МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

**ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ**

Методичні вказівки та завдання

до проведення практичних занять

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

Київ 2024

УДК 504

К32

Укладачі: Ю.В. Медведський, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент О.В. Адаменко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Ю.В. Медведський к. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри інженерної геодезії, протокол № 8 від 27.03.2024 року.*

Видається в авторській редакції.

**Програмні** комплекси інженерних розрахунків: методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад.: Медведський Ю.В.– Київ: КНУБА, 2024. – 48 с.

Містять зміст, порядок оформлення, приклади вирішення практичних задач з дисципліни та вихідні дані .

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

© КНУБА, 2024

Зміст

[Загальні положення 6](#_Toc185343948)

[Завдання 1. Розрахувати величини кутів трикутника, знаючи координати його вершин 7](#_Toc185343949)

[1.1. Розрахунок у Mathcad 8](#_Toc185343950)

[1.2. Розрахунок у MatLab 9](#_Toc185343951)

[1.3. Розрахунок за допомогою Python 12](#_Toc185343952)

[Завдання 2. Розрахунок неприступної відстані 14](#_Toc185343953)

[2.1. Розрахунок у Mathcad 15](#_Toc185343954)

[2.2. Розрахунок у MatLab 15](#_Toc185343955)

[2.3. Розрахунок за допомогою Python 16](#_Toc185343956)

[Завдання 3. Розрахунок перевищення 18](#_Toc185343957)

[3.1. Розрахунок у Mathcad 18](#_Toc185343958)

[3.2. Розрахунок у MatLab 19](#_Toc185343959)

[3.3. Розрахунок за допомогою Python 19](#_Toc185343960)

[Завдання 4. Вирішення прямої кутової засічки за формулами Юнга 20](#_Toc185343961)

[4.1. Розрахунок у Mathcad 20](#_Toc185343962)

[4.2. Розрахунок у MatLab 21](#_Toc185343963)

[4.3. Розрахунок за допомогою Python 21](#_Toc185343964)

[Завдання 5. Вирішення прямої кутової засічки за формулами Гауса 23](#_Toc185343965)

[5.1. Розрахунок у Mathcad 24](#_Toc185343966)

[5.2. Розрахунок у MatLab 25](#_Toc185343967)

[5.3. Розрахунок за допомогою Python 25](#_Toc185343968)

[Завдання 6. Розв'язання оберненої геодезичної задачі 27](#_Toc185343969)

[6.1. Розрахунок у Mathcad 28](#_Toc185343970)

[6.2. Розрахунок у MatLab 28](#_Toc185343971)

[6.3. Розрахунок за допомогою Python 29](#_Toc185343972)

[Завдання 7. Рішення оберненої кутової засічки за формулами Праніс-Праневича 31](#_Toc185343973)

[7.1. Розрахунок у Mathcad 31](#_Toc185343974)

[7.2. Розрахунок у MatLab 32](#_Toc185343975)

[7.3. Розрахунок за допомогою Python 32](#_Toc185343976)

[Завдання 8. Побудова поверхні за результатами топографічного знімання рельєфу 34](#_Toc185343977)

[8.1 Вирішення в Матлаб 34](#_Toc185343978)

[8.2 Розрахунок за допомогою Python 34](#_Toc185343979)

[Варіанти вихідних даних до завдань 36](#_Toc185343980)

[Список використаної літератури 47](#_Toc185343981)

# Загальні положення

Методичні вказівки охоплюють виконання практичних завдань з дисципліни "Програмні комплекси інженерних розрахунків". Загалом, у матеріалі представлено 8 основних задач, що передбачають розрахунки та моделювання геодезичних процесів за допомогою спеціалізованих програм (Mathcad, Matlab, Python).

Метою практичних робіт є закріплення і практичне опрацювання лекційного матеріалу, ознайомлення зі спеціалізованим програмним забезпеченням у вигляді програми для чисельного та символьного обчислення Mathcad, пакету прикладних програм для числового аналізу і також мови програмування Matlab, високорівневої мови програмування Python.

Робота виконується індивідуально кожним здобувачем.

Результати виконання практичних робіт подаються у вигляді архіву з файлами, що містять: файл word з відповідями у вигляді знімків екрану з результатами розрахунків у відповідності до змісту даних методичних вказівок, файли програм до відповідних завдань.

# Завдання 1. Розрахувати величини кутів трикутника, знаючи координати його вершин

Нехай трикутник задано координатами своїх вершин (рис.1). Обчислимо величини його кутів. Відповідь представимо в градусах, хвилинах, секундах та їх десятих частках.



Рис. 1. Трикутник, заданий координатами своїх вершин.

У разі коли трикутник заданий координатами своїх вершин, довжини його сторін можна визначити за формулами обчислення відстані між двома точками, заданими своїми координатами.

Для сторони AB матимемо:.

Для сторони BC матимемо: BC=

Для сторони AC матимемо:AC=.

Довжини інших сторін обчислюються аналогічно. За відомими довжинами сторін трикутника може бути розрахована його площа. Для цього можна використати формулу Герона:

, де  - півпериметр трикутника.

Подальше вирішення цієї задачі може бути засноване на використанні теореми косінусів для трикутника. Відповідно до цієї теореми: квадрат довжини однієї зі сторін трикутника дорівнює сумі квадратів довжин двох інших сторін без подвоєного добутку цих сторін на косинус кута між ними. Для сторони AB матимемо:,

для сторони BC матимемо:,

для сторони AC матимемо:

Для косінусів кутів матимемо:

, 

Для самих кутів матимемо формули:

,,

Трикутник заданий координатами своїх вершин.

Таблиця 1. Вихідні дані для завдання знаходження величин кутів трикутника

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | y1 | x2 | y2 | x3 | y3 |
| -4 | 1 | 5 | 2 | 10 | 5 |

**1.1. Розрахунок у Mathcad**

Розглянемо рішення прикладу для розрахунку кутів трикутника за допомогою програми MathCad. Запустимо систему MathCad. Виходитимемо з того, що координати вершин трикутника задані. Задаватимемо їх за допомогою операції привласнення у робочому полі вікна програми. Для координат вершин це можна зробити за допомогою конструкцій     . Для набору знака := скористайтеся кнопкою := з панелі Арифметика. При цьому координатам слід надавати значення координат точок. Для координат решти вершин x2, y2, x3, y3 необхідно надходити аналогічним чином.

Після введення координат необхідно виконати обчислення квадратів сторін та самих сторін. Це можна зробити за допомогою конструкцій:







  

Тут операція зведення квадрат оформляється з використанням кнопкиз панелі Арифметика. Потім слід обчислити величину кута в градусах із частками:







З величин кутів у градусах та частках необхідно виділити градуси, хвилини та секунди з частками. Для цього слід скористатися конструкціями:

;;

;;

;;

де Cg – градуси кута,

Cm- хвилини кута,

Cs- секунди кута,

trunc – функція взяття цілої частини числа (відкидання дробової частини),

round – функція заокруглення з точністю до одного знака після коми.

Таким чином, весь обчислювальний код матиме вигляд:



Рис.2. Варіант вирішення завдання 1

## 1.2. Розрахунок у MatLab

Найперша дія в програмі має бути очищення екрана від попередніх написів. Це робиться оператором CLC. Потім потрібно прочитати вихідні значення координат. Для координат вершин це можна зробити за допомогою конструкцій:

x1=input('x1->'); y1=input('y1->');

x2=input('x2->'); y2=input('y2->');

x3=input('x3->'); y3=input('y3->')

Після введення координат необхідно виконати обчислення квадратів сторін та самих сторін. Це можна зробити за допомогою конструкцій:

ab2=(x2-x1)^2+(y2-y1)^2;

ab = sqrt (ab2);

bc2=(x3-x2)^2+(y3-y2)^2; bc = sqrt (bc2);

ac2=(x3-x1)^2+(y3-y1)^2; ac=sqrt(ac2)

Потім слід обчислити величини кутів у градусах із частками:

c=(180/pi)\*acos((bc2+ac2-ab2)/(2\*bc\*ac));

b=(180/pi)\*acos((ab2+bc2-ac2)/(2\*ab\*bc));

a=(180/pi)\*acos((ac2+ab2-bc2)/(2\*ac\*ab))

З величин кутів у градусах із частками необхідно виділити градуси, хвилини та секунди з частками. Для цього слід скористатися конструкціями:

cg=fix(c); cm=fix((c-cg)\*60); csec=(c-(cg+cm/60))\*3600;

bg = fix (b); bm = fix ((b-bg) \* 60); bsec=(b-(bg+bm/60))\*3600;

ag=fix(a); am = fix ((a-ag) \* 60); asec=(a-(ag+am/60))\*3600

Після останніх обчислень слід видати результат на екран. Це можна зробити, вказавши ім'я змінної, в якій зберігається відповідна величина, що обчислюється, наприклад, cg. Для виведення інших значень слід чинити аналогічно. Крім такого способу виведення обчислених значень можливий ще такий, коли після обчислення не ставиться крапка з комою. Це означає, що відповідне обчислене значення буде видане на екран.

