункт *Формат* контекстного меню правої кнопки миші (рис. 22). У ньому можна додати лінії сітки, змінити масштаб, формат чисел, додати мітки, включити/виключити додаткову вісь Y тощо.

Для побудови графіків декількох функцій (що мають спільний аргумент) по одній осі Y їх визначення записують через кому.

Форматування зберігається після натискання на кнопку *Применить*, а вікно закривається натисканням на кнопку *ОК*.

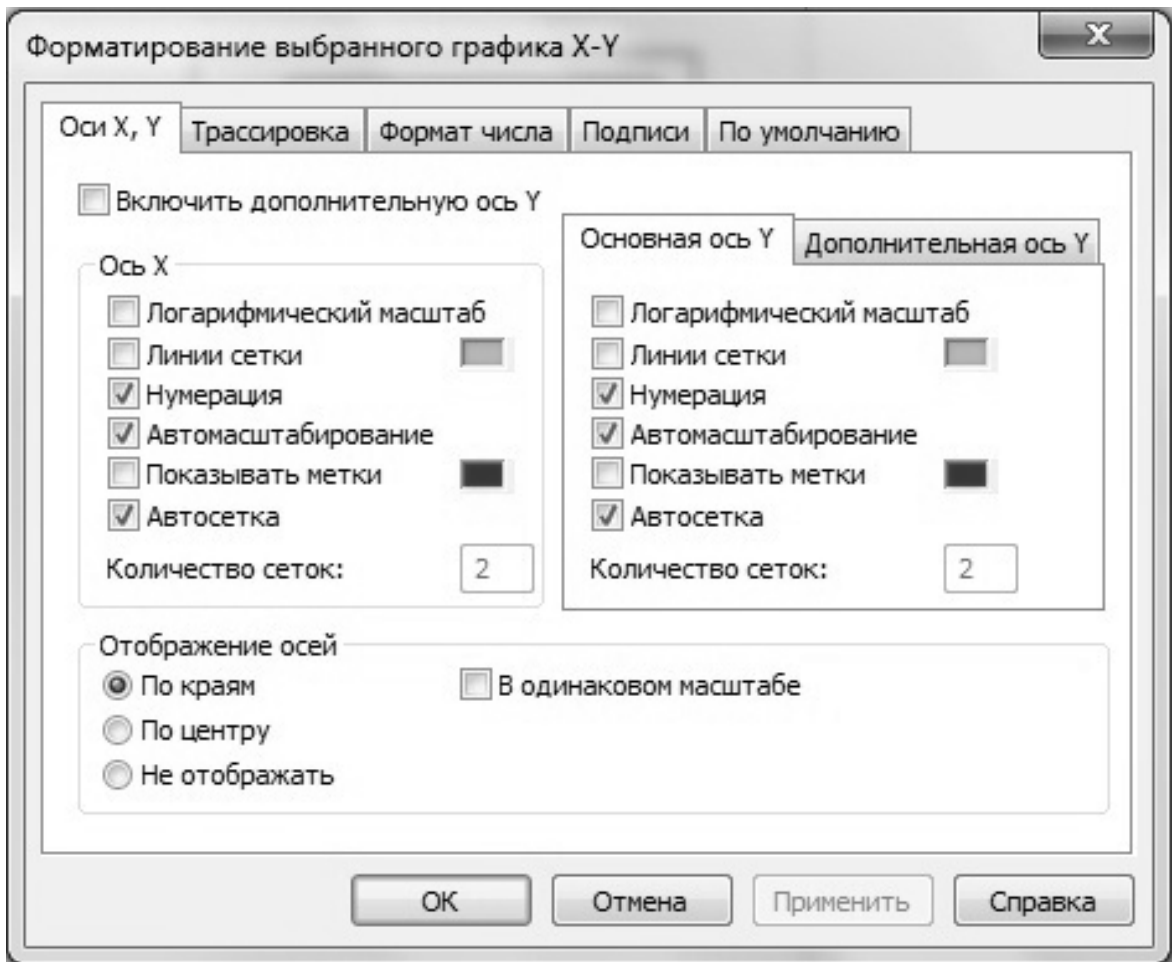


Рисунок 22 – Вікно форматування графіку

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Необхідною складовою розрахунків робочого процесу і динаміки кривошипно-шатунного механізму, міцності деталей двигуна є визначення поточних значень переміщення і прискорення поршня залежно від кута повороту колінчастого вала.

