

Криптографія

Комп'ютерний практикум № 1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

Виконали
Студенти 3-го курсу
Групи ФБ-02
Замрій Денис та
Гнатюк Максим

Мета роботи:

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

Порядок виконання роботи:

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H_1 та H_2 за безпосереднім означенням.
2. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H_1 та H_2 на добровільно вибраному тексті російською мовою, достатньої довжини, де імовірності замінити відповідними частотам. Також одержати значення H_1 та H_2 на тому ж тексті у якому вилучені всі пробіли.
3. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення H^{10} , H^{20} , H^{30}
4. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Весь код програми:

```
import re
import math

text_with_spaces = open('with_spaces.txt', 'r', encoding="utf-8")
text_with_spaces = text_with_spaces.read()
text_with_spaces = text_with_spaces.lower()

text_with_spaces = re.sub(r"[\W\d]", " ", text_with_spaces)
text_with_spaces = re.sub(r"[A-Za-z]", " ", text_with_spaces)
no_spaces_text = text_with_spaces.replace(" ", "")

#print(no_spaces_text, file=open("no_spaces.txt", "a"))
print(no_spaces_text)

#-----Без пробілів-----#
print('#Для тексту без пробілів', '\n')
alphabet = ['a', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к', 'л',
'm', 'н', 'о', 'п', 'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ', 'ъ',
'ы', 'ь', 'э', 'ю', 'я']

dict1 = {}
for i in alphabet:
    count_1 = no_spaces_text.count(i)
    len_1 = len(no_spaces_text)
    dict1[i] = count_1 / len_1
print('Частота символів в тексті: ', dict1)

bigram_for_alphabet = []
for i in alphabet:
    for k in alphabet:
        bigram_for_alphabet.append(i + k)
```

```

print('Список біграм для алфавіту без пробілів: ', bigram_for_alphabet)

text_bigrams_without_spaces = []
for i in range(0, len(no_spaces_text)-1, 1):
    n1 = no_spaces_text[i]
    n1_s = no_spaces_text[i + 1]
    text_bigrams_without_spaces.append(n1 + n1_s)
print('Всі біграми з тексту без пробілів: ', text_bigrams_without_spaces)

text_bigrams_without_spaces_reply = []
for i in range(0, len(no_spaces_text)-1, 2):
    n1_1 = no_spaces_text[i]
    n1_1_s = no_spaces_text[i + 1]
    text_bigrams_without_spaces_reply.append(n1_1 + n1_1_s)
print('Всі біграми з тексту без пробілів з кроком 2: ',
text_bigrams_without_spaces_reply)
for j in dict1.values():

dict_b1 = {}
for i in bigram_for_alphabet:
    count_2 = text_bigrams_without_spaces.count(i)
    len_2 = len(text_bigrams_without_spaces)
    dict_b1[i] = count_2 / (len_2)
print('Частота біграм в тексті без пробілів: ', dict_b1)

dict1_b1 = {}
for i in bigram_for_alphabet:
    count2_2 = text_bigrams_without_spaces_reply.count(i)
    len2_2 = len(text_bigrams_without_spaces_reply)
    dict1_b1[i] = count2_2 / (len2_2)
print('Частота біграм в тексті без пробілів з кроком 2: ', dict1_b1)

counter1 = 0
for j in dict1.values():
    counter1 = counter1 + (j * math.log(j, 2))
H1_without_space = -counter1
print("H1 для букв без пробілів: ", H1_without_space)

counter1_1 = 0
for i in dict_b1.values():
    if i != 0:
        counter1_1 = counter1_1 + (i * math.log(i, 2))
H2_without_space = -counter1_1
print("H2 для біграм без пробілів: ", H2_without_space)

counter1_3 = 0
for i in dict1_b1.values():
    if i != 0:
        counter1_3 = counter1_3 + (i * math.log(i, 2))
H2_without_space_step_2 = -counter1_3
print("H2 для біграм без пробілів кроком 2: ", H2_without_space_step_2)

R_H1_without_space = (1 - (H1_without_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H1 без пробілів: ', R_H1_without_space)
R_H2_without_space = (1 - (H2_without_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H2 без пробілів: ', R_H2_without_space)
R_H2_without_space_step_2 = (1 - H2_without_space_step_2 / (math.log(33/2)))
print('Надлишковість для H2 без пробілів з кроком 2: ', R_H2_without_space,
'\n')

#-----З пробілами-----#
print('#Для тексту з пробілами', '\n')
print(text_with_spaces)