Таким чином, весь обчислювальний код матиме вигляд:

|  |
| --- |
| ##Очищення вікна команд, змінних та закриття графіківclc, clear, close all##Введення вихідних даних з клавіатури в процесі вирішення задачі##x1=input('введіть координату х1 ->');##x2=input('введіть координату х2 ->'); ##x3=input('введіть координату х3 ->'); ##y1=input('введіть координату y1 ->'); ##y2=input('введіть координату y2 ->'); ##y3=input('введіть координату y3 ->'); ##Або введення вихідних даних у вигляді змінних з присвоєнням значень.x1 = -4;x2 = 5;x3 = 10;y1 = 1;y2 = 2;y3 = 5;##Розрахунок довжин сторін трикутникаAB = sqrt((x2 - x1)^2 +(y2 -y1)^2);BC = sqrt((x3 - x2)^2 +(y3 -y2)^2);AC = sqrt((x3 - x1)^2 +(y3 -y1)^2);##Розрахунок дирекційних кутівa1 = (AB^2 + AC^2 - BC^2)/(2 \* AB \* AC);b1 = (AB^2 + BC^2 - AC^2)/(2 \* AB \* BC);c1 = (BC^2 + AC^2 - AB^2)/(2 \* BC \* AC);a = (180 / pi)\* acos(a1)b = (180 / pi)\* acos(b1)c = (180 / pi)\* acos(c1)##Виділення хвилин та секунд із десяткових градусівa\_g = fix(a);a\_m = fix((a - a\_g)\*60);a\_s = (a - (a\_g + a\_m/60))\*3600;display('Кут А ='), display([a\_g, a\_m, a\_s]) ##Виведення інформації про кут Аb\_g = fix(b);b\_m = fix((b - b\_g)\*60);b\_s = (b - (b\_g + b\_m/60))\*3600;display('Кут B ='), display([b\_g, b\_m, b\_s]) ##Виведення інформації про кут Bc\_g = fix(c);c\_m = fix((c - c\_g)\*60);c\_s = (c - (c\_g + c\_m/60))\*3600;display('Кут А ='), display([c\_g, c\_m, c\_s]) ##Виведення інформації про кут C##ПеревіркаSumm = a + b + cDelta = Summ – 180 |

## 1.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy#Вводим вихідні дані:x1 = -10y1 = 5x2 = -8y2 = 2x3 = -9y3 = -20print(x1,x2,x3,y1,y2,y3)-10 -8 -9 5 2 -20##Розрахунок довжин сторін трикутникаAB = math.sqrt((x2 - x1)\*\*2 + (y2 - y1)\*\*2)BC = math.sqrt((x3 - x2)\*\*2 + (y3 - y2)\*\*2)AC = math.sqrt((x3 - x1)\*\*2 + (y3 - y1)\*\*2)print(AB,AC,BC)3.605551275463989 25.019992006393608 22.02271554554524##Розрахунок дирекційних кутів:a1 = (AB\*\*2 + AC\*\*2 - BC\*\*2) / (2 \* AB \* AC)b1 = (AB\*\*2 + BC\*\*2 - AC\*\*2) / (2 \* AB \* BC)c1 = (BC\*\*2 + AC\*\*2 - AB\*\*2) / (2 \* BC \* AC)print(a1,b1,c1)0.8535557305219773 -0.8060044294945224 0.9963554679781087[5]: a = (180 / math.pi) \* math.acos(a1)b = (180 / math.pi) \* math.acos(b1)c = (180 / math.pi) \* math.acos(c1)print(a,b,c)31.399457483341227 143.70737027152046 4.89317224513828##Виділення хвилин та секунд із десяткових градусівa\_g = numpy.fix(a)a\_m = numpy.fix((a - a\_g) \* 60)a\_s = (a - (a\_g + a\_m / 60)) \* 3600print(a\_g,a\_m,a\_s)##Виведення інформації про кут A31.0 23.0 58.04694002841728##Виведення інформації про кут Bb\_g = numpy.fix(b)b\_m = numpy.fix((b - b\_g) \* 60)b\_s = (b - (b\_g + b\_m / 60)) \* 3600print(b\_g,b\_m,b\_s)##ПеревіркаSumm = a + b + cDelta = Summ - 180print(Summ,Delta) |

# Завдання 2. Розрахунок неприступної відстані

Нехай необхідно обчислити відстань від точки А до точки В, між якими є неприступна перешкода (рис. 2).



Ріс. 2. Схема для обчислення неприступної відстані.

Припустимо, що ми маємо дані вимірювань, згідно з якими відомі відстані АС1, АС2і т.д. (бази), кути,і т.д. і кутиі т.д.

Для того, щоб зробити обчислення запишемо теорему синусів для трикутника АВС1:



З цієї формули висловимо АВ:



Якщо в нашому розпорядженні буде чотири комплекти вимірювань, то як найточніше значення АВ слід вибрати середнє значення, обчислене за чотирма значеннями:



Вихідні дані:

Таблиця 2. Вихідні дані для розрахунку неприступної відстані

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | AC |  |  |
| г | хв | г | хв |
| 1 | 204,66 | 88 | 27 | 48 | 21 |
| 2 | 165,49 | 88 | 23 | 54 | 31 |
| 3 | 175,96 | 87 | 50 | 53 | 7 |
| 4 | 240,53 | 82 | 46 | 46 | 13 |

* 1. **Розрахунок у Mathcad**

Вирішення завдання на обчислення неприступної відстані MathCad можна зробити з використанням наступної послідовності дій:

Введення базисів

AC1:=204.66 AC2:=165.49 AC3:=175.96 AC4:=240.53

1. Введення першого та другого кута та переведення в радіани.

   

   

1. Розрахунок відстаней

 

 

1. Обчислення відповіді



AB=223.399 Після заокруглення AB=223.4

## 2.2. Розрахунок у MatLab

Вирішення завдання на обчислення неприступної відстані в MatLab можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| clc, clear, close all##Вводимо вихідні даніac1 = 204.66;ac2 = 165.49;ac3 = 175.96;ac4 = 240.53;delt1 = 88 + 27/60;delt2 = 88 + 23/60;delt3 = 87 + 50/60;delt4 = 82 + 46/60;beta1 = 48 + 21/60;beta2 = 54 + 31/60;beta3 = 53 + 7/60;beta4 = 46 + 13/60;##Розрахунок синусівsin11 = sin(beta1 \* pi/180);sin12 = sin((180 - delt1 - beta1)\* pi/180);AB1 = ac1 \* sin11 / sin12sin21 = sin(beta2 \* pi/180);sin22 = sin((180 - delt2 - beta2)\* pi/180);AB2 = ac2 \* sin21 / sin22sin31 = sin(beta3 \* pi/180);sin32 = sin((180 - delt3 - beta3)\* pi/180);AB3 = ac3 \* sin31 / sin32sin41 = sin(beta4 \* pi/180);sin42 = sin((180 - delt4 - beta4)\* pi/180);AB4 = ac4 \* sin41 / sin42##Знаходимо середнє значенняAB = (AB1 + AB2 + AB3 + AB4) / 4ABAB1 = 223.40, AB2 = 223.40, AB3 = 223.40, AB4 = 223.40AB = 223.40 |

## 2.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy##Вводимо вихідні даніac1 = 271.3222ac2 = 261.2045ac3 = 295.9139ac4 = 305.3114delt1 = 73 + 52/60delt2 = 74 + 57/60delt3 = 77 + 8/60delt4 = 83 + 54/60beta1 = 49 + 45/60beta2 = 50 + 42/60beta3 = 45 + 13/60beta4 = 41 + 33/60print(delt1,delt2,delt3,delt4,beta1,beta2,beta3,beta4)##Розрахунок синусівsin11 = math.sin(beta1 \* math.pi/180);sin12 = math.sin((180 - delt1 - beta1)\* math.pi/180);AB1 = ac1 \* sin11 / sin12print(sin11,sin12,AB1)sin21 = math.sin(beta2 \* math.pi/180);sin22 = math.sin((180 - delt2 - beta2)\* math.pi/180);AB2 = ac2 \* sin21 / sin22print(sin21,sin22,AB2)sin31 = math.sin(beta3 \* math.pi/180);sin32 = math.sin((180 - delt3 - beta3)\* math.pi/180);AB3 = ac3 \* sin31 / sin32print(sin31,sin32,AB3)sin41 = math.sin(beta4 \* math.pi/180);sin42 = math.sin((180 - delt4 - beta4)\* math.pi/180);AB4 = ac4 \* sin41 / sin42print(sin41,sin42,AB4)##Знаходимо середнє значенняAB = (AB1 + AB2 + AB3 + AB4) / 4print(AB) |

# Завдання 3. Розрахунок перевищення

Нехай дані результати вимірювань (рис. 3), проведених за допомогою геодезичних приладів.



Рис. 3. Схема для обчислення перевищення

Для того щоб визначити перевищення точки 1 над точкою 2 необхідно за допомогою приладу, розташованого на висоті над поверхнею землі i1, встановленого в точці 1, виміряти кут ν 1-2 між горизонтальною площиною та напрямком на верхній край рейки, довжиною V2, та встановленою вертикально у точці 2. Крім цього у розпорядженні обчислювача є відстань S1-2. Таким чином, для обчислення h1-2 необхідно виходити з популярності: відстані S1-2, кута 1-2, висот i1 і V2. Крім величини відстані S1-2, вираженого в метрах, потрібна величина Sкм. Це та сама величина, але виражена в кілометрах (Sкм=S1-2/1000). Розрахунок проводиться за формулою:

.

Вихідні дані:

Таблиця 3. Вихідні дані до розрахунку перевищення

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | i |  | ν |  |
| ֯ | ‘ |
| 16 | 1.09 | 2464.70 | -2 | -45.0 | 4 |

## 3.1. Розрахунок у Mathcad

Вирішення завдання на обчислення перевищення MathCad можна зробити з використанням наступного коду:

  







## 3.2. Розрахунок у MatLab

Вирішення завдання на обчислення перевищення в MatLab можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| ##Очищення вікна команд, змінних та закриття графіківclc, clear, close all##Вводимо вихідні даніi1 = 1.09s12 = 2464.70nu = - (2 + 45 / 60)V2 = 4##Розрахунок перевищенняh12 = s12 \* tan (nu \* pi / 180) + i1 - V2 + 0.0675 \* (s12 / 1000)^2h12 = -120.89 м |

## 3.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy##Вводимо вихідні даніi1 = 1.8s12 = 2664nu = (6 + 56 / 60)V2 = 0.82print(i1,s12,nu,V2)##Розрахунок перевищенняh12 = s12 \* math.tan (nu \* math.pi / 180) + i1 - V2 + 0.0675 \* (s12 / 1000)\*\*2print(h12) |

# Завдання 4. Вирішення прямої кутової засічки за формулами Юнга

Розглянемо розрахунок координат віддаленої точки за формулами Юнга. Дані точки 1 та 2 з координатами x1, y1 та x2, y2, відповідно. Крім цього за допомогою кутомірного інструменту виміряно два кути  і (Рис. 4).

