

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инфокоммуникаций
«Визуализация данных с помощью matplotlib»

Отчет по лабораторной работе № 3.5
по дисциплине «Программирование на Python»

Выполнил студент группы ИВТ-б-о-21-1

Горшков В.И

«11» мая 2023г.

Подпись студента _____

Работа защищена « » _____ 20__ г.

Проверил Воронкин Р.А. _____
(подпись)

Ставрополь 2023

Цель работы: исследовать базовые возможности визуализации данных на плоскости средствами библиотеки `matplotlib` языка программирования Python.

Порядок выполнения работы:

1. Создал общедоступный репозиторий на GitHub, в котором использована лицензия MIT и язык программирования Python.

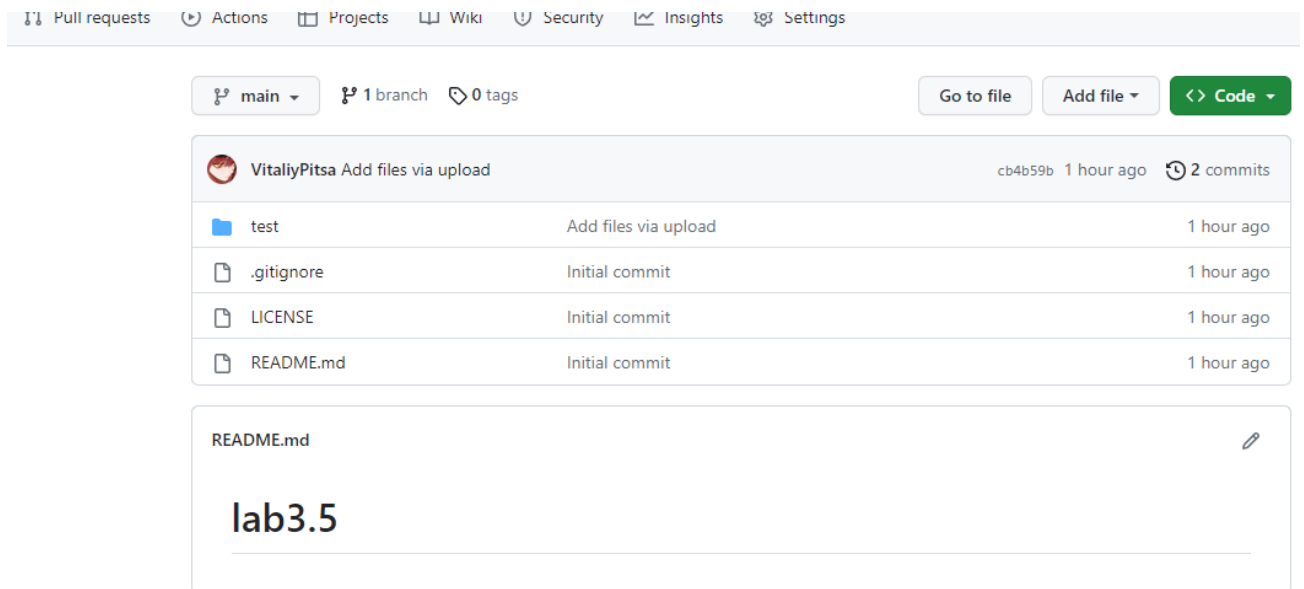


Рисунок 1 - Создание репозитория

2. Выполните клонирование созданного репозитория.

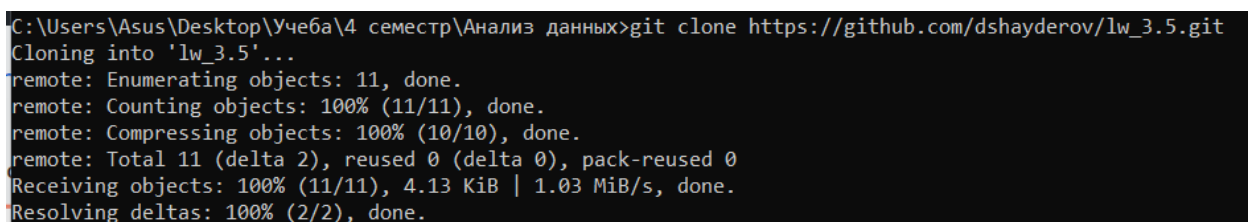


Рисунок 2 - Клонирование репозитория

3. Организуйте свой репозиторий в соответствии с моделью ветвления git-flow.

```
C:\Users\Asus\Desktop\Учеба\4 семестр\Анализ данных\lw_3.5>git checkout -b develop
Switched to a new branch 'develop'

C:\Users\Asus\Desktop\Учеба\4 семестр\Анализ данных\lw_3.5>
```