```

```

alphabet_p = ['а', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к',
'л', 'м', 'н', 'о', 'п', 'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ',
'ь', 'ы', 'ъ', 'э', 'ю', 'я', ' ']

dict2 = {}
for i in alphabet_p:
    count_3 = text_with_spaces.count(i)
    len_3 = len(text_with_spaces)
    dict2[i] = count_3 / len_3
print("Частота букв з пробілами: ", dict2)

bigram_for_alphabet1 = []
for i in alphabet_p:
    for j in alphabet_p:
        bigram_for_alphabet1.append(i + j)
print('Список біграм для алфавіту з пробілами: ', bigram_for_alphabet1)

text_bigram_with_spaces = []
for i in range(0, len(text_with_spaces) - 1, 1):
    n2 = text_with_spaces[i]
    n2_s = text_with_spaces[i + 1]
    text_bigram_with_spaces.append(n2 + n2_s)
print('Всі біграми в тексті з пробілами: ', text_bigram_with_spaces)

text_bigram_with_spaces_without_reply = []
for i in range(0, len(text_with_spaces) - 1, 2):
    n2_2 = text_with_spaces[i]
    n2_2_s = text_with_spaces[i + 1]
    text_bigram_with_spaces_without_reply.append(n2_2 + n2_2_s)
print('Всі біграми в тексті з пробілами з кроком 2: ',
text_bigram_with_spaces_without_reply)

dict_b2 = {}
for i in bigram_for_alphabet1:
    count_4 = text_bigram_with_spaces.count(i)
    len_4 = len(text_bigram_with_spaces)
    dict_b2[i] = count_4 / (len_4)
print('Частота біграм в тексті з пробілами', dict_b2)

dict2_b2 = {}
for i in bigram_for_alphabet1:
    count4_4 = text_bigram_with_spaces_without_reply.count(i)
    len4_4 = len(text_bigram_with_spaces_without_reply)
    dict2_b2[i] = count4_4 / (len4_4)
print('Частота біграм в тексті з пробілами з кроком 2', dict2_b2)

counter2 = 0
for i in dict2.values():
    counter2 = counter2 + (i*math.log(i, 2))
H1_with_space = -counter2
print("H1 для букв з пробілами: ", H1_with_space)

counter2_1 = 0
for i in dict_b2.values():
    if i != 0:
        counter2_1 = counter2_1 + (i * math.log(i, 2))
H2_with_space = -counter2_1
print("H2 для біграм без пробілів: ", H2_with_space)

counter2_2 = 0
for i in dict2_b2.values():
    if i != 0:
        counter2_2 = counter2_2 + (i * math.log(i, 2))

```

```
H2_with_space_step_2 = -counter2_2
print("H2 для біграм без пробілів з кроком 2: ", H2_with_space_step_2)

R_H1_with_space = (1 - (H1_with_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H1 з пробілами: ', R_H1_with_space)
R_H2_with_space = (1 - (H2_with_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H2 з пробілами: ', R_H2_with_space)
R_H2_with_space_step_2 = (1 - (H2_with_space_step_2 / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H2 з пробілами: ', R_H2_with_space_step_2, '\n')
```

Зчитуємо наш текст з файлу та зробимо його в нижньому регістрі:

```
text_with_spaces = open('with_spaces.txt', 'r', encoding="utf-8")
text_with_spaces = text_with_spaces.read()
text_with_spaces = text_with_spaces.lower()
```

Замінімо всі символи та цифри на пробіли:

(W\ - шукає всі символи, окрім букв та цифр)

(d\ - шукає всі цифри)

За допомогою бібліотеки re та функції re.sub замінімо всі знаки пунктуації, цифри та букви англійського алфавіту на пробіли.

Видалимо всі пробіли з тексту.

```
text_with_spaces = re.sub(r"[\W\d]", " ", text_with_spaces)
text_with_spaces = re.sub(r"[A-Za-z]", " ", text_with_spaces)
no_spaces_text = text_with_spaces.replace(" ", "")
```

Видалимо всі пробіли з тексту. Запишемо отриманий текст без пробілів у новий файл, та закоментуємо цей рядок, щоб операція не проводилася кожен раз як ми будемо запускати наш код.

```
no_spaces_text = text_with_spaces.replace(" ", "")
#print(no_spaces_text, file=open("no_spaces.txt", "a"))
```

Обробка тексту без пробілів:

Запишемо наш алфавіт без пробілів в список

```
alphabet = ['a', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к', 'л',
'm', 'н', 'о', 'п', 'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ', 'ъ',
'ы', 'ь', 'э', 'ю', 'я']
```

Знайдемо частоту символів в тексті:

```
dict1 = {}
for i in alphabet:
    count_1 = no_spaces_text.count(i)
    len_1 = len(no_spaces_text)
    dict1[i] = count_1 / len_1
print('Частота символів в тексті: ', dict1)
```