При вирішенні геодезичних завдань на відміну загальноприйнятих обчислень передбачається, що осі координат ох і оу переставлені місцями (див. рис.1).



Рис. 4. Розрахунок координат за формулами Юнга.

Розрахунок координат точки Р можна виконати за формулами:





Вихідні дані:



## 4.1. Розрахунок у Mathcad

Розв'язання задачі обчислення координат віддаленої точки за формулами Юнга можна зробити з використанням наступного коду:











Функції ctg(β) у Mathcad немає, тому ми замінюємо ctg(β) на 1/tan(β) .

## 4.2. Розрахунок у MatLab

Розв'язання задачі обчислення координат точки за формулами Юнга можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| ##Очищення вікна команд, змінних та закриття графіківclc, clear, close all##Вводимо вихідні даніx1 = 35;y1 = 72;x2 = 94;y2 =69;beta1 = 19 + 32/60 + 53.0/3600;beta2 = 31 + 17/60 + 33/3600;##Рохзрахунок котангенсів кутів бетаctg1 = 1 / tan(beta1 \* pi / 180);ctg2 = 1 / tan(beta2 \* pi / 180);##Розрахунок координат невідомої точки Рxp = (x1 \* ctg2 + x2 \* ctg1 - y1 + y2) / (ctg1 + ctg2)yp = (y1 \* ctg2 + y2 \* ctg1 - x2 + x1) / (ctg1 + ctg2)P = [xp,yp] |

## 4.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy#Вводим вихідні дані:x1 = 67y1 = 63x2 = 27y2 = 51b1g = 32b1m = 11b1s = 38b2g = 44b2m = 15b2s = 26b1 = b1g + b1m / 60 + b1s / 3600b2 = b2g + b2m / 60 + b2s / 3600b1 = b1 \* math.pi/180b2 = b2 \* math.pi/180print(b1,b2)xp = (x1 \* math.cos (b2) / math.sin (b2) + x2 \* math.cos(b1) / math.sin (b1) - y1 + y2) / (math.cos(b1) / math.sin(b1) + math.cos(b2) / math.sin(b2))yp = (y1 \* math.cos (b2) / math.sin (b2) + y2 \* math.cos(b1) / math.sin (b1) + x1 - x2) / (math.cos(b1) / math.sin(b1) + math.cos(b2) / math.sin(b2))print(xp,yp) |

# Завдання 5. Вирішення прямої кутової засічки за формулами Гауса

Задача передбачає визначення координат пункту спостереженням його з двох пунктів з відомими координатами, між якими не має взаємної видимості (рис. 5).

|  |
| --- |
| http://www.geoguide.com.ua/survey/geod/geod021/image021.gifРисунок 5. Схема прямої засічки - метод Гаусса |

***Відомі:*** (*x*А, *y*А), (*x*Б, *y*Б)

***Визначені в ході вимірювань:*** αА, βА, αБ, βБ

***Знайти:*** (*x*Р, *y*Р)

***Рішення:***

1. Позначимо напрямки на з пунктів **А** та **Б** на пункт **Р**, як *АР* та *БР*:

 ;

 .

2. Складаємо рівняння для координати у пункту **Р**:

 ;

 .

3. Віднімаючи з першого рівняння друге маємо формули для визначення координат пункту, що спостерігається з точок **А** та **Б**:

 ;

.

Таблиця 4. Вихідні дані для вирішення прямої кутової засічки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | xa | ya | xb | yb | αap | αbp |
| г | м | г | м |
| 16 | 48 | 50 | 52 | 51 | 34 | 58 | **129** | 27 |

* 1. **Розрахунок у Mathcad**

Розглянемо рішення прикладу для прямого кутового засікання за формулами Гауса за допомогою програми MathCad. Запустимо систему MathCad. Виходитимемо з того, що координати точок задані. Задаватимемо їх за допомогою операції привласнення у робочому полі вікна програми. Для координат точок це можна зробити за допомогою конструкцій  .Для набору знака:= скористайтеся кнопкою := з панелі Арифметика. Потім слід обчислити величину кута в градусах із частками:

 

Множник  необхідний для переведення із градусів у радіани. Потім ми вводимо формули для розрахунку прямої кутової засічки:





Для виведення значень користуємося знаком “=”.



Таким чином, весь обчислювальний код матиме вигляд:

   

 







Альтернативний варіант розрахунку:



* 1. **Розрахунок у MatLab**

Розв'язання задачі обчислення координат точки за формулами Гауса можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| ##Очищення вікна команд, змінних та закриття графіківclc, clear, close all##Вводимо вихідні даніx1 = 48;x2 = 52 ;y1 = 50;y2 = 51;##Вводимо кут альфа в десяткових градусахalfa1 = 34 + 58 / 60;alfa2 = 309 + 27 / 60; ##Розрахунок тангенсівtg1 = tan (alfa1 \* pi / 180)tg2 = tan (alfa2 \* pi / 180)deltaTag = tg1 - tg2 ##Розрахунок координатXp = (x1 \* tg1 -x2 \* tg2 + y2 -y1) / deltaTagYp = y1 + (Xp -x1) \* tg1alfa1 = 34.967alfa2 = 309.45Xp = 51.061Yp = 52.141 |

## 5.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy##Вводимо вихідні даніx1 = 182x2 = 165y1 = 72y2 = 118##Вводимо кут альфа в десяткових градусахalfa1 = 219 + 48/60 + 36/3600 alfa2 = 250 + 10/60 + 48/3600print(alfa1,alfa2)##Розрахунок тангенсів:tg1 = math.tan(alfa1 \* math.pi / 180)tg2 = math.tan(alfa2 \* math.pi / 180)deltaTag = tg1 - tg2print(tg1,tg2,deltaTag)##Розрахунок координат:Xp = (x1 \* tg1 - x2 \* tg2 + y2 - y1) / deltaTagYp = y1 + (Xp - x1) \* tg1 print(Xp,Yp) |

# Завдання 6. Розв'язання оберненої геодезичної задачі

Оберненою задачею в геодезії називають задачу визначення по відомих координатах двох точок відстані між ними та взаємних дирекційних кутів (рис. 6).



Рис.6. Схема оберненої геодезичної задачі

***Відомі:*** *x*1*, y*1*, x*2*, y*2*,*

***Знайти:*** *d, α*12*, α*21

***Рішення:***

1. Визначаємо відстань між двома точками:



2. Визначаємо румб з першої точки на другу:



1. Від румба **r** переходимо до дирекційного кута **α**

|  |  |
| --- | --- |
|  | I чверть. α = r∆y > 0, ∆x > 0 |
| II чверть. α = 180 – r∆y > 0, ∆x < 0 |
| III чверть. α = 180 + r∆y < 0, ∆x < 0 |
| IV чверть. α = 360 – r∆y < 0, ∆x > 0 |

4. Визначаємо значення кута зворотнього напрямку:



Таблиця 5. Вихідні дані для вирішення ОГЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1,75 | 8,40 | 7,14 | 7,57 |

## 6.1. Розрахунок у Mathcad

При розрахунку оберненої геодезичної задачі потрібно спланувати алгоритм вирішення переходу від румба до дирекційного кута (рис.7)



Рис. 7. Алгоритм вибору формули переходу від румба до дирекційного кута.

Таким чином, весь обчислювальний код матиме вигляд:



**6.2. Розрахунок у MatLab**

Вирішення оберненої геодезичної задачі за допомогою MatLab можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| clc, clear, close all##Імпорт координатx1 = 1.75;x2 = 7.14;y1 = 8.40;y2 = 7.57;##Розрахунок різниць координатdx\_21 = x2 - x1; ## розрахунок dxdy\_21 = y2 - y1;##Розрахунок румбаr12 = atan(abs(dy\_21 / dx\_21)) \* 180 / pi; ## функція abs використана для виключення від’ємних значень, 180/pi для переходу від радіан в градуси##Визначення дирекційного кутаif dy\_21 > 0 && dx\_21 > 0alpha12 = r12;  elseif dy\_21 > 0 && dx\_21 < 0alpha12 = 180 - r12; elseif dy\_21 < 0 && dx\_21 > 0alpha12 = 360 - r12; elsealpha12 = 180 + r12;endif##Розрахунок відстанейS12 = sqrt(dx\_21^2 + dy\_21^2) |

## 6.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy##Імпорт координатx1 = 164x2 = 26y1 = 285y2 = 30##Розрахунок різниць координатdx\_21 = x2 - x1dy\_21 = y2 - y1print(dx\_21,dy\_21)##Розрахунок румбаr12 = math.atan(abs(dy\_21 / dx\_21)) \* 180 / math.piprint(r12)if dy\_21 > 0 and dx\_21 > 0: alpha12 = r12elif dy\_21 > 0 and dx\_21 < 0: alpha12 = 180 - r12elif dy\_21 < 0 and dx\_21 > 0: alpha12 = 360 - r12else: alpha12 = 180 + r12print(r12)##Розрахунок відстанейS12 = math.sqrt(dx\_21\*\*2 + dy\_21\*\*2)print(S12) |

# Завдання 7. Рішення оберненої кутової засічки за формулами Праніс-Праневича

Завдання ставиться так, що потрібно обчислити координати точки Р за координатами трьох заданих точок та двома кутами (рис. 8).



Рис. 8. Схема для обчислення за формулами Праніс-Праневича.

