

```
In [1]: import os
import numpy as np
import pandas as pd
import json
import matplotlib.pyplot as plt
from IPython.display import display, HTML
```

Переглянемо список 3 країн, які необхідні згідно з моїм варіантом.

```
In [2]: names_countries = pd.read_csv('../tasks.csv', header=0, names=['Країна 1'
names_countries.head(9)
```

```
Out[2]:
```

	Країна 1	Країна 2	Країна 3
Аніщенко Ігор	Lithuania	Niger	United Kingdom
Димов Максим	Belarus	Honduras	Curacao
Єрмоленко Назар	Chile	New Zealand	Netherlands
Жигамовський Нікіта	South Sudan	Mexico	China
Кравченко Тетяна	Spain	Bangladesh	Iceland
Марченко Ігор	Bahrain	Belarus	Ukraine
Нестеров Олег	Suriname	Austria	Uruguay
Пороскун Олена	Bermuda	France	Panama
Прокопенко Микита	Ethiopia	Cyprus	Equatorial Guinea

```
In [3]: names_countries = names_countries.loc['Пороскун Олена']
filter_country = names_countries.values
filter_country = [f for f in filter_country]
filter_country
```

```
Out[3]: ['Bermuda', 'France', 'Panama']
```

Task 1 Популяція за інтервал часу 1960-2020

• Таблиця

```
In [4]: print(os.listdir('../src/population'))
['population.json', 'population.csv', 'population_pandas.xlsx']
```

```
In [5]: data_population = pd.read_csv('../src/population/population.csv')
```

```
In [6]: data_population
```

Out[6]:

	Country Name	Country Code	Year	Value
0	Arab World	ARB	1960	92197753
1	Arab World	ARB	1961	94724510
2	Arab World	ARB	1962	97334442
3	Arab World	ARB	1963	100034179
4	Arab World	ARB	1964	102832760
...
15404	Zimbabwe	ZWE	2014	13586681
15405	Zimbabwe	ZWE	2015	13814629
15406	Zimbabwe	ZWE	2016	14030390
15407	Zimbabwe	ZWE	2017	14236745
15408	Zimbabwe	ZWE	2018	14439018

15409 rows × 4 columns

Відфільтруємо згідно з країнами мого варіанту.

In [7]:

```
data_population_filtered = data_population.query(`Country Name` in @filt
data_population_filtered
```

Out[7]:

	Country Name	Country Code	Year	Value
3953	Bermuda	BMU	1960	44400
3954	Bermuda	BMU	1961	45500
3955	Bermuda	BMU	1962	46600
3956	Bermuda	BMU	1963	47700
3957	Bermuda	BMU	1964	48900
...
11667	Panama	PAN	2014	3901315
11668	Panama	PAN	2015	3968487
11669	Panama	PAN	2016	4037078
11670	Panama	PAN	2017	4106771
11671	Panama	PAN	2018	4176873

177 rows × 4 columns

In [8]:

```
data_population_filtered['Country Name'].unique()
```

Out[8]: array(['Bermuda', 'France', 'Panama'], dtype=object)

In [9]:

```
#data_population_filtered['Year'].unique()
```

In [10]:

```
data_population_filtered.describe()
```

Out[10]:

	Year	Value
count	177.000000	1.770000e+02
mean	1989.000000	2.013498e+07
std	17.077697	2.696568e+07
min	1960.000000	4.440000e+04
25%	1974.000000	6.374000e+04
50%	1989.000000	2.419426e+06
75%	2004.000000	5.359223e+07
max	2018.000000	6.697711e+07

Як бачимо мінімальне значення колонки 'Year' = 1960, а максимальне - 2018. Тому популяція за 1960 - 2020 роки це сама таблиця **data_population_filtered**.

Також можна сформувати таблицю за необхідний період часу іншим чином.

Створюємо нову таблицю популяції за фільтром інтервалу часу 1960 - 2020.

```
In [11]: cust_filter = 1960
cust_filter2 = 2020
data_population_1960_2020 = data_population.query('(Year >= @cust_filter
data_population_1960_2020
```

Out[11]:

	Country Name	Country Code	Year	Value
3953	Bermuda	BMU	1960	44400
3954	Bermuda	BMU	1961	45500
3955	Bermuda	BMU	1962	46600
3956	Bermuda	BMU	1963	47700
3957	Bermuda	BMU	1964	48900
...
11667	Panama	PAN	2014	3901315
11668	Panama	PAN	2015	3968487
11669	Panama	PAN	2016	4037078
11670	Panama	PAN	2017	4106771
11671	Panama	PAN	2018	4176873

177 rows × 4 columns

Можемо перевірити чи правильно були відфільтровані дані за допомогою методу **unique()**.

```
In [12]: uniq_data = data_population_1960_2020['Year'].unique()
print('number of unique elements:', len(uniq_data))

number of unique elements: 59
```

Тому можемо дізнатися кількість унікальних значень стовпця "Рік" і перевірити чи є серед них значення, які не входять у проміжок 1960 - 2020.

```
In [13]: count = 0
for element in uniq_data:
    if element < 1960 or element > 2020:
        # print('{} is not in [1960, 2020]'.format(element))
        count += 1

if count == 0:
    print('All elements of column [\`Year\`] are in [1960, 2020]')
else:
    print('{} elements of column [\`Year\`] are NOT in [1960, 2020]'.format(count))
```

All elements of column ['Year'] are in [1960, 2020]

Отже, таблиця популяції 3 країн за 1960 - 2020 представлена як **data_population_1960_2020**.

Чи містять ці 2 датасети, що ми отримали для популяції 1960-2020 для країн згідно з варіантом, однакові елементи?

```
In [14]: data_population_filtered.equals(data_population_1960_2020)
```

Out[14]: True

Так, тому можемо зберегти будь-який з них.

```
In [15]: if not os.path.exists('./tables and graphs'):
os.mkdir('./tables and graphs')
```

```
In [16]: data_population_1960_2020.to_csv("./tables and graphs/data_population_1960_2020.csv")
```

```
In [17]: #data_population_1960_2020.to_excel("./tables and graphs/data_population_1960_2020.xlsx")
```

```
In [18]: #data_population_1960_2020.to_json(path_or_buf="./tables and graphs/data_population_1960_2020.json")
```

• Графіки

1. Лінійний графік

Створимо лінійний графік двома способами.

