

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

Кафедра ПЗ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи
з дисципліни “Технології комп’ютерного
проектування”
для студентів за спеціальністю
122 «Комп’ютерні науки»
усіх форм навчання
Частина 2

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Технології комп'ютерного проектування» для студентів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» усіх форм навчання. Частина 2 /Укл.: А.В.Пархоменко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 46 с.

Укладач: А.В. Пархоменко, к.т.н., доцент кафедри ПЗ,

Рецензент: Г.М. Шило, к.т.н., доцент кафедри ІТЕЗ.

Відповідальний
за випуск: С.О. Субботін, зав. каф. ПЗ, д.т.н., професор.

Затверджено
на засіданні кафедри
“Програмних засобів”

Протокол № 11
від “06” червня 2017 р.

ЗМІСТ

Частина 2

Самостійна робота 3. Вирішення науково**дослідних задач за допомогою програми Mathcad 54****3.1 Теоретичні відомості 54**

3.1.1 Опис рішення науково-дослідної задачі..... 54

3.1.2 Обчислення інтеграла, першої та другої похідної..... 54

3.1.3 Пошук коренів рівняння 55

3.1.4 Пошук екстремумів функції 56

3.1.5 Інтерполяція функції 59

3.1.6 Апроксимація функції 60

3.2 Завдання до виконання роботи 62**3.3 Зміст звіту 63****3.4 Контрольні питання 63****Самостійна робота №4. Автоматизація інженерних методик
розрахунку параметрів складних об'єктів та систем 64****4.1 Теоретичні відомості 64**

4.1.1 Методика розрахунку параметрів передачі пасами 70

4.2 Завдання до виконання роботи 70**4.3 Зміст звіту 70****4.4 Контрольні питання 70****Самостійна робота №5. Створення проекту за****допомогою системного інтегратору MathConnex 71****5.1 Теоретичні відомості 71**

5.1.1 Інтегратор додатків MathConnex..... 71

5.1.2. Опис інтерфейсу користувача системи MathConnex.... 72

5.1.3. Підготовка документів у MathConnex	74
5.1.4. Редагування блоків і документів системи MathConnex	77
5.2 Завдання до виконання роботи.....	79
5.3 Зміст звіту.....	79
5.4 Контрольні питання.....	79
Рекомендована література	80
Додаток А – Програмування в середовищі	
MathCAD 2000 PRO.....	81
Додаток Б – Завдання на самостійну роботу №3	83
Додаток В – Завдання на самостійну роботу №4	86
Додаток Д – Параметри передачі пасів	87
Додаток Ж– Завдання на самостійну роботу №5.....	92

САМОСТІЙНА РОБОТА №3

Вирішення науково дослідницьких задач за допомогою програми Mathcad

Мета роботи: виконати дослідження математичної функції, що описує стан складного об'єкта або системи.

3.1 Теоретичні відомості

3.1.1 Опис рішення науково-дослідної задачі

За допомогою програми MathCad можливо виконати дослідження будь-якої математичної функції. У приватному випадку воно полягає у виконанні 5 етапів:

- обчислення всіх коренів рівняння $y(x)=0$;
- обчислення значень екстремумів функції;
- визначення максимуму, мінімуму та амплітуди функції на заданому проміжку;
- інтерполяція функції на заданому інтервалі;
- апроксимація функції.

3.1.2 Обчислення інтеграла, першої та другої похідної

Дослідження функцій базується на знаходженні похідних першого та другого порядку та обчисленні інтеграла. Знайдемо похідні та інтеграл функції (у символьному та числовому вигляді):

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$X_{\min} := -0.5$$

$$X_{\max} := 2.5$$

$$y_0(x) := \int y(x) dx$$

$$y_0(x) \Rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^4 + \frac{3}{5} \cdot \cos(5 \cdot x - 2)$$

$$s := \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} y(x) dx$$

$$s = 9.59116$$

$$y_1(x) := \frac{d}{dx} y(x)$$

$$y_1(x) \Rightarrow 3 \cdot x^2 - 15 \cdot \cos(5 \cdot x - 2)$$

$$y_2(x) := \frac{d^2}{dx^2} y(x)$$

$$y_2(x) \Rightarrow 6 \cdot x + 75 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

3.1.3 Пошук коренів рівняння

Для обчислення коренів рівнянь у MathCad реалізовані три конструкції: **Root**; **Given Find**; **Given Minerr**.

За допомогою конструкції **Root** знаходять рішення найпростіших рівнянь, які мають вид $F(x)=0$. Ця конструкція реалізує обчислення ітераційним методом, причому можливо задавати початкове значення змінної. Це особливо корисно, коли є декілька рішень, тоді вибір рішення визначається вибором початкового значення змінної.

Під час розв'язання нелінійних рівнянь або систем рівнянь використовується спеціальний обчислювальний блок **Given Find** або **Given Minerr**.

Конструкція **Given Find** обчислює значення однієї або ряду змінних для точного рішення. Конструкція **Given Minerr** - для наближеного рішення. Між цими конструкціями є принципова різниця. Перша конструкція використовується, коли рішення реально

існує. Друга конструкція намагається знайти максимальне наближення навіть до рішення, яке не існує, шляхом мінімізації середньоквадратичної похибки рішення.

Структура блока:

рівняння;

граничні умови;

вираз із конструкцією **Find** або **Minerr**.

Наприклад, знайдемо корені рівняння

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$x := 0.5$$

$$x1 := \text{root}(y(x), x)$$

$$x1 = 0.404$$

Given

$$y(x) = 0$$

$$x2 := \text{Minerr}(x)$$

$$x2 = 0.404$$

Given

$$y(x) = 0$$

$$x3 := \text{Find}(x)$$

$$x3 = 0.404$$

3.1.4 Пошук екстремумів функції

Пошук екстремумів функції декількох змінних **F(x,y,z)** належить до достатньо складних обчислювальних задач. У зв'язку з цим, обмежимося описом пошуку екстремуму функції однієї змінної **F(x)**. Задача пошуку екстремуму функції наближена до розв'язку нелінійних рівнянь.

Знайдемо екстремуми функції за допомогою конструкції **Extremum(Step)**. Пошук і обчислення всіх екстремумів функції, **m** точок, у яких функція має найбільшу крутість, на заданому інтервалі виконаємо за допомогою стандартної програми, яка наведена нижче.

Опис правил створення програмних блоків в середовищі MathCad наведено в додатку А.

Функція знаходження екстремумів:

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$X_{\min} := -0.5$$

$$X_{\max} := 2.5$$

```

Extremum( Steps ) :=
    StepX ←  $\frac{X_{\max} - X_{\min}}{\text{Steps} - 1}$ 
    X1 ← Xmin
    X2 ← Xmin + StepX
    Col ← - 1
    while X2 ≤ Xmax
        if  $y_1(X2) \cdot y_1(X1) < 0$ 
            Col ← Col + 1
            ResCol ←  $X1 + \frac{\text{StepX}}{2}$ 
            X1 ← X2
            X2 ← X2 + StepX
    return Res

```

Відповідь (точки екстремумів)

$$\text{Extremum}(1000) = \begin{bmatrix} 0.08709 \\ 0.69369 \\ 1.42643 \\ 1.82583 \end{bmatrix}$$

Для одержання максимуму та мінімуму функції $y(x)$ використовуються вбудовані функції **Max(Y)** і **Min(Y)**, що знаходять, відповідно, максимальне і мінімальне значення у векторі **Y** (векторі

значень функції $y(x)$). Амплітуду функції знаходимо як різницю максимуму і мінімуму функції.

