

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури  
Кафедра міського будівництва та господарства

**03-04-081М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної  
дисципліни **«Методологія наукових досліджень»**  
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та  
господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна  
інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою  
з якості ННІБА  
Протокол № 4 від 21.02.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання [Електронне видання] / Кочкарьов Д. В. – Рівне : НУВГП, 2023. – 22 с.

Укладач: Кочкарьов Д. В., д.т.н., доцент, професор кафедри міського будівництва та господарства.

Відповідальний за випуск: Ткачук О. А., д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Керівник ОПП

Ткачук О. А.

## ЗМІСТ

Передмова.....	3
1. Завдання на самостійну роботу.....	5
2. Оформлення звіту про самостійну роботу .....	8
3. Лабораторна робота №1. Взаємодія САПР. Створення простих схем.....	9
4. Лабораторна робота №2. Взаємодія САПР. Створення складних схем.....	10
5. Лабораторна робота №3. Створення графічних макросів.....	13
6. Лабораторна робота №4. Створення незалежних програм.....	16
7. Лабораторна робота №5. Обробка експериментальних даних.....	17
8. Лабораторна робота №6. Системи автоматизованого диференціювання та інтегрування.....	19
9. Методичне забезпечення дисципліни.....	20
10. Рекомендована література.....	20
11. Інформаційні ресурси.....	22

© Д. В. Кочкарьов, 2023

© НУВГП, 2023

## ПЕРЕДМОВА

Відповідно до навчального плану освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» вивчення навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» здобувачами денної та заочної форм навчання проводиться одного семестру і закінчується складанням заліку.

Вивчення навчальної дисципліни «Методологія наукових досліджень» передбачає такі основні види занять – лабораторні заняття та самостійну роботу в поза аудиторний час. Для отримання глибоких та стійких знань обов'язковою є самостійна робота здобувачів, яка виконується з використанням додаткової періодичної та основної навчальної і нормативної літератури, консультацій викладачів.

**Мета:** підготовка магістрів за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та господарство», які повинні:

- оволодіти основами планування наукових досліджень із використанням, сучасних інформаційних систем (натурні та числові експерименти).
- оволодіти сучасними системами та програмами автоматизованого проектування будівель і споруд та їх елементів;
- виконувати креслення та розрахунки поєднуючи різні САПР.

**Завдання:** навчити основам методології наукових досліджень, а також плануванню наукової роботи.

У результаті вивчення дисципліни здобувач зобов'язаний:

### **знати:**

- основні принципи роботи із найбільш відомими графічними автоматизованими програмними комплексами;
- основні принципи роботи із сучасними програмними комплексами призначеними для аналізу та розрахунку будівель, споруд та їх елементів;

- переваги та недоліки найбільш відомих та розповсюджених САПР;

**вміти:**

- обробляти експериментальні дані;
- планувати методологію експериментальних досліджень;
- працювати із сучасними системами автоматизованого проектування;
- виконувати обмін даними між різними системами автоматизованого проектування;
- створювати нескладні макроси та доповнення на мові програмування Visual Basic for Applications в різних програмних комплексах;
- використовувати сучасні математичні методи в наукових дослідженнях.

Перед виконанням лабораторних робіт здобувачі отримують індивідуальні завдання, які вибираються у залежності від останніх трьох цифр номера залікової книжки.

## 1. Завдання на самостійну роботу

1. Створення простих схем та складних оболонок в програмному комплексі AutoCad та перенесення їх в розрахункові комплекси, із подальшим розрахунком. Необхідно створити в AutoCad, перенести в Ліру та розрахувати наступні дві схеми. В звіт оформляються результати розрахунку двох схем (схема, епюри моментів та прогинів). Завдання приведені в табл.1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1

Варіанти завдань створення простих схем

№	Схема
1	3 –х пролітна балка, із 3-ма зосередженими силами. ( $P=3\text{ м}, l=6\text{ м}, b \times h=20 \times 50, B25, a1^*= a2= a3= l/2, )$
2	4 –х пролітна балка, із рівномірно розподіленим навантаженням ( $q^*=6\text{ т/м}, l=8\text{ м}, b \times h=40 \times 60, B20$ )
3	5 –х пролітна балка, із 3-ма зосередженими силами ( $P=5\text{ м}, l=7\text{ м}, b \times h=20 \times 50, B30, a1= a3= a5= l/2 )$
4	5 –х пролітна балка, із рівномірно розподіленим навантаженням ( $q=5\text{ т/м}, l=5\text{ м}, b \times h=40 \times 60, B15$ )

\* $a1, a2, ai$  – відстань від 1, 2,  $i$ -тої опори до зосередженої сили.

