

```
In [39]: import numpy as np
import scipy.stats as st
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

data = []

file = open('Weibull.csv', 'r')
for str in file:
    for c in str.split():
        data.append(float(c))
file.close()
```

1) Дифференцируем функцию распределения, находим плотность: $p(x) = \gamma \cdot x^{\gamma-1} e^{-x^\gamma}$

2) Функция правдоподобия: $f = \gamma^N \prod_{i=1}^N e^{-x_i^\gamma} \cdot x_i^{\gamma-1} = \gamma^N e^{-\sum_{i=1}^N x_i^\gamma} \prod_{i=1}^N x_i^{\gamma-1}$

3) Десятичный логарифм от функции правдоподобия: $L = N \lg \gamma - (\sum_{i=1}^N x_i^\gamma) \lg(e) + (\gamma - 1) \cdot \sum_{i=1}^N \lg x_i$

Максимизируем логарифмическую функцию правдоподобия.

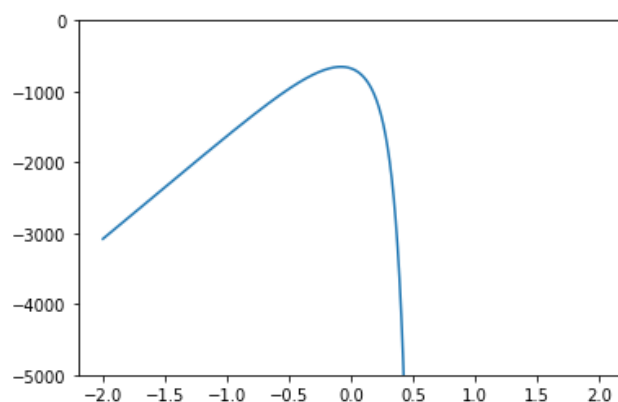
```
In [40]: lg_x = np.arange(-2, 2.001, 0.001)
x = 10**lg_x
```

```
In [45]: # n - количество элементов из выборки
# метод возвращает десятичный логарифм функции правдоподобия
def estimate(n):
    L = np.zeros(len(lg_x))
    for i in range(len(x)):
        for k in data[0:n]:
            if k == 0:
                k = 0.0001
            L[i] += lg_x[i] + (x[i] - 1) * np.log10(k) - (k ** x[i]) * np.log10(np.e)
    return L
```

Оценим параметр формы по данным выборки за первые 4 года

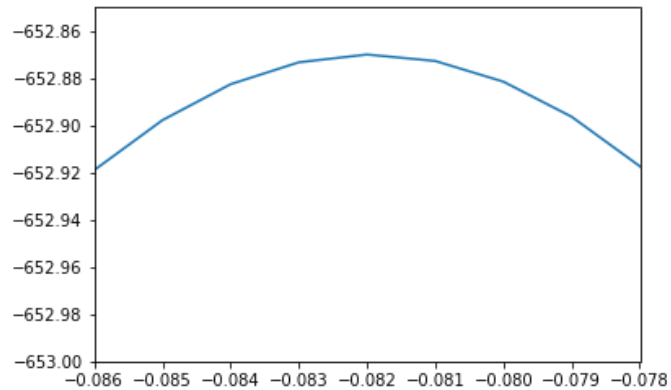
```
In [46]: L = estimate(1461)
```

```
In [47]: plt.plot(lg_x, L)
plt.ylim([-5000, 0])
plt.show()
```



```
In [58]: plt.plot(lg_x, L)
plt.ylim([-653, -652.85])
plt.xlim([-0.086, -0.078])
plt.show()

arg_max_1 = lg_x[np.where(L == max(L))]
print("Значение максимума функции достигается в точке ", arg_max_1)
```

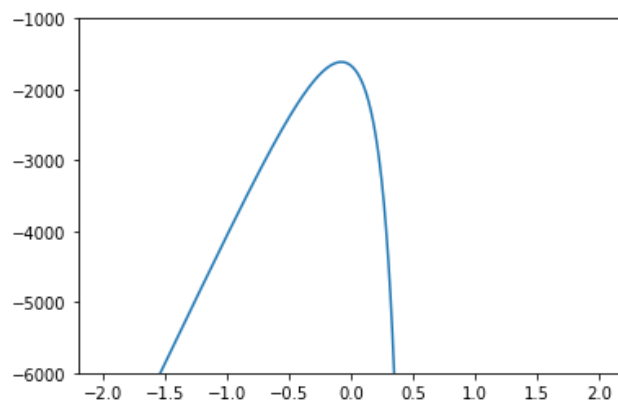


Значение максимума функции достигается в точке `[-0.082]`

Оценим параметр сдвига по полной выборке за 10 лет

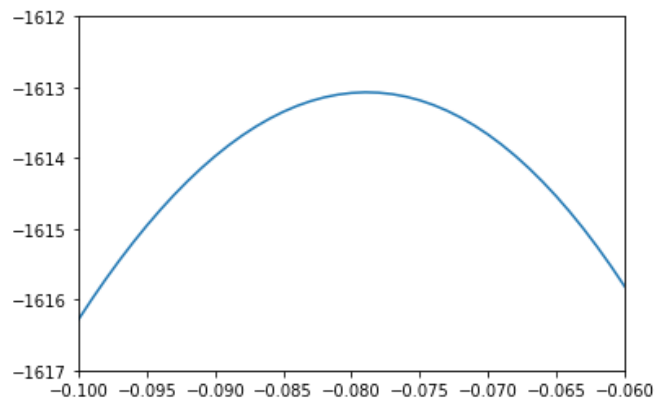
```
In [59]: L = estimate(3652)
```

```
In [61]: plt.plot(lg_x, L)
plt.ylim([-6000, -1000])
plt.show()
```



```
In [72]: plt.plot(lg_x, L)
plt.ylim([-1617, -1612])
plt.xlim([-0.1, -0.06])
plt.show()

arg_max_2 = lg_x[np.where(L == max(L))]
print("Значение максимума функции достигается в точке ", arg_max_2)
```



Значение максимума функции достигается в точке [-0.079]

```
In [75]: print("Оценки параметра формы")
print("По первым 4 годам: ", 10**arg_max_1)
print("По всем 10 годам: ", 10**arg_max_2)
```

```
Оценки параметра формы
По первым 4 годам: [ 0.82794216]
По всем 10 годам: [ 0.83368118]
```

Вывод:

Оценка параметра формы получилась равной 0.828 при рассмотрении данных выборки за первые 4 года.
При рассмотрении полной выборки оценка равна 0.834.