Розрахунок невідомих координат точки Р може бути зроблений за формулами Праніс-Праневича:



N=;

 

Таблиця 6. Вихідні дані для знаходження оберненої кутової засічки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | α | β |
| ֯ | ‘ | ֯ | ‘ |
| 2,51 | 1,46 | 0,82 | 3,98 | 2,04 | 7,24 | 20 | 3,7 | 18 | 26.5 |

## 7.1. Розрахунок у Mathcad

Рішення зворотного кутового засікання за формулами Праніс-Праневича можна зробити з використанням наступного коду:

     

 

 









 

 

**7.2. Розрахунок у MatLab**

Рішення оберненої кутової засічки за формулами Праніс-Праневича можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| clc, clear, close all##Введення вихідних данихx1 = 2.51;y1 = 1.46;x2 = 0.82;y2 = 3.98;x3 = 2.04;y3 = 7.24;alf = 20 + 3.7/60;bet = 18 + 26.5/60;##Ввеедення додаткових зміннихctng\_alf = 1 / tan(alf \* pi/180);ctng\_bet = 1 / tan(bet \* pi/180);dx21 = x2 - x1;dx32 = x3 - x2;dy21 = y2 - y1;dy32 = y3 - y2;##Розрахунок тангенса Q та NtgQ = (dy21 \* ctng\_alf - dy32 \* ctng\_bet + x1 - x3)/(dx21 \* ctng\_alf - dx32 \* ctng\_bet - y1 + y3);N = dy21 \* (ctng\_alf - tgQ) - dx21 \* (1 + ctng\_alf \* tgQ);##Знаходження приростів координатDx = N / (1 + tgQ^2)Dy = Dx \* tgQ##Розрахунок кінцевих координатxp = x2 + Dxyp = y2 + Dy |

## 7.3. Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| import mathimport numpy##Введення вихідних данихx1 = 65y1 = 52x2 = 120y2 = 38x3 = 101y3 = 129alf = 59 + 56/60bet = 0 + 27/60print(alf,bet)##Ввеедення додаткових зміннихctng\_alf = 1 / math.tan(alf \* math.pi/180)ctng\_bet = 1 / math.tan(bet \* math.pi/180)dx21 = x2 - x1dx32 = x3 - x2dy21 = y2 - y1dy32 = y3 - y2print(ctng\_alf,ctng\_bet,dx21,dx32,dy21,dy32)##Розрахунок тангенса Q та NtgQ = (dy21 \* ctng\_alf - dy32 \* ctng\_bet + x1 - x3)/(dx21 \* ctng\_alf - dx32 \* ctng\_bet - y1 + y3)N = dy21 \* (ctng\_alf - tgQ) - dx21 \* (1 + ctng\_alf \* tgQ)print(tgQ,N) |

# Завдання 8. Побудова поверхні за результатами топографічного знімання рельєфу

## 8.1 Вирішення в Матлаб

Вирішення даної задачі засобами Octave можна зробити з використанням наступної послідовності операторів:

|  |
| --- |
| clc, clear, close all##Імпорт данихM = dlmread('practik8.txt', ','); ## зчитування файла в матрицю, роздільний знак комаx = M(:,1); ## створення матриці значень xy = M(:,2); ## створення матриці значень yz = M(:,3); ## створення матриці значень z##Побудова грід моделі[xx,yy] = meshgrid (min(x):5:max(x),min(y):5:max(y));zz = griddata (x, y, z, xx, yy);##Побудова поверхоньfigure(1)mesh (xx, yy, zz);figure(2)surf (xx, yy, zz);figure(3)surfl (xx, yy, zz);figure(4)surfc (xx, yy, zz);figure(5)contour (xx, yy, zz); |

## 8.2 Розрахунок за допомогою Python

|  |
| --- |
| ## Імпорт бібліотеки numpy та додаткових модулів для побудови зображеньimport numpy as npimport matplotlib.pyplot as pltfrom mpl\_toolkits.mplot3d import Axes3D## Jupyter Notebook не відображає графіки викликаних функцій автоматично. Для того, щоб графік відображався в Jupyter Notebook, потрібно використовувати спеціальну магічну команду %matplotlib inline перед викликом функції plot() або show()%matplotlib inline## Імпорт даних з текстового файлу з вказанням роздільника даних (параметр delimiter)data = np.loadtxt('name.txt', skiprows = 0, delimiter = ',', dtype = 'f' ) ## Створення векторів даних для кожної координати за допомогою масивів даних numpyx = data[:,0]y = data[:,1]z = data[:,2]## Побудова поверхні та виведення на екранfig = plt.figure()ax = fig.add\_subplot(111, projection='3d')ax.plot\_trisurf(x, y, z, cmap='viridis')plt.show()## Збереження графіка уфайл на ПКplt.savefig('surface\_plot.png', dpi=300, bbox\_inches='tight') |

**Варіанти вихідних даних до завдань**

**Завдання 1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **x1** | **y1** | **x2** | **y2** | **x3** | **y3** |
| **1** | 3 | 6 | -3 | 3 | -2 | -8 |
| **2** | 13 | 4 | -19 | -6 | -8 | 13 |
| **3** | 2 | 11 | 8 | 3 | -1 | -6 |
| **4** | -3 | -10 | -1 | -1 | 12 | 6 |
| **5** | -2 | 9 | 11 | 17 | 2 | 7 |
| **6** | 2 | 12 | -12 | -17 | 12 | -2 |
| **7** | 7 | -18 | 7 | 16 | -18 | 3 |
| **8** | 8 | 15 | -16 | 4 | -20 | 1 |
| **9** | 13 | 4 | -2 | -18 | -13 | -9 |
| **10** | 20 | -5 | -3 | 15 | -12 | -17 |
| **11** | 5 | -2 | -4 | -8 | -13 | -5 |
| **12** | -15 | -18 | -19 | -9 | -18 | -7 |
| **13** | -10 | -6 | 3 | -19 | 11 | -5 |
| **14** | 6 | -17 | -3 | 11 | -18 | -17 |
| **15** | 16 | -5 | -10 | 13 | -9 | -6 |
| **16** | -7 | -6 | 2 | -16 | -9 | 4 |
| **17** | 10 | -19 | 6 | 7 | -10 | -17 |
| **18** | -6 | -12 | 13 | 5 | 11 | -18 |
| **19** | -7 | 2 | 15 | 5 | -2 | -17 |
| **20** | -4 | 8 | -19 | -6 | 6 | -8 |
| **21** | -5 | 15 | 16 | 16 | 3 | -16 |
| **22** | -3 | 19 | 16 | 9 | 3 | 14 |
| **23** | -19 | 17 | -18 | -3 | 4 | -17 |
| **24** | 3 | 20 | -4 | -4 | 3 | 0 |
| **25** | -7 | 20 | -6 | 6 | -20 | 1 |
| **26** | 4 | -15 | -6 | -2 | 13 | -20 |
| **27** | -14 | -17 | 6 | -3 | 1 | 18 |
| **28** | 8 | 10 | 2 | 4 | 10 | 15 |
| **29** | -10 | 8 | -1 | 8 | -11 | -11 |
| **30** | 1 | 20 | -15 | -2 | 9 | 5 |
| **31** | -18 | 8 | 6 | 19 | 10 | -11 |
| **32** | 7 | 10 | -15 | -9 | 12 | -20 |
| **33** | 17 | 6 | -17 | 4 | -9 | 8 |
| **34** | -9 | 18 | -8 | 8 | -14 | -9 |
| **35** | -13 | 5 | -18 | -8 | -13 | 3 |
| **36** | -10 | -3 | 6 | -7 | -6 | 17 |
| **37** | -16 | 9 | -2 | 19 | -10 | 7 |
| **38** | -9 | 15 | 10 | -1 | -12 | -2 |
| **39** | 2 | -4 | -4 | -10 | 17 | 2 |
| **40** | -10 | 5 | -8 | 2 | -9 | -20 |
| **41** | 13 | 17 | -19 | 9 | 0 | -10 |
| **42** | 11 | -20 | -7 | -16 | -6 | -1 |
| **43** | 7 | 10 | 8 | 4 | 15 | -7 |
| **44** | 12 | 15 | 12 | 1 | -15 | 19 |
| **45** | -6 | -20 | 15 | 15 | 11 | -18 |
| **46** | -10 | 7 | 12 | 19 | 15 | -6 |
| **47** | -2 | 20 | 18 | 2 | 17 | 5 |
| **48** | -5 | -1 | -8 | -8 | 10 | -8 |
| **49** | -10 | -6 | -2 | 19 | 4 | -15 |