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$X_{\min} := -0.5$$

$$X_{\max} := 2.5$$

$$\text{Steps} := 100$$

$$i := 0.. \text{Steps} - 1$$

$$\text{StepX} := \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\text{Steps} - 1}$$

$$X_i := X_{\min} + \text{StepX} \cdot i$$

$$Y_i := y(X_i)$$

Максимум функції на заданому проміжку :

$$f_{\max} := \max(Y)$$

$$f_{\max} = 18.264087$$

Мінімум функції на заданому проміжку :

$$f_{\min} := \min(Y)$$

$$f_{\min} = -3.05759$$

Амплітуда функції на заданому проміжку :

$$\Delta F := f_{\max} - f_{\min}$$

$$\Delta F = 21.322$$

3.1.5 Інтерполяція функції

Для представлення фізичних закономірностей та при проведенні науково-технічних розрахунків часто використовуються залежності, які мають вигляд $y(x_i)$, $i=1, n$, причому кількість вузлових точок n цих залежностей обмежена. Інколи виникає задача наближеного розрахунку значень функції у проміжках між вузловими точками, що і є інтерполяцією. Інтерполяція може виконуватися шляхом апроксимації вихідної залежності, тобто її заміною якою-небудь достатньо простою функцією. Інтерполяція буває кусочно-лінійна, поліномами (Лагранжа, Ньютона) та сплайнами.

При кусочно-лінійній інтерполяції обчислення додаткових точок виконуються по лінійній залежності. Графічно це означає просто з'єднання вузлових точок відтинками прямих.

При інтерполяції поліномами функція замінюється тим, або іншим поліномом $P(x)$, значення якого у вузлах співпадають із значеннями $y(x)$. Задача полягає у розрахунку коефіцієнтів полінома таким чином, щоб неперервними були перша та друга похідні.

Сплайн – це також поліном (наприклад, $y=a_0+a_1 \cdot x+a_2 \cdot x^2+a_3 \cdot x^3$ -кубічний сплайн), що проходить через три суміжні вузлові точки, але підхід відрізняється, оскільки необхідно знаходити коефіцієнти полінома на кожному інтервалі. На кожному інтервалі сплайн співпадає з граничними значеннями інтервалу. Додається умова, щоб на одному інтервалі значення сплайну співпадало із значенням сплайну на наступному інтервалі.

Виконаємо інтерполяцію функції на заданому інтервалі в два етапи. На першому - за допомогою функції `pspline`, яка шукає другі похідні функції $y(x)$. На другому - оператором `interp`, що обчислює для кожної шуканої точки значення $y(x)$. Отримаємо результат у вигляді графіка (рис.3.1):

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$X \text{ min} := -0.5$$

$$X \text{ max} := 2.5$$

$$N\text{Interp} := 20$$

$$\text{Steps} := 100$$

$$\text{StepsA} := \text{Steps} \cdot N\text{Interp}$$

$$\begin{aligned}
 j &:= 0..NInterp \\
 i &:= 0..StepsA - 1 \\
 StepX &:= \frac{X_{\max} - X_{\min}}{StepsA - 1} \\
 StepI &:= \frac{X_{\max} - X_{\min}}{NInterp - 1} \\
 X1_j &:= X_{\min} + StepI \cdot j \\
 Y1_j &:= y(X1_j) \\
 X_i &:= X_{\min} + StepX \cdot i \\
 vs &:= pspline(X1, Y1) \\
 Int_i &:= int\ erp(vs, X1, Y1, X_i)
 \end{aligned}$$

3.1.6 Апроксимація функції

Апроксимація полягає у визначенні параметрів апроксимуючої функції (наприклад апроксимуючого полінома), яка дає найкраще узгодження з табличними значеннями функції. Критерієм узгодження може бути, наприклад, сума найменших відхилень (метод найменших квадратів). Апроксимація буває лінійна або поліноміальна.

Виконаємо апроксимацію за допомогою функції **linfit(X,Y,F)**. Функція **linfit(X,Y,F)** - функція розрахунку коефіцієнтів апроксимуючого полінома, де **X** - вектор значень аргумента; **Y** - вектор значень функції; **F**- матриця-стовпчик, що містить функції, за допомогою яких апроксимується вихідна функція. Апроксимуюча функція утворюється в результаті перемножування матриці **F** та вектора коефіцієнтів апроксимуючого полінома, отриманого в результаті роботи функції **linfit (X,Y,F)**.

Виконаємо апроксимацію функції на заданому інтервалі та отримаємо результат у вигляді графіка (рис.3.2):

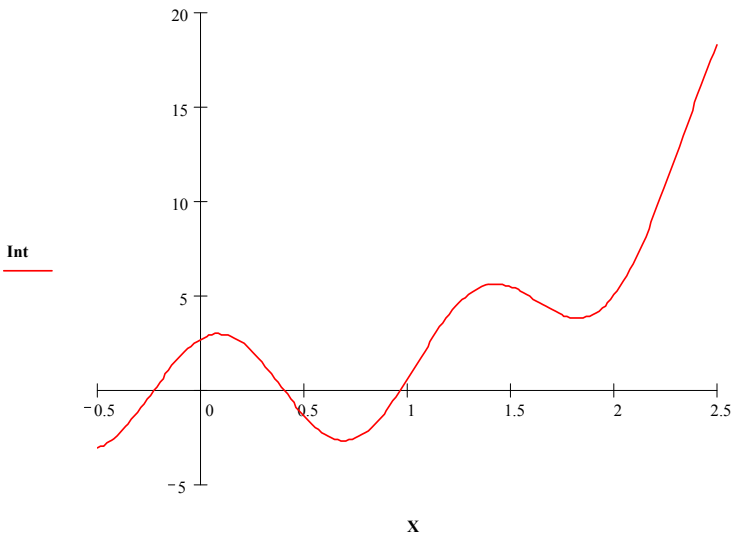


Рисунок 3.1-Графік функції, отриманої в результаті інтерполяції

$$y(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(5 \cdot x - 2)$$

$$X_{\min} := -0.5$$

$$X_{\max} := 2.5$$

$$\text{Steps} := 10$$

$$i := 0.. \text{Steps} - 1$$

$$\text{StepX} := \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\text{Steps} - 1}$$

$$X_i := X_{\min} + \text{StepX} \cdot i$$

$$Y_i := y(X_i)$$

$$\mathbf{F}(\mathbf{x}) := \begin{bmatrix} \mathbf{x}^3 \\ \mathbf{x}^2 \\ \mathbf{x}^1 \\ \mathbf{x}^{-1} \\ \mathbf{x}^{-2} \end{bmatrix}$$

Appr := **linfit**(**X**, **Y**, **F**)

r := **Xmin**, **Xmin** + **StepX**.. **Xmax**

g(r) := **F(r)**·**Appr**

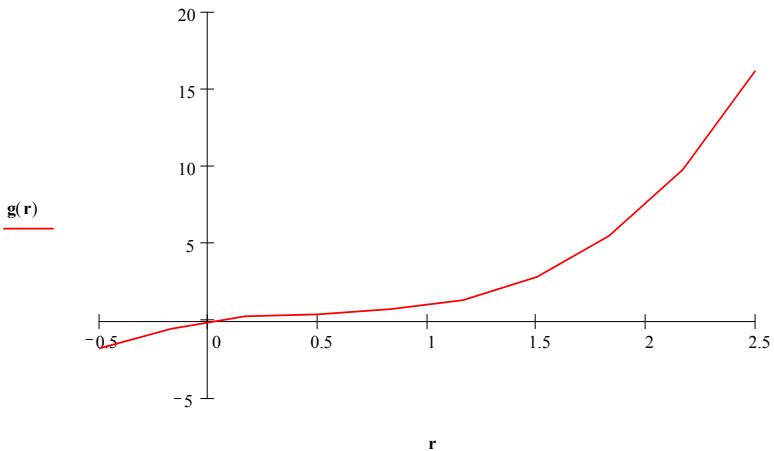


Рисунок 3.2-Графік функції, отриманої у результаті апроксимації.

3.2 Завдання до виконання роботи

3.2.1 Отримати індивідуальне завдання (Додаток Б).