Задачею лабораторних робіт є розрахунок значень переміщення та прискорення поршня в діапазоні значень кута повороту колінчастого вала від 0° до 180° повороту колінчастого вала згідно з вихідними даними свого варіанту завдання.

Схема кривошипно-шатунного механізму (КШМ) наведена на рис. 23.

На схемі введено такі позначення:

ВМТ, НМТ – відповідно верхня та нижня мертві точки, у яких швидкість поршня дорівнює нулю; S – хід поршня, тобто відстань, яку проходить поршень між мертвими точками; S_φ – переміщення поршня, яке відраховується від верхньої мертвої точки; φ – кут повороту кривошипу.

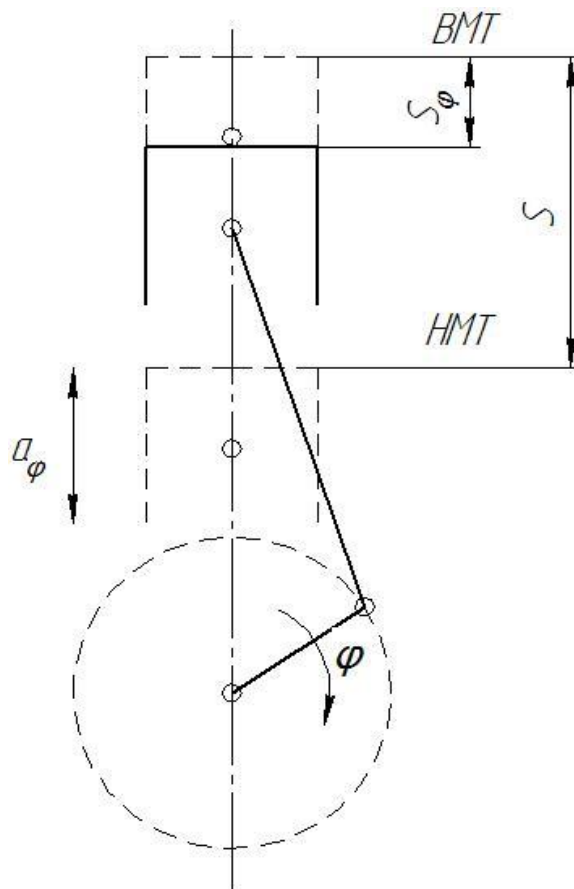


Рисунок 23 – Схема КШМ

Переміщення та прискорення поршня обчислюються за такими формулами:

- переміщення поршня, м,

$$S_{\varphi} = \frac{S}{2} \left(1 - \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos(2\varphi)) \right); \quad (1)$$

- прискорення поршня, м/с²,

$$a_{\varphi} = \frac{S}{2} \omega^2 \left(\cos(\varphi) + \lambda \cos(2\varphi) \right), \quad (2)$$

де φ – кут повороту колінчастого вала, град.;

S – хід поршня, м;

λ – безрозмірний параметр кривошипно-шатунного механізму;

ω – кутова швидкість обертання колінчастого вала, с⁻¹;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3)$$

n – частота обертання колінчастого вала, хв⁻¹.

Кожен студент для свого варіанту вихідних даних (додаток 1) з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки виконує такі завдання:

– розраховує S_{φ} та a_{φ} за формулами (1) і (2) у діапазоні зміни кута φ від 0° до 180° повороту колінчастого вала з кроком $\Delta\varphi = 10^\circ$;

– за результатами розрахунків будує графіки $S_{\varphi} = f(\varphi)$ та $a_{\varphi} = f(\varphi)$;

– визначає вплив S , λ і n на значення переміщення і прискорення поршня;

– оформлює звіт з лабораторної роботи.