Рисунок 3 - Ветвление по модели git-flow

4. Проработать примеры лабораторной работы.

Пример 1.

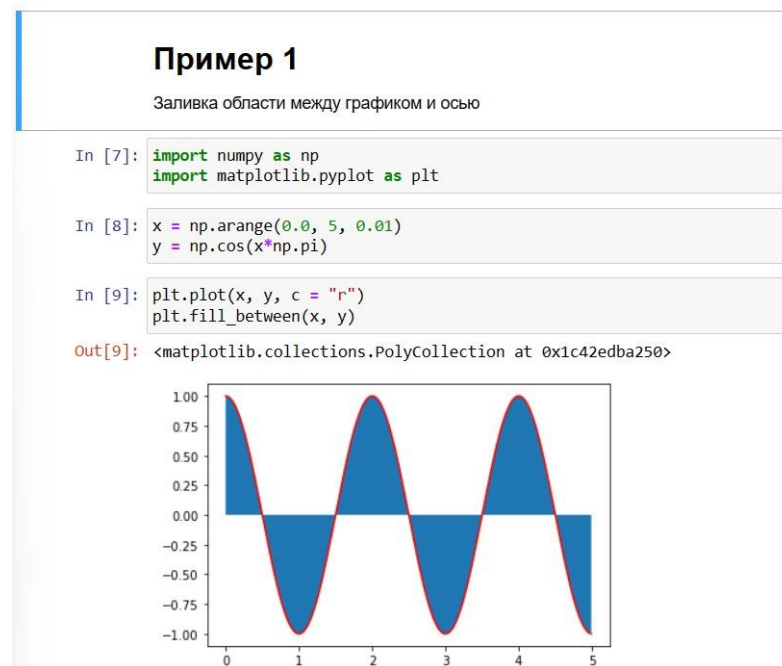


Рисунок 4 - Результат выполнения примера 1

Пример 2.

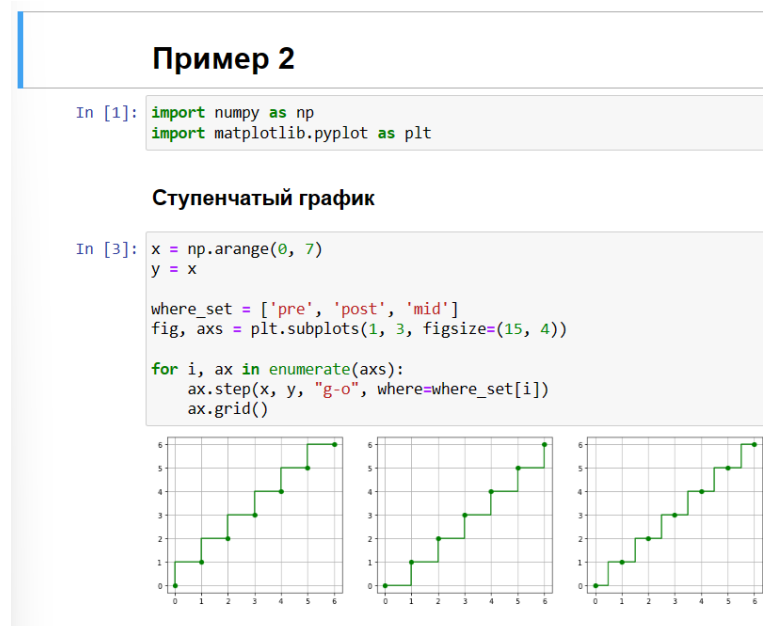


Рисунок 5 - Результат выполнения примера 2

Пример 3.