\*\*Рівномірно розподілене навантаження прийняти на всіх прольотах.

Таблиця 1.2

Варіанти завдань створення просторових схем

№	Просторова схема
1	Оболонка додатної кривини ( $B \times L \times H=30 \times 40 \times 15\text{ м}, q=0,250\text{ т/м}^2, t=0,150\text{ м}, B25$ )
2	Оболонка від'ємної кривини ( $B \times L \times H=50 \times 60 \times 25\text{ м}, q=0,200\text{ т/м}^2, t=0,200\text{ м}, B30$ )
3	Ребристий купол ( $R=25\text{ м}, h=15\text{ м}, q=0,200\text{ т/м}^2$ )
4	Висяче покриття ( $B \times L=60 \times 60\text{ м}, 2 \times 2\text{ м}, q=0,25\text{ т/м}^2$ )

2. Створення графічних макросів в програмному комплексі AutoCad. Створіть макрос, який викреслює запропоновану

ферму. В звіт оформлюється програмний код макросу. Завдання приведені в табл.1.3

Таблиця 1.3

Варіанти завдань для створення макросів ферм

№	Схема ферми
1	Трикутна ферма із висхідними розкосами
2	Трикутна ферма із низхідними розкосами
3	Трапецеподібна ферма із низхідними розкосами
4	Трапецеподібна ферма із низхідними розкосами

3. *Створення незалежних нескладних програм, із перенесенням даних в інші програмні комплекси.* Створіть мовою програмування Visual Basic програму по визначенню параметрів вказаних в табл.1.4. В звіт оформлюється програмний код програми. Програма повинна створювати текстовий файл даних.

Таблиця 1.4

Варіанти завдань для створення незалежних програм

№	Тип програми
1	Визначення площі зварного швелера з паралельними поясами
2	Визначення площі зварного кутика з паралельними поясами
3	Визначення площі зварного профіля прямокутного перерізу
4	Визначення площі зварного профіля квадратного перерізу

4. *Обробка експериментальних даних в наукових інформаційних системах.* За наведеними в табл. 1.5 даними побудуйте рівняння регресії. В звіт подаються основні параметри, за якими визначалося рівняння регресії. Вказується, який саме програмний комплекс при цьому був використаний.

Таблиця 1.5

## Варіанти завдань проведення статистичних обчислень

№ номер завдання		Експериментальні дані							
1	y	4,36	4,47	4,59	4,66	4,77	4,85	4,98	5,06
	x	28,1	29,6	33,9	33,0	37,1	38,5	42,6	41,9
2	y	5,00	5,10	5,20	5,30	5,40	5,5	5,65	5,8
	x	43,3	42,9	48,8	48,7	53,6	53,9	58,4	57,4
3	y	3,71	3,82	3,90	4,02	4,11	4,24	4,31	4,42
	x	14,1	15,2	18,5	19,6	22,9	25,1	27	28,6
4	y	4,02	4,11	4,23	4,3	4,41	4,54	4,61	4,72
	x	20,5	21,8	25,9	25,9	29	30,9	34,3	34,3

5. Диференціювання та інтегрування з допомогою сучасних інтелектуальних систем. Виконайте розрахунок балки на пружній основі з допомогою MathCad. В звіт подається розрахункова схема та робоче поле програмного коду MathCad, із побудованою на одному графіку епюрою згинальних моментів та прогинів. Варіанти завдань в табл.1.6.

Таблиця 1.6

## Варіанти завдань розрахунку балки

№	Схема балки на пружній основі
1	Балка на пружній основі із рівномірно розподіленим навантаженням та двома різними основами ( $q=2 \text{ т/м}$ , $l=6 \text{ м}$ , $b \times h=20 \times 30$ , B15, $kk1=2 \text{ кгс/см}^3$ від 0..1 м, $kk2=10 \text{ кгс/см}^3$ від 1..2 м)
2	Балка на пружній основі із двома зосередженими силами ( $P1=3 \text{ т}$ , $P2=7 \text{ т}$ на відстані $a1=4 \text{ м}$ , $a1=2 \text{ м}$ ; $l=6 \text{ м}$ , $b \times h=15 \times 40$ , B20, $kk1=7 \text{ кгс/см}^3$ )
3	Балка на пружній основі із рівномірно розподіленим навантаженням ( $q=8 \text{ т/м}$ 3..5 м, $l=9 \text{ м}$ , $b \times h=20 \times 60$ , B30, $kk1=15 \text{ кгс/см}^3$ )
4	Балка на пружній основі із двома рівномірно розподіленими навантаженням та двома різними основами ( $q1=2 \text{ т/м}$ 0..1 м, $q2=10 \text{ т/м}$ 3..5 м, $l=8 \text{ м}$ , $b \times h=20 \times 30$ , B25, $kk1=8 \text{ кгс/см}^3$ від 0...4 м, $kk2=15 \text{ кгс/см}^3$ від 4...8 м)