3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Мета роботи: закріпити теоретичні знання про табличний процесор *Excel*; виконати розрахунки переміщення та прискорення поршня з візуалізацією результатів шляхом побудови графіків $S_{\varphi} = f(\varphi)$ та $a_{\varphi} = f(\varphi)$.

Вихідні дані для виконання роботи наведено в Додатку 1. Номер варіанта завдання відповідає порядковому номеру студента за списком.

Хід виконання роботи:

1. Внести до комірки *A1* заголовок: прізвище й ініціали студента, що виконує роботу, шифр групи, № лабораторної роботи, варіант завдання. Шрифт *Arial* розміром 12 пт, напівжирний, вирівняти по лівому краю. Приклад:

Ляпін А.С. Група ТМ-41А. Варіант №10

2. Вихідні дані до розрахунку виконати у вигляді таблиці «Таблиця 1 – Вихідні дані до розрахунку». Назву таблиці розмістити у комірку *A3*. Нижче розмістити шапку таблиці, у яку внести позначення і розмірність усіх вихідних даних, та постійної величини w . Шрифт «*Arial*», розмір – 12 пт, вирівнювання – по центру. Колонки і рядки створеної таблиці окреслити рамками за допомогою кнопки *Поля* панелі інструментів *Форматирование*. Приклад оформлення таблиці з вихідними даними:

Таблиця 1 – Вихідні дані до розрахунку

S, м	λ м	n , хв-1	w , с-1

3. Внести до комірок *A5*, *B5* і *C5* створеної таблиці відповідно значення S , λ і n згідно з варіантом 1. Присвоїти імена S , λ і n коміткам *A5*, *B5* і *C5*. Для цього виділити комірку з ім'ям S та у відповідному списку імен, що розгортається, вказати ім'я S , у комірку записати значення ходу поршня відповідно до вар. 1. Виділити комірку з іменем λ та у відповідному списку імен, що розгортається, вказати ім'я λ , у комірку записати значення безрозмірного параметру кривошипно-шатунного механізму відповідно до вар. 1. Виділити комірку

ку з ім'ям $C5$ та у відповідному списку імен, що розгортається, вказати ім'я n , у комірці записати значення відповідно до вар.1 .

4. Виділити комірку з іменем $D5$ та у відповідному списку імен, що розгортається, вказати ім'я w і в комірку записати формулу (3) у вигляді:

$$= \text{ПИ}() * n / 30,$$

де $\text{ПИ}()$ – функція *Excel*, яка повертає значення числа π .

У відповідній комірці з'явиться результат обчислень.

5. У комірки з іменами $A7-A25$ ввести значення кута від 0° до 180° з кроком 10° .

6. У комірці $B7$ перевести значення комірки $A7$ з градусної міри в радіанну: $=A7 * \text{ПИ}() / 180$. Розширити межі комірки $B7$ до меж стовпця $B7-B25$. Усі комірки стовпця набувають відповідних розрахованих значень.

7. Аналогічним чином скориставшись адресою (іменем) комірки $B7$ записати формулу (1) у комірку $C7$, формулу (2) – у комірку $D7$. Розширити діапазони дії формул на стовпці $C7-C25$ та $D7-D25$. Вказані стовпці набувають розрахункових значень.

8. Побудувати два окремі графіки як залежності переміщення ($C7-C25$) та прискорення ($D7-D25$) поршня від кута ($A7-A25$) повороту колінчастого вала скористатись точковою діаграмою майстра діаграм. Дати назву осям Y : S_ϕ та a_ϕ , убрати легенду діаграми. У відповідні стовпці створеної електронної таблиці ввести нові початкові дані за вар. 2–3. Прослідкувати за зміною розрахункових значень в таблиці та на графіках.

9. Обрати параметри сторінки створеного документу. Розмістити обидва графіки на одній сторінці разом з таблицею. В комірці $E1$ укапати прізвище й ініціали студента, індекс групи, номер варіанту за списком. Комірці взяти в рамку (за допомогою кнопки на панелі інструментів).

10. Зберегти документ так: прізвище, ім'я, по батькові студента, номер роботи. Надрукувати два варіанти результатів розрахунків. Записати в зошит номер машини, на якій виконувалась робота та шлях доступу до створеного файлу.