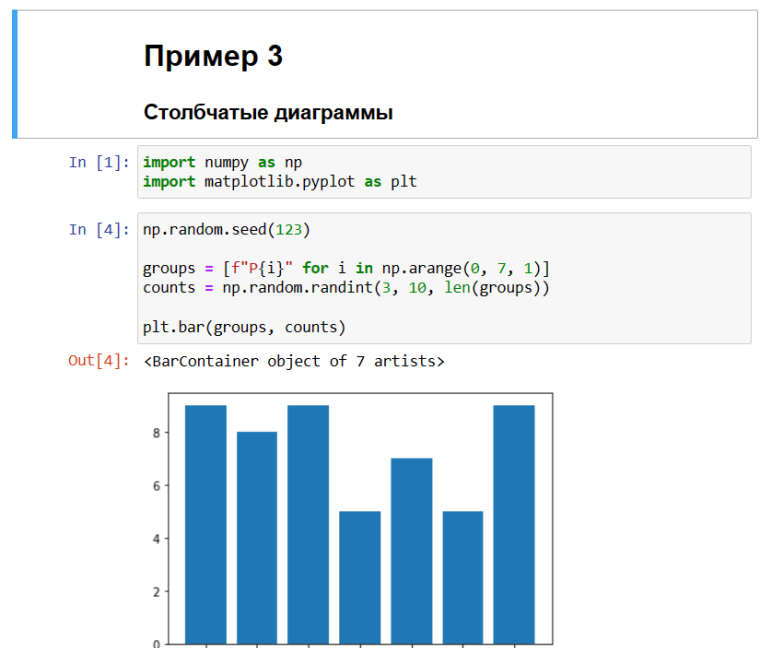


Рисунок 6 - Результат выполнения примера 3

Пример 4.

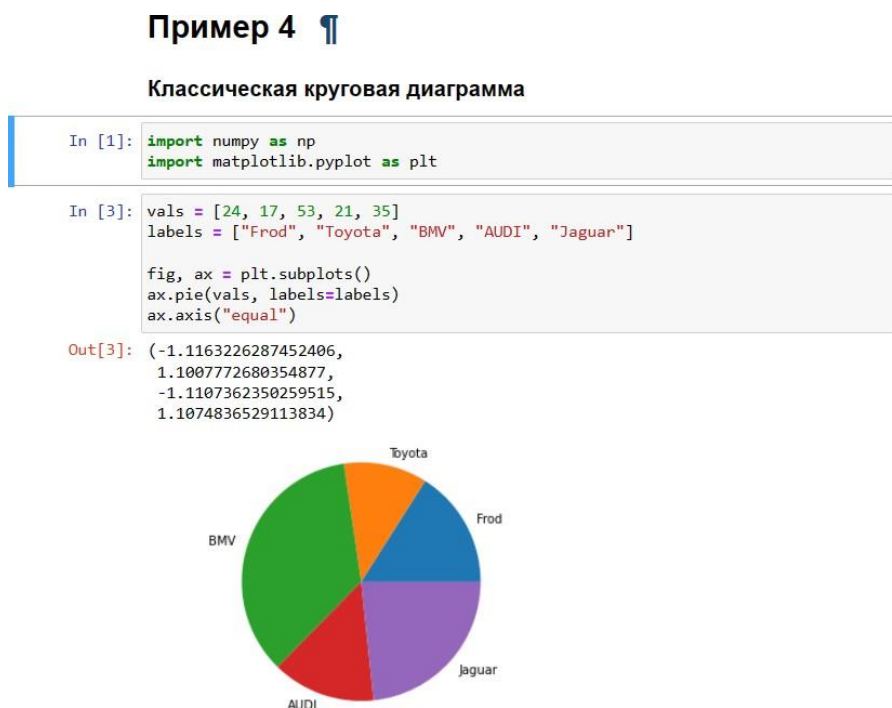


Рисунок 7 - Результат выполнения примера 4

Пример 5.