**Завдання 2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№вар** | **№** | **AC** | **δ** | **β** |
| **г** | **хв** | **г** | **хв** |
| 1 | 1 | 148 | 80 | 2 | 40 | 2 |
| 2 | 56.88 | 66 | 45 | 82 | 27 |
| 3 | 25.25 | 78 | 6 | 88 | 38 |
| 4 | 33.81 | 75 | 30 | 86 | 38 |
| 2 | 1 | 201.55 | 84 | 52 | 44 | 50 |
| 2 | 237.14 | 87 | 26 | 38 | 52 |
| 3 | 205.83 | 77 | 31 | 47 | 23 |
| 4 | 207.54 | 65 | 34 | 52 | 3 |
| 3 | 1 | 301.034 | 76 | 32 | 46 | 40 |
| 2 | 295.9376 | 68 | 29 | 50 | 36 |
| 3 | 300.6676 | 75 | 26 | 47 | 10 |
| 4 | 262.6167 | 73 | 5 | 53 | 19 |
| 4 | 1 | 276.2628 | 70 | 59 | 48 | 0 |
| 2 | 332.7212 | 66 | 26 | 42 | 0 |
| 3 | 386.626 | 65 | 56 | 36 | 23 |
| 4 | 352.8772 | 80 | 35 | 36 | 22 |
| 5 | 1 | 246.0587 | 69 | 21 | 51 | 34 |
| 2 | 309.8644 | 71 | 30 | 41 | 46 |
| 3 | 201.852 | 82 | 3 | 52 | 29 |
| 4 | 217.4109 | 88 | 45 | 46 | 35 |
| 6 | 1 | 312.8354 | 70 | 49 | 45 | 19 |
| 2 | 359.7261 | 85 | 59 | 35 | 49 |
| 3 | 401.1988 | 75 | 23 | 35 | 17 |
| 4 | 326.9997 | 86 | 7 | 38 | 32 |
| 7 | 1 | 395.4425 | 72 | 48 | 39 | 5 |
| 2 | 332.351 | 75 | 25 | 44 | 29 |
| 3 | 273.5673 | 71 | 19 | 53 | 37 |
| 4 | 347.9433 | 66 | 33 | 45 | 39 |
| 8 | 1 | 270.4016 | 80 | 32 | 53 | 12 |
| 2 | 334.0698 | 69 | 47 | 50 | 39 |
| 3 | 333.493 | 65 | 41 | 52 | 26 |
| 4 | 363.4715 | 70 | 15 | 47 | 5 |
| 9 | 1 | 239.7504 | 75 | 24 | 52 | 8 |
| 2 | 277.82 | 80 | 20 | 44 | 42 |
| 3 | 224.1472 | 79 | 20 | 52 | 30 |
| 4 | 206.2228 | 78 | 59 | 55 | 34 |
| 10 | 1 | 293.3596 | 71 | 6 | 55 | 50 |
| 2 | 417.591 | 80 | 48 | 39 | 5 |
| 3 | 420.3333 | 73 | 18 | 41 | 8 |
| 4 | 283.6884 | 74 | 3 | 55 | 34 |
| 11 | 1 | 297.3977 | 87 | 37 | 44 | 8 |
| 2 | 310.8179 | 79 | 21 | 46 | 27 |
| 3 | 254.2127 | 84 | 56 | 50 | 17 |
| 4 | 333.4821 | 76 | 56 | 44 | 59 |
| 12 | 1 | 314.0075 | 71 | 22 | 50 | 33 |
| 2 | 405.829 | 68 | 32 | 41 | 26 |
| 3 | 228.4444 | 83 | 22 | 55 | 26 |
| 4 | 308.8137 | 77 | 33 | 48 | 27 |
| 13 | 1 | 339.4524 | 85 | 4 | 37 | 26 |
| 2 | 227.5408 | 85 | 42 | 49 | 23 |
| 3 | 286.8237 | 89 | 52 | 40 | 31 |
| 4 | 255.6509 | 79 | 14 | 48 | 52 |
| 14 | 1 | 388.8528 | 74 | 31 | 39 | 45 |
| 2 | 240.5798 | 79 | 39 | 54 | 28 |
| 3 | 333.3829 | 65 | 59 | 48 | 14 |
| 4 | 401.0915 | 80 | 39 | 37 | 1 |
| 15 | 1 | 360.7564 | 66 | 28 | 50 | 33 |
| 2 | 393.1743 | 65 | 0 | 47 | 21 |
| 3 | 426.5725 | 74 | 59 | 41 | 9 |
| 4 | 459.9324 | 76 | 31 | 38 | 9 |
| 16 | 1 | 318.8265 | 67 | 34 | 55 | 47 |
| 2 | 443.7762 | 67 | 20 | 42 | 7 |
| 3 | 511.3936 | 68 | 21 | 36 | 37 |
| 4 | 353.7308 | 81 | 51 | 45 | 19 |
| 17 | 1 | 421.6237 | 81 | 23 | 41 | 47 |
| 2 | 332.318 | 82 | 53 | 48 | 53 |
| 3 | 429.9482 | 77 | 5 | 42 | 40 |
| 4 | 332.9125 | 85 | 50 | 47 | 20 |
| 18 | 1 | 327.9148 | 78 | 35 | 54 | 37 |
| 2 | 289.2393 | 89 | 58 | 51 | 45 |
| 3 | 353.9067 | 85 | 56 | 48 | 7 |
| 4 | 410.7902 | 68 | 46 | 50 | 52 |
| 19 | 1 | 354.372 | 83 | 24 | 51 | 16 |
| 2 | 536.1118 | 78 | 32 | 39 | 42 |
| 3 | 366.5723 | 72 | 47 | 55 | 53 |
| 4 | 658.5187 | 66 | 48 | 35 | 15 |
| 20 | 1 | 525.2249 | 75 | 36 | 36 | 56 |
| 2 | 504.0074 | 80 | 33 | 36 | 57 |
| 3 | 457.951 | 82 | 43 | 39 | 16 |
| 4 | 507.0332 | 80 | 34 | 36 | 46 |
| 21 | 1 | 323.8771 | 73 | 27 | 48 | 36 |
| 2 | 362.2346 | 71 | 56 | 44 | 55 |
| 3 | 456.7871 | 70 | 33 | 36 | 48 |
| 4 | 306.7067 | 82 | 10 | 46 | 42 |
| 22 | 1 | 358.3388 | 79 | 54 | 41 | 26 |
| 2 | 413.6683 | 79 | 16 | 37 | 0 |
| 3 | 279.3509 | 75 | 54 | 51 | 49 |
| 4 | 398.6442 | 79 | 8 | 38 | 13 |
| 23 | 1 | 307.0483 | 68 | 27 | 51 | 6 |
| 2 | 372.0825 | 78 | 43 | 40 | 14 |
| 3 | 252.2113 | 80 | 3 | 52 | 53 |
| 4 | 320.8873 | 79 | 52 | 44 | 46 |
| 24 | 1 | 273.3546 | 67 | 9 | 41 | 24 |
| 2 | 267.6471 | 69 | 50 | 41 | 34 |
| 3 | 229.8553 | 71 | 9 | 47 | 1 |
| 4 | 202.1111 | 87 | 4 | 44 | 43 |
| 25 | 1 | 276.9579 | 79 | 21 | 38 | 57 |
| 2 | 190.5002 | 75 | 1 | 53 | 53 |
| 3 | 205.298 | 83 | 5 | 47 | 14 |
| 4 | 249.2718 | 67 | 42 | 46 | 23 |
| 26 | 1 | 233.4729 | 66 | 51 | 55 | 29 |
| 2 | 385.1906 | 68 | 11 | 35 | 7 |
| 3 | 190.807 | 81 | 16 | 55 | 14 |
| 4 | 256.3731 | 88 | 53 | 42 | 6 |
| 27 | 1 | 302.4862 | 86 | 32 | 37 | 2 |
| 2 | 246.249 | 83 | 7 | 44 | 37 |
| 3 | 255.3739 | 70 | 52 | 48 | 22 |
| 4 | 197.291 | 86 | 5 | 50 | 7 |
| 28 | 1 | 309.376 | 77 | 9 | 41 | 13 |
| 2 | 356.1555 | 70 | 39 | 38 | 2 |
| 3 | 205.4717 | 78 | 52 | 54 | 44 |
| 4 | 298.8575 | 66 | 52 | 45 | 43 |
| 29 | 1 | 282.9091 | 79 | 18 | 43 | 13 |
| 2 | 195.4661 | 80 | 18 | 55 | 18 |
| 3 | 286.6921 | 86 | 35 | 40 | 1 |
| 4 | 348.2996 | 80 | 49 | 36 | 2 |
| 30 | 1 | 197.8787 | 82 | 34 | 52 | 51 |
| 2 | 219.8065 | 72 | 20 | 54 | 41 |
| 3 | 250.1155 | 83 | 43 | 44 | 43 |
| 4 | 369.3752 | 70 | 28 | 35 | 44 |
| 31 | 1 | 278.3001 | 83 | 47 | 48 | 50 |
| 2 | 291.6796 | 74 | 22 | 51 | 54 |
| 3 | 446.1526 | 76 | 28 | 36 | 6 |
| 4 | 310.0358 | 82 | 36 | 45 | 55 |
| 32 | 1 | 345.1033 | 86 | 10 | 35 | 46 |
| 2 | 342.5008 | 68 | 52 | 40 | 48 |
| 3 | 338.7476 | 78 | 53 | 38 | 32 |
| 4 | 292.7443 | 73 | 33 | 45 | 19 |
| 33 | 1 | 326.3066 | 87 | 16 | 42 | 54 |
| 2 | 242.2951 | 86 | 27 | 52 | 17 |
| 3 | 396.058 | 67 | 12 | 43 | 24 |
| 4 | 383.0942 | 72 | 54 | 43 | 2 |
| 34 | 1 | 226.4919 | 88 | 57 | 53 | 18 |
| 2 | 305.1019 | 68 | 22 | 54 | 38 |
| 3 | 283.3476 | 78 | 41 | 52 | 16 |
| 4 | 362.5565 | 82 | 12 | 42 | 22 |
| 35 | 1 | 237.4844 | 81 | 55 | 53 | 28 |
| 2 | 381.2625 | 77 | 33 | 39 | 25 |
| 3 | 218.8188 | 83 | 46 | 54 | 58 |
| 4 | 293.3549 | 78 | 38 | 48 | 0 |
| 36 | 1 | 251.5309 | 66 | 33 | 52 | 12 |
| 2 | 256.9482 | 68 | 29 | 50 | 31 |
| 3 | 329.7324 | 86 | 18 | 35 | 41 |
| 4 | 256.6749 | 77 | 39 | 46 | 46 |
| 37 | 1 | 172.2151 | 87 | 11 | 53 | 55 |
| 2 | 294.8051 | 89 | 14 | 37 | 13 |
| 3 | 270.5494 | 79 | 34 | 43 | 25 |
| 4 | 306.7839 | 68 | 14 | 42 | 31 |
| 38 | 1 | 285.7437 | 82 | 45 | 39 | 19 |
| 2 | 235.0961 | 65 | 35 | 52 | 58 |
| 3 | 220.6867 | 70 | 36 | 53 | 24 |
| 4 | 243.7194 | 66 | 42 | 50 | 57 |
| 39 | 1 | 226.9506 | 85 | 59 | 38 | 2 |
| 2 | 181.3057 | 89 | 3 | 43 | 23 |
| 3 | 221.239 | 86 | 53 | 38 | 28 |
| 4 | 233.4533 | 78 | 47 | 39 | 31 |
| 40 | 1 | 271.3222 | 73 | 52 | 49 | 45 |
| 2 | 261.2045 | 74 | 57 | 50 | 42 |
| 3 | 295.9139 | 77 | 8 | 45 | 13 |
| 4 | 305.3114 | 83 | 54 | 41 | 33 |
| 41 | 1 | 288.7791 | 71 | 18 | 52 | 4 |
| 2 | 384.7174 | 76 | 58 | 39 | 25 |
| 3 | 390.1949 | 69 | 46 | 40 | 51 |
| 4 | 298.3189 | 73 | 9 | 49 | 58 |
| 42 | 1 | 355.6858 | 89 | 51 | 38 | 8 |
| 2 | 407.359 | 78 | 45 | 37 | 45 |
| 3 | 289.8845 | 69 | 39 | 53 | 33 |
| 4 | 385.703 | 71 | 43 | 41 | 35 |
| 43 | 1 | 273.435 | 87 | 35 | 51 | 19 |
| 2 | 381.8455 | 82 | 11 | 43 | 36 |
| 3 | 430.5321 | 74 | 17 | 42 | 22 |
| 4 | 433.4808 | 88 | 55 | 37 | 13 |
| 44 | 1 | 316.1901 | 67 | 47 | 54 | 48 |
| 2 | 410.1299 | 81 | 26 | 39 | 46 |
| 3 | 404.1593 | 86 | 52 | 38 | 19 |
| 4 | 323.5957 | 65 | 40 | 54 | 47 |
| 45 | 1 | 286.0115 | 78 | 48 | 52 | 34 |
| 2 | 402.1965 | 68 | 23 | 44 | 4 |
| 3 | 269.2821 | 83 | 1 | 52 | 16 |
| 4 | 402.0072 | 87 | 26 | 37 | 54 |
| 46 | 1 | 500.5197 | 68 | 20 | 38 | 51 |
| 2 | 295.4679 | 82 | 53 | 52 | 0 |
| 3 | 322.7826 | 77 | 4 | 52 | 7 |
| 4 | 352.5403 | 68 | 40 | 52 | 44 |
| 47 | 1 | 418.8766 | 79 | 1 | 43 | 40 |
| 2 | 355.6744 | 82 | 1 | 47 | 51 |
| 3 | 475.865 | 65 | 13 | 43 | 14 |
| 4 | 380.6658 | 68 | 26 | 51 | 29 |
| 48 | 1 | 374.6313 | 72 | 39 | 45 | 27 |
| 2 | 281.6422 | 82 | 41 | 51 | 26 |
| 3 | 342.6751 | 73 | 57 | 48 | 49 |
| 4 | 377.427 | 88 | 29 | 42 | 50 |