3.2.2 За допомогою програми MathCad провести дослідження заданої функції та побудувати графіки функції, інтеграла функції на

заданому інтервалі, похідних функції, функцій, отриманих у результаті інтерполяції та апроксимації.

3.2.3 Вивести отримані результати на друк.

3.3 Зміст звіту

3.3.1 Мета роботи.

3.3.2 Теоретичні відомості у конспективній формі.

3.3.2 Індивідуальне завдання.

3.3.3 Результати розрахунку.

3.3.4 Висновки.

3.4 Контрольні питання

3.4.1 Як знаходиться інтеграл та похідні функції?

3.4.2 Як виконати обчислення коренів рівняння $y(x)=0$?

3.4.3 Що таке екстремум функції і як його знаходити?

3.4.4 В чому полягає сутність інтерполяції функції?

3.4.5 Як можна виконати інтерполяцію функції за допомогою програми MathCad?

3.4.6 В чому полягає сутність апроксимації функції?

3.4.7 Як виконується апроксимація функції?

САМОСТІЙНА РОБОТА №4

Автоматизація інженерних методик розрахунку параметрів складених об'єктів та систем

Мета роботи: програмна реалізація інженерних методик розрахунку параметрів складених об'єктів і систем в середовищі Mathcad.

4.1 Теоретичні відомості

4.1.1 Методика розрахунку параметрів передачі пасами

Розрахунок параметрів передачі пасами виконується при проектуванні механізмів та машин в машинобудуванні.

Існує два типи пасів: клинові і поліклинові. Клинові у свою чергу поділяються на нормальні та вузькі. Для порівняння та вибору габаритних розмірів передачі проводяться розрахунки передач із нормальним, вузьким та поліклиновим профілем пасу. Зазвичай, застосування поліклинових пасів забезпечує мінімальні габаритні розміри передачі.

Основні характеристики передач клиновими пасами: передана потужність (тах 50КВт); передатне число (1,5÷5); окружна швидкість ($\approx 40\text{м/с}$); коефіцієнт корисної дії (0,92÷0,96).

Критеріями розрахунку передачі є: тягова спроможність, що визначає надійність зчеплення пасу з ободом шківів, і довговічність пасу (термін служби), що залежить в умовах нормальної експлуатації від його втомлюваної міцності.

Вхідними даними для розрахунку є: тип пасу, переріз та габаритні розміри пасу, характер навантаження.

Послідовність розрахунків наступна:

Призначаємо діаметр D_1 , мм головного шківів у залежності від варіанту Додаток Д(табл. Д1) та заданого перерізу пасу (табл. Д1)

Розраховуємо діаметр веденого шківів D_2 , мм:

$$D_2 = D_1 \cdot U, \quad (4.1)$$

де D_1 - діаметр головного шківів;

U - передатне число (прийmemo $U=2$).

За стандартом обираємо $D_{2\text{gost}}$, наближене до D_2 , мм. $D_{2\text{gost}}$ вибирається з таблиці Д10. Приймаємо $D_2=D_{2\text{gost}}$.

Розраховуємо дійсне передатне число U_q :

$$U_q = \frac{D_2}{D_1 \times (1 - E)}, \quad (4.2)$$

де E – коефіцієнт відносного ковзання пасу (прийmemo $E=0,01$).

Розраховуємо відхилення передатного числа ΔU , яке має не перевищувати 4%.

$$\Delta U = \frac{U_q - U}{U} \times 100\% \quad (4.3)$$

Розраховуємо довжину пасу L , мм:

$$L = 2 \times a + \frac{\pi}{2} \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \times a}, \quad (4.4)$$

де a - міжосьова відстань, мм, що дорівнює $a=1,2 \times D_2$.

Розраховуємо дійсну міжосьову відстань a_q , мм:

$$a_q = 0.25 \times \left[(L_{\text{gost}} - \Delta_1) + \sqrt{(L_{\text{gost}} - \Delta_1)^2 - 8 \times \Delta_2} \right], \quad (4.5)$$

де L_{gost} - розміри пасу, мм (вибираємо із таблиці Д8 у залежності від розрахованого в значення L)

$$\Delta_1 = 0.5 \times \pi \times (D_1 + D_2) \quad (4.6)$$

$$\Delta_2 = 0.25 \times (D_2 - D_1)^2 \quad (4.7)$$

Розраховуємо кут обхвату на головному шківі α_1 , град, який має бути не меншим за 110° .

$$\alpha_1 = 180 - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 57 \quad (4.8)$$

Розраховуємо окружну швидкість пасу V , м/с:

$$V = \frac{\pi \times D_1 \times n_1}{60000}, \quad (4.9)$$

де n_1 - число обертів електродвигуна (прийmemo $n_1=2400\text{хв}^{-1}$).

Розраховуємо число пробігів пасу k , с^{-1} :

$$k = \frac{V}{L_{\text{gost}}}, \quad (4.10)$$

Знаходимо потужність P_o , КВт. Вибираємо з табл.Д4 у залежності від перерізу пасу (вхідні дані) та окружної швидкості пасу V , м/с.

Розраховуємо коефіцієнт, що враховує вплив куту обхвату на тягову спроможність C_α :

$$C_\alpha = 1 - 0.003 \times (180 - \alpha_1) \quad (4.11)$$

Розраховуємо коефіцієнт C_l , що враховує вплив довжини на довговічність пасу, у залежності від відношення розрахованої довжини пасу L_{gost} до початкової (табличної) l_0 , що вказується в табл.Д4. Знаходимо у залежності від значення L_{gost}/l_0 з табл.Д5.

Знаходимо коефіцієнт режиму роботи C_p , який вибирається відповідно до табл. Д7, у залежності від характеру навантаження $T_{\text{max}}/T_{\text{ном}}$ (див. табл.В1).

Знаходимо поправку T_u до моменту на головному шківі у залежності від передатного числа U і перерізу пасу за даними таблиці Б6.

Розраховуємо поправку P_u , КВт, що враховує зменшення впливу вигину пасу на веденому шківі із зростанням передатного числа на довговічність пасу:

$$P_u = 10^{-4} T_u n_1 \quad (4.12)$$

Розраховуємо потужність при заданих умовах роботи передачі, що припускається на один пас, P , КВт:

$$P = (P_0 C_\alpha C_l + P_u) C_p \quad (4.13)$$

Розраховуємо число ребер для поліклинового пасу z'_p , враховуючи, що воно має не перевищувати $z'_{p \text{ доп}}$, яке дорівнює для перерізу **К** $z'_{p \text{ доп}} = 36$, для перерізу **Л** $z'_{p \text{ доп}} = 50$, для перерізу **М** $z'_{p \text{ доп}} = 50$:

$$z'_p = \frac{10 \times P}{P_o} \quad (4.14)$$

Для клинового пасу знаходиться коефіцієнт числа пасів **Cz**. Визначається у відповідності з табл. Д9, в залежності від значення z' , яке має не перевищувати $z'_{\text{доп}} = 8$:

$$z' = \frac{P}{P_o} \quad (4.15)$$

Розраховуємо необхідне число клинових пасів **Z**, враховуючи нерівномірність розподілу навантаження між пасами:

$$Z = \frac{z'}{C_z} \quad (4.16)$$

Знаходимо масу 1м довжини q_m . Значення q_m вибираємо з табл.Д2, Д3 у залежності від перерізу пасу (наданого у додатку А в залежності від варіанту).