1.1 Лінійний графік популяції 3 країн відповідно до року.

```
In [19]: def fun_xy_plot(dataframe, country):

    df1 = dataframe.query('`Country Name` == @country')

    data = df1[['Year', 'Value']].values.tolist()
    #print(df1[['Year', 'Value']].head())

    x = np.zeros((len(data), 1))
```

```

y = np.zeros((len(data), 1))
for i in range(len(data)):
    x[i] = data[i][0]
    y[i] = data[i][1]

return country, x, y

```

In [20]: `#filter_country`

In [21]: `#print(len(data_population_1960_2020['Year'].unique()))`
`#data_population_1960_2020['Year'].unique()`

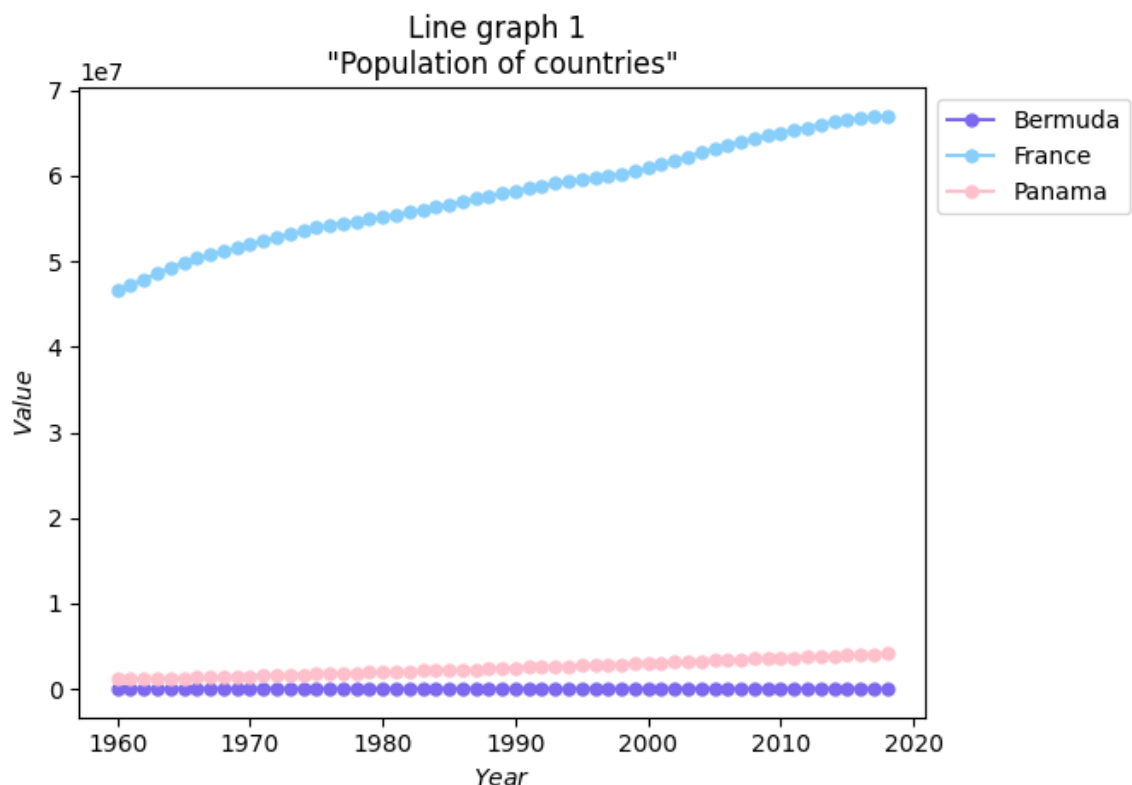
In [22]: `def plot_line1(dateframe, filter_country):`
`#print(filter_country)`
`colors = ['mediumslateblue', 'lightskyblue', 'pink']`

`if type(filter_country) == str:`
`columns = 1`
`country, x, y = fun_xy_plot(dateframe, filter_country)`
`plt.plot(x, y, color=colors[0], label=f'{country}', marker=".", m`
`else:`
`columns = len(filter_country)`
`for i in range(columns):`
`country, x, y = fun_xy_plot(dateframe, filter_country[i])`
`plt.plot(x, y, color=colors[i], label=f'{country}', marker=".`

`plt.title('Line graph 1 \n "Population of countries" ')`
`plt.ylabel('$ Value $')`
`plt.xlabel('$ Year $')`
`plt.legend(bbox_to_anchor=(1,1), loc="upper left")`

`plt.savefig('./tables and graphs/line1_population.png', bbox_inches=''`

`plot_line1(data_population_1960_2020, filter_country)`



1.2 Лінійний графік популяції 3 країн сумарно по країнам. Тобто беремо дані для 3 країн, групуємо їх по стовпцю 'Country Name' та сумуємо по 'Value', також сортуємо за зростанням.

```
In [23]: df = data_population_1960_2020
grouped_df = df.groupby('Country Name')['Value'].sum()
top = grouped_df.sort_values(ascending=True)
top
```