## 2. Оформлення звіту про самостійну роботу

Завдання оформлюються у вигляді звіту, який включає зміст, вступ, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки. Звіт оформлюється в рукописному або друкованому варіанті на стандартному папері формату А4 (210 x 297 мм) з одного боку. Загальний обсяг звіту 5-7 сторінок формату А4 (210 x 297 мм). Поля: верхнє, нижнє та ліве — 20 мм, праве — 10 мм. Звіт починається із вступу. У вступі необхідно дати дуже стисло характеристику програмним комплексам, які будуть використовуватись при виконанні самостійної роботи. Основна частина повинна містити п'ять тем. Варіанти завдань по даним темам вибираються згідно розділу 6.1. В ньому також наведено, яку саме інформацію необхідно відобразити в звіті із відповідної теми. Висновки повинні містити рекомендації по доцільності використання того чи іншого комплексу при вирішенні запропонованих задач. Захист звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем. Варіанти завдань по темам вибираються за табл.1.7, залежно від останніх трьох цифр залікової книжки.

Таблиця 1.7

Варіанти завдань

№ завдання	Остання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завдання №1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
	Остання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завдання №2	4	2	3	1	1	2	3	4	3	2
	Остання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завдання №3	1	3	1	2	3	4	4	3	2	1
	Перша цифра шифру 141									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завдання №4	1	2	3	4	1	2	3	4	4	2
	Друга цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завдання №5	1	2	3	3	4	4	3	1	2	1



### 3. Лабораторна робота №1. Взаємодія САПР.

#### Створення простих схем.

**Тема:** Створення простих схем та складних оболонок в програмному комплексі AutoCad та перенесення їх в інші графічні комплекси.

**Мета:** Ознайомлення з основними можливостями доповнень до Autocad. Навчитись користуватися основними елементами модуля СПДС до Autocad.

**Завдання:** Необхідно створити в AutoCad, перенести в Ліру та розрахувати наступні наступну схему:

3 – х пролітна балка, із 3-ма зосередженими силами. ( $P=3$  т,  $l=6$  м,  $b \times h=20 \times 50$ , В25,  $a_1^*=a_2=a_3=1/2$ ).

#### Хід виконання.

3.1 створимо 3-х пролітну балку. Після чого записуємо файл в форматі \*.dxf, та імпортуємо в п.к. Ліра. Інколи нескладні розрахункові схеми простіше створювати безпосередньо в п.к. Ліра.

3.2. Імпортувавши схему в п.к. Ліра, задамо жорсткість елемента, та навантаження (рис.3.1, рис.3.2).

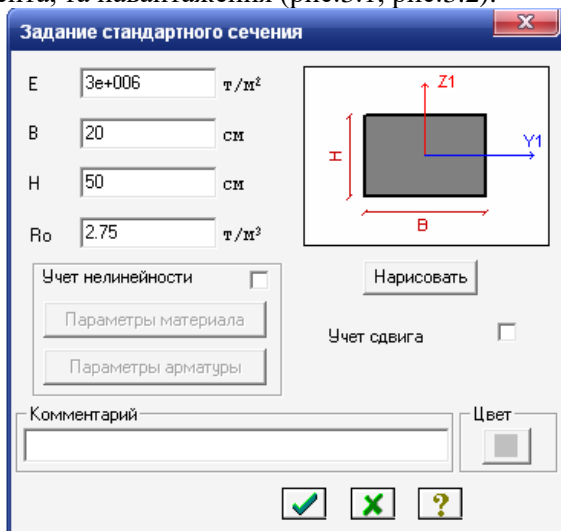


Рис.3.1. Введення жорсткості перерізу елемента

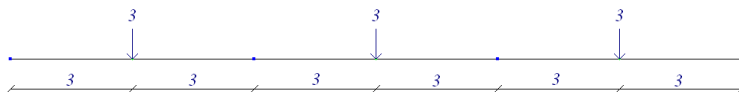


Рис.3.2. Розрахункова схема балки

3.3. Епюри згинаючих моментів, поперечних сил та значення прогинів показані на рис.1.1.3, рис.1.1.4, рис.1.1.5.