Розраховуємо силу попереднього натягу пасу F_0 , Н:
для клинового пасу нормального перерізу:

$$F_0 = \frac{780 \times P_o}{z \times V \times C_p \times C_\alpha} + q_m \times V^2 \quad (4.17)$$

для клинового пасу вузького перерізу:

$$F_0 = \frac{600 \times P_o}{z \times V \times C_p \times C_\alpha} + q_m \times V^2 \quad (4.18)$$

для поліклинового пасу:

$$F_0 = \frac{500 \times P_o}{V \times C_p \times C_\alpha} + q_m \times V^2 \times z_p' \quad (4.19)$$

Розраховуємо силу тиску пасів на вал F_r , Н
для клинового пасу:

$$F_r = \left| 2 \times F_0 \times z \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right| \quad (4.20)$$

для поліклинового пасу:

$$F_r = \left| 2 \times F_0 \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right| \quad (4.21)$$

Розраховуємо значення площі перерізу A , мм²:
для клинового пасу вибираємо з табл.Д3 у залежності від перерізу пасу (наданого у додатку В, в залежності від варіанту);
для поліклинового пасу:

$$A_{32} = A_{10} \times \frac{z_p'}{10}, \quad (4.22)$$

де A_{10} - вибираємо з табл.Д2 у залежності від перерізу пасу (наданого у додатку В, в залежності від варіанту)

Розраховуємо напруження від попереднього натягу σ_0 , МПа:

$$\sigma_0 = \frac{F_0}{A} \quad (4.23)$$

де A – площа перерізу (відповідно A і A_{32} , для клинового та для поліклинового пасу)

Розраховуємо корисну силу F_t , Н:

$$F_t = \frac{P_o \times 10^3}{V} \quad (4.24)$$

Розраховуємо корисну напругу σ_{Ft} , МПа для клинового пасу:

$$\sigma_{Ft} = \frac{F_t}{2 \times A \times z} \quad (4.25)$$

для поліклинового пасу:

$$\sigma_{Ft} = \frac{F_t}{2 \times A_{32} \times z'_p} \quad (4.26)$$

Розраховуємо напруження вигину σ_u , МПа:

$$\sigma_u = E_u \times \frac{2 \times y_0}{D_1}, \quad (4.27)$$

де y_0 - один з розмірів пасу (вибирається з табл.Д2, Д3);

E_u - модуль пружності (прийємо $E_u=80$ МПа).

Розраховуємо напруження розтягу σ_p , МПа:

$$\sigma_p = \sigma_0 + \sigma_{Ft}. \quad (4.28)$$

Розраховуємо максимальне напруження $\sigma_{\max}$, МПа:

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \sigma_{Ft} + \sigma_U \quad (4.29)$$

Розраховуємо коефіцієнт, що враховує різний ступінь впливу напружень згину на головному та веденому шківах:

$$C_U = \frac{2}{1 + \left[\left(\sigma_p + \frac{\sigma_u}{U} \right) \times \frac{1}{\sigma_{\max}} \right]^m}, \quad (4.03)$$

де $m=7$ – показник кривої втомлюваності.

Розраховуємо термін служби t_h , год:

$$t_h = \left(\frac{10}{\sigma_{\max}} \right)^m \frac{10^7 \times C_U}{7200 \times k} \quad (4.31)$$

4.2 Завдання до виконання роботи

4.2.1 Отримати у викладача індивідуальне завдання (номер варіанту Додаток В табл В.1).

4.2.2 Програмно реалізувати розв'язок поставленої задачі розрахунку параметрів передачі пасами.

4.3 Зміст звіту

4.3.1 Мета роботи.

4.3.2 Методика розрахунку параметрів об'єкта.

4.3.3 Індивідуальне завдання (опис вхідних даних).

4.3.4 Текст програми.

4.3.5 Результати розрахунку.

4.4 Контрольні питання

4.4.1 Вхідні та вихідні дані для розрахунку передачі пасами.

4.4.2 Алгоритм розрахунку параметрів передачі пасами.

4.4.3 Галузь застосування процесу проектування передачі пасами.

4.4.4 Особливості реалізації програми у середовищі Mathcad.

САМОСТІЙНА РОБОТА №5

Створення проекту за допомогою системного інтегратору MathConnex

Мета роботи: практичне знайомство з інтегратором додатків MathConnex; розробка схеми алгоритму функціонування складної системи.

5.1 Теоретичні відомості

5.1.1 Інтегратор додатків MathConnex

MathConnex — новий засіб, застосований у системі MathCAD. Він виконує дві найважливіші і надзвичайно могутні функції:

- служить для інтеграції різних додатків із системою MathCAD і забезпечує їх спільну роботу з використанням об'єктних зв'язків OLE2;

- виконує функції імітаційного моделювання моделей, представлених типовими блоками у виді функціональної схеми.

Фактично MathConnex є цілком самостійним додатком, що виконує функції системного інтегратора. Завдяки йому можливе просте і наочне встановлення складних взаємозв'язків між різними додатками: математичною системою MathCAD, матричною системою MatLAB, графічною системою Axum, електронними таблицями Excel з пакета Microsoft Office та ін. Міць такої об'єднаної системи зростає багаторазово, дозволяє використовувати для рішення задач користувача цілий арсенал різних програмних систем, включаючи вбудовані в них специфічні і часом унікальні функції.

Відзначимо особливості та можливості цих математичних і графічних систем.

Графічна система Axum - орієнтована на побудову 2D і 3D - графіків, дозволяє також виконувати швидко і наочну обробку даних, містить безліч математичних і статистичних функцій, зручний редактор математичних формул, має великі можливості імпорту й експорту даних.

Електронні таблиці Excel - система, яка може працювати з двовимірними і з тривимірними таблицями, широко використовується

для підготовки фінансово-економічних та інших документів, містить сотні математичних і економічних функцій.

Матрична математична система MatLAB - дозволяє швидко й ефективно вирішувати складні задачі, що базуються на матричних методах.

Крім того, MathConnex має свою власну мову програмування, яку можливо використовувати в його блоках.

Цей засіб особливий корисний, якщо необхідно блокове представлення та опис складної системи, роботу якої необхідно імітувати. Можна вважати, що в системі MathConnex на новому (цифровому) рівні реалізована ідея аналогових ЕОМ: підготовка блок-схем модельованих пристроїв і імітація (симуляція) їх роботи.

5.1.2. Опис інтерфейсу користувача системи MathConnex

Для запуску системи MathConnex використовується кнопка в інструментальній панелі MathCAD, з піктограмою у виді червоної кульки і трьох різнобарвних прямокутників (блоків). Після запуску з'являється головне вікно MathConnex, показане на рис. 5.1.

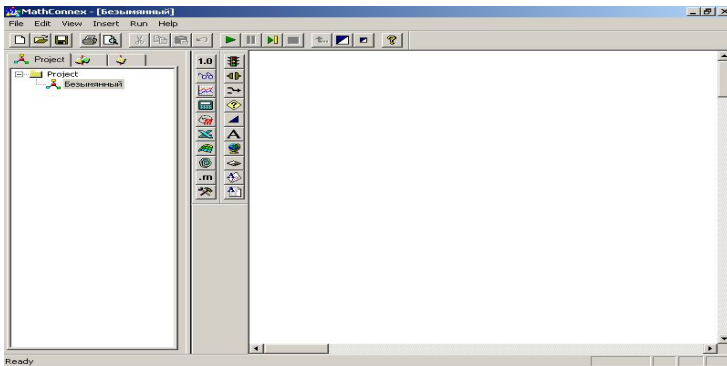


Рисунок 5.1 - Головне вікно системи MathConnex

Вікно має рядок головного меню і розташовану під ним панель **інструментів (Toolbar)** (рис. 5.2). У правій частині головного вікна (екрана) системи знаходиться велике вікно для робочого документа (**Worksheet**). Спочатку воно порожнє. У лівій частині розташована

палітра компонентів (**Component Palette**) у виді 20 кнопок (рис. 5.3) і так званий Дослідник (**Explorer**).



Рисунок 5.2 – Панель інструментів (Toolbar)



Рисунок 5.3 – Дослідник (Explorer)

Головне меню системи має типовий для Windows-додатків набір позицій і підменю. Документи MathConnex мають розширення *.mхр.

