

# Візуалізація даних

## Лабораторна робота №1

### Засоби побудови графіків Matplotlib



Приклад побудову графіку у полярних координатах:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

r = np.arange(0, 2, 0.01)
theta = 2 * np.pi * r

ax = plt.subplot(111, projection='polar')
ax.plot(theta, r)
ax.set_rmax(2)
ax.set_rticks([0.5, 1, 1.5, 2]) # less radial ticks
ax.set_rlabel_position(-22.5) # get radial labels away from
# plotted line
ax.grid(True)

ax.set_title("A line plot on a polar axis", va='bottom')
plt.show()
```

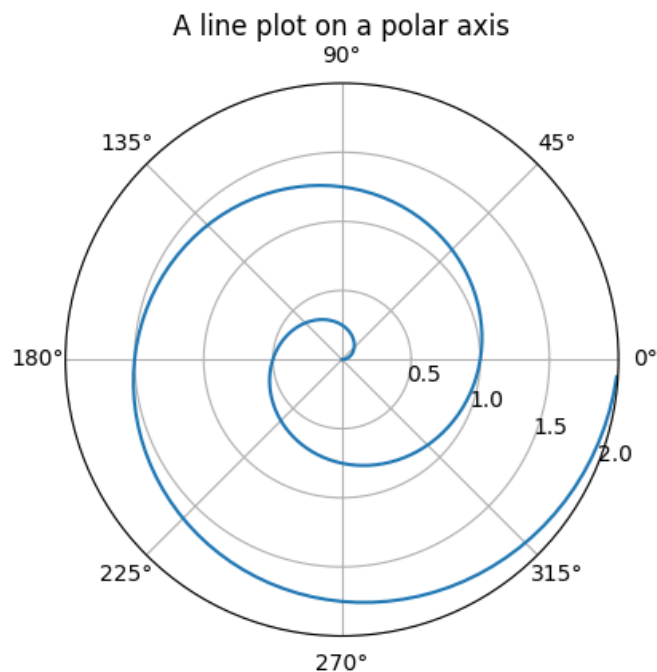


Рисунок 1– Графік у полярних координатах

## Приклад побудови графіку поверхні:

```
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
from matplotlib.ticker import LinearLocator, FormatStrFormatter
import numpy as np

fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3d')

# Make data.
X = np.arange(-5, 5, 0.25)
Y = np.arange(-5, 5, 0.25)
X, Y = np.meshgrid(X, Y)
R = np.sqrt(X**2 + Y**2)
Z = np.sin(R)

# Plot the surface.
surf = ax.plot_surface(X, Y, Z, cmap=cm.coolwarm,
                      linewidth=0, antialiased=False)

# Customize the z axis.
ax.set_zlim(-1.01, 1.01)
ax.zaxis.set_major_locator(LinearLocator(10))
ax.zaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%.02f'))

# Add a color bar which maps values to colors.
fig.colorbar(surf, shrink=0.5, aspect=5)

plt.show()
```

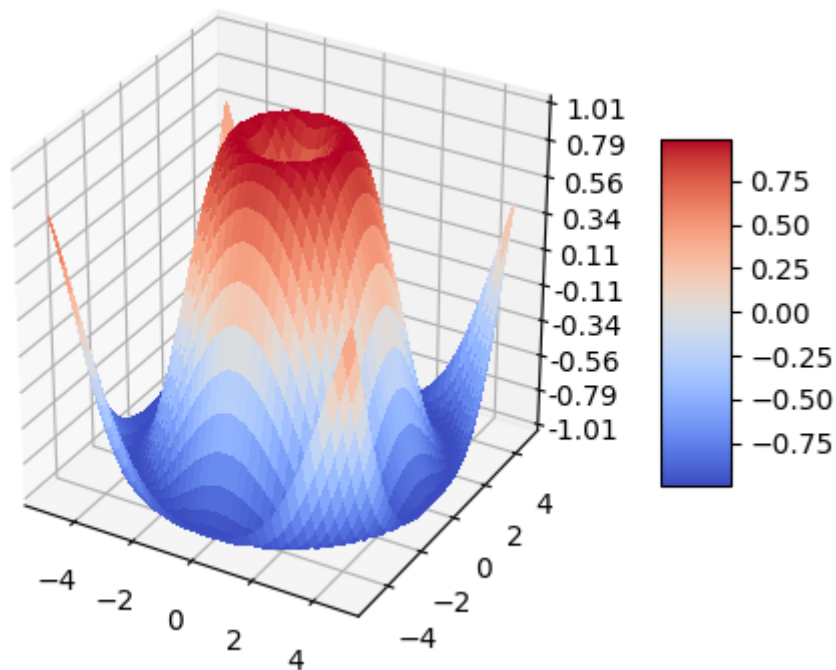


Рисунок 2 – Приклад побудови графіку поверхні

## Приклад побудови стовпчикової діаграми

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.ticker import MaxNLocator
from collections import namedtuple

n_groups = 5
means_men = (20, 35, 30, 35, 27)
std_men = (2, 3, 4, 1, 2)
means_women = (25, 32, 34, 20, 25)
std_women = (3, 5, 2, 3, 3)
fig, ax = plt.subplots()
index = np.arange(n_groups)
bar_width = 0.35
opacity = 0.4
error_config = {'ecolor': '0.3'}
rects1 = ax.bar(index, means_men, bar_width,
                 alpha=opacity, color='b',
                 yerr=std_men, error_kw=error_config,
                 label='Men')

rects2 = ax.bar(index + bar_width, means_women, bar_width,
                 alpha=opacity, color='r',
                 yerr=std_women, error_kw=error_config,
                 label='Women')

ax.set_xlabel('Group')
ax.set_ylabel('Scores')
ax.set_title('Scores by group and gender')
ax.set_xticks(index + bar_width / 2)
ax.set_xticklabels(('A', 'B', 'C', 'D', 'E'))
ax.legend()

fig.tight_layout()
plt.show()
```