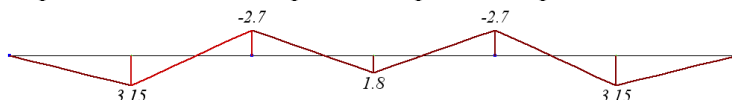


Рис.3.3. Епюра згинаючих моментів  $M$ , тм

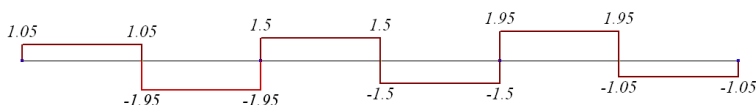


Рис.3.4. Епюра поперечних сил  $Q$ , т



Рис.3.5. Значення прогинів  $f$ , мм

#### 4. Лабораторна робота №2. Взаємодія САПР.

##### Створення складних схем.

**Тема:** Створення простих схем та складних оболонок в програмному комплексі AutoCad та перенесення їх в розрахункові комплекси. Проведення подальшого розрахунку імпортованих схем.

**Мета:** Ознайомлення з основними можливостями доповнень до Autocad. Навчитись користуватися основними елементами модуля СПДС до Autocad.

**Завдання:** Необхідно створити в AutoCad, перенести в Ліру та розрахувати наступну схему:

Оболонка додатної кривини ( $B \times L \times H = 30 \times 40 \times 15$  м,  $q = 0,250$  т/м<sup>2</sup>,  $t = 0,150$  м, B25).

## Хід виконання.

4.1. В програмному комплексі AutoCad, використовуючи елементи побудови поверхонь створимо оболонку додатної кривини за вказаними розмірами. Значення змінних surfab1, surfab2 приймаємо рівними 12. Після чого записуємо файл в форматі \*.dxf, та імпортуємо в п.к. Ліра. Імпортувавши схему в п.к. Ліра, задамо жорсткість елемента, та навантаження (рис.2.1, рис.2.2).

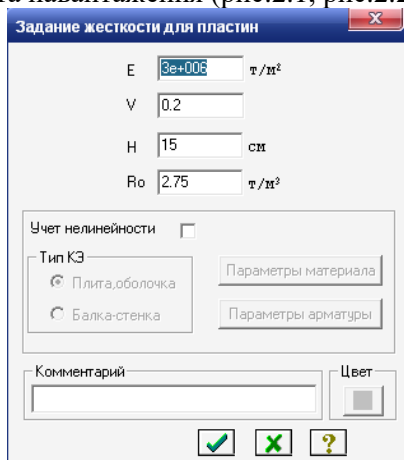


Рис.4.1. Введення жорсткості перерізу елемента

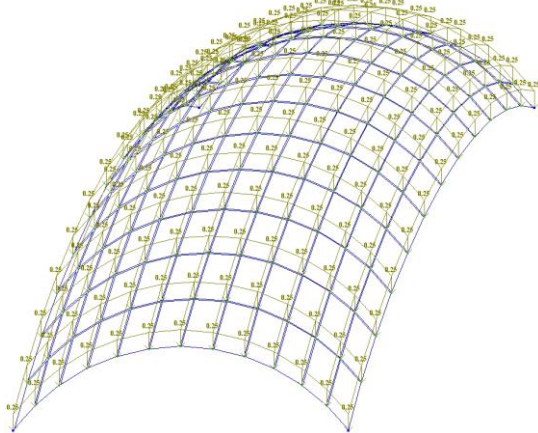


Рис.4.2. Розрахункова схема балки

4.2. Ізополя згинаючих моментів та значення прогинів показані на рис.4.3, рис.4.4, рис.4.5.