Треба відзначити тільки специфічну для **MathConnex** позицію **Run** головного меню. Вона виводить підменю з наступними операціями:

Run (Пуск) — пуск імітації роботи документа;

Pause (Пауза) — пауза в імітації;

Step (Крок) — імітація для наступного блоку в режимі покрокової роботи;

Stop (Стоп) — зупинка імітації;

Single Step Mode — перехід до покрокової імітації;

Highlight Components — установка підсвічування компонента, що виконується.

Панель інструментів MathConnex містить ряд кнопок, аналогічних по своєму виду і призначенню тим, що використовуються в системі MathCAD. Однак є дві нові групи кнопок, відзначені нижче. Кнопки керування імітацією:

Run — пуск імітації;

Pause — пауза в імітації;

Step — покрокове виконання імітації;

Stop — зупинка імітації.

Кнопки керування рівнем виконання і розмірами документа:

Back — перехід до попереднього за рівнем блоку;

Zoom in — збільшення розмірів документа;

Zoom out — зменшення розмірів документа.

Палітра компонентів містить кнопки з приведеними нижче позначеннями. Вони розбиті на п'ять груп.

Компоненти введення і виводу даних:

Input — блок введення;

File Read or Write — зчитування чи запис файлу;

Ramp — блок генерації послідовностей;

Global Variable — блок завдання глобальної змінної.

Компоненти перегляду (інспекції) результатів:

Inspector — блок Інспектора — перегляду обчислень;

Graph — блок виводу графіки;

Axum — блок графічної системи Axum.

Компоненти, що підключаються:

MathCAD — блок математичної системи MathCAD;

Excell — блок системи Excel (електронні таблиці);

MatLAB — блок математичної системи MatLAB;

Connex Script — блок з описом мовою Connex Script.

Компоненти контролю потоків даних:

Conditional — блок введення умов;

Initialize — блок ініціалізації;

Wire Breaker — блок вимикача;

Stop or Pause — блок зупинки і паузи.

Компонента вставки текстового коментарю:

Text — блок вставки текстового коментарю.

5.1.3. Підготовка документів у MathConnex

Підготовка документів у системі MathConnex зводиться до створення схеми алгоритму розв'язуваної задачі. Схема алгоритму може містити зазначені вище компоненти, зв'язки між ними і текстові коментарі. Усе це розміщується у вікні документів.

Для введення блоків у документи досить указати курсором миші на кнопку потрібного блоку і, натиснувши та утримуючи ліву клавішу миші, почати перетягувати блок у потрібне місце вікна редагування документа. Відпустивши ліву клавішу миші, можна зафіксувати блок у потрібному місці. У такий спосіб реалізується відомий метод перетягування об'єктів drag and drop ("перетягни і кинь"). У ряді випадків система виводить діалогові установлювальні вікна для завдання кількості введень і виведень (позначаються трикутниками) і деяких інших параметрів.

Входи і виходи блоків у загальному випадку з'єднуються відповідним чином за допомогою активізації їх курсором миші, що перетворюється в кисть руки, яка тримає олівець. На рис. 5.4 наведено приклад підготовки документа з чотирьох блоків зі зв'язками між ними.

Блок Input0 уводить число 123. Наступний – це блок системи MathCAD. Функція in0 повертає значення числа, що задає блок Input0. Це забезпечує інтерфейс зв'язку між блоком введення і блоком обчислень системи MathCAD. Оскільки даний приклад чисто ілюстративний, то в математичному блоці задане підсумовування числа з блоку введення з числом 57. Результат передається на вихід блоку за допомогою інтерфейсної функції out0. За допомогою блоку Інспектора можна спостерігати результат обчислень, а блок зупинки зупиняє їх.

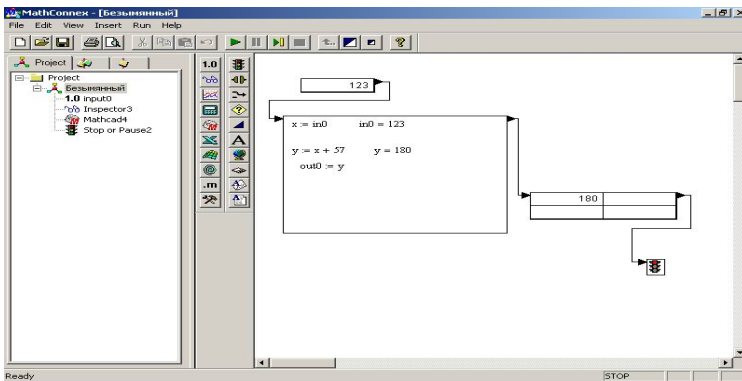


Рисунок 5.4 - Приклад побудови схеми алгоритму з чотирьох блоків

Для пуску імітації необхідно активізувати кнопку пуску (її піктограма має вид зеленого трикутника).

Розглянемо інший, вже знайомий приклад розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою системи MathConnex. Для цього необхідно перетягнути на робоче поле два вікна вводу, вікно редактора MathCad, вікно результату та вікно зупинки. У перше вікно вводу необхідно ввести матрицю коефіцієнтів, а у друге вектор правих частин (див. рис. 5.5). Тепер, потрібно додати другий вхід до вікна MathCad. Для цього на цьому вікні необхідно натиснути праву кнопку миші і з меню вибрати пункт **додати вхід**. Далі необхідно з'єднати блоки. Це можливо зробити за допомогою встановлення курсора миші на трикутник з правого боку вікна вводу. Після цього вказівник миші зміниться на олівець. Тепер треба натиснути ліву кнопку миші і не відпускаючи її провести шлях до одного з входів вікна MathCad. Після цього потрібно заповнити вікно MathCad. У ньому ми присвоюємо значення зі входів змінним ($a:=in0$; $b:=in1$) і виведемо значення змінної ($a=()$; $b=()$). Далі змінній, що розраховується, присвоюємо значення функції ($x:=lsolve(a,b)$). Тепер з'єднаємо вікно MathCad з вікном результатів, а його далі з вікном зупинки. Після чого виконаємо цей приклад.

Таким чином, використовуючи засоби MathConnex можливо будувати схеми алгоритмів розв'язку різних задач, причому не тільки лінійні, але і зі складною розгалуженою структурою.

У функціональну схему імітованих пристроїв можуть входити блоки з описом їхніх досить складних функцій мовою системи MathConnex — Connex Script.

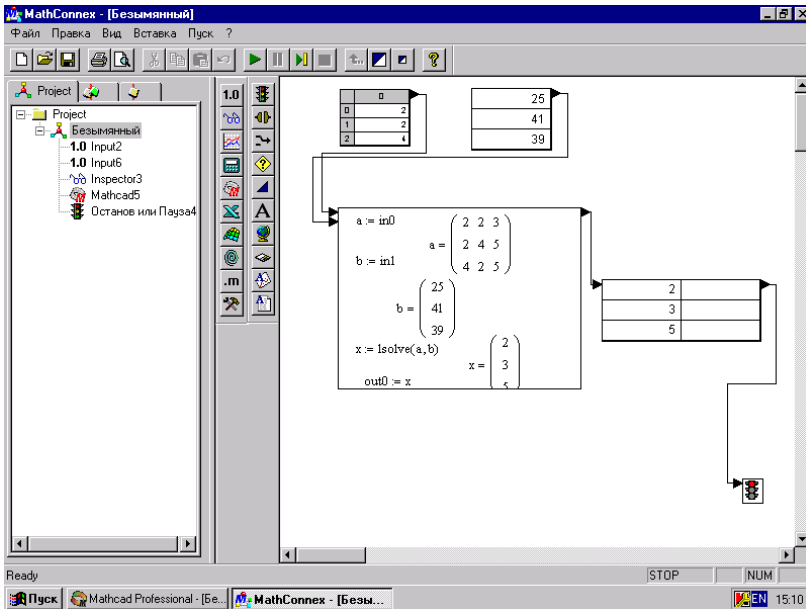


Рисунок 5.5 – Приклад розв'язку СЛАР

5.1.4. Редагування блоків і документів системи MathConnex

У панелі **Project** (Проект) Дослідника в лівій частині екрана видно повний перелік блоків, вставлених у вікно документів. Установивши курсор миші на будь-яку позицію цього переліку і натиснувши швидко ліву клавішу миші, можна виділити заштрихованою рамкою відповідний блок у вікні документа. Вчепившись курсором миші за цю рамку, її легко перемістити в будь-яке місце вікна документа. Це ж можна зробити, указавши блок курсором миші прямо у вікні документів. Крім того, використовуючи шаблони у виді маленьких темних прямокутників по сторонах рамки, блок розтягується по вертикалі, по горизонталі і по діагоналі.