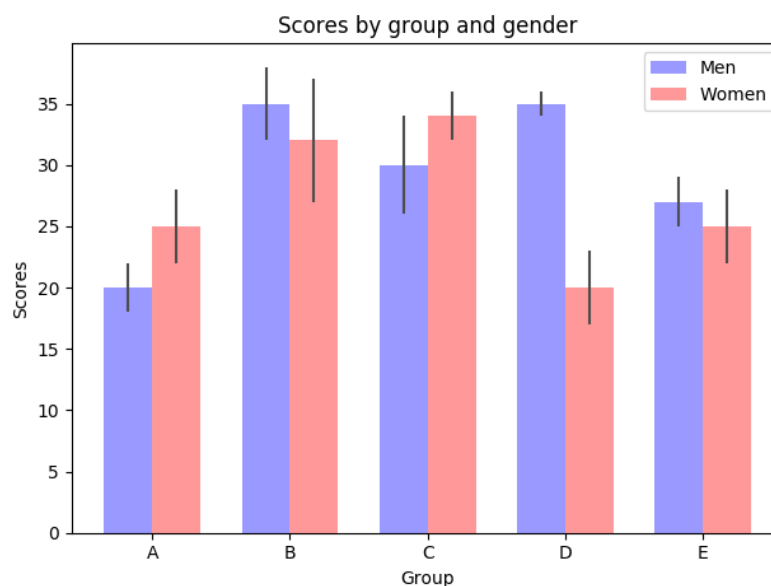


Рисунок 3 – Приклад побудови стовпчикової діаграми

## Варіанти завдань

Побудувати графіки функцій, поверхонь та стовпчикові діаграми. На всіх графіках підписати осі, відобразити сітку, легенду. Вивести текстом рівняння графіку функції.

### Побудувати графіки функцій

$$1. \quad y = \cos(x-1)e^{6x}, \quad z = \begin{cases} \frac{1+x^2}{\sqrt{1+x^4}}, & x \leq 0, \\ 2x + \frac{\sin^2(x)}{2+x}, & x > 0 \end{cases}$$

$$2. \quad y = 5 \sin(x) \cos(3x+1), \quad z = \begin{cases} \frac{1+|x|}{\sqrt[3]{1+x+x^2}}, & x \leq -1, \\ 2 \ln(1+x^2) + \frac{1+\cos^4(x)}{2+x}, & x \in (-1, 0), \\ (1+x)^{3/5}, & x \geq 0 \end{cases}$$

$$3. \quad y = \frac{2+\sin^3(x)}{1+x^2}, \quad z = \begin{cases} \frac{5x^2}{1+x^2}, & x \leq 0, \\ \sqrt{1+\frac{2x}{1+x^2}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$4. \quad y = 7 \sin(\pi x) - \cos(3\pi x) \sin(\pi x), \quad z = \begin{cases} \frac{\sqrt{1+|x|}}{2+|x|}, & x \leq 0, \\ \frac{1+x}{2+\cos^3(x)}, & x > 0. \end{cases}$$

$$5. \quad y = \frac{1+xe^{-x}}{2+x^2} \sin^2(x), \quad z = \begin{cases} \frac{1+5x}{3+x^2}, & x < 0, \\ \sin^2(x) \sqrt{5+x}, & x \in [0, 1), \\ \sin^3(x+1)e^{0.6x}, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$6. \quad y = \cos(5\pi x) \sin^2(3\pi x) + 3 \sin(\pi x) \cos^3(3\pi x),$$