Знайдемо список біграм для алфавіту без пробілів:

```
bigram_for_alphabet = []
for i in alphabet:
    for k in alphabet:
        bigram_for_alphabet.append(i + k)
print('Список біграм для алфавіту без пробілів: ', bigram_for_alphabet)
```

Знайдемо всі біграми в тексті без пробілів:

```
text_bigrams_without_spaces = []
for i in range(0, len(no_spaces_text)-1, 1):
    n1 = no_spaces_text[i]
    n1_s = no_spaces_text[i + 1]
    text_bigrams_without_spaces.append(n1 + n1_s)
print('Всі біграми з тексту без пробілів: ', text_bigrams_without_spaces)
```

Знайдемо список біграм для алфавіту без пробілів з кроком 2:

```
text_bigrams_without_spaces_reply = []
for i in range(0, len(no_spaces_text)-1, 2):
    n1_1 = no_spaces_text[i]
    n1_1_s = no_spaces_text[i + 1]
    text_bigrams_without_spaces_reply.append(n1_1 + n1_1_s)
print('Всі біграми з тексту без пробілів з кроком 2: ',
text_bigrams_without_spaces_reply)
```

Знайдемо частоту біграм в тексті без пробілів:

```
dict_b1 = {}
for i in bigram_for_alphabet:
    count_2 = text_bigrams_without_spaces.count(i)
    len_2 = len(text_bigrams_without_spaces)
    dict_b1[i] = count_2 / (len_2)
print('Частота біграм в тексті без пробілів: ', dict_b1)
```

Знайдемо частоту біграм в тексті без пробілів з кроком 2:

```
dict1_b1 = {}
for i in bigram_for_alphabet:
    count2_2 = text_bigrams_without_spaces_reply.count(i)
    len2_2 = len(text_bigrams_without_spaces_reply)
    dict1_b1[i] = count2_2 / (len2_2)
print('Частота біграм в тексті без пробілів з кроком 2: ', dict1_b1)
```

Знайдемо H_1 для букв без пробілів за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```

counter1 = 0
for j in dict1.values():
    counter1 = counter1 + (j * math.log(j, 2))
H1_without_space = -counter1
print("H1 для букв без пробілів: ", H1_without_space)

```

Знайдемо H_2 для біграм без пробілів за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```

counter1_1 = 0
for i in dict_b1.values():
    if i != 0:
        counter1_1 = counter1_1 + (i * math.log(i, 2))
H2_without_space = -counter1_1
print("H2 для біграм без пробілів: ", H2_without_space)

```

Знайдемо H_2 для біграм без пробілів з кроком 2 за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```

counter1_3 = 0
for i in dict1_b1.values():
    if i != 0:
        counter1_3 = counter1_3 + (i * math.log(i, 2))
H2_without_space_step_2 = -counter1_3
print("H2 для біграм без пробілів кроком 2: ", H2_without_space_step_2)

```

Знайдемо надлишковість для H_1, H_2 без пробілів, та H_2 з кроком 2, за формулою:

$$R = 1 - \frac{H_{\infty}}{H_0}$$

```

R_H1_without_space = (1 - (H1_without_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H1 без пробілів: ', R_H1_without_space)
R_H2_without_space = (1 - (H2_without_space / (math.log(33/2))))
print('Надлишковість для H2 без пробілів: ', R_H2_without_space)
R_H2_without_space_step_2 = (1 - H2_without_space_step_2 / (math.log(33/2)))
print('Надлишковість для H2 без пробілів з кроком 2: ', R_H2_without_space,

```

```
'\n')
```

Обробка тексту з пробілами:

Запишемо наш алфавіт з пробілами в список

```
alphabet_p = ['a', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к',  
'л', 'м', 'н', 'о', 'п', 'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ',  
'ъ', 'ы', 'ь', 'э', 'ю', 'я', ' ']
```

Знайдемо частоту символів в тексті:

```
dict2 = {}  
for i in alphabet_p:  
    count_3 = text_with_spaces.count(i)  
    len_3 = len(text_with_spaces)  
    dict2[i] = count_3 / len_3  
print("Частота букв з пробілами: ", dict2)
```

Знайдемо список біграм для алфавіту з пробілами:

```
bigram_for_alphabet1 = []  
for i in alphabet_p:  
    for j in alphabet_p:  
        bigram_for_alphabet1.append(i + j)  
print('Список біграм для алфавіту з пробілами: ', bigram_for_alphabet1)
```

Знайдемо всі біграми в тексті з пробілами:

```
text_bigram_with_spaces = []  
for i in range(0, len(text_with_spaces) - 1, 1):  
    n2 = text_with_spaces[i]  
    n2_s = text_with_spaces[i + 1]  
    text_bigram_with_spaces.append(n2 + n2_s)  
print('Всі біграми в тексті з пробілами: ', text_bigram_with_spaces)
```

Знайдемо список біграм для алфавіту з пробілами з кроком 2:

```
text_bigram_with_spaces_without_reply = []  
for i in range(0, len(text_with_spaces) - 1, 2):  
    n2_2 = text_with_spaces[i]  
    n2_2_s = text_with_spaces[i + 1]  
    text_bigram_with_spaces_without_reply.append(n2_2 + n2_2_s)  
print('Всі біграми в тексті з пробілами з кроком 2: ',  
text_bigram_with_spaces_without_reply)
```

Знайдемо частоту біграм в тексті з пробілами:

```
dict_b2 = {}  
for i in bigram_for_alphabet1:  
    count_4 = text_bigram_with_spaces.count(i)  
    len_4 = len(text_bigram_with_spaces)
```



```
dict_b2[i] = count_4 / (len_4)
print('Частота біграм в тексті з пробілами', dict_b2)
```

Знайдемо частоту біграм в тексті з пробілами з кроком 2:

```
dict2_b2 = {}
for i in bigram_for_alphabet1:
    count4_4 = text_bigram_with_spaces_without_reply.count(i)
    len4_4 = len(text_bigram_with_spaces_without_reply)
    dict2_b2[i] = count4_4 / (len4_4)
print('Частота біграм в тексті з пробілами з кроком 2', dict2_b2)
```

Знайдемо H_1 для букв з пробілами за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```
counter2 = 0
for i in dict2.values():
    counter2 = counter2 + (i*math.log(i, 2))
H1_with_space = -counter2
print("H1 для букв з пробілами: ", H1_with_space)
```

Знайдемо H_2 для біграм з пробілами за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```
counter2_1 = 0
for i in dict_b2.values():
    if i != 0:
        counter2_1 = counter2_1 + (i * math.log(i, 2))
H2_with_space = -counter2_1
print("H2 для біграм без пробілів: ", H2_with_space)
```

Знайдемо H_2 для біграм з пробілами з кроком 2 за формулою

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \leq H^{(n)} \leq -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

```
counter2_2 = 0
for i in dict2_b2.values():
    if i != 0:
        counter2_2 = counter2_2 + (i * math.log(i, 2))
H2_with_space_step_2 = -counter2_2
print("H2 для біграм без пробілів з кроком 2: ", H2_with_space_step_2)
```

Знайдемо надлишковість для H₁, H₂ з пробілами, та H₂ з кроком 2, за формулою:

$$R = 1 - \frac{H_{\text{ок}}}{H_0}$$

```
R_H1_with_space = (1 - (H1_with_space / (math.log(33/2))))  
print('Надлишковість для H1 з пробілами: ', R_H1_with_space)  
R_H2_with_space = (1 - (H2_with_space / (math.log(33/2))))  
print('Надлишковість для H2 з пробілами: ', R_H2_with_space)  
R_H2_with_space_step_2 = (1 - (H2_with_space_step_2 / (math.log(33/2))))  
print('Надлишковість для H2 з пробілами: ', R_H2_with_space_step_2, '\n')
```

Частоти літер в тексті без пробілів та з пробілами:

```
('о', 0.11299019607843137)  
('е', 0.08412990196078432)  
('и', 0.07549019607843137)  
('а', 0.07395833333333333)  
('н', 0.06752450980392156)  
('т', 0.0616421568627451)  
('с', 0.050490196078431374)  
('л', 0.04356617647058823)  
('в', 0.04344362745098039)  
('р', 0.04295343137254902)  
  