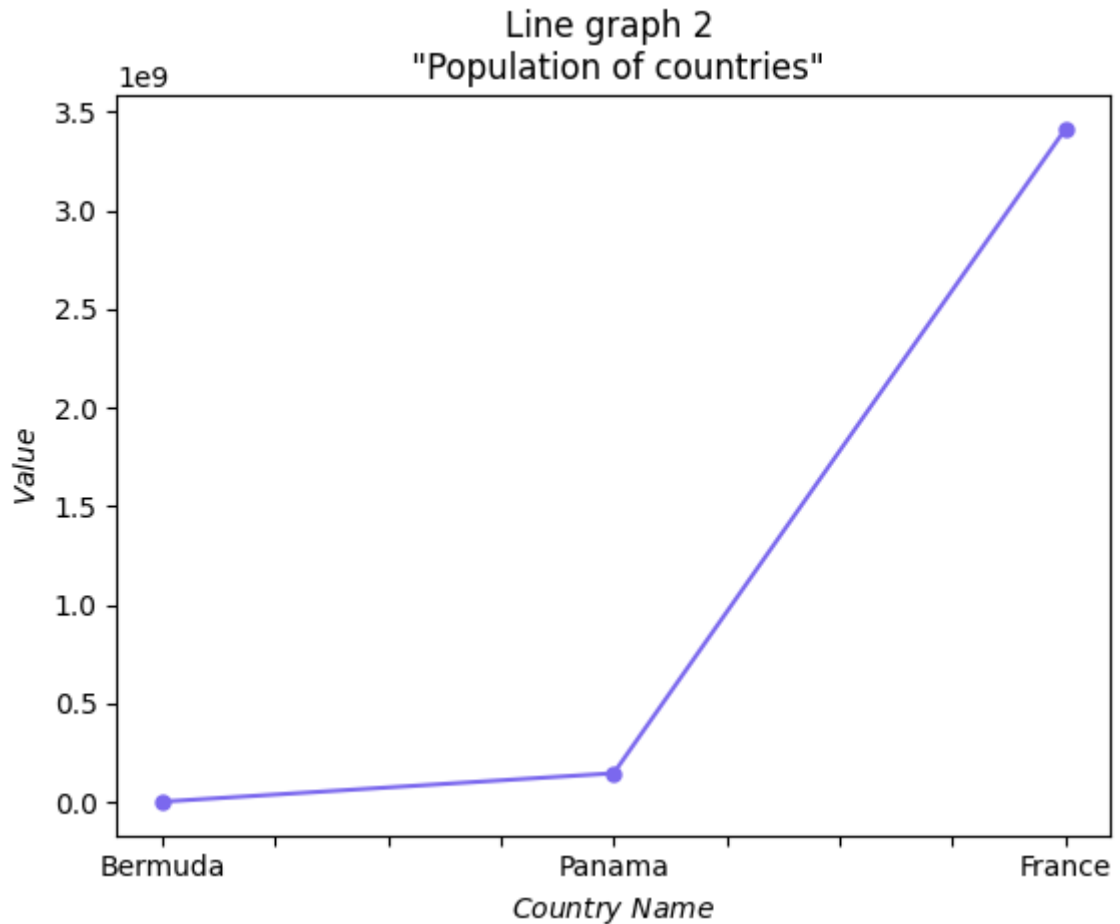
```
Out[23]: Country Name
Bermuda      3416866
Panama       147509500
France       3412964611
Name: Value, dtype: int64
```

```
In [24]: def plot_line2(data):
          fig, ax = plt.subplots()

          #grouped_df = dataframe.groupby('Country Name')['Value'].sum()
          #top = grouped_df
          #top = grouped_df.sort_values(ascending=True)
          top = data
          res = top.plot(x="Year", y="Value", color="mediumslateblue", ylabel='

          plt.title('Line graph 2 \n "Population of countries"')
          plt.ylabel('$ Value $')
          plt.xlabel('$ Country \ Name $')
          res.savefig('./tables and graphs/line2_population.png', bbox_inches='
          #plt.legend(bbox_to_anchor=(1,1), loc="upper left")

          plot_line2(top)
```



2. Кругова діаграма

Аналогічно до 2 варіанту побудови лінійного графіка.

In [25]: top

Out[25]: Country Name
 Bermuda 3416866
 Panama 147509500
 France 3412964611
 Name: Value, dtype: int64

```
In [26]: def plot_pie(data):

    if len(data) > 3:
        list_exp = [0.05 for i in range(len(data))]
    else:
        list_exp = [0.2, 0.2, 0.1]

    explode = tuple(list_exp)

    colors = [
        #[0.57745045, 0.51609339, 0.71706274], # фіолет
        #[0.56698063, 0.71535438, 0.75541086], # сірий
        [0.41062479, 0.8407867, 0.87001545], # блакит
        [0.82670165, 0.96549147, 0.59721125], # світло зел
        [0.9737108, 0.96112498, 0.56562821] # жовтий
    ]
    #colors = ['lavender', 'lightcyan', 'honeydew', 'lightyellow', 'bisqu
```

```

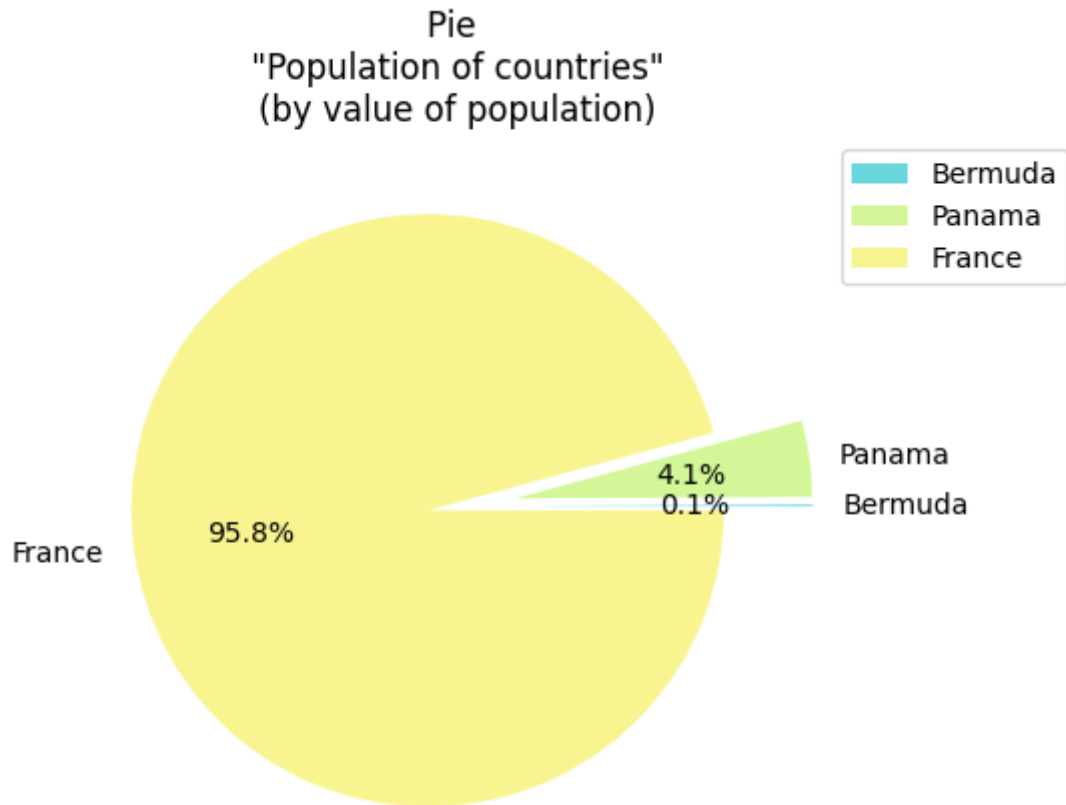
res = data.plot(kind='pie', y = 'Value', autopct='%1.1f%%', explode=e

plt.title('Pie \n "Population of countries" \n (by value of population)')
plt.legend(bbox_to_anchor=(1,1), loc="upper left")

res.savefig('./tables and graphs/pie_population.png', bbox_inches='ti

plot_pie(top)