11. Скопіювати файл у відповідну бібліотеку файлів файлового сервера $dvs1$ робочої групи $KAFDVS$ локальної мережі:

\\dvs1\Информатика\индекс_группи\ПИБ_студента.

Цю адресу збереження копії файлу також записати у зошит.

12. Зробити висновки щодо ефективності і недоліків використання табличного процесора для виконання оперативних розрахунків.

13. Роботу студент захищає після її оформлення у зошиті для лабораторних робіт.

4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Мета роботи: закріпити теоретичні знання про математичний процесор *MathCAD*; виконати розрахунки переміщення та прискорення поршня з візуалізацією результатів шляхом побудови графіків $S_\varphi = f(\varphi)$ та $a_\varphi = f(\varphi)$.

Вихідні дані для виконання роботи наведено в додатку 1. Номер варіанта завдання відповідає порядковому номеру студента за списком.

Хід виконання роботи:

1. У заголовку сторінки набрати у текстовому блоці «Лабораторна робота №», своє прізвище з ініціалами та номер групи, обравши шрифт «Times New Roman Cyr», розмір шрифта – 14 пт.

2. Задати вихідні дані: ввести ідентифікатори змінних (S , n , λ) та присвоїти їм відповідні значення.

3. Задати діапазон зміни кута повороту колінчастого вала φ від 0° до 180° з кроком 10° ($\varphi := 0, 10..180$).

4. Записати розрахункові вирази для розрахунку кутової швидкості (ω), переміщення (S_φ) і прискорення поршня (a_φ).

5. Вивести таблиці значень для кута φ (в градусах), переміщення та прискорення поршня.

6. Побудувати графіки переміщення та прискорення поршня.

7. Змінити значення вихідних даних відповідно до варіантів завдань. Прослідкувати за змінами у графіках і таблицях.

8. Записати документ так: прізвище, ім'я, по батькові студента, номер роботи. Надрукувати два варіанти результатів розрахунків. Записати в зошит номер машини, на якій виконувалась робота та шлях доступу до створеного файлу.

9. Скопіювати файл у відповідну бібліотеку файлів файлового сервера *dvs1* робочої групи *KAFDVS* локальної мережі:

\\dvs1\Информатика\индекс_группи\ПИБ_студента.

Цю адресу збереження копії файлу також записати у зошит.

10. Зробити висновки щодо ефективності і недоліків використання математичного процесора *MathCAD*.

11. Роботу студент захищає після її оформлення у зошиті з лабораторних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильев А. Н. Научные вычисления в Microsoft Excel : научное издание / А.Н. Васильев. – СПб.: Диалектика, 2004. – 512 с.
2. Курбатова Е. А. Microsoft Excel 2003: руководство / Е.А. Курбатова. – СПб.: Диалектика, 2005. – 288 с.
3. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad: учебный курс / Е.Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2005. – 448 с.
4. Гурский Д.А. Вычисления в MathCAD 12 / Д.А. Гурский, Е.С. Турбина. – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	3
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1.1. Робота у середовищі табличного процесору <i>Excel</i>	4
1.1.1. Введення тексту і його форматування.....	5
1.1.2. Введення чисел і їх форматування.....	6
1.1.3. Введення формул і організація розрахунків.....	7
1.1.4. Засоби автоматизації вводу даних.....	10
1.1.5. Побудова графіків.....	11
1.2. Робота у математичному процесорі MathCAD.....	16
1.2.1. Введення тексту і його форматування.....	17
1.2.2. Введення формул і організація розрахунків.....	18
1.2.3. Побудова графіків.....	21
2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	24
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.....	26
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	30
ДОДАТОК 1.....	32