(' ', 0.19363604921191757)  
('о', 0.09111122091012402)  
('е', 0.06783932012451208)  
('и', 0.060872572755570925)  
('а', 0.059637333860368597)  
('н', 0.0544493305005188)  
('т', 0.049706013142941846)  
('с', 0.040713473985868866)  
('л', 0.035130194179554326)  
('в', 0.03503137506793814)
```

Частота букв в тексті без пробілів

	о	е	и	а	н	т	с	л	в	р	к	д	у	м	п	г	ы	ь	ч	я	б	з	ж	й	х	ш	ю	ц	щ	э	ф	ё	ъ
frequency	0,11299	0,08413	0,07549	0,073958	0,067525	0,061642	0,05049	0,043566	0,043444	0,042953	0,03364	0,03315	0,03174	0,031127	0,027512	0,019608	0,019547	0,018873	0,018026	0,018137	0,016667	0,016176	0,011887	0,011581	0,010662	0,007843	0,006127	0,003738	0,003615	0,002083	0,001287	0,00049	6,13E-05

Частота букв в тексті з пробілами

	о	е	и	а	н	т	с	л	в	р	к	д	у	м	п	г	ы	ь	ч	я	б	з	ж	й	х	ш	ю	ц	щ	э	ф	ё	ъ
frequency	0,19364	0,09111	0,06784	0,06087	0,05964	0,05445	0,04071	0,03513	0,03503	0,03464	0,02713	0,02673	0,02559	0,0251	0,02218	0,01581	0,01576	0,01522	0,01472	0,01463	0,01344	0,01304	0,00959	0,00934	0,0086	0,00632	0,00494	0,00301	0,00292	0,00168	0,00104	0,0004	4,9E-05

Частота біграм у тексті без пробілів

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	э	ю	я				
а	0	0,00098	0,005515	0,001225	0,002451	0,003922	0	0,001961	0,004044	0,001348	0,000245	0,00576	0,008211	0,003186	0,007353	0,000735	0,003922	0,003064	0,005147	0,006373	0,000613	0,000123	0,001838	0,000245	0,001716	0,00049	0,00049	0	0	0,000123	0,000735	0,003676		
б	0,001225	0	0,000245	0	0	0,002819	0	0,000123	0	0,001225	0	0,000368	0,00098	0	0,000368	0,003676	0	0,001471	0,000123	0	0,001348	0	0	0	0	0,000245	0	0	0,003064	0,000613	0	0	0,000368	
в	0,000723	0,000245	0,000368	0,000858	0,000613	0,004779	0	0	0,00098	0,002819	0	0	0,00098	0,000245	0,001471	0,007721	0,001225	0,001838	0,004167	0,000368	0,000858	0,000245	0	0,000368	0,000858	0,000245	0	0,0002819	0,000123	0,000245	0	0	0,000368	
г	0,000103	0	0,000123	0	0,002083	0,001103	0	0	0	0,000735	0	0	0,001471	0	0,000368	0,010049	0	0,001716	0	0	0,000735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
д	0,00527	0	0,001961	0	0	0,00576	0	0	0,000123	0,003186	0	0	0,000735	0,001225	0,00098	0,003451	0,004412	0,000123	0,001593	0,000613	0,000123	0,000858	0	0	0,000123	0,000123	0,000123	0	0	0,000858	0,000613	0	0,000735	
е	0,000123	0,002083	0,003451	0,000368	0,001471	0	0	0,001471	0,002696	0,001838	0,001961	0,002206	0,00674	0,005882	0,010907	0,002206	0,003684	0,006373	0,00824	0,007475	0,000735	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0,000245	0,000245	0,000123	0	
ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з	0,001593	0	0	0	0,001593	0,004412	0	0,000123	0	0,003186	0	0	0,000123	0	0,000613	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0	
и	0,00527	0,000368	0,001961	0,00049	0,001348	0,000368	0	0,000123	0,000123	0,000368	0	0,00049	0	0,000368	0,000309	0,000245	0	0,000123	0,000368	0	0,00049	0,000123	0	0	0	0,000123	0	0	0,000245	0	0	0,00049		
к	0,000245	0,000858	0,005515	0,001961	0,003064	0,003554	0	0,001103	0,002819	0,002328	0,0001103	0,000492	0,004534	0,000451	0,000605	0,001716	0,004167	0,001716	0,004779	0,008456	0,00049	0	0	0,000283	0,000858	0,00309	0,000858	0,000613	0	0	0,000245	0,000245	0,000368	
л	0	0,000123	0,00049	0,000245	0,000735	0,000123	0	0,000123	0,000368	0,00098	0	0,001225	0	0,001103	0,000735	0,000858	0,000613	0,002451	0,000123	0,000368	0,000245	0,000245	0,000123	0	0	0,000245	0	0	0,000368	0	0	0		
м	0,004936	0,00049	0,000858	0,000123	0	0,001225	0	0	0,000368	0,00098	0	0,001225	0	0,001471	0,009069	0,000123	0,002574	0,000123	0,002328	0,000123	0,000245	0	0,00049	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0		
н	0,004412	0,000368	0,00049	0,00049	0,000613	0,004902	0	0,000245	0	0,010662	0	0,000123	0,000123	0,000858	0,005147	0,00049	0,000123	0,001961	0,000123	0,002206	0	0,000368	0	0	0	0	0	0	0,000735	0,005147	0	0,001961	0,001838	