Пример 5

Построение цветовой сетки

```
In [3]: from PIL import Image
import requests
from io import BytesIO
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

In [4]: response = requests.get('https://matplotlib.org/_static/logo2.png')
img = Image.open(BytesIO(response.content))
plt.imshow(img)

Out[4]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x1d965b842e0>
```

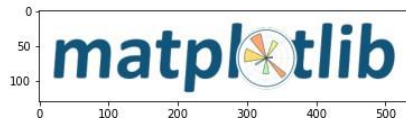


Рисунок 8 - Результат выполнения примера 5

5. Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения линейного графика.

Определить мгновенный ток в индуктивном элементе $L=0.1\text{Гн}$, построить векторные и временные диаграммы тока и напряжения, если напряжение на индуктивном элементе $u = 20\sin(10^3t - 30^\circ)$

Индивидуальное задание 1

Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения линейного графика.

Определить мгновенный ток в индуктивном элементе $L = 0.1\text{Гн}$, построить векторные и временные диаграммы тока и напряжения, если напряжение на индуктивном элементе $u = 20\sin(10^3t - 30^\circ)$

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import cmath as cm
%matplotlib inline
```

Запишем известные переменные. Из уравнения напряжения на индуктивном элементе определим значения амплитуды напряжения U_m , угловой частоты ω и фазы Ψ_u .

```
In [2]: L = 0.1
Um = 20
omega = pow(10, 3)
Psi_u = np.radians(-30)
```

Определим комплексную амплитуду напряжения $\underline{U}_m = U_m e^{j\Psi_u}$.

```
In [3]: _Um = Um * cm.exp(1j * Psi_u)
print(f"Комплексная амплитуда напряжения: {_Um}")

Комплексная амплитуда напряжения: (17.320508075688775-9.999999999999998j)
```

Определим комплексное сопротивление индуктивного элемента $\underline{Z} = j\omega L$.

```
In [4]: _Z = 1j * omega * L
print(f"Комплексное сопротивление: {_Z}")

Комплексное сопротивление: 100j
```

Рисунок 9 - Результат выполнения индивидуального задания 1

6. Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения столбчатой диаграммы.

Измерена максимальная ёмкость 20 подстроечных конденсаторов, и результаты измерений (в пикофарадах) приведены в таблице.

Построить группированный статистический ряд и изобразить его в виде гистограммы. Оценить генеральные числовые характеристики с помощью группированного статистического ряда.

Индивидуальное задание 2

Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения столбчатой диаграммы.

Измерена максимальная ёмкость 20 подстроечных конденсаторов, и результаты измерений (в пикофарадах) приведены в таблице:

| Номер конденсатора | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ёмкость, пкФ | 4,40 | 4,31 | 4,40 | 4,40 | 4,65 | 4,56 | 4,71 | 4,54 | 4,36 | 4,56 |

| Номер конденсатора | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ёмкость, пкФ | 4,31 | 4,42 | 4,60 | 4,35 | 4,50 | 4,40 | 4,43 | 4,48 | 4,42 | 4,45 |

Построить группированный статистический ряд и изобразить его в виде гистограммы. Оценить генеральные числовые характеристики с помощью группированного статистического ряда.

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import cmath as cm
%matplotlib inline
```

```
In [2]: x = [4.40, 4.31, 4.40, 4.40, 4.65, 4.56, 4.71, 4.54, 4.36, 4.56,
4.31, 4.42, 4.60, 4.35, 4.50, 4.40, 4.43, 4.48, 4.42, 4.45]
n = np.arange(1, 20, 1)
```

Промежуток $[x_{min}, x_{max}]$ делится на некоторое число k равных по длине промежутков. Обозначим эти промежутки слева направо через $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_k$. Если точки, разделяющие промежутки обозначить a_0, a_1, \dots, a_k , то $\Delta_1 = [x_{min}, a_1), \Delta_2 = [a_1, a_2), \dots, \Delta_k = [a_{k-1}, x_{max}]$. Пусть n_i - число элементов выборки, попавших в промежуток Δ_i . Числа n_1, n_2, \dots, n_k называются частотами попадания элементов выборки в рассматриваемые промежутки. Совокупность промежутков $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_k$ и соответствующих им частот называется группированным статистическим рядом

Рисунок 10 - Результат выполнения индивидуального задания 2

7. Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения круговой диаграммы.

Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н. у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 65 г цинка. Определите массовую долю сульфата цинка в полученном растворе.

Построить круговые диаграммы, отображающие соотношение масс веществ в растворе после электролиза и массовую долю сульфата цинка в конечном растворе.

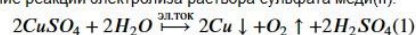
Индивидуальное задание 3

Создать ноутбук, в котором выполнить решение вычислительной задачи (например, задачи из области физики, экономики, математики, статистики и т. д.) требующей построения круговой диаграммы.

Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н. у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 65 г цинка. Определите массовую долю сульфата цинка в полученном растворе. Построить круговые диаграммы, отображающие соотношение масс веществ в растворе после электролиза и массовую долю сульфата цинка в конечном растворе.

```
In [1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import cmath as cm
%matplotlib inline
```

Составим уравнение реакции электролиза раствора сульфата меди(II):



Определим, является ли выделившийся газ продуктом только одной реакции:

$$v = \frac{m}{M},$$

где m - масса вещества, M - молярная масса.

$$v = \frac{V}{V_m},$$

где V - объем газа при нормальных условиях, V_m - молярный объем газа при тех же условиях, равный $22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ по закону Авогадро.

```
In [2]: m_CuSO4 = 640
p_CuSO4 = 0.2
M_CuSO4 = 64 + 32 + 4 * 16

v_CuSO4 = m_CuSO4 * p_CuSO4 / M_CuSO4
print(f"Количество вещества сульфата меди: {v_CuSO4} моль")
```

Количество вещества сульфата меди: 0.8 моль

Рисунок 11 - Результат выполнения индивидуального задания 3

8. Найти какое-либо изображение в сети Интернет. Создать ноутбук, в котором будет отображено выбранное изображение средствами библиотеки matplotlib по URL из сети Интернет.

Отобразим изображение пейзажа с сайта oir.mobi.

Индивидуальное задание 4

Найти какое-либо изображение в сети Интернет. Создать ноутбук, в котором будет отображено выбранное изображение средствами библиотеки matplotlib по URL из сети Интернет.

Отобразим изображение пейзажа с сайта oir.mobi

```
In [1]: from PIL import Image
import requests
from io import BytesIO
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

In [3]: fig, ax = plt.subplots()
plt.figure(figsize=(20, 20))

response = requests.get('https://oir.mobi/uploads/posts/2021-06/thumbs/162378831-')
img = Image.open(BytesIO(response.content))

ax.set_title("Умиротворение в природе",
            fontsize=18)

ax.imshow(img)

Out[3]: <matplotlib.image.AxesImage at 0x190e21a9760>
```

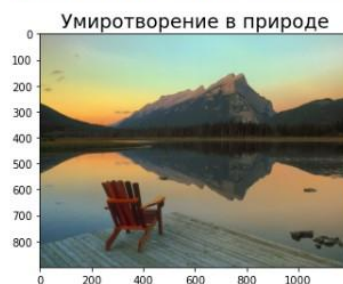


Рисунок 11 - Результат выполнения индивидуального задания 1

Контрольные вопросы:

1. Как выполнить построение линейного графика с помощью matplotlib?

Для построения линейного графика используется функция `plot()`, со следующей сигнатурой:

```
plot([x], y, [fmt], *, data=None, **kwargs)
```

```
plot([x], y, [fmt], [x2], y2, [fmt2], ..., **kwargs)
```

2. Как выполнить заливку области между графиком и осью?

Между двумя графиками?

Для заливки областей используется функция `fill_between()`. Сигнатура функции:

```
fill_between(x, y1, y2=0, where=None, interpolate=False, step=None, *,
            data=None, **kwargs)
```

3. Как выполнить выборочную заливку, которая удовлетворяет некоторому условию?

where: массив bool элементов (длины N), optional, значение по умолчанию: None – задает заливаемый цветом регион, который определяется координатами x[where]: интервал будет залит между x[i] и x[i+1], если where[i] и where[i+1] равны True.

Заливка области между 0 и y, при условии, что $y \geq 0$:

```
plt.plot(x, y, c="r")  
plt.fill_between(x, y, where=(y > 0))
```

4. Как выполнить двухцветную заливку?