Подвійний клік лівою клавішею миші дозволяє ввести режим редагування блоку. При цьому автоматично запускається додаток, що створив блок. На рис. 5.6 наведено приклад редагування в блоці MathCAD, у якому число 57 змінено на число 456. Зміна результату в

Інспекторі відбудеться тільки після запуску імітації. Вікно документа при редагуванні здобуває елементи інтерфейсу, що властиві додатку, у якому створюється блок, який редагується, (див. рис. 5.6).

Після редагування потрібно установити курсор миші на вільне поле вікна редагування і клікнути лівою клавiшею. При цьому виділення блоку зникне і документ стане у виді, готовому для пуску його імітації.

Для редагування блоків корисне також контекстно-залежне меню, що з'являється при натисканні правої клавiші миші. Воно містить різні операції, що відносяться до виділеного блоку. Це можуть бути операції стирання блоку, редагування його властивостей і т.д.

Однією з важливих є операція редагування властивостей **Properties**. Вона виводить діалогове вікно, наведене на рис. 1.7 для блоку Input0. Таке вікно дозволяє (за допомогою закладки панелі **General**) установити номер блоку і задати до нього текстовий коментар. Помітимо, що **MathConnex** автоматично проставляє номери блоків по мірі їх завдання, що не завжди зручно. У закладці панелі **Format** можна задати параметри відображення чисел у блоці.

При налагодженні документів корисний режим покрокової роботи. При цьому на кожному кроці виконується один блок документа. Зазвичай виконання блоку помітне лише по зміні даних, результатів обчислень і графічних побудов, що входять до нього. Однак увімкнувши режим підсвічування **Highlight Components**, можна спостерігати виділення блоку (компонента), що виконується, подвійною рамкою з яскраво-зеленим кольором.

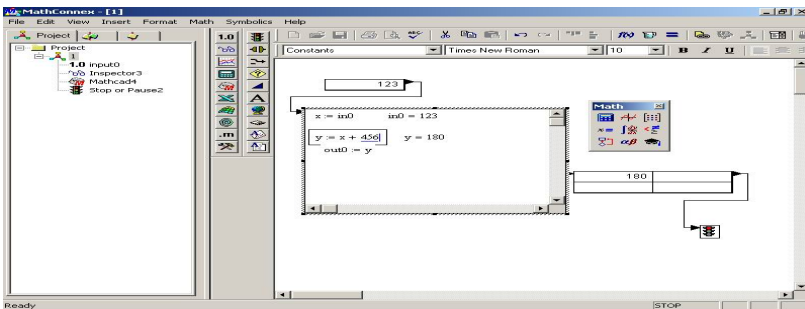


Рисунок 5.6 - Приклад редагування в блоці MathCAD

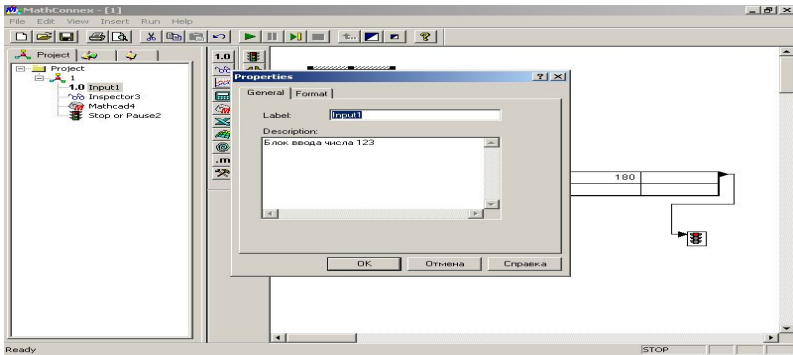


Рисунок 5.7 - Вікно MathConnex з вікном установки властивостей блоку Input0

5.2 Завдання до виконання роботи

5.2.1 Отримати у викладача індивідуальне завдання (варіанти наведені у додатку Ж).

5.2.2 За допомогою MathConnex розробити схему алгоритму розв'язку поставленої задачі та отримати результат.

5.2.3 Вивести отримані результати на друк.

5.3 Зміст звіту

5.3.1 Мета роботи.

5.3.2 Теоретичні відомості у конспективній формі.

5.3.3 Індивідуальне завдання.

5.3.4 Результати розрахунків.

5.3.5 Висновки.

5.4 Контрольні питання

5.4.1 Які можливості має система MathConnex?

5.4.2 На які підменю ділиться кнопка Run?

5.4.3 На скільки груп ділиться палітра компонентів? Які вони?

5.4.4 Як здійснюється підготовка документу?

5.4.5 Як зробити, щоб вхідними даними була матриця або вектор?

5.4.6 Чи є можливість додати ще один вихід у блоці MathCad?

5.4.7 Яка функція вказує на вхідні дані, а яка на вихідні?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для студентов ВУЗов.- М.: МГТУ им. Баумана, 2002.-336 с.
2. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. С примерами приложений на C++./Пер. с англ.- М.: Бином, СПб: Невский диалект, 2000.-560с.
3. Колодницький М.М. Елементи теорії САПР складних систем. Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1999.- 512 с.
4. Болдин А.Н., Задиранов А.Н. Основы автоматизированного проектирования. Учебное пособие.- М.: МГИУ, 2006.-104 с.
5. Дьяконов В. Mathcad 2001. Учебный курс.- СПб.: Питер, 2001.- 624с.
6. Кирьянов Д.В. Самоучитель Mathcad 2001.- СПб.: БХВ-Питер, 2002.-544 с.
7. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник/ За ред. В.І. Бикова.- К.: Либідь, 2003.- 272с.

Додаток А

Програмування в середовищі Mathcad 2000 PRO

Можливості програмування в середовищі MathCAD забезпечуються наявністю панелі набору програмних елементів, що містить наступні оператори:

Add Line – створює та при необхідності розширює жирну вертикальну лінію, праворуч від якої в шаблоні задається запис програмного блоку (аналогічно для модулів всередині блоку);

← - символ локального присвоювання (тільки в тілі модуля);

if - оператор умовного виразу, задається у вигляді:

вираз *if* умова,

якщо умова виконується, то повертається значення виразу. Спільно з цим оператором часто використовуються оператори переривання програми **break** та оператор іншого вибору **otherwise** (“інакше”);

for - оператор завдання циклу з фіксованим числом повторень. Записується у вигляді:

for $Var \in N_{\min} \dots N_{\max}$

тобто, якщо змінна Var змінюється з кроком $+1$ від значення N_{min} до N_{max} , то вираз, який розміщується у шаблоні, буде виконуватись;

while - оператор завдання циклу типу “доки”. Дозволяє організовувати цикли доти, доки виконується деяка умова. Записується у вигляді:

while умова

continue - оператор продовження, використовується для продовження роботи після переривання програми (зазвичай спільно з операторами завдання циклів while та for). Забезпечує повернення на початок циклу;

- return** – оператор-функція повернення, перериває виконання програми та повертає значення свого операнда, який стоїть за ним.

on error – оператор обробки помилок, дозволяє створювати конструкції обробників помилок. Записується у вигляді:

Вираз 1 on error Вираз 2,
якщо при виконанні виразу 1 виникає помилка,
виконується вираз 2.