```



3. Стовпчаста діаграма

Аналогічно до 2 варіанту побудови лінійного графіка.

In [27]: top

```

Out[27]: Country Name
Bermuda      3416866
Panama       147509500
France       3412964611
Name: Value, dtype: int64

```

In [28]: **def** plot_bar(data):

```

    fig, ax = plt.subplots()
    count = len(data)
    #fig, ax = plt.subplots(figsize=(count*2, count*1.5))

    #color_rectangle = np.random.rand(count, 3) # RGB
    colors = [

```



```

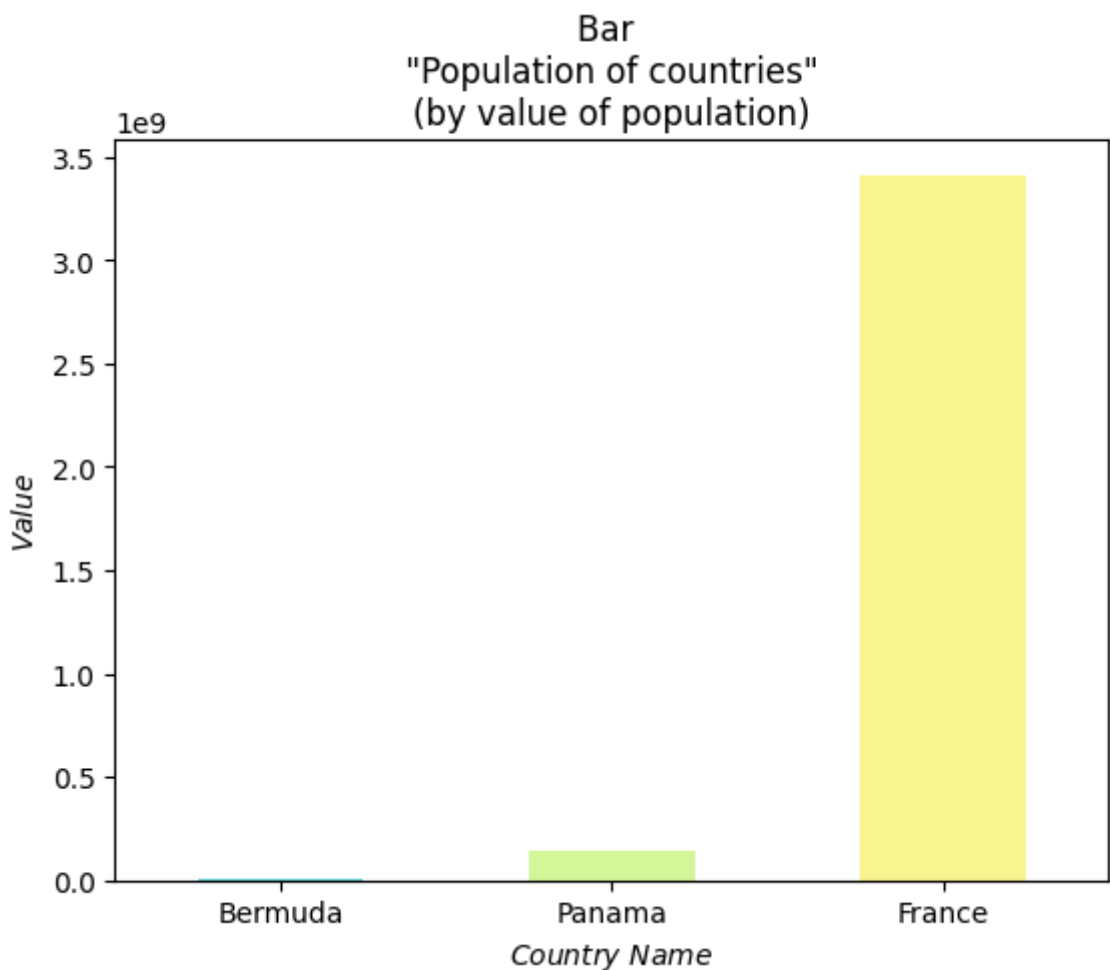
    #[0.57745045, 0.51609339, 0.71706274], # фіолет
    #[0.56698063, 0.71535438, 0.75541086], # сірий
    #[0.41062479, 0.8407867, 0.87001545], # блакит
    #[0.82670165, 0.96549147, 0.59721125], # світло зел
    #[0.9737108, 0.96112498, 0.56562821] # жовтий
]
#colors_light = ['lavender', 'lightcyan', 'honeydew', 'lightyellow',

res = top.plot(kind = 'bar', x="Country Name", y="Value", label="Value")

ax.tick_params(axis='x', labelrotation=0)
plt.title('Bar \n "Population of countries" \n (by value of population)')
plt.ylabel('$Value$')
plt.xlabel('$Country \ Name$')

res.savefig('./tables and graphs/bar_population.png', bbox_inches='tight')
plot_bar(top)

```



Task 2 Показати в табличному вигляді основні статистичні величини: min, max, mean, квантілі 25%, 75%, 95%.