**Завдання 3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **i** | **S1-2** | **ν** | **V2** |
|  |  |  | **г** | **хв** |  |
| 1 | 1.9 | 2603.8 | 0 | 44 | 2.34 |
| 2 | 1.6 | 2516.1 | 1 | 25 | 2.62 |
| 3 | 2.1 | 2403.8 | 2 | 30 | 2.48 |
| 4 | 1.6 | 2443.8 | 3 | 13 | 2.86 |
| 5 | 1.5 | 2347.9 | 4 | 32 | 4.08 |
| 6 | 2.1 | 2324.5 | 7 | 19 | 3.56 |
| 7 | 1.7 | 2304.1 | 3 | 58 | 2.36 |
| 8 | 1.7 | 2472.1 | 5 | 25 | 0.9 |
| 9 | 1.8 | 2619.7 | 6 | 53 | 3.08 |
| 10 | 1.9 | 2310.7 | 3 | 29 | 1.88 |
| 11 | 1.5 | 2639.2 | 1 | 19 | 3.41 |
| 12 | 1.6 | 2660.5 | 1 | 25 | 3.57 |
| 13 | 2.2 | 2486.9 | 3 | 35 | 5.2 |
| 14 | 1.9 | 2373.9 | 4 | 33 | 3.66 |
| 15 | 1.7 | 2524.1 | 4 | 12 | 2.15 |
| 16 | 1.9 | 2290.5 | 0 | 41 | 0.76 |
| 17 | 1.8 | 2338.2 | 5 | 48 | 1.16 |
| 18 | 2 | 2402.2 | 3 | 30 | 2.37 |
| 19 | 2 | 2354.1 | 2 | 17 | 4.4 |
| 20 | 1.7 | 2538.7 | 6 | 15 | 2.38 |
| 21 | 1.8 | 2555.1 | 2 | 2 | 3.14 |
| 22 | 2.1 | 2517.9 | 5 | 37 | 5.31 |
| 23 | 1.7 | 2580.1 | 6 | 55 | 1.14 |
| 24 | 1.7 | 2590.5 | 4 | 45 | 3.49 |
| 25 | 2 | 2485.8 | 5 | 50 | 1.67 |
| 26 | 1.6 | 2272.6 | 1 | 17 | 0.65 |
| 27 | 1.5 | 2336.5 | 7 | 29 | 2.51 |
| 28 | 1.7 | 2630.5 | 0 | 43 | 4.19 |
| 29 | 1.9 | 2330.5 | 4 | 32 | 3.12 |
| 30 | 2 | 2342.1 | 2 | 21 | 1.65 |
| 31 | 1.7 | 2550.8 | 2 | 32 | 3.62 |
| 32 | 1.5 | 2462.2 | 7 | 4 | 2.66 |
| 33 | 2.1 | 2582.2 | 3 | 45 | 4.18 |
| 34 | 1.8 | 2531.8 | 5 | 20 | 0.51 |
| 35 | 2.2 | 2338.6 | 3 | 28 | 0.78 |
| 36 | 1.5 | 2336.8 | 3 | 2 | 2.73 |
| 37 | 2.2 | 2632.9 | 4 | 0 | 1.4 |
| 38 | 1.9 | 2364 | 2 | 58 | 3.87 |
| 39 | 2.1 | 2432.6 | 5 | 57 | 2.91 |
| 40 | 1.8 | 2664 | 6 | 56 | 0.82 |
| 41 | 1.9 | 2286.1 | 2 | 36 | 2.16 |
| 42 | 1.8 | 2302 | 3 | 10 | 3.68 |
| 43 | 2.1 | 2298.2 | 7 | 1 | 3.53 |
| 44 | 2.1 | 2532.7 | 4 | 11 | 1.43 |
| 45 | 2.2 | 2420 | 2 | 37 | 2.88 |
| 46 | 2.2 | 2531.5 | 0 | 42 | 4.43 |
| 47 | 2.2 | 2405 | 7 | 16 | 3.58 |
| 48 | 2 | 2361.8 | 6 | 37 | 2.88 |
| 49 | 1.6 | 2440.6 | 4 | 37 | 2.13 |
| 50 | 1.9 | 2411.1 | 7 | 10 | 2.9 |