о	0,002941	0,000613	0,000735	0,000613	0,00049	0,002941	0	0,000245	0	0,005637	0	0,000245	0,000245	0,000245	0,001716	0,004044	0,000858	0,000368	0,001103	0,000368	0,003922	0	0,000123	0,000123	0,000613	0	0	0,001103	0,000123	0,000123	0	0	0,000368	
п	0,009314	0,000368	0,000858	0,000245	0,001961	0,000681	0	0	0,000123	0,011275	0	0	0,00049	0,000123	0,000123	0,004289	0,012132	0,000735	0,00049	0,000858	0,001225	0,002451	0,000123	0,000123	0,000245	0,000245	0	0	0,005882	0,002083	0	0	0,000858	
р	0	0,005392	0,009559	0,004902	0,007353	0,003064	0	0,002451	0,002328	0,003064	0,004412	0,004289	0,007966	0,008946	0,010172	0,002574	0,003064	0,008824	0,008946	0,00674	0,000245	0,000123	0,003676	0,001471	0,000245	0	0	0	0	0,00049	0,000735	0,00098		
с	0,001838	0	0	0	0	0,003186	0	0	0	0,000858	0	0	0,000735	0	0,000245	0,019603	0	0,006618	0,000123	0	0,000613	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0	0,000245	
т	0,008098	0	0,001961	0,00049	0,000245	0,005147	0,000858	0	0,000123	0,002206	0	0,002451	0,002819	0,001225	0,000735	0,003431	0,002941	0,000368	0,000368	0,013848	0,002696	0	0,000123	0	0,000368	0,000735	0	0	0,000735	0,002819	0	0	0,004779	
у	0,006127	0,00049	0,0002574	0,000245	0,00049	0,007108	0	0,000245	0,000123	0,003676	0	0,000735	0,000245	0,00049	0,003431	0,013725	0,000613	0,005392	0,002328	0,000735	0,003186	0	0	0,000245	0,000368	0,000245	0	0	0,001838	0,006863	0,000123	0,00049	0,000245	
ф	0	0,001593	0,001471	0,001225	0,000368	0	0,002574	0,00049	0,00098	0	0,001471	0,001348	0,001961	0,001103	0,000368	0,001225	0,00098	0,00098	0,001471	0,002819	0,000245	0,000123	0,000613	0	0,001838	0,001225	0,00049	0	0	0	0	0,001471	0	
х	0,000368	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0	0,00049	0	0	0,000245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ц	0,000613	0,000245	0	0,000123	0,000123	0,000123	0	0,000123	0,000123	0,002696	0	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0,000123	0	0	0,000123	0	0	0	0,000123	0,000245	0	0	0,000245	
ч	0,000735	0	0,000123	0	0	0,001348	0	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0,000858	0	0	0	0,000735	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0
ш	0,002574	0	0,000245	0	0	0,004657	0	0	0	0,002574	0	0	0,000368	0	0	0,001225	0,000245	0,000123	0	0,004289	0,000368	0	0,000123	0	0	0,000123	0	0	0	0,000368	0	0	0	0
щ	0,000858	0	0,000123	0	0	0,001471	0	0	0,002574	0	0,00049	0,000735	0	0,000858	0,000123	0,000123	0	0	0	0,000368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ъ	0,000858	0	0	0	0	0,000858	0	0	0,001103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
э	0,000123	0,000123	0,002328	0,000245	0,000368	0,001593	0	0	0,00049	0,000858	0,003186	0,00049	0,000735	0,000123	0,000613	0,000245	0,00049	0,000735	0,000858	0,000245	0,000123	0	0	0	0,0001838	0,000123	0,000368	0,000123	0	0	0	0	0,000123	
ю	0,000245	0,000368	0,00098	0,000123	0,000245	0,00098	0	0	0,000368	0,001348	0	0,000245	0,000245	0,000123	0,000613	0,004289	0,001103	0,00049	0,000245	0,001103	0,000245	0,000368	0	0	0	0	0	0	0	0,000245	0,000245	0,000245	0	0
я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0,000123	0,000245	0,000123	0,000123	0,000245	0	0	0,000123	0	0,000368	0	0,00049	0,000368	0,000245	0,000245	0	0,000368	0,000613	0,000368	0,00098	0,000123	0	0	0	0	0,000123	0	0	0,000858	0	0	0	0	0
б	0,000123	0,000123	0,001471	0,000245	0,001103	0,001348	0	0,000245	0,000245	0,001838	0,000368	0,000613	0,000368	0,000123	0,001348	0,001103	0,000858	0,000123	0,000735	0,002696	0,000245	0	0,000123	0,000245	0,000735	0	0	0	0	0,000123	0	0	0,000123	

Частота біграм у тексті з пробілами

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	э	ю	я			
а	0	0,000445	0,002816	0,000642	0,001831	0,002619	0	0,001581	0,002569	0	0,000296	0,004151	0,006127	0,002421	0,004299	0	0,001087	0,002125	0,003014	0,004744	0	0,001532	9,88E-05	0,000988	0,000494	0,000395	9,4E-05	0,002767	0,000296	0,000791	0,002273	0,012501	