1. Розглянемо таблицю з розташуванням
'../src/population/population.csv'.

```

In [29]: data_population = pd.read_csv('../src/population/population.csv')
data_population.head(3)

```

```
Out[29]:
```

	Country Name	Country Code	Year	Value
0	Arab World	ARB	1960	92197753
1	Arab World	ARB	1961	94724510
2	Arab World	ARB	1962	97334442

```
In [30]: data_population_filtered = data_population.query(' `Country Name` in @fil
#data_population_filtered
```

```
In [31]: data_population_filtered['Country Name'].unique()
```

```
Out[31]: array(['Bermuda', 'France', 'Panama'], dtype=object)
```

```
In [32]: statistics_population = data_population_filtered.describe()
display(statistics_population)
```

	Year	Value
count	177.000000	1.770000e+02
mean	1989.000000	2.013498e+07
std	17.077697	2.696568e+07
min	1960.000000	4.440000e+04
25%	1974.000000	6.374000e+04
50%	1989.000000	2.419426e+06
75%	2004.000000	5.359223e+07
max	2018.000000	6.697711e+07

Знайдемо ще квантілу 95% і перевіримо правильність наступного методу `np.quantile(data, .95)`.

```
In [33]: data_quantile = pd.DataFrame(np.zeros((3,2)), columns = ['Year', 'Value'])

for j in ['Year', 'Value']:
    if j == 'Year':
        data = data_population_filtered['Year']
    else:
        data = data_population_filtered['Value']

    data_quantile[j][0] = np.quantile(data, .25)
    data_quantile[j][1] = np.quantile(data, .75)
    data_quantile[j][2] = np.quantile(data, .95)

data_quantile
```

```
Out[33]:
```

	Year	Value
25%	1974.0	63740.0
75%	2004.0	53592233.0
95%	2015.2	64771133.4

Як бачимо інші знайдені раніше квантіли 25% та 75% такі ж самі як і з методу `np.quantile(data, .95)`.

```
In [34]: data_quantile = data_quantile.drop(['25%', '75%'])
statistics_population = pd.concat([statistics_population, data_quantile],
display(statistics_population)
```

	Year	Value
count	177.000000	1.770000e+02
mean	1989.000000	2.013498e+07
std	17.077697	2.696568e+07
min	1960.000000	4.440000e+04
25%	1974.000000	6.374000e+04
50%	1989.000000	2.419426e+06
75%	2004.000000	5.359223e+07
max	2018.000000	6.697711e+07
95%	2015.200000	6.477113e+07

```
In [35]: statistics_population.to_csv("./tables and graphs/statistics_population.c
```

2. Розглянемо таблицю з розташуванням `'../src/ppp/ppp-gdp.csv'`.

```
In [36]: data_ppp = pd.read_csv('../src/ppp/ppp-gdp.csv')
#data_ppp.head(3)
```

```
In [37]: data_ppp_filtered = data_ppp.query(' `Country` in @filter_country ')
#data_ppp_filtered
```

```
In [38]: data_ppp_filtered['Country'].unique()
```

```
Out[38]: array(['Bermuda', 'France', 'Panama'], dtype=object)
```

Знайдемо необхідні величини.

```
In [39]: statistics_ppp = data_ppp_filtered.describe()
statistics_ppp
```

Out[39]:

	Year	PPP
count	96.000000	96.000000
mean	2005.500000	0.881732
std	9.281561	0.328308
min	1990.000000	0.458219
25%	1997.750000	0.525021
50%	2005.500000	0.891730
75%	2013.250000	1.188879
max	2021.000000	1.459248

```
In [40]: data_quantile = pd.DataFrame(np.zeros((3,2)), columns = ['Year', 'PPP'],
for j in ['Year', 'PPP']:
    if j == 'Year':
        data = data_ppp_filtered['Year']
    else:
        data = data_ppp_filtered['PPP']

    data_quantile[j][0] = np.quantile(data, .25)
    data_quantile[j][1] = np.quantile(data, .75)
    data_quantile[j][2] = np.quantile(data, .95)

data_quantile
```

Out[40]:

	Year	PPP
25%	1997.75	0.525021
75%	2013.25	1.188879
95%	2020.00	1.423563

Порівнявши з результатом методу **.describe()** бачимо, що результат такий же.
Значення для 95% правильне.

```
In [41]: data_quantile = data_quantile.drop(['25%', '75%'])
statistics_ppp = pd.concat([statistics_ppp, data_quantile], ignore_index=
display(statistics_ppp)
```

	Year	PPP
count	96.000000	96.000000
mean	2005.500000	0.881732
std	9.281561	0.328308
min	1990.000000	0.458219
25%	1997.750000	0.525021
50%	2005.500000	0.891730
75%	2013.250000	1.188879
max	2021.000000	1.459248
95%	2020.000000	1.423563

```
In [42]: statistics_ppp.to_csv("../tables and graphs/statistics_ppp.csv", index = T
```

3. Розглянемо таблиці з розташуванням '../src/oil-prices/'.

Поглянемо на список файлів у наступній папці.

```
In [43]: files_oil = os.listdir('../src/oil-prices')
files_oil_csv = [file for file in files_oil if '.csv' in file]
files_oil_csv
```

```
Out[43]: ['wti-year.csv',
'wti-daily.csv',
'wti-weekly.csv',
'brent-daily.csv',
'brent-year.csv',
'wti-monthly.csv',
'brent-monthly.csv',
'brent-weekly.csv']
```

Тут є файли з 2 марками нафти 'wti' та 'brent'.