**Завдання 4**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **x1** | **y1** | **x2** | **y2** | **β1** | **β2** |
| **гр** | **хв** | **сек** | **гр** | **хв** | **сек** |
| **1** | 62 | 72 | 42 | 45 | 20 | 59 | 45.0 | 10 | 56 | 24.0 |
| **2** | 82 | 99 | 35 | 98 | 30 | 8 | 25.0 | 46 | 28 | 59.0 |
| **3** | 96 | 53 | 37 | 68 | 42 | 10 | 9.0 | 49 | 56 | 28.0 |
| **4** | 61 | 66 | 50 | 55 | 18 | 59 | 17.0 | 24 | 46 | 27.0 |
| **5** | 88 | 65 | 85 | 35 | 22 | 5 | 28.0 | 33 | 13 | 10.0 |
| **6** | 39 | 65 | 94 | 84 | 41 | 21 | 52.0 | 10 | 27 | 47.0 |
| **7** | 54 | 83 | 72 | 54 | 38 | 32 | 18.0 | 23 | 8 | 37.0 |
| **8** | 60 | 90 | 62 | 58 | 18 | 17 | 39.0 | 50 | 22 | 51.0 |
| **9** | 35 | 65 | 61 | 69 | 28 | 44 | 24.0 | 38 | 7 | 24.0 |
| **10** | 35 | 72 | 94 | 69 | 19 | 32 | 53.0 | 31 | 17 | 33.0 |
| **11** | 44 | 28 | 91 | 62 | 44 | 26 | 45.0 | 33 | 36 | 55.0 |
| **12** | 94 | 74 | 43 | 58 | 10 | 56 | 5.0 | 40 | 14 | 44.0 |
| **13** | 88 | 98 | 53 | 73 | 33 | 6 | 9.0 | 16 | 35 | 44.0 |
| **14** | 26 | 72 | 67 | 70 | 31 | 31 | 34.0 | 42 | 52 | 31.0 |
| **15** | 50 | 32 | 93 | 91 | 23 | 53 | 19.0 | 44 | 13 | 43.0 |
| **16** | 53 | 75 | 37 | 52 | 32 | 15 | 36.0 | 14 | 48 | 44.0 |
| **17** | 76 | 93 | 100 | 27 | 29 | 35 | 42.0 | 43 | 27 | 10.0 |
| **18** | 27 | 56 | 36 | 25 | 11 | 38 | 56.0 | 17 | 32 | 8.0 |
| **19** | 54 | 90 | 90 | 81 | 47 | 29 | 23.0 | 19 | 53 | 4.0 |
| **20** | 57 | 77 | 88 | 37 | 24 | 47 | 36.0 | 38 | 58 | 58.0 |
| **21** | 38 | 44 | 81 | 63 | 22 | 31 | 33.0 | 31 | 8 | 47.0 |
| **22** | 37 | 58 | 32 | 32 | 42 | 50 | 12.0 | 36 | 37 | 37.0 |
| **23** | 62 | 100 | 90 | 52 | 39 | 30 | 52.0 | 48 | 10 | 37.0 |
| **24** | 88 | 32 | 90 | 67 | 48 | 14 | 41.0 | 47 | 17 | 48.0 |
| **25** | 46 | 48 | 92 | 96 | 41 | 34 | 48.0 | 30 | 10 | 19.0 |
| **26** | 58 | 36 | 37 | 88 | 12 | 5 | 21.0 | 24 | 6 | 13.0 |
| **27** | 36 | 49 | 81 | 34 | 50 | 6 | 12.0 | 24 | 23 | 6.0 |
| **28** | 72 | 69 | 85 | 25 | 37 | 27 | 59.0 | 41 | 48 | 25.0 |
| **29** | 31 | 45 | 97 | 96 | 41 | 40 | 35.0 | 41 | 34 | 13.0 |
| **30** | 84 | 90 | 97 | 74 | 44 | 25 | 53.0 | 34 | 45 | 5.0 |
| **31** | 72 | 67 | 63 | 92 | 36 | 34 | 22.0 | 23 | 46 | 18.0 |
| **32** | 67 | 76 | 50 | 73 | 27 | 36 | 32.0 | 46 | 28 | 39.0 |
| **33** | 46 | 67 | 58 | 96 | 18 | 33 | 29.0 | 18 | 26 | 20.0 |
| **34** | 93 | 47 | 49 | 84 | 20 | 43 | 36.0 | 17 | 23 | 40.0 |
| **35** | 77 | 79 | 52 | 96 | 32 | 13 | 45.0 | 39 | 36 | 45.0 |
| **36** | 95 | 66 | 83 | 38 | 15 | 39 | 56.0 | 17 | 55 | 47.0 |
| **37** | 74 | 35 | 56 | 48 | 37 | 30 | 25.0 | 22 | 18 | 17.0 |
| **38** | 98 | 35 | 41 | 83 | 45 | 22 | 48.0 | 13 | 39 | 16.0 |
| **39** | 65 | 44 | 66 | 85 | 29 | 6 | 3.0 | 36 | 25 | 26.0 |
| **40** | 67 | 63 | 27 | 51 | 32 | 11 | 38.0 | 44 | 15 | 26.0 |
| **41** | 97 | 93 | 52 | 89 | 16 | 56 | 22.0 | 22 | 59 | 39.0 |
| **42** | 32 | 29 | 41 | 56 | 22 | 38 | 3.0 | 21 | 20 | 35.0 |
| **43** | 88 | 60 | 73 | 85 | 10 | 47 | 35.0 | 25 | 21 | 31.0 |
| **44** | 55 | 93 | 42 | 58 | 35 | 7 | 25.0 | 14 | 53 | 34.0 |
| **45** | 48 | 59 | 88 | 78 | 33 | 46 | 8.0 | 34 | 15 | 57.0 |
| **46** | 81 | 48 | 75 | 95 | 45 | 57 | 6.0 | 32 | 27 | 3.0 |
| **47** | 30 | 46 | 90 | 91 | 42 | 25 | 59.0 | 33 | 57 | 44.0 |
| **48** | 71 | 89 | 80 | 38 | 34 | 18 | 58.0 | 46 | 10 | 45.0 |
| **49** | 72 | 99 | 71 | 97 | 25 | 11 | 49.0 | 11 | 44 | 58.0 |
| **50** | 64 | 83 | 35 | 77 | 31 | 43 | 18.0 | 12 | 13 | 9.0 |

**Завдання 5**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **xa** | **ya** | **xb** | **yb** | **αap** | **αbp** |
| **1** | 118 | 122 | 191 | 20 | 109 | 39 | 0 | 120 | 28 | 48 |
| **2** | 194 | 87 | 61 | 197 | 127 | 47 | 24 | 348 | 6 | 36 |
| **3** | 97 | 139 | 71 | 83 | 158 | 41 | 60 | 112 | 40 | 12 |
| **4** | 44 | 73 | 188 | 34 | 66 | 10 | 52 | 122 | 20 | 60 |
| **5** | 86 | 199 | 101 | 83 | 216 | 22 | 48 | 108 | 25 | 48 |
| **6** | 114 | 151 | 169 | 64 | 277 | 18 | 36 | 168 | 41 | 24 |
| **7** | 100 | 142 | 26 | 56 | 219 | 12 | 36 | 94 | 45 | 50 |
| **8** | 193 | 62 | 138 | 66 | 219 | 57 | 36 | 297 | 13 | 12 |
| **9** | 129 | 103 | 130 | 109 | 203 | 43 | 12 | 207 | 34 | 48 |
| **10** | 60 | 87 | 63 | 136 | 333 | 41 | 24 | 313 | 6 | 36 |
| **11** | 77 | 135 | 121 | 53 | 133 | 25 | 12 | 125 | 5 | 60 |
| **12** | 82 | 129 | 29 | 114 | 270 | 0 | 0 | 320 | 18 | 0 |
| **13** | 197 | 70 | 84 | 158 | 144 | 34 | 12 | 151 | 51 | 36 |
| **14** | 174 | 29 | 41 | 179 | 130 | 4 | 12 | 116 | 34 | 12 |
| **15** | 189 | 149 | 105 | 42 | 232 | 7 | 48 | 51 | 36 | 18 |
| **16** | 92 | 128 | 98 | 104 | 140 | 29 | 24 | 131 | 34 | 48 |
| **17** | 84 | 157 | 26 | 75 | 311 | 34 | 48 | 5 | 11 | 40 |
| **18** | 102 | 88 | 72 | 54 | 188 | 1 | 48 | 154 | 24 | 0 |
| **19** | 134 | 191 | 60 | 21 | 349 | 9 | 36 | 53 | 4 | 23 |
| **20** | 180 | 109 | 132 | 104 | 257 | 15 | 0 | 290 | 9 | 36 |
| **21** | 111 | 22 | 44 | 99 | 129 | 56 | 24 | 312 | 21 | 36 |
| **22** | 182 | 74 | 71 | 120 | 183 | 54 | 0 | 323 | 49 | 12 |
| **23** | 30 | 92 | 161 | 96 | 60 | 43 | 30 | 146 | 35 | 24 |
| **24** | 128 | 159 | 153 | 112 | 315 | 0 | 0 | 81 | 1 | 37 |
| **25** | 48 | 20 | 173 | 56 | 47 | 11 | 10 | 89 | 25 | 37 |
| **26** | 109 | 43 | 150 | 177 | 112 | 46 | 12 | 194 | 2 | 24 |
| **27** | 25 | 77 | 137 | 166 | 53 | 27 | 18 | 184 | 40 | 12 |
| **28** | 22 | 150 | 182 | 76 | 343 | 18 | 0 | 122 | 0 | 36 |
| **29** | 55 | 195 | 106 | 56 | 180 | 0 | 0 | 64 | 56 | 17 |
| **30** | 178 | 45 | 107 | 116 | 141 | 3 | 36 | 147 | 28 | 48 |
| **31** | 26 | 190 | 108 | 61 | 309 | 18 | 36 | 327 | 40 | 48 |
| **32** | 39 | 175 | 82 | 149 | 299 | 48 | 0 | 281 | 44 | 24 |
| **33** | 29 | 62 | 26 | 156 | 356 | 53 | 24 | 322 | 34 | 48 |
| **34** | 170 | 64 | 159 | 54 | 114 | 48 | 36 | 108 | 49 | 48 |
| **35** | 31 | 118 | 111 | 146 | 5 | 3 | 49 | 267 | 16 | 12 |
| **36** | 133 | 168 | 77 | 126 | 190 | 39 | 36 | 138 | 7 | 12 |
| **37** | 77 | 49 | 77 | 93 | 215 | 56 | 24 | 241 | 16 | 48 |
| **38** | 163 | 126 | 60 | 149 | 208 | 9 | 36 | 248 | 30 | 0 |
| **39** | 98 | 51 | 144 | 97 | 146 | 1 | 12 | 189 | 15 | 36 |
| **40** | 182 | 72 | 165 | 118 | 219 | 48 | 36 | 250 | 10 | 48 |
| **41** | 76 | 179 | 171 | 20 | 310 | 51 | 0 | 100 | 46 | 48 |
| **42** | 137 | 158 | 127 | 169 | 195 | 15 | 36 | 204 | 10 | 12 |
| **43** | 167 | 126 | 75 | 48 | 287 | 40 | 48 | 4 | 30 | 50 |
| **44** | 122 | 200 | 37 | 174 | 266 | 55 | 12 | 320 | 3 | 0 |
| **45** | 188 | 123 | 47 | 32 | 219 | 39 | 36 | 345 | 57 | 36 |
| **46** | 179 | 168 | 184 | 146 | 184 | 6 | 36 | 176 | 1 | 12 |
| **47** | 107 | 102 | 167 | 50 | 184 | 12 | 36 | 159 | 50 | 24 |
| **48** | 110 | 35 | 144 | 60 | 63 | 16 | 52 | 71 | 42 | 14 |