б	0,000982	0	9,88E-05	0	0	0,001274	0	9,4E-05	0	0,000741	0	0,000296	0,002569	0	0,001196	9,4E-05	0	0,000084	0	9,4E-05	0	0,000084	0	0,000148	9,4E-05	0,000018	0,000092	0,000092	0	0,000047	0,000296	0,000047	
в	0,000136	0,000018	0	0,000445	0	0,000047	0	0,000445	0	0,000047	0,000612	0	0,000296	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018		
г	0,000791	0	9,88E-05	0	0,001581	0,000089	0	0	0,000593	0	0,0004E-05	0,001038	0	0,000194	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	
д	0,000496	9,4E-05	0,001136	9,4E-05	0	0,004151	0	9,4E-05	9,4E-05	0,002322	0	0,000445	0,000089	0,000392	0,002322	0,000445	0,000099	0,000296	0,000018	0,001927	0	9,4E-05	0,000018	9,4E-05	0,000198	0	0,000692	0,000395	0	0,000047	0,000089	0,000047	
е	9,4E-05	0,001087	0,001136	0,004E-05	0,002322	0,000593	0	0,000791	0,001581	9,4E-05	0,00168	0,00089	0,000198	0,000429	0,002734	0,000198	0,00084	0,000496	0,000447	0,000529	0,000198	9,88E-05	0,000445	0,000296	0,001828	0,000042	0,000042	0	0,000018	0,000089	0,000047		
ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
з	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
и	0,001334	9,4E-05	0	0	0,001136	0,003212	0	9,4E-05	0	0,002322	0,00148	0	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018	0,000018		
к	0,000307	0,000198	0,001038	0,000198	0,001483	0,000346	0	9,88E-05	9,4E-05	0,000296	0	0,000247	0,000346	0	0,000346	0,001878	0,000346	0	0,000198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
л	0,000445	0,000346	0,000308	0,00084	0,001482	0,003272	0	0,000247	0,002372	0,000346	0,001087	0,002688	0,001038	0,002718	0,000219	9,88E-05	0	0,00084	0,000216	0,000525	0	9,4E-05	0,001433	0,000216	0,000544	0,000445	0	0	0,000198	0,000988	0,000544	0,000445	
м	0	0	0	0	9,4E-05	0	0	0	0	0	0	0,000544	0	9,4E-05	0,000484	0	0	0	0,000593	9,88E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
н	0,007441	0	0,000148	0	0	0,000692	0	0	0,000692	0,001878	0	0,000692	0,001878	0	0,000692	0,001878	0	0,000692	0,001878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
о	0,003715	9,4E-05	0	9,88E-05	0,000296	0	0,000247	0	0,000619	0	9,88E-05	9,88E-05	0,000018	0,000494	9,88E-05	0	0,000198	0	0,000018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000988	0,000445	0,000296	0,000018	
п	0,002668	0	0	0	0	0,002816	0	0	0,000567	0	0,000148	9,4E-05	9,4E-05	0,00084	0,000234	0	0,000198	9,4E-05	0,000234	0,000198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00084	9,4E-05	0	0
р	0,007955	0	9,4E-05	0	0	0,000322	0	0	0,000322	0	0	0,002965	0,01008	0	0,000247	0	0,000198	9,4E-05	0,000692	0,001482	9,4E-05	0	0,000247	0,000148	0	0,000198	0	0,000445	0,000593	0,001729	0	0	
с	0	0,003212	0,000545	0,000706	0,000732	0,000295	0	0,001482	0,001334	0,000642	0,003706	0,000224	0,006228	0,000988	0,000929	0,000642	0,001285	0,000628	0,000594	0,0042	0	0,000395	9,4E-05	0,000275	0,00084	0,000148	0	0	0,000494	0,000988	0,001247	0,000047	
т	0	0	9,88E-05	0	0,000593	0	0	0	0,000593	0	0	9,88E-05	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	
у	0,007461	9,4E-05	0,000346	0,000346	0,000247	0,000484	0	0,00198	9,4E-05	0,000504	0	0,000247	9,88E-05	0,000346	0,000593	0,000618	0,000198	9,4E-05	0,000247	0,000484	0,000375	0	9,88E-05	0	0,000198	0	0,001136	0,000791	0,000346	0,001482	0,000047	0,000047	
ф	0,000791	0	0,001433	0,000148	9,88E-05	0,000308	0,000395	0	0,001729	0	0,002224	0,002324	0,000642	0,000484	0,000279	0,001779	0,001433	0,000296	0,001089	0,000198	0	0,000148	0	0	0	0	0	0,000445	0,000274	9,88E-05	0,000346	0,000741	
х	0,000491	9,001285	0,001285	0	0,000148	0,000589	0	0	9,4E-05	0,002471	0	0,000346	0,00198	0	0,001581	0,010426	9,4E-05	0,000447	0,001384	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0,000198	0	0,001433	0,000495	0,000296	0,000296	0,000779