**Для того щоб знайти статистичні величини для даних з кожного файлу
можемо зробити це 2 варіантами:**

**3.1 Об'єднаємо дані всіх файлів в один датафрейм, згрупуємо дані за
стовпчиком 'Date', просумуємо за стовпчиком 'Price' та знайдемо необхідні
величини з цього датафрейму.**

```
In [44]: def concat_files_oil(files_oil_csv):
    for i in range(len(files_oil_csv)):
        join_path = os.path.join('../src/oil-prices', files_oil_csv[i])
        #print('#', i+1, 'df_oil ->', join_path)
        df_oil = pd.read_csv(join_path)

        if i == 0:
            result = df_oil.copy(deep=True)
            #print('df_oil_prices = df_oil.copy(deep=True)')
        else:
            result = pd.concat([result, df_oil], ignore_index=True)
            #print('df_oil_prices = pd.concat([res, df_oil], ignore_index
```

```
#print()
print("The concatenation process in folder '{}' is complete.".format(
return result
```

```
In [45]: data_oil = concat_files_oil(files_oil_csv)
data_oil.head(3)
```

The concatenation process in folder '../src/oil-prices' is complete.

```
Out[45]:
```

	Date	Price
0	1986-06-30	15.05
1	1987-06-30	19.20
2	1988-06-30	15.97

```
In [46]: grouped_df = data_oil.groupby('Date')['Price'].sum()

sort_grouped_df = grouped_df.sort_values(ascending=True)
sort_grouped_df = pd.DataFrame(data=sort_grouped_df)
sort_grouped_df.head(3)
```

```
Out[46]:
```

	Price
Date	
2020-04-20	-19.62
1986-03-31	10.25
1998-11-26	10.41

```
In [47]: statistics_oil = sort_grouped_df.describe()
statistics_oil
```

```
Out[47]:
```

	Price
count	9691.000000
mean	113.196581
std	91.661473
min	-19.620000
25%	40.705000
50%	85.120000
75%	154.640000
max	697.910000

```
In [48]: data_quantile = pd.DataFrame(np.zeros((3,1)), columns = ['Price'], index

for j in ['Price']:
    data = sort_grouped_df
    data_quantile[j][0] = np.quantile(data, .25)
    data_quantile[j][1] = np.quantile(data, .75)
    data_quantile[j][2] = np.quantile(data, .95)

data_quantile
```

```
Out[48]:
```

	Price
25%	40.705
75%	154.640
95%	290.100

```
In [49]: data_quantile = data_quantile.drop(['25%', '75%'])
statistics_oil = pd.concat([statistics_oil, data_quantile], ignore_index=True)
display(statistics_oil)
```

	Price
count	9691.000000
mean	113.196581
std	91.661473
min	-19.620000
25%	40.705000
50%	85.120000
75%	154.640000
max	697.910000
95%	290.100000

```
In [50]: statistics_oil.to_csv("../tables and graphs/statistics_oil.csv", index = True)
```

Порівнявши з результатом методу **.describe()** бачимо, що результат такий же.
Значення для 95% правильне.

3.2 Інший варіант. Виведемо необхідні величини для кожного з файлів.

```
In [51]: print("Let's describe the data from each file in folder '../src/oil-prices'")
for i in range(len(files_oil_csv)):

    join_path = os.path.join('../src/oil-prices', files_oil_csv[i])
    print('#', i+1, join_path)

    df_oil = pd.read_csv(join_path)
    #print('.head(3):\n{}'.format(df_oil.head(3)))

    print(df_oil.describe()) #print(display(df_oil.describe()))
    print('95%      {:.6f}'.format(np.quantile(df_oil['Price'], .95)), '\n')

print("The description of all files in folder '../src/oil-prices' is complete")
```

Let's describe the data from each file in folder '../src/oil-prices'.

1 ../src/oil-prices/wti-year.csv

	Price
count	37.000000
mean	46.096216
std	28.904254
min	14.420000
25%	20.580000
50%	39.160000
75%	66.050000
max	99.670000
95%	95.516000

2 ../src/oil-prices/wti-daily.csv

	Price
count	9347.000000
mean	46.116338
std	29.600880
min	-36.980000
25%	19.990000
50%	36.060000
75%	67.360000
max	145.310000
95%	101.730000

3 ../src/oil-prices/wti-weekly.csv

	Price
count	1936.000000
mean	46.150511
std	29.562021
min	3.320000
25%	19.990000
50%	36.645000
75%	67.535000
max	142.520000
95%	101.967500

4 ../src/oil-prices/brent-daily.csv

	Price
count	9066.000000
mean	48.631736
std	32.874360
min	9.100000
25%	19.080000
50%	39.410000
75%	70.720000
max	143.950000
95%	111.897500

5 ../src/oil-prices/brent-year.csv

	Price
count	36.000000
mean	48.351944
std	32.390897
min	12.760000
25%	19.267500
50%	40.110000
75%	70.980000
max	111.630000


```
95%    109.235000
```

```
# 6 ../src/oil-prices/wti-monthly.csv
```

```
      Price
count  445.000000
mean   46.127326
std    29.515293
min    11.350000
25%    19.950000
50%    36.040000
75%    67.730000
max    133.880000
95%    101.748000
```

```
# 7 ../src/oil-prices/brent-monthly.csv
```

```
      Price
count  429.000000
mean   48.671585
std    32.933488
min     9.820000
25%    19.020000
50%    39.600000
75%    71.230000
max    132.720000
95%    111.764000
```

```
# 8 ../src/oil-prices/brent-weekly.csv
```

```
      Price
count  1865.000000
mean   48.709357
std    32.972446
min     9.440000
25%    19.070000
50%    39.450000
75%    71.020000
max    141.070000
95%    111.768000
```

The description of all files in folder '../src/oil-prices' is complete.

Task 3 Показати по роках по кожній країні для вашого варіанта зв'язок між іншими datasets (для яких є дані):

I. зв'язок ціни на нафту з rpp

II. відсоток rpp окремої країни до середнього rpp всіх країн за рік

III. зв'язок популяції та rpp

IV. зв'язок популяції та цін на нафту

Для знаходження зв'язку величин будемо використовувати метод **data.corr()**. Він дасть нам кореляційну матрицю для набору даних.