**Завдання 6**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **x1** | **y1** | **x2** | **y2** |
| **1** | 55 | 48 | 297 | 47 |
| **2** | 131 | 150 | 99 | 91 |
| **3** | 286 | 224 | 55 | 181 |
| **4** | 237 | 114 | 274 | 86 |
| **5** | 276 | 179 | 270 | 93 |
| **6** | 191 | 93 | 190 | 112 |
| **7** | 74 | 147 | 111 | 244 |
| **8** | 141 | 229 | 114 | 97 |
| **9** | 59 | 189 | 293 | 290 |
| **10** | 153 | 290 | 292 | 87 |
| **11** | 263 | 181 | 247 | 66 |
| **12** | 39 | 273 | 199 | 195 |
| **13** | 97 | 106 | 163 | 121 |
| **14** | 159 | 174 | 231 | 199 |
| **15** | 95 | 126 | 70 | 148 |
| **16** | 267 | 196 | 183 | 113 |
| **17** | 58 | 135 | 57 | 72 |
| **18** | 231 | 129 | 45 | 232 |
| **19** | 209 | 113 | 128 | 269 |
| **20** | 101 | 33 | 258 | 149 |
| **21** | 239 | 237 | 127 | 82 |
| **22** | 189 | 74 | 257 | 279 |
| **23** | 283 | 49 | 114 | 202 |
| **24** | 73 | 225 | 75 | 179 |
| **25** | 78 | 202 | 149 | 130 |
| **26** | 274 | 242 | 176 | 193 |
| **27** | 163 | 77 | 155 | 219 |
| **28** | 67 | 159 | 255 | 218 |
| **29** | 145 | 120 | 170 | 206 |
| **30** | 159 | 217 | 270 | 85 |
| **31** | 156 | 168 | 167 | 118 |
| **32** | 107 | 180 | 256 | 234 |
| **33** | 228 | 210 | 246 | 96 |
| **34** | 188 | 293 | 173 | 36 |
| **35** | 298 | 50 | 196 | 236 |
| **36** | 277 | 224 | 58 | 257 |
| **37** | 163 | 76 | 230 | 232 |
| **38** | 270 | 185 | 54 | 223 |
| **39** | 27 | 41 | 275 | 65 |
| **40** | 164 | 285 | 26 | 30 |
| **41** | 288 | 224 | 288 | 279 |
| **42** | 294 | 126 | 100 | 102 |
| **43** | 193 | 90 | 231 | 79 |
| **44** | 132 | 281 | 149 | 218 |
| **45** | 195 | 46 | 179 | 220 |
| **46** | 38 | 261 | 263 | 137 |
| **47** | 67 | 169 | 140 | 232 |
| **48** | 196 | 138 | 192 | 110 |
| **49** | 114 | 58 | 56 | 132 |
| **50** | 243 | 280 | 37 | 146 |

**Завдання 7**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **x1** | **y1** | **x2** | **y2** | **x3** | **y3** | **α1** | **α2** |
| 1 | 27 | 53 | 56 | 70 | 82 | 41 | 58 | 40 | 63 | 27 |
| 2 | 67 | 42 | 82 | 118 | 28 | 93 | 289 | 41 | 262 | 5 |
| 3 | 122 | 27 | 34 | 137 | 110 | 141 | 82 | 31 | 223 | 26 |
| 4 | 140 | 114 | 138 | 144 | 40 | 144 | 16 | 21 | 246 | 48 |
| 5 | 83 | 41 | 92 | 94 | 71 | 87 | 44 | 9 | 23 | 6 |
| 6 | 129 | 138 | 113 | 75 | 136 | 129 | 317 | 7 | 323 | 53 |
| 7 | 32 | 137 | 145 | 106 | 122 | 76 | 188 | 50 | 29 | 50 |
| 8 | 129 | 95 | 39 | 90 | 147 | 74 | 50 | 47 | 73 | 44 |
| 9 | 25 | 56 | 118 | 39 | 109 | 75 | 84 | 13 | 21 | 12 |
| 10 | 37 | 138 | 90 | 40 | 120 | 70 | 79 | 18 | 21 | 47 |
| 11 | 135 | 71 | 85 | 65 | 65 | 43 | 167 | 35 | 18 | 19 |
| 12 | 121 | 150 | 28 | 43 | 113 | 50 | 198 | 3 | 47 | 0 |
| 13 | 138 | 68 | 55 | 142 | 107 | 52 | 153 | 40 | 114 | 0 |
| 14 | 122 | 62 | 146 | 48 | 109 | 36 | 23 | 27 | 1 | 42 |
| 15 | 123 | 110 | 48 | 34 | 86 | 103 | 277 | 51 | 269 | 46 |
| 16 | 83 | 29 | 54 | 76 | 128 | 45 | 27 | 39 | 55 | 50 |
| 17 | 139 | 117 | 73 | 61 | 104 | 89 | 91 | 1 | 47 | 47 |
| 18 | 148 | 124 | 100 | 145 | 42 | 136 | 10 | 23 | 123 | 22 |
| 19 | 114 | 53 | 37 | 113 | 129 | 55 | 286 | 39 | 291 | 41 |
| 20 | 143 | 34 | 80 | 140 | 122 | 59 | 24 | 42 | 26 | 40 |
| 21 | 137 | 118 | 105 | 142 | 115 | 84 | 24 | 44 | 26 | 37 |
| 22 | 38 | 99 | 147 | 115 | 75 | 38 | 115 | 57 | 259 | 31 |
| 23 | 87 | 49 | 150 | 144 | 95 | 61 | 255 | 32 | 268 | 16 |
| 24 | 41 | 147 | 44 | 82 | 130 | 37 | 108 | 28 | 84 | 28 |
| 25 | 145 | 130 | 75 | 79 | 142 | 102 | 86 | 6 | 96 | 48 |
| 26 | 42 | 123 | 126 | 76 | 46 | 145 | 26 | 8 | 18 | 52 |
| 27 | 48 | 94 | 145 | 140 | 133 | 45 | 216 | 24 | 290 | 0 |
| 28 | 102 | 59 | 120 | 29 | 128 | 31 | 3 | 30 | 3 | 57 |
| 29 | 44 | 52 | 86 | 66 | 46 | 84 | 12 | 10 | 27 | 14 |
| 30 | 109 | 84 | 138 | 25 | 109 | 43 | 15 | 53 | 7 | 5 |
| 31 | 97 | 37 | 134 | 41 | 117 | 141 | 17 | 17 | 303 | 21 |
| 32 | 60 | 102 | 103 | 109 | 68 | 130 | 69 | 55 | 37 | 9 |
| 33 | 62 | 121 | 47 | 64 | 113 | 135 | 25 | 35 | 85 | 13 |
| 34 | 55 | 94 | 94 | 93 | 57 | 64 | 82 | 20 | 142 | 52 |
| 35 | 91 | 25 | 63 | 86 | 149 | 46 | 2 | 19 | 27 | 34 |
| 36 | 139 | 73 | 129 | 112 | 131 | 52 | 289 | 38 | 252 | 31 |
| 37 | 138 | 140 | 53 | 90 | 43 | 139 | 300 | 20 | 248 | 57 |
| 38 | 101 | 45 | 114 | 29 | 109 | 57 | 28 | 15 | 11 | 43 |
| 39 | 135 | 61 | 31 | 140 | 42 | 39 | 88 | 1 | 46 | 29 |
| 40 | 65 | 52 | 120 | 38 | 101 | 129 | 59 | 56 | 0 | 27 |
| 41 | 102 | 106 | 35 | 42 | 142 | 139 | 153 | 40 | 157 | 6 |
| 42 | 82 | 36 | 66 | 40 | 106 | 95 | 2 | 53 | 53 | 38 |
| 43 | 63 | 132 | 30 | 122 | 143 | 112 | 84 | 58 | 147 | 31 |
| 44 | 132 | 122 | 59 | 139 | 114 | 63 | 92 | 35 | 208 | 24 |
| 45 | 94 | 150 | 71 | 73 | 64 | 41 | 83 | 58 | 47 | 43 |
| 46 | 103 | 28 | 97 | 101 | 139 | 71 | 30 | 16 | 44 | 18 |
| 47 | 114 | 109 | 43 | 53 | 54 | 59 | 135 | 16 | 7 | 30 |
| 48 | 119 | 60 | 101 | 124 | 112 | 102 | 266 | 18 | 302 | 48 |
| 49 | 146 | 42 | 126 | 130 | 145 | 117 | 134 | 40 | 171 | 24 |
| 50 | 52 | 101 | 143 | 70 | 146 | 122 | 61 | 48 | 23 | 12 |

**Завдання 8**

На сайті <https://portal.opentopography.org/datasets> обрати ділянку з даними лазерного знімання обсягом до 200 тис. точок.

# Список використаної літератури

1. Савченко, В. М. Системний аналіз та математичне моделювання у GNU Octave : навч. посіб. / В. М. Савченко, О. Б. Маций, О. В. Мнушка ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т – Харків: ХНАДУ, 2020. – 128 с. – ISBN 978-966-303-752-3.
2. Маттес Ерік. Пришвидшений курс Python : практичний, проєктно-орієнтований вступ до програмування / Ерік Маттес ; з англійської переклала Ольга Бєлова. Львів : Видавництво Старого Лева, 2021. 556 с
3. Learn Python [Електронний pecypc]. – Режим доступу: <https://www.c-sharpcorner.com/learn/learn-python>
4. GNU Octave Wiki [Електронний pecypc]. – Режим доступу: <https://wiki.octave.org/GNU_Octave_Wiki>
5. Математика: алгебра та початки аналізу. Частина І: навч. посіб. / О.В.Левчук, Л.С.Яхно, В.М.Кобзар; Вінн. Нац..аграр.ун-т. – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 320 с.

Навчально-методичне видання

**ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ**

Методичні вказівки та завдання

до проведення практичних занять

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

Укладачі: **Медведський** Юрій Вікторович

Комп’ютерне верстання *Ю.В. Медведського*

Підписано до друку 22.02.2024 Формат 60 ´ 84 1/ 16

Ум. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 1,25.

Електронний документ. Вид № 59/ІІІ-17.

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітряних сил проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб’єктів

видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.