$$z = \begin{cases} \sqrt{1+x^2}, & x \leq 0, \\ \frac{1+x^3}{1+\sqrt[5]{1+e^{-0.5x}}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$7. \quad y = \frac{1+(x+5)^{1/3}}{1+\sqrt{2+x+x^2}}, \quad z = \begin{cases} \frac{1+x+x^2}{1+x^2}, & x < 0, \\ \sqrt{1+\frac{5x}{1+x^3}}, & x \in [0, 1), \\ 5|0.7 \cos(x) + \sin(x)|, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$8. \quad y = 3 \cos^2(2x) \sin(5x), \quad z = \begin{cases} 3x + \sqrt{1+x^2}, & x < 0, \\ 2 \cos(x) e^{-2x}, & x \in [0, 1], \\ 2 \sin(3x), & x > 1. \end{cases}$$

$$9. \quad y = \frac{1+x}{5 + \sqrt{|x|} e^{-x} + |\cos(\pi x)|}, \quad z = \begin{cases} \sqrt[3]{6+x^2}, & x \leq 0, \\ \sin^3(\pi x) + \frac{2+x}{1+\cos^2(x)}, & x > 0. \end{cases}$$

$$10. \quad y = 6 \sin(3\pi x) \cos(\pi x) + \cos(2\pi x) \sin^2(\pi x) - \cos(4\pi x),$$

$$z = \begin{cases} \frac{|x|}{1+x^2} e^{-5x}, & x < 0, \\ \sqrt{1+x^4}, & x \in [0, 1], \\ \frac{1+\cos(\pi x)}{6+x} + 3x, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$11. \quad y = \frac{4+x^2 e^{-3x}}{4 + \sqrt{x^4 + \sin^2(x)}}, \quad z = \begin{cases} \sqrt{1+5x^2 - \sin^2(x)}, & x \leq 0, \\ \frac{(7+x)^2}{\sqrt[3]{4+e^{-0.7x}}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$12. \quad y = \frac{1+\cos(x)}{1+e^{4x}} \sqrt[4]{1+e^{6x}}, \quad z = \begin{cases} \sqrt{1+\frac{x^2}{1+x^4}}, & x < 0, \\ 2 \sin^3(x), & x \in [0, 1], \\ \sqrt{1+|2 \cos(6x)|^{1/3}}, & x > 1. \end{cases}$$

## 2. Побудувати поверхні

$$1. \quad z = x^2 \sin(x) - 2y^3;$$

$$2. \quad z = (3x-1)\sqrt{x} + 2\sin^2(y);$$

$$3. \quad z = 10x^3 \sin^2(y) - 2x^2 y^3;$$

$$4. \quad z = 5y \cos^2(x-5) - 5y^3 e^{(y+1)};$$

$$5. \quad z = 10y \operatorname{tg}(x^3 + 1) + \sin(x^2 - 10y);$$

$$6. \quad z = 10x^2 \cos^5(x) - 2y^3;$$

$$7. \quad z = 7e^{0,5x-1} x^3 - 4y^4;$$

$$8. \quad z = x^6 - 3e^{0,7y} y^3;$$

$$9. \quad z = \sin^2(x+1) \cos(y) - 10y^{0,5x} e^x;$$

$$10. \quad z = \begin{cases} 2x^3 - e^y, & |x+y| < 0,5 \\ x e^{2x} - y, & 0,5 \leq |x+y| < 1; \\ 25e^x - y e^y, & 1 \leq |x+y| \end{cases}$$

$$11. \quad z = \begin{cases} x - e^{2y}, & |x| + |y| < 0,5 \\ 2x^2 - e^y, & 0,5 \leq |x| + |y|; \\ e^{5x-3} - y, & 1 \leq |x| + |y| \end{cases}$$

$$12. \quad z = \begin{cases} x^5 - 3y^3, & x^2 + y^2 \leq 1 \\ 3x^2 - y^3, & x^2 + y^2 > 1 \end{cases}.$$

### 3. Побудувати графіки у полярних координатах

$$1. \quad \text{Декартов лист: } \rho = \frac{3a \cos \varphi \sin \varphi}{\cos^3 \varphi + \sin^3 \varphi}.$$

$$2. \quad \text{Циссоида: } \rho = 2a \frac{\sin^2 \varphi}{\cos \varphi}.$$

3. Строфоида:  $\rho = a \frac{(1 \pm \sin \varphi)}{\cos \varphi}$ .
4. Версьера:  $x = t, y = \frac{a^3}{(t^2 + a^2)}$ .
5. Лемниската Бернулли:  $\rho^2 = 2a^2 \cos 2\varphi$  или  $\rho^2 = 2a^2 \sin 2\varphi$ .
6. Овал Кассини:  $\rho = a \sqrt{\cos(2\varphi) \pm \sqrt{\cos^2(2\varphi) \left( \left( \frac{b^2}{a^2} \right) - 1 \right)}}$ .
7. Конхоида:  $\rho = \left( \frac{a}{\sin \varphi} \right) \pm l$ .
8. Улитка Паскаля:  $\rho = 2r \cos \varphi \pm l$ .
9. Кардиоида:  $\rho = 2r(1 - \cos \varphi)$ .
10. Каппа:  $\rho = a \operatorname{ctg} \varphi$ .
11. Астроида:  $x = a \cos^3 t, y = a \sin^3 t$ .
12. Спираль Галилея:  $\rho = a\varphi^2$ .