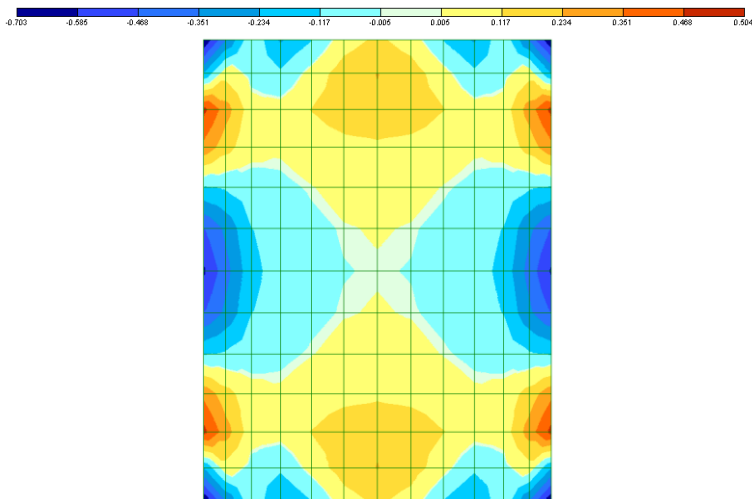


Рис.4.3. Ізополя згинаючих моментів  $M_x$ ,  $(\text{tm})/\text{м}$

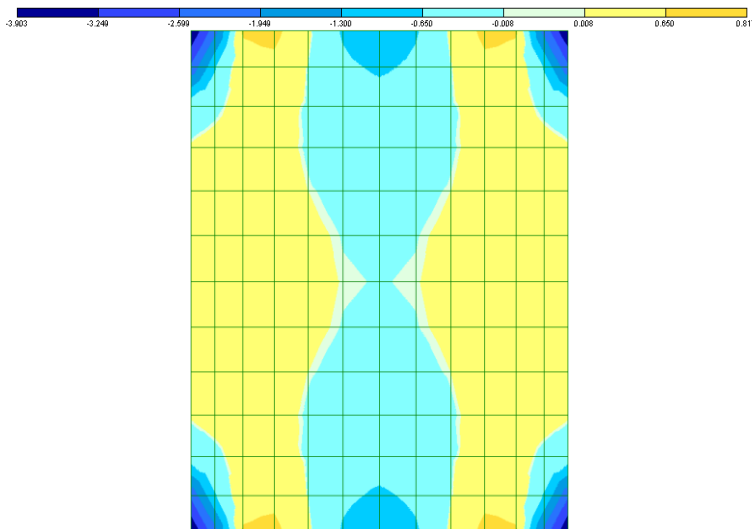


Рис.4.4. Ізополя згинаючих моментів  $M_y$ ,  $(\text{tm})/\text{м}$

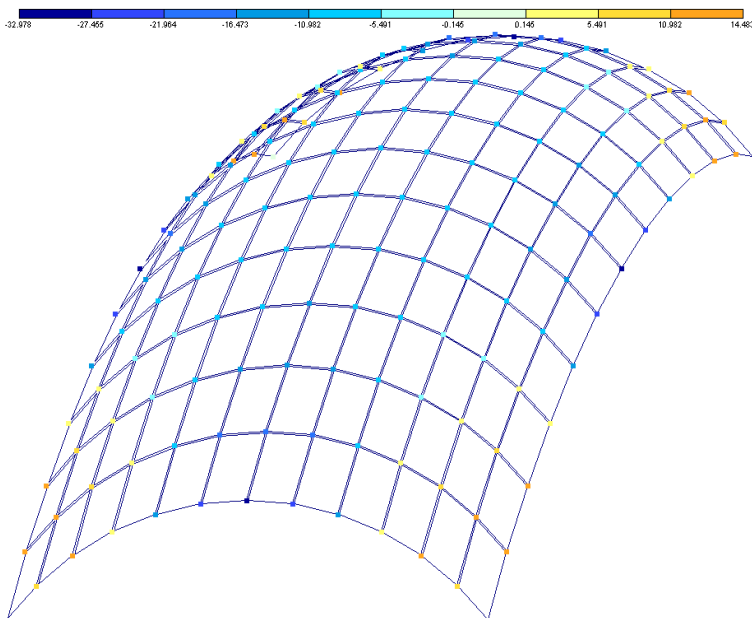


Рис.4.5. Значення прогинів  $f$ , мм

### 5. Лабораторна робота №3. Створення графічних макросів.

**Тема:** Створення графічних макросів в програмному комплексі AutoCad.

**Мета:** Ознайомлення з можливостями графічних макросів в програмному комплексі AutoCad.

**Завдання:** Необхідно створити в AutoCad макрос, який викреслює ферму з низхідними розкосами.

**Хід виконання.**

Покажемо основний програмний код мовою програмування Visual Basic for Applications.