I. Зв'язок ціни на нафту з rpp

Розглянемо дані цін на нафту. Згрупуємо їх за роками та просумуємо за країнами.
Перетворимо стовпчик **'Date'** в **'Year'**.

```
In [52]: data_oil = concat_files_oil(files_oil_csv)
data_oil.head(3)
```

The concatenation process in folder '../src/oil-prices' is complete.

```
Out[52]:
```

	Date	Price
0	1986-06-30	15.05
1	1987-06-30	19.20
2	1988-06-30	15.97

```
In [53]: grouped_df_oil = data_oil.groupby('Date')['Price'].sum()

date_df = grouped_df_oil.index
list_years = []
for element in date_df:
    list_years.append(int(element[:4])) #'1986-01-02' -> '1986' -> 1986

grouped_df_oil = pd.DataFrame(data=grouped_df_oil)
grouped_df_oil["Year"] = list_years
grouped_df_oil = grouped_df_oil.reset_index()
```

```
In [54]: grouped_df_oil = grouped_df_oil.drop(['Date'], axis=1)
```

```
In [55]: grouped_df_oil = grouped_df_oil.groupby('Year')['Price'].sum()
grouped_df_oil = pd.DataFrame(data=grouped_df_oil)
grouped_df_oil = grouped_df_oil.reset_index()
grouped_df_oil.head(3)
```

```
Out[55]:
```

	Year	Price
0	1986	4759.31
1	1987	9866.98
2	1988	9947.21

Згрупуємо дані для **PPP**.

```
In [56]: data_ppp = pd.read_csv('../src/ppp/ppp-gdp.csv')
data_ppp_filtered = data_ppp.query('`Country` in @filter_country ')
display(data_ppp_filtered.head(3))
```

	Country	Country ID	Year	PPP
2657	Bermuda	BM	2021	1.293754
2658	Bermuda	BM	2020	1.342591
2659	Bermuda	BM	2019	1.364436

```
In [57]: data_ppp_filtered['Country'].unique()
```

```
Out[57]: array(['Bermuda', 'France', 'Panama'], dtype=object)
```

```
In [58]: group_ppp = data_ppp_filtered.groupby('Year')['PPP'].sum()
group_ppp = pd.DataFrame(data=group_ppp)
group_ppp = group_ppp.reset_index()
group_ppp.head(3)
```

```
Out[58]:
```

	Year	PPP
0	1990	2.415625
1	1991	2.418667
2	1992	2.433930

З'єднаємо датафрейми і видозмінимо стовпці.

```
In [59]: df_merged = pd.merge(grouped_df_oil, group_ppp, left_on='Year', right_on='Year')
df_merged.head(3)
```

```
Out[59]:
```

	Year	Price	PPP
0	1990	15514.84	2.415625
1	1991	13372.36	2.418667
2	1992	12845.76	2.433930

```
In [60]: df_merged.rename(columns = {'Price':'Price of oil'}, inplace = True)
df_merged = df_merged.reindex(columns=['Year','Price of oil','PPP'])
df_merged.head(3)
```

```
Out[60]:
```

	Year	Price of oil	PPP
0	1990	15514.84	2.415625
1	1991	13372.36	2.418667
2	1992	12845.76	2.433930

Обчислимо парну кореляцію стовпців 'Price of oil' та 'PPP'.

```
In [61]: #display(df_merged.corr())
```

```
In [62]: columns = ['Price of oil', 'PPP']
correlation_oil_ppp = df_merged[columns].corr() # or display(df_merged[columns].corr().style.background_gradient(cmap='coolwarm'))
correlation_oil_ppp
```

```
Out[62]:
```

	Price of oil	PPP
Price of oil	1.000000	0.669058
PPP	0.669058	1.000000

```
In [63]: correlation_oil_ppp.to_csv("./tables and graphs/correlation_oil_ppp.csv",
```

II. Відсоток **ppp** окремої країни до середнього **ppp** всіх країн за рік

```
In [64]: data_ppp = pd.read_csv('../src/ppp/ppp-gdp.csv')
data_ppp_filtered = data_ppp.query(' `Country` in @filter_country ')
```

```
In [65]: data_ppp_filtered['Country'].unique()
```

```
Out[65]: array(['Bermuda', 'France', 'Panama'], dtype=object)
```

```
In [66]: years = data_ppp_filtered['Year'].unique()
print(len(years))
years
```

```
32
```

```
Out[66]: array([2021, 2020, 2019, 2018, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011,
                2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001, 2000,
                1999, 1998, 1997, 1996, 1995, 1994, 1993, 1992, 1991, 1990])
```

```
In [67]: def percentage_country_to_avg(dataframe, country, year):

    filt_year = year
    filt_country = country
    df_country = dataframe.query('Year == @filt_year & Country == @filt_c
    df_country = df_country[['Country', 'Year', 'PPP']]
    #print(df_country, '\n')

    ppp_value = df_country['PPP'].values
    ppp_value = float(ppp_value)
    #print('ppp_value: {:.8.6f}\n'.format(ppp_value))

    df_countries = dataframe.query('Year == @filt_year')
    df_countries = df_countries[['Country', 'Year', 'PPP']]
    #print(df_countries, '\n')

    #print(df_countries['PPP'].describe(), '\n')

    df_countries_avg = df_countries['PPP'].mean(axis=0)
    #print('avg: {:.8.6f}\n'.format(df_countries_avg))

    ans = ppp_value / df_countries_avg * 100
    #print('{} {}: {:.8.6f} %'.format(year, country, ans))

    return ans
```

```
In [68]: df_percentage_ppp = pd.DataFrame(np.zeros((len(years), len(filter_country)

    for year in years:
        for country in filter_country:
            df_percentage_ppp[country][year] = percentage_country_to_avg(data

df_percentage_ppp
```

Out[68]:

	Bermuda	France	Panama
2021	156.673370	87.836458	55.490172
2020	158.759357	86.003520	55.237123
2019	158.378961	85.741421	55.879618
2018	156.385222	87.205140	56.409638
2017	155.628506	87.711887	56.659607
2016	155.801404	86.825586	57.373010
2015	153.915635	87.702099	58.382266
2014	153.501530	86.582454	59.916016
2013	153.122221	86.200633	60.677147
2012	152.133858	88.022565	59.843576
2011	150.133047	90.432687	59.434266
2010	152.888811	90.586157	56.525031
2009	152.065982	91.907157	56.026861
2008	152.302816	94.443492	53.253692
2007	151.033682	97.344225	51.622094
2006	148.458120	99.953006	51.588874
2005	145.342017	102.464344	52.193639
2004	141.412784	105.302084	53.285132
2003	140.066668	105.743835	54.189496
2002	140.798809	103.816333	55.384858
2001	135.240183	107.946402	56.813415
2000	136.637889	107.323651	56.038459
1999	139.476078	105.052367	55.471554
1998	137.928028	106.198992	55.872980
1997	136.328910	107.492260	56.178830
1996	134.025495	109.432162	56.542343
1995	115.730285	120.507806	63.761909
1994	113.463008	121.714703	64.822289
1993	113.397883	122.891902	63.710216
1992	111.418169	124.991542	63.590289
1991	111.537900	126.165088	62.297012
1990	108.479208	127.352156	64.168636