Наведені програмні засоби дозволяють здійснити наступне:

- завдання функції з апаратом локальних змінних;
- завдання різних видів циклів (в тому числі вкладених);
- спрощення алгоритмів шляхом застосування операцій присвоювання;
- реалізацію по класичним алгоритмам ітераційних та рекурсивних процедур.

Додаток Б

Завдання на самостійну роботу №3

Варіант №1:

$$Y(x) = \sin(3x) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Варіант №2:

$$Y(x) = 5\cos(x) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Варіант №3:

$$Y(x) = (x-2)^2 \quad -3 < x < 4$$

Варіант №4:

$$Y(x) = x^3 + 3x \quad -5 < x < 2$$

Варіант №5:

$$Y(x) = 5\operatorname{tg}(x) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Варіант №6:

$$Y(x) = x^3 + 4x^2 + 3x \quad -2 < x < 6$$

Варіант №7:

$$Y(x) = (x^3 + 3x)^4 + 2x \quad -3 < x < 2$$

Варіант №8:

$$Y(x) = 2\cos(x) + 3\sin(x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Варіант №9:

$$Y(x) = \sin(3x) - \cos(5x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Варіант №10:

$$Y(x) = x^3 + \sin(2x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Варіант №11:

$$Y(x) = -x^3 \cos(4x) + 3x \quad -2.5 < x < 2.5$$

Варіант №12:

$$Y(x) = x^4 + 3\sin(5x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №13:

$$Y(x) = (x^3 + 3x^2 + 7x)^4 \quad -2 < x < 5$$

Вариант №14:

$$Y(x) = \sin(2x) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Вариант №15:

$$Y(x) = 2\cos(x) - \sin(x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №16:

$$Y(x) = (x^2 + \cos(x))^2 \quad -1 < x < 3$$

Вариант №17:

$$Y(x) = \cos(4x) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Вариант №18:

$$Y(x) = \sin(x) + \cos(2x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №19:

$$Y(x) = (x^4 + x^3)^2 + 2x^2 \quad -2 < x < 1$$

Вариант №20:

$$Y(x) = \cos(x^2 + 3) \quad -0.5 < x < 2.5$$

Вариант №21:

$$Y(x) = \operatorname{tg}(2x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №22:

$$Y(x) = x^4 + 2x^3 + x^2 \quad -3 < x < 2$$

Вариант №23:

$$Y(x) = \sin(2x) + x^2 + x \quad -4 < x < 3$$

Вариант №24:

$$Y(x) = (x+4)^4 \quad -0.5 < x < 2.5$$

Вариант №25:

$$Y(x) = \cos^2(x) + \sin^2(x) \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №26:

$$Y(x) = x^3 - 2x^2 + x \quad -3 < x < 4$$

Вариант №27:

$$Y(x) = x^4 + x^3 + x^2 - x \quad -0.5 < x < 2.5$$

Вариант №28:

$$Y(x) = (2x^3 + x^2)^2 - 4x^2 \quad -2.5 < x < 2.5$$

Вариант №29:

$$Y(x) = (\cos(x) + \sin(x))^2 \quad -2 < x < 6$$

Вариант №30:

$$Y(x) = (x^2 + x)^3 + 3x \quad -0.5 < x < 2.5$$

Додаток В

Завдання на самостійну роботу №4

Таблиця В.1-Варіанти вхідних даних до інженерної задачі

№ варіанту	Переріз пасу	Характер навантаження
1	А	1.2
2	Б	1.5
3	УО	2.0
4	УА	3.0
5	УБ	1.2
6	К	1.5
7	Л	2.0
8	М	3.0
9	Б	1.2
10	УА	1.5
11	УБ	2.0
12	УО	1.5
13	А	3.0
14	О	1.2
15	О	1.5
16	О	2.0
17	О	3.0
18	А	1.5
19	А	2.0
20	Б	2.0
21	Б	3.0
22	В	1.2
23	В	1.5
24	В	2.0
25	В	3.0
26	УО	3.0
27	УА	2.0
28	УБ	3.0
29	УО	1.2
30	УА	1.2

Додаток Д

Параметри передачі пасів

Таблиця Д1 - Вибір перерізу пасу і мінімального значення діаметру головного шківa

Переріз пасу	D1, мм	Переріз пасу	D1, мм	Переріз пасу	D1, мм
О	63	УО	63	К	40
А	90	УА	90	Л	80
Б	125	УБ	140	М	180
В	200				

Таблиця Д2 - Розміри приводних поліклінових пасів /РМТ -38-40528-74/

Переріз пасу	y_0 , мм	Площа перерізу A_{10} , мм ²	q_m , кг/м
К	0.65	68.0	0.09
Л	2.25	340.0	0.45
М	2.75	1090.0	1.6

Таблиця Д3 - Розміри приводних клинових пасів /ДЕРЖСТАНДАРТ 1284. 1-80 - ДЕРЖСТАНДАРТ 1284. 3-80/

Тип пасу та переріз	Переріз пасу						
	Нормальні паси				Вузькі паси		
Основні розміри	О	А	Б	В	УО	УА	УБ
y_0 , мм	2.1	2.8	4.0	4.8	2.0	2.8	3.5
Площа перерізу A , мм ²	47	81	138	230	56	95	158
Маса 1м довжини q_m , кг/м	0.06	0.105	0.18	0.30	0.07	0.12	0.20

Таблиця Д4 - Потужність, що передана одним клиновим і поліклиновим пасом із 10 ребрами

Переріз пасу та таблич-на дов-жина l_0 , мм	Розра- хунко- вий діаметр D1, мм	Потужність P_0 , кВт для різних значень швидкості V, м/с				
		V=5	V=10	V=15	V=20	V=25
$l_0 = 1320$ О	80	0.62	1.07	1.41	1.60	1.65
	90	0.67	1.16	1.56	1.73	1.90
	100	0.70	1.24	1.67	1.97	2.10
$l_0 = 1700$ А	100	0.95	1.60	2.07	2.31	2.89
	125	1.15	2.00	2.66	3.10	3.27
	140	1.23	2.18	2.91	3.44	3.70
$l_0 = 2240$ Б	140	1.61	2.70	3.45	3.83	3.86
	160	1.83	3.15	4.13	4.73	4.88
	180	2.01	3.51	4.66	5.44	5.76
	200	2.15	3.79	5.08	6.00	6.43
$l_0 = 3750$ В	224	3.15	5.35	6.95	7.86	7.95
	250	3.48	6.02	7.94	9.18	9.60
$l_0 = 1600$ У О	71	1.18	1.95	2.46	2.73	2.65
	80	1.38	2.34	3.06	3.50	3.66
	90	1.55	2.65	3.57	4.20	4.50
$l_0 = 2500$ У А	100	1.89	3.15	4.04	4.46	-
	112	2.17	3.72	4.88	5.61	5.84
	125	2.41	4.25	5.67	6.60	7.12
	140	2.64	4.70	6.30	8.54	9.51
$l_0 = 3550$ У Б	160	3.45	5.98	7.88	9.10	9.49
	180	3.80	6.70	9.05	10.6	14.1
$l_0 = 710$ К	56	1.8	3.1	4.3	5.2	5.9
	63	1.9	3.4	4.6	5.7	6.4
	71	2.0	3.6	4.9	6.0	6.9
	80	2.05	3.7	5.2	6.4	7.3
$l_0 = 1600$ Л	100	5.0	8.6	11.2	12.7	13.0
	112	5.5	9.6	12.7	14.7	15.3
	125	5.9	10.4	13.9	16.3	17.4
$l_0 = 2240$ М	200	16.3	27.7	35.8	40.3	40.4
	224	18.0	31.3	41.2	47.5	49.5

Таблиця Д5 - Коефіцієнт, що враховує вплив довжини на довговічність пасу у залежності від відношення даної довжини пасу L_{gost} до початкової (табличної) l_0