**Private Sub CommandButton1\_Click()** ' процедура відповідної дії

' Описання змінних

**Dim lineObj As AcadLine**

**Dim startPoint(0 To 2) As Double**

```

Dim endPoint(0 To 2) As Double
Dim L, H1, H2, a, b As Double
' Далі йде блок перевірки на ввід всіх необхідних даних
If UserForm1.TextBox1 = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub
If UserForm1.TextBox2 = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub
If UserForm1.TextBox3 = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub
' Присвоєння змінним значень висот та довжини ферми
H1 = UserForm1.TextBox1
H2 = UserForm1.TextBox2
L = UserForm1.TextBox3
' Введення координат лінії нижнього поясу ферми
startPoint(0) = 0#: startPoint(1) = 0#: startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = L: endPoint(1) = 0#: endPoint(2) = 0#
' Ввід лінії нижнього поясу ферми в простір моделі
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
' Введення координат ліній крайніх стійок та вивід їх в простір моделі
startPoint(0) = 0#: startPoint(1) = 0#: startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = 0: endPoint(1) = H2: endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
startPoint(0) = L: startPoint(1) = 0#: startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = L: endPoint(1) = H2: endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
' Введення координат ліній верхнього поясу та вивід їх в простір моделі
startPoint(0) = 0: startPoint(1) = H2: startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = L / 2: endPoint(1) = H1: endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
startPoint(0) = L / 2: startPoint(1) = H1: startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = L: endPoint(1) = H2: endPoint(2) = 0#

```

```

Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
' Визначення ухилу та довжини панелі нижнього поясу
a = (H1 - H2) / (L / 2): b = L / 8
' Опис циклу для побудови ліній розкосів та стійок ферми
For i = 0 To 3
' Введення координат ліній низхідних розкосів та вивід їх в
простір моделі
startPoint(0) = i * 1 * b: startPoint(1) = H2 + a * 1 * i * b#:
startPoint(2) = 0#
endPoint(0) = b + 1 * i * b: endPoint(1) = 0#: endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
startPoint(0) = L / 2 + i * b: startPoint(1) = 0
endPoint(1) = H1 - a * b - a * i * b: endPoint(0) = 5 * b + 1 * i * b
endPoint(2) = 0: endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
' Оператор кінця циклу
Next i
' Опис циклу для побудови стійок ферми
For i = 0 To 6
If i = 3 Then H2 = H1 + 4 * a * L / 8: a = -a
startPoint(0) = b + 1 * i * b: startPoint(1) = H2 + a * b + a * 1 * i
* b#
startPoint(2) = 0#endPoint(0) = b + 1 * i * b: endPoint(1) = 0:
endPoint(2) = 0#
Set lineObj = ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(startPoint,
endPoint)
' Оператор кінця циклу
Next i
' Виконати команду зумування - показати все
ZoomAll
' Завершити роботу форми
UserForm1.hide
' Завершити роботу процедури
End Sub

```

## 6. Лабораторна робота №4. Створення незалежних програм.

**Тема:** Створення незалежних нескладних програм із перенесенням даних в інші програмні комплекси

**Мета:** Ознайомлення з можливостями обміну даних між різними програмними комплексами.

**Завдання:** Необхідно створити програмний код мовою програмування Visual Basic for Applications, з допомогою якого можна обчислити площу зварного швелера з паралельними поясами.

### Хід виконання.

Покажемо програмний код визначення площі зварного швеллера з паралельними поясами.

**Private Sub Command1\_Click()** ' процедура відповідної дії

' перевірка чи всі дані введені

**If Text1.Text = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub**

**If Text2.Text = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub**

**If Text3.Text = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub**

**If Text4.Text = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub**

**If Text5.Text = "" Then y = MsgBox("Введіть дані"): Exit Sub**

**On Error GoTo 1** ' перевірка на введення числових значень

' присвоєння змінним відповідних значень

**bn = Text2.Text \* 1**

**hn = Text3.Text \* 1**

**bc = Text4.Text \* 1**

**hc = Text5.Text \* 1**

**Naz= Text1.Text**

' визначення площі перерізу швелера

**A = 2\*bn \* hn + hc \* bc** '  $A = 2 \times b_n \times h_n + h_c \times b_c$

' вивід визначених даних у відповідних мітках

**Label20.Caption = Format(A, "###.###")**

**Exit Sub** ' вихід із процедури

**1:** ' повідомлення про ввід нечислових значень

**y = MsgBox("необхідно ввести числові значення")**

**End Sub** ' закінчення роботи процедури.

Покажемо програмний код запису визначеної площі у текстовий файл.



```

Private Sub Command2_Click() процедура відповідної дії
' перевірка чи проведено розрахунок
If Label20.Caption= "" Then y=MsgBox("Відсутні дані");Exit
Sub
' присвоєння змінним відповідних значень
Naz = Text1.Text
A = Label20.Caption * 1
' введення шляху до файлу, необхідно створити папку prog на
диску C
C = "C:\prog\"
' Відкриття текстового файлу із назвою data
Open C & "data.txt" For Append As #1
Write #1, Naz, A ' Запис даних у файл (або дописування)
Close #1 ' закриття файлу
' обнуління міток
Text1.Text = ""
Label20.Caption = ""
End Sub ' закінчення роботи процедури.