ДОДАТОК 1

Таблиця Д1 – Варіанти завдань для виконання лабораторних робіт 1, 2

Варіанти завдань	Вихідні дані				
	Марка двигуна та його призначення	Діаметр циліндру D , м	Хід поршня S , м	Геом. параметр КШМ λ	Частота обертів ко-лічного вала n , хв^{-1}
1	2	3	4	5	6
1	ЗИЛ-130; авт.	0,1	0,095	0,257	3000 3200 3400
2	ГАЗ-24; авт.	0,092	0,092	0,26	4000 4800 4200
3	МЕМЗ 245; авт.	0,072	0,067	0,27	5000 5200 5500
4	ЯМЗ-238; авт.	0,13	0,14	0,264	1800 2100 2300
5	КАМАЗ 740; авт.	0,12	0,12	0,275	2400 2600 3000
6	ЗИЛ-645; авт.	0,11	0,115	0,27	2500 2800 3000
7	СМД-62; тракторн.	0,13	0,115	0,274	1700 2000 2300
8	Д-130; тракторн.	0,145	0,205	0,27	950 1070 1200
9	А-01; тракторн.	0,13	0,14	0,265	1600 1800 2000
10	СМД-31; комб.	0,12	0,14	0,28	1800 2000 2200

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
11	СМД-21; тракторн.	0,12	0,14	0,28	1600 2000 2400
12	ЗИЛ-508.10; авт.	0,1	0,095	0,257	3000 3200 3500
13	Honda B16A; авт.	0,081	0,0774	0,134	1500 1700 2000
14	Д-240; тракторн.	0,11	0,125	0,272	1800 2200 2400
15	Д-240Т;тракторн.	0,11	0,125	0,272	2000 2200 1800
16	ВАЗ 21084; авт.	0,082	0,0748	0,121	2800 3100 3500
17	ВАЗ 21083; авт.	0,082	0,071	0,121	4900 5200 5500
18	МЕМЗ 245;авт.	0,072	0,067	0,27	5250 4500 5500
19	ЯМЗ-238; авт.	0,13	0,14	0,264	2000 1750 2200
20	КАМАЗ 740; авт.	0,12	0,12	0,275	2500 2300 1800
21	ЗИЛ-645; авт.	0,11	0,115	0,27	2850 2550 3200
22	СМД-62; тракторн.	0,13	0,115	0,274	2050 1950 2250
23	Д-130; тракторн.	0,145	0,205	0,27	1100 1450 1200
24	СМД-14; тракторн.	0,12	0,14	0,28	1700 1500 1900

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
25	ЗДТ; тракторн.	0,088	0,082	0,26	2600 3000 3400
26	ВАЗ 2108; авт.	0,076	0,071	0,121	5500 5300 4900
27	ВАЗ 21081; авт.	0,076	0,0606	0,121	5600 5200 4800
28	ВАЗ 11194; авт.	0,0765	0,0756	0,1335	5250 5000 4750
29	ВАЗ 2103; авт.	0,076	0,080	0,136	5600 5400 5000
30	ВАЗ 21213; авт.	0,082	0,080	0,136	5200 4900 4500
31	ВАЗ 2130; авт.	0,082	0,084	0,136	5400 5000 4600
32	МЕМЗ 245; авт.	0,072	0,067	0,27	5000 4500 4000
33	Mersedes M104.990LH; авт.	0,0899	0,084	0,145	5600 5400 5200
34	Mersedes M104.944HFM; авт.	0,0899	0,073	0,149	5600 5300 5000
35	ЗИЛ-645; авт.	0,11	0,115	0,27	3100 2750 2500
36	СМД-62; тракторн.	0,13	0,115	0,274	2400 2250 2050

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

“Вирішення інженерної задачі за допомогою базового програмного забезпечення автоматизованих систем”

з дисципліни “Інформатика”

для студентів напряму підготовки 6.050503 – Машинобудування
(спеціалізація 6.050503-2 – Двигуни внутрішнього згорання)

Укладачі: В. О. ПИЛЬОВ,
О. Ю. ЛНЬКОВ,

Відповідальний за випуск проф. А.П. Марченко

Роботу до видання рекомендував проф. Дяченко В.Г.

Редактор

План 2015 р., поз.

Підписано до друку __.__.__. Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Різо-
друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. __. Наклад 50 прим.
Зам. № Ціна договірна

Видавець і виготовлювач
Видавничий центр НТУ «ХПИ».
вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.