Значення коефіцієнту C_l , в залежності від L_{gost}/l_0									
L_{gost}/l_0	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
Нормальний пас (О,А,Б,В)	0.82	0.86	0.89	0.95	1.0	1.04	1.07	1.10	1.15
Вузький пас і полікліновий пас (УО,УА,УБ,К,Л,М)	0.85	1.89	1.91	1.96	1.0	1.03	1.06	1.08	1.12

Таблиця Д6 - Поправка на передатне число до моменту на головному шківі

Переріз пасу	Т _У , Нм, при передатному числі U, що дорівнює				
	1.21-1.3	1.31-1.4	1.41-1.6	1.61-2.39	2.4 і більше
О	0.3	0.35	0.38	0.4	0.5
А	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Б	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1
В	5.8	6.6	7.3	8.0	9.0
УО	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8
УА	2.8	3.1	3.5	3.8	4.2
УБ	5.8	6.6	7.3	8.0	8.8
К	0.44	0.5	0.55	0.6	0.7
Л	3.6	4.0	4.5	5.0	5.4
М	27.6	31.0	34.5	38.0	41.4

Таблиця Д7- Коефіцієнт режиму роботи C_p при однозмінній роботі

Характер навантаження	Тип машини	C_p для електродвигуна перемінного струму загальнопромислового застосування
Спокійне навантаження $\frac{T_{\max}}{T_{\text{ном}}} = 1.2$	Верстати токарні, свердлильні, шліфувальні, стрічкові транспортери.	1
Помірні коливання навантаження $\frac{T_{\max}}{T_{\text{ном}}} = 1.5$	Верстати фрезерні, насоси і компресори поршневі, транспортери пластинчаті.	0.9
Значні коливання навантаження $\frac{T_{\max}}{T_{\text{ном}}} = 2.0$	Верстати стругальні, довбальні, преси, транспортери винтові.	0.83
Ударне навантаження $\frac{T_{\max}}{T_{\text{ном}}} = 3.0$	Підіймачі, екскаватори, драги, ножиці, дробарки.	0.77

Таблиця Д8 - Стандартний ряд довжин Lgost.

400	450	500	560	630	710	800	900	1000
1120	1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800
3150	3550	4000	4500	5000	6300	7100	8000	9000
10000								

Таблиця Д9 - Коефіцієнт числа пасів Cz

z'	1	2-3	4-6	Понад 6
Cz	1	0.95	0.9	0.85

Таблиця Д10 – Стандартний ряд діаметрів D2gost.

63	71	80	100	112	125	140	160	180
200	224	250	280	315	355	400	450	500
560	630	710	800	900	1000			

Додаток Ж

Завдання на самостійну роботу №5

Таблиця Ж.1 - Варіанти завдань.

№ вар.	№ завд.	№ вар.	№ завд.
1	а	16	З
2	б	17	А
3	в	18	Б
4	г	19	В
5	д	20	Г
6	є	21	Д
7	ж	22	Є
8	з	23	Ж
9	а	24	З
10	б	25	А
11	в	26	Б
12	г	27	В
13	д	28	Г
14	є	29	Д
15	ж	30	Є

Завдання №1

Напишіть програму, що обчислює функції А і В при умовах, які задані в таблиці. Розрахунки виконати для двох значень х.

Таблиця Ж.2 – Варіанти завдання №1.

Варі- ант	Вид функції	Умо- ви	Вихідні дані		
			х	у	z
а	$A = 2^{-x} \sqrt{x + y }$	$x \geq y$	0.981	-2.625	0.512
	$B = \sqrt{e^{x+1}} + \sin z$	$x < y$	-9.32		

Продовження таблиці Ж.2

б	$A = \cos^3(y + 3)$ $B = x + \arctg(z)$	$x \leq z$ $x > z$	-1.251 8.367	0.827	5.001
в	$A = y^x + 3z$ $B = e^{ x-y } + x/2$	$x > y$ $x \leq y$	0.263 3.251	0.328	0.466
г	$A = 1 + x^2/2 + y^2/4$ $B = x * \arctg(z)$	$x \leq y$ $x > y$	6.002 -0.622	3.325	5.541
д	$A = (x - y/2)/(2(x + y))$ $B = x^{1/\sin z}$	$x \geq y$ $x < y$	1.625 6.31	5.400	0.252
є	$A = \sqrt{y + (x + 1)^3}$ $B = \sin^2 z + \tg(y)$	$x \geq z$ $x < z$	0.625 17.421	10.365	0.828
ж	$A = x^{y+1} + e^{y-1}$ $B = y - x ^3 / 2 + \tg(z)$	$x \geq y$ $x < y$	0.451 2.444	0.869	-0.166
з	$A = 1 + x + x^4/4$ $B = x * \arctg(z)$	$x > y$ $x \leq y$	0.355 0.001	0.025	32.005

Завдання №2

Напишіть програму, яка вводить задані значення аргументу x , обчислює та виводить на друк значення аргументу і функції $y=f(x)$.

Таблиця Ж.2 – Варіанти завдання №2.

	Вид функції f(x)	a	b	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
а	$\frac{\arctg(bx)}{1 + \sin^2 x}$	-	0.75	1.35	6.5	0.9	54.0	59.5	40.2	38.0	46.3
б	$\sqrt[5]{\frac{a+bx}{\ln^2 x}}$	19.6	7.8	14.6	34.8	6.0	4.85	10.3	9.15	3.14	-
в	$\frac{a \ln^2 x}{b + \sqrt{x}}$	1.38	-12.6	60.0	100	70.1	24.5	17.5	28.3	16.9	43.0
г	$\frac{\sin^2 x}{\sqrt{x} + bx}$	-	1.68	1.2	2.4	0.85	96.3	17.8	20.6	-	-
д	$\frac{\ln^2(x-b)}{a\sqrt{x}}$	0.36	5.5	10.0	50.0	17.9	1.29	1.78	1.35	0.6	1.44
є	$\frac{e^{ax} + b}{1 + \cos^2 x}$	0.9	1.85	0.0	1.2	0.15	24.3	26.8	45.2	54.0	-
ж	$\frac{a + \sqrt[3]{x}}{\sin^2 bx}$	1.24	0.67	10.2	12.4	11.0	0.36	0.44	1.1	0.98	0.83
з	$\frac{a\sqrt{x} - bx}{\ln^3 x}$	2.8	0.45	40.0	60.0	48.0	11.4	12.1	11.9	-	-

Завдання №3

Для сукупності чисел (масив) (0.01; -27.3; 0.0; 125.27-317.45; 1.0; 12.0; -5.0; -172.3; 0.05; -17.1; 49.5; -0.01), при $A=-5.0$, написати програму, яка визначає і виводить на друк:

1. Кількість елементів, не більших заданого числа A .
2. Кількість елементів, не менших заданого числа A .
3. Номер елемента з заданим значенням.
4. Номер елемента з мінімальним значенням.
5. Мінімальне значення.
6. Максимальне значення.
7. Суму елементів.
8. Добуток не нульових елементів.
9. Суму елементів, які розташовані на парних місцях.
10. Добуток не нульових елементів, які розташовані на парних місцях.
11. Суму елементів, які розташовані на не парних місцях.
12. Добуток не нульових елементів, які розташовані на непарних місцях.
13. Кількість від'ємних елементів.
14. Кількість додатних елементів.
15. Кількість нульових елементів.
16. Суму від'ємних елементів.
17. Суму додатних елементів.
18. Добуток від'ємних елементів.
19. Добуток додатних елементів.
20. Середнє арифметичне додатних елементів.
21. Суму перших п'яти елементів.
22. Суму останніх п'яти елементів.
23. Додаток останніх п'яти не нульових елементів.
24. Добуток перших п'яти не нульових елементів.
25. Суму елементів, менших заданого числа A .
26. Добуток елементів, менших заданого числа A .
27. Суму елементів, більших заданого числа A .
28. Добуток елементів, більших заданого числа A .
29. Номер елемента, який дорівнює заданому числу A .
30. Номер елемента, який дорівнює нулю.