```

## 7. Лабораторна робота №5. Обробка

**експериментальних даних.**

**Тема:** Обробка експериментальних даних в наукових інформаційних системах.

**Мета:** Навчитись обробляти експериментальні дані. Встановлювати основні статистичні показники прямих регресії.

**Завдання:** Необхідно побудувати за наведеними експериментальними даними пряму регресії в одному із сучасних програмних комплексів, знайти середні та середні квадратичні відхилення, а також коефіцієнт кореляції.

Таблиця 7.1

Експериментальні дані								
	Визначені дані							
x	4,02	4,11	4,23	4,30	4,41	4,54	4,61	4,72
y	20,5	21,8	25,9	25,9	29	30,9	34,3	34,3

### Хід виконання.

Виконаємо завдання побудови лінії регресії в програмному комплексі MathCAD. Завантажимо програмний комплекс MathCAD та покажемо програмний код по знаходженню статистичних показників заданих експериментальних даних .

1. Ввід експериментальних даних

$$x := (4.02 \ 4.11 \ 4.23 \ 4.3 \ 4.41 \ 4.54 \ 4.61 \ 4.72)^T$$

$$y := (20.5 \ 21.8 \ 25.9 \ 25.9 \ 29 \ 30.9 \ 34.3 \ 34.3)^T$$

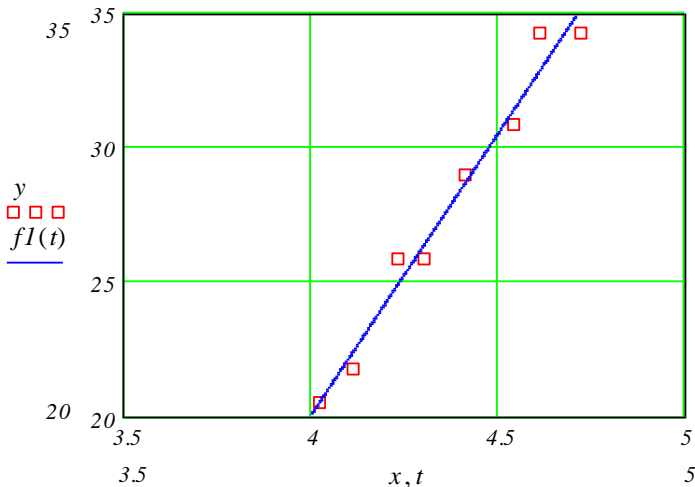
2. Визначаємо коефіцієнти рівняння регресії

$$a := \text{intercept}(x, y), \quad a = -63.855 \blacksquare$$

$$b := \text{slope}(x, y), \quad b = 20.991 \blacksquare$$

3. Будуємо графік рівняння регресії, та наносимо на нього експериментальні дані

$$f1(t) := a + b \cdot t$$



4. Визначаємо середні відхилення

$$\text{mean}(x) = 4.367 \blacksquare \text{mean}(y) = 27.825 \blacksquare$$

5. Визначаємо середні квадратичні відхилення

$$\text{stdev}(x) = 0.231 \blacksquare \text{stdev}(y) = 4.9 \blacksquare$$

6. Визначаємо коефіцієнт кореляції

$$\text{corr}(x, y) = 0.988$$

Відповідь. Середні та середні квадратичні відхилення складають:  $x_{\text{сер}}=4,367$ ;  $y_{\text{сер}}=27,825$ ;  $\sigma_x=0,231$ ;  $\sigma_y=4,9$ . Коефіцієнт кореляції дорівнює  $r_{xy}=0,988$ .

## 8. Лабораторна робота №6. Системи автоматизованого диференціювання та інтегрування.

**Тема:** Диференціювання та інтегрування з допомогою сучасних інтелектуальних систем.

**Мета:** Ознайомлення з можливостями сучасних інтелектуальних систем по розв'язку складних диференціальних та інтегральних рівнянь.

**Завдання:** Необхідно виконати розрахунок балки на пружній основі за таких даних: балка поперечним перерізом 20х30 см, виготовлена з класу бетону В15, прольотом 6 м, завантажена рівномірно розподіленим навантаженням по всій довжині, лежить на ґрунті з різним коефіцієнтом постелі на довжині від 0..3 м  $kk1=2 \text{ кгс/см}^3$ , від 3..6 м  $kk2=10 \text{ кгс/см}^3$ .