In [69]: `df_percentage_ppp.to_csv("./tables and graphs/df_percentage_ppp.csv", ind`

III). Зв'язок популяції та ррр

Знову розглянемо дані популяції для 3 країн. Згрупуємо їх за 'Country Name'.
Перейменуємо стовпці.

```
In [70]: data_population = pd.read_csv('../src/population/population.csv')
data_population_filtered = data_population.query('`Country Name` in @filter_country')
#data_population_filtered.head(3)
```

```
In [71]: #data_population_filtered['Country Name'].unique()
```

```
In [72]: group_population = data_population_filtered.groupby('Country Name')['Value'].sum()
group_population = pd.DataFrame(data = group_population)
group_population = group_population.reset_index()
display(group_population)

group_population.rename(columns = {'Country Name': 'Country', 'Value': 'Population'})
display(group_population)
```

	Country Name	Value
0	Bermuda	3416866
1	France	3412964611
2	Panama	147509500

	Country	Population
0	Bermuda	3416866
1	France	3412964611
2	Panama	147509500

Знову розглянемо дані PPP для 3 країн. Згрупуємо їх за 'Country'.

```
In [73]: data_ppp = pd.read_csv('../src/ppp/ppp-gdp.csv')
data_ppp_filtered = data_ppp.query('`Country` in @filter_country')
#data_ppp_filtered.head(3)
```

```
In [74]: #data_ppp_filtered['Country'].unique()
```

```
In [75]: df = data_ppp_filtered
group_ppp = df.groupby('Country')['PPP'].sum()
group_ppp = pd.DataFrame(data = group_ppp)
group_ppp = group_ppp.reset_index()
group_ppp
```

```
Out[75]:
```

	Country	PPP
0	Bermuda	40.032117
1	France	28.426939
2	Panama	16.187252

З'єднаємо датафрейми.

```
In [76]: df_merged = pd.merge(group_population, group_ppp, left_on='Country', right_on='Country')
df_merged.head(3)
```

```
Out[76]:
```

	Country	Population	PPP
0	Bermuda	3416866	40.032117
1	France	3412964611	28.426939
2	Panama	147509500	16.187252

Обчислимо парну кореляцію стовпців 'Population' та 'PPP'.

```
In [77]: columns = ['Population', 'PPP']
correlation_population_ppp = df_merged[columns].corr() # or display(df_n
correlation_population_ppp
```

```
Out[77]:
```

	Population	PPP
Population	1.000000	-0.022008
PPP	-0.022008	1.000000

```
In [78]: correlation_population_ppp.to_csv("../tables and graphs/correlation_popula
```

4. Зв'язок популяції та цін на нафту

Розглянемо дані популяції. Згрупуємо їх за роками та просумуємо за країнами.

```
In [79]: data_population = pd.read_csv('../src/population/population.csv')
data_population_filtered = data_population.query('`Country Name` in @filt
#data_population_filtered.head(3)
```

```
In [80]: group_population = data_population_filtered.groupby('Year')['Value'].sum(
group_population = pd.DataFrame(data = group_population)
group_population = group_population.reset_index()
display(group_population.head(3))

group_population.rename(columns = {'Value': 'Population'}, inplace = True)
display(group_population.head(3))
```

	Year	Value
0	1960	47799066
1	1961	48453156
2	1962	49153926

	Year	Population
0	1960	47799066
1	1961	48453156
2	1962	49153926

Розглянемо дані цін на нафту. Згрупуємо їх за роками та просумуємо за країнами.
Знову перетворимо стовпчик 'Date' в 'Year'.

```
In [81]: data_oil = concat_files_oil(files_oil_csv)
data_oil.head(3)
```

The concatenation process in folder '../src/oil-prices' is complete.

Out[81]:

	Date	Price
0	1986-06-30	15.05
1	1987-06-30	19.20
2	1988-06-30	15.97

```
In [82]: grouped_oil = data_oil.groupby('Date')['Price'].sum()

date_df = grouped_oil.index
list_years = []
for element in date_df:
    list_years.append(int(element[:4])) #'1986-01-02' -> '1986' -> 1986

grouped_oil = pd.DataFrame(data=grouped_oil)
grouped_oil["Year"] = list_years
grouped_oil = grouped_oil.reset_index()
grouped_oil = grouped_oil.drop(['Date'], axis=1)

grouped_oil = grouped_oil.groupby('Year')['Price'].sum()
grouped_oil = pd.DataFrame(data=grouped_oil)
grouped_oil = grouped_oil.reset_index()
grouped_oil.rename(columns = {'Price':'Price of oil'}, inplace = True)
grouped_oil.head(3)
```

Out[82]:

	Year	Price of oil
0	1986	4759.31
1	1987	9866.98
2	1988	9947.21

```
In [83]: df_merged = pd.merge(grouped_oil, group_population, left_on='Year', right_on='Year')
df_merged.head(3)
```

Out[83]:

	Year	Price of oil	Population
0	1986	4759.31	59302005
1	1987	9866.98	59678776
2	1988	9947.21	60054003

```
In [84]: columns = ['Price of oil', 'Population']
correlation_population_oil = df_merged[columns].corr() # or display(df_merged[columns].corr())
correlation_population_oil
```

Out[84]:

	Price of oil	Population
Price of oil	1.000000	0.819709
Population	0.819709	1.000000

```
In [85]: correlation_population_oil.to_csv("../tables and graphs/correlation_population_oil.csv")
```