Вариант двухцветной заливки:

```
plt.plot(x, y, c="r")  
plt.grid()  
plt.fill_between(x, y, where=y>=0, color="g", alpha=0.3)  
plt.fill_between(x, y, where=y<=0, color="r", alpha=0.3)
```

5. Как выполнить маркировку графиков?

```
x = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]  
y = [7, 6, 5, 4, 5, 6, 7]  
plt.plot(x, y, marker="o", c="g")
```

6. Как выполнить обрезку графиков?

Для того, чтобы отобразить только часть графика, которая отвечает определенному условию используйте предварительное маскирование данных с помощью функции `masked_where` из пакета `numpy`.

```
x = np.arange(0.0, 5, 0.01)  
y = np.cos(x * np.pi)  
y_masked = np.ma.masked_where(y < -0.5, y)  
plt.ylim(-1, 1)  
plt.plot(x, y_masked, linewidth=3)
```

7. Как построить ступенчатый график? В чем особенность ступенчатого графика?

Такой график строится с помощью функции `step()`, которая принимает следующий набор параметров:

x: array_like - набор данных для оси абсцисс
y: array_like - набор данных для оси ординат
fmt: str, optional - задает отображение линии (см. функцию plot()).
data: indexable object, optional - метки.
where : {'pre', 'post', 'mid'}, optional , по умолчанию 'pre' - определяет место, где будет установлен шаг.

```
x = np.arange(0, 7)
y = x
where_set = ['pre', 'post', 'mid']
fig, axs = plt.subplots(1, 3, figsize=(15, 4))
for i, ax in enumerate(axs):
    ax.step(x, y, "g-o", where=where_set[i])
    ax.grid()
```

8. Как построить стековый график? В чем особенность стекового графика?

Для построения стекового графика используется функция `stackplot()`. Суть его в том, что графики отображаются друг над другом, и каждый следующий является суммой предыдущего и заданного набора данных:

```
x = np.arange(0, 11, 1)
y1 = np.array([(-0.2)*i**2+2*i for i in x])
y2 = np.array([(-0.4)*i**2+4*i for i in x])
y3 = np.array([2*i for i in x])
labels = ["y1", "y2", "y3"]
fig, ax = plt.subplots()
ax.stackplot(x, y1, y2, y3, labels=labels)
ax.legend(loc='upper left')
```

9. Как построить stem-график? В чем особенность stem-графика?

Визуально этот график выглядит как набор линий от точки с координатами (x, y) до базовой линии, в верхней точке ставится маркер:

```
x = np.arange(0, 10.5, 0.5)
y = np.array([(-0.2)*i**2+2*i for i in x])
plt.stem(x, y)
```

Дополнительные параметры функции stem():

linefmt: str, optional - стиль вертикальной линии

markerfmt: str, optional - формат маркера

basefmt: str, optional - формат базовой линии

bottom: float, optional , по умолчанию: 0 - y-координата базовой линии

10. Как построить точечный график? В чем особенность точечного графика?

Для отображения точечного графика предназначена функция scatter(). В простейшем виде точечный график можно получить передав функции scatter() наборы точек для x, y координат:

```
x = np.arange(0, 10.5, 0.5)
y = np.cos(x)
plt.scatter(x, y)
```

Для более детальной настройки отображения необходимо воспользоваться дополнительными параметрами функции scatter(), сигнатура ее вызова имеет следующий вид:

```
scatter(x, y, s=None, c=None, marker=None, cmap=None, norm=None,
vmin=None, vmax=None, alpha=None, linewidths=None, verts=None,
edgecolors=None, *, plotnonfinite=False, data=None, **kwargs)
```

11. Как осуществляется построение столбчатых диаграмм с помощью matplotlib?

Для визуализации категориальных данных хорошо подходят столбчатые диаграммы. Для их построения используются функции:

bar() – для построения вертикальной диаграммы

`barh()` – для построения горизонтальной диаграммы.