#### 4. Побудувати поверхні 2-го порядку. а, b, с – константи

1. Еліпсоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ .
2. Однополостный гіперболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$ .
3. Двухполостный гіперболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1$ .
4. Конус:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ .
5. Еліптичний параболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 2z$ .
6. Гіперболический параболоид:  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 2z$ .
7. Еліптичний циліндр:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ .
8. Гіперболический циліндр:  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ .
9. Параболический циліндр:  $x^2 = 2py$ .

## 5. За даними з таблиць побудувати 2d та 3d стовпчикові діаграми

### 1. Чисельність населення, млн. чол.

|          | 1900 | 1913 | 1929  | 1938  | 1950  | 1960  | 1970  | 1980  | 1990  | 2000 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| США      | 76,4 | 97,6 | 122,2 | 130,5 | 153   | 176   | 200,5 | 227   | 247   | 277  |
| Германія | 45,7 | 54,7 | 58,7  | 62,3  | 67    | 72    | 77    | 78,5  | 79    | 82   |
| Франція  | 40,8 | 41,8 | 42    | 42    | 42    | 46    | 50,5  | 54    | 56,5  | 59   |
| Японія   | 44   | 51,6 | 63,2  | 71,8  | 83    | 93    | 104   | 116,8 | 123,5 | 127  |
| СРСР     | 123  | 158  | 171,5 | 186,5 | 205,5 | 226,5 | 247   | 258,5 | 290   | 290  |

### 2. Число зайнятих у світовій економіці, млн. чол.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германія       | 18,5 | 23,5 | 25   | 26,5 | 29   | 31   | 34   | 35   | 37   | 38,5 |
| Франція        | 20   | 20   | 20   | 19,5 | 19   | 21   | 23   | 25   | 26,5 | 27,5 |
| Великобританія | 16,5 | 18,5 | 20   | 20,5 | 22,5 | 24   | 25   | 25,5 | 26   | 26,5 |
| Італія         | 15   | 16,5 | 17   | 18   | 18,5 | 20   | 22   | 24   | 24,5 | 25   |

### 3. Промислове виробництво: додана вартість, в цінах нац. валют на 2000 р., млрд. долл.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германія       | 29   | 51   | 59   | 478  | 93   | 244  | 420  | 510  | 575  | 625  |
| Франція        | 28   | 46   | 57   | 52   | 63   | 93   | 190  | 275  | 310  | 355  |
| Великобританія | 53   | 73   | 84   | 105  | 130  | 180  | 245  | 265  | 300  | 335  |
| СРСР           | 40   | 70   | 80   | 105  | 205  | 480  | 725  | 935  | 1000 | 545  |

### 4. Світове сільськогосподарське виробництво: додана вартість в цінах 2000 р., млрд. долл.

|          | 1900 | 1913 <sup>1</sup> | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970  | 1980 | 1990  | 2000 |
|----------|------|-------------------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| США      | 43   | 56                | 69   | 76,5 | 93,5 | 105  | 128,5 | 146  | 157,5 | 175  |
| Германія | 16   | 19                | 20   | 21,5 | 23   | 29   | 37    | 40,5 | 46,5  | 52,5 |



|         |      |      |      |    |      |      |      |      |     |      |
|---------|------|------|------|----|------|------|------|------|-----|------|
| Франція | 21,5 | 22   | 22,5 | 23 | 23,5 | 29,5 | 47   | 53   | 65  | 76,5 |
| Італія  | 13,5 | 14,5 | 16   | 17 | 18,5 | 30,5 | 42   | 44,5 | 49  | 56   |
| СРСР    | 37   | 50,5 | 58,8 | 63 | 75   | 81,5 | 87,5 | 98   | 120 | 100  |

5. Світовий товарний експорт, в цінах на 2000 р., млрд. долл.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германія       | 21,5 | 54   | 58   | 64,1 | 36,5 | 87,5 | 185  | 385  | 600  | 710  |
| Франція        | 22   | 28,5 | 40,5 | 40   | 31,5 | 62,5 | 140  | 235  | 330  | 420  |
| Великобританія | 38,5 | 54,5 | 73   | 76   | 66   | 105  | 160  | 235  | 320  | 400  |
| Бельгія        | 12,2 | 15,5 | 18,4 | 16,8 | 12,3 | 27,5 | 63   | 112  | 176  | 214  |