### Хід виконання.

Покажемо робоче поле програмного комплексу MathCAD.

$$E := 2 \cdot 10^{11} \quad b := 0.2 \quad h := 0.3 \quad L := 6 \quad a := 3$$

$$qq := -20000 \quad kk(x) := \begin{cases} 2 \cdot 10^7 & \text{if } 0 \leq x \leq 0 + a \\ 10 \cdot 10^7 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$J := \frac{b \cdot h^3}{12}$$

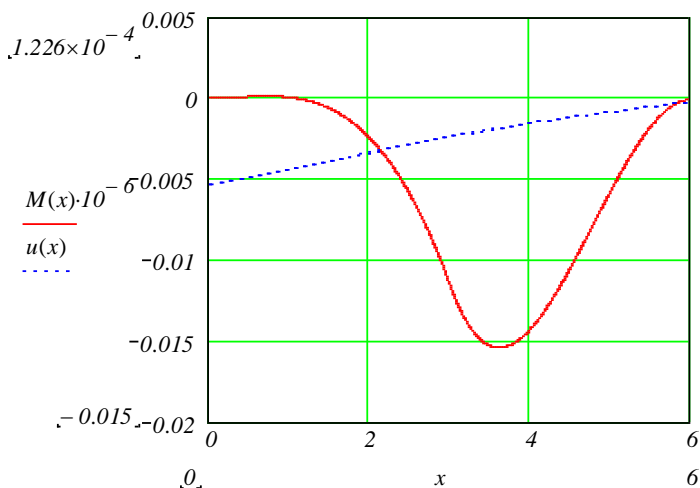
Given

$$u''''(x) + kk(x) \cdot \frac{b}{E \cdot J} \cdot u(x) = \frac{qq}{E \cdot J}$$

$$u'''(6) = 0 \quad u'''(0) = 0$$

$$u''(6) = 0 \quad u''(0) = 0$$

$$u := \text{odesolve}(x, 6, 1000) \quad M(x) := E \cdot J \cdot \frac{d^2}{dx^2} u(x) \quad Q(x) := E \cdot J \cdot \frac{d^3}{dx^3} u(x)$$



## 9. Методичне забезпечення дисципліни

1. Кочкаръов Д. В Інформаційні системи та математичні методи в наукових дослідженнях. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. 74 с
2. Методичні вказівки (03-04-017) до лабораторних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Методологія наукових досліджень**» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Міське будівництво і господарство» усіх форм навчання / Д. В. Кочкаръов, Рівне : НУВГП, 2018. 22 с.

## 10. Рекомендована література

### Базова

1. Методологія наукових досліджень : підручник / О. Г. Данильян, О. П. Дзьобань. Харків : Право, 2019. 368 с.
2. Ковальчук В. В., Моїсєєв Л. М. Основи наукових досліджень : навчальний посібник / 3-є вид., перероб. і допов. К. : ВД «Професіонал», 2005. 240 с.

3. Білуха М. Т. Основи наукових досліджень : підручник для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів / К. : Вища шк., 1997. 271 с.
4. Турчин В. М. Математична статистика : навч. посіб. К. : Видавничий центр «Академія», 1999. 240 с.
5. Метод конечных элементов: теория и численная реализация. Программный комплекс ЛИРА-Windows / Городецкий А. С., Евзеров И. Д., Стрелец-Стрелецкий Е. Б. и др. К. : Факт, 1997. С. 137.
6. Городецкий А. С., Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Интеллектуальная программная система – прогноз новых возможностей. *Системы автоматизированного проектирования объектов строительства*. К. : Будівельник, 1989. С.43–56.
7. 3DS Max 8 Reference Guide Copyright © 2005 Autodesk, Inc. All rights reserved. (документація по 3DS Max 8 англійською мовою, електронна форма).

### Допоміжна

8. Про затвердження Вимог до оформлення дисертації : наказ МОН України від 12.01.2017 №40. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/>.
9. Остапчук М. В., Рибак А. І., Ванюшкін О. С. Методологія та організація наукових досліджень : підручник. Одеса : Фенікс, 2014. 375 с.
10. Малигіна В. Д., Холодова О. Ю., Акімова Л. М. Методологія наукових досліджень : монографія. Рівне : НУВГП, 2016. 247 с.

## 11. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>
2. Законодавство України. URL: <http://www.rada.kiev.ua/>
3. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

4. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.libr.rv.ua/>
6. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44). URL: <http://cbs.rv.ua/>
7. Наукова бібліотека НУБГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>