Построим простую диаграмму:

```
np.random.seed(123)
groups = [f"P{i}" for i in range(7)]
counts = np.random.randint(3, 10, len(groups))
plt.bar(groups, counts)
```

Если заменим `bar()` на `barh()` получим горизонтальную диаграмму:

```
plt.barh(groups, counts)
```

12. Что такое групповая столбчатая диаграмма? Что такое столбчатая диаграмма с `errorbar` элементом?

Используя определенным образом подготовленные данные можно строить групповые диаграммы:

```
cat_par = [f"P{i}" for i in range(5)]
g1 = [10, 21, 34, 12, 27]
g2 = [17, 15, 25, 21, 26]
width = 0.3
x = np.arange(len(cat_par))
fig, ax = plt.subplots()
rects1 = ax.bar(x - width/2, g1, width, label='g1')
rects2 = ax.bar(x + width/2, g2, width, label='g2')
ax.set_title('Пример групповой диаграммы')
ax.set_xticks(x)
ax.set_xticklabels(cat_par)
ax.legend()
```

`Errorbar` элемент позволяет задать величину ошибки для каждого элемента графика. Для этого используются параметры `xerr`, `yerr` и `ecolor` (для задания цвета):

```
np.random.seed(123)
rnd = np.random.randint
```

```

cat_par = [f"P{i}" for i in range(5)]
g1 = [10, 21, 34, 12, 27]
error = np.array([[rnd(2,7),rnd(2,7)] for _ in range(len(cat_par))]).T
fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(10, 5))
axs[0].bar(cat_par, g1, yerr=5, ecolor="r", alpha=0.5, edgecolor="b",
linewidth=2)
axs[1].bar(cat_par, g1, yerr=error, ecolor="r", alpha=0.5, edgecolor="b",
linewidth=2)

```

13. Как выполнить построение круговой диаграммы средствами matplotlib?

Круговые диаграммы – это наглядный способ показать доли компонент в наборе. Они идеально подходят для отчетов, презентаций и т.п. Для построения круговых диаграмм в Matplotlib используется функция `pie()`.

Пример построения диаграммы:

```

vals = [24, 17, 53, 21, 35]
labels = ["Ford", "Toyota", "BMV", "AUDI", "Jaguar"]
fig, ax = plt.subplots()
ax.pie(vals, labels=labels)
ax.axis("equal")

```

14. Что такое цветовая карта? Как осуществляется работа с цветовыми картами в matplotlib?

Цветовая карта представляет собой подготовленный набор цветов, который хорошо подходит для визуализации того или иного набора данных. Подробное руководство по цветовым картам вы можете найти на официальном сайте Matplotlib (<https://matplotlib.org/tutorials/colors/colormaps.html#sphx-glr-tutorials-colors-colormaps-py>). Также отметим, что такие карты можно создавать самостоятельно, если среди существующих нет подходящего решения.

Рассмотрим две функции для построения цветовой сетки: `imshow()` и `pcolormesh()`.

15. Как отобразить изображение средствами matplotlib?

Основное назначение функции `imshow()` состоит в представлении 2d растров. Это могут быть картинки, двумерные массивы данных, матрицы и т.п. Напишем простую программу, которая загружает картинку из интернета по заданному URL и отображает ее с использованием библиотеки Matplotlib:

```
from PIL import Image
import requests
from io import BytesIO
response = requests.get('https://matplotlib.org/_static/logo2.png')
img = Image.open(BytesIO(response.content))
plt.imshow(img)
```

16. Как отобразить тепловую карту средствами matplotlib?

Рассмотрим ещё одну функцию для визуализации 2D наборов данных – `pcolormesh()`. В библиотеке Matplotlib есть ещё одна функция с аналогичным функционалом – `pcolor()`, в отличие от нее рассматриваемая нами `pcolormesh()` более быстрая и является лучшим вариантом в большинстве случаев. Функция `pcolormesh()` похожа по своим возможностям на `imshow()`, но есть и отличия.

Пример использования функции `pcolormesh()`:

```
np.random.seed(123)
data = np.random.rand(5, 7)
plt.pcolormesh(data, cmap='plasma', edgecolors="k", shading='flat')
```

Вывод: были исследованы базовые возможности визуализации данных на плоскости средствами библиотеки matplotlib языка программирования Python.