ц	0	0,001087	0,000593	0,000939	0,001219	0,000296	0	0,002322	0,000198	0	0	0,000484	0,011285	0,001334	0,000148	0	0,000642	0,000642	0,000939	0,0168	0	9,4E-05	0,000346	0	0,001198	0,000889	0,000247	0	0	0,001087	9,4E-05	0,000612	
ч	0,000198	0	0	0	0	0	0	0	0,000484	0	0	0,000484	0	0	0,000484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ш	0,000741	0	9,4E-05	0	0	0	0	0	0	0,000445	0	0	0,000247	0	9,4E-05	0,000247	0	9,4E-05	0	0,000346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
щ	0	0,000494	0	0	0	0	0	0	0	0	9,88E-05	0	0	0	0,000395	0	0	0	0,000395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000296	0	0	
ъ	0,002273	0	0	0	0	0,000308	0	0	0,000273	0	0,000445	0	0	0,001198	0,000247	0	9,4E-05	0	0,003064	0,000094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000445	0	0	
ь	0,000741	0	9,4E-05	0	0	0,001729	0	0	0,001651	0	0,000346	0,000544	0	0	0,000198	0,000296	9,4E-05	0	0	9,4E-05	0,000198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
э	0,000939	0	0	0	0	0,001038	0	0	0,000741	0	0	9,4E-05	0	0	0	0	0	0	0	0,000148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ю	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
я	0	0,000247	0,001184	0	0,000148	0,001334	0	9,88E-05	9,88E-05	0	0,002224	0,000296	0,001235	0,001433	0,000148	0	9,4E-05	0,000544	0,000593	0,000148	0	0,001482	0	0,000247	0,000247	9,4E-05	0	0	0	0	0	0	0
а	0	9,4E-05	0	0	9,4E-05	0	0,000445	0	0	9,88E-05	9,4E-05	0	0	0,000988	0	0	0	0	0,000741	9,88E-05	0	0	0	9,88E-05	0,000148	0,000395	0	0	0	0,000484	0,000198	0,000867	
б	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
в	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
д	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
е	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
и	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
к	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
л	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
о	0	0																															

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я				
а	0	0,00098	0,005515	0,001225	0,002451	0,003922	0	0,001961	0,004044	0,001348	0,000245	0,00576	0,008211	0,003186	0,007353	0,000735	0,003922	0,003064	0,005147	0,006373	0,000613	0,000123	0,001838	0,000245	0,001716	0,00049	0,00049	0	0	0,000123	0,000735	0,003676			
б	0,001225	0	0,000245	0	0	0,002819	0	0,000123	0	0,001225	0	0,000368	0,00098	0	0,000368	0,003676	0	0,001471	0,000123	0	0,001348	0	0	0	0	0	0	0,000368	0	0,000368	0				
в	0,00723	0,000245	0,000368	0,000613	0,004779	0	0	0,00098	0,000368	0,000245	0,001471	0,007721	0,001225	0,001838	0,004167	0,000368	0,000613	0	0,000368	0,000613	0,000368	0,000368	0,000245	0	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368			
г	0,001103	0	0	0,000123	0	0,002083	0,001103	0	0	0,000735	0	0	0,001471	0	0,000368	0,010049	0	0,001716	0	0	0,000735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
д	0,00527	0	0,001961	0	0	0,00576	0	0	0,000123	0,001348	0	0,000735	0,001225	0,00098	0,003431	0,004412	0,000123	0,001593	0,000613	0,000123	0,001838	0	0,000123	0,000123	0,000123	0	0,000858	0,000613	0	0	0,000735				
е	0,000123	0,002083	0,003431	0,00527	0,003309	0,001471	0	0,001471	0,002696	0,001838	0,001961	0,002206	0,00674	0,005882	0,010907	0,002206	0,003064	0,006373	0,008824	0,007475	0,000735	0,000123	0,00098	0,000613	0,003064	0,000613	0,000858	0	0	0,000245	0,000245	0,000123			
ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
з	0,00527	0,000368	0,001961	0,00049	0,001348	0,000368	0	0,000123	0,000123	0,000368	0	0,00049	0	0,000368	0,00309	0,000245	0	0,000123	0,000368	0	0,00049	0,000123	0	0	0	0,000123	0	0	0,000245	0	0	0,00049			
и	0,000245	0,000858	0,005515	0,001961	0,003064	0,003554	0	0,001103	0,002819	0,000328	0,001103	0,004902	0,004534	0,003431	0,006005	0,001716	0,004167	0,001716	0,004779	0,008456	0,00049	0	0,002083	0,000858	0,003309	0,000858	0,000613	0	0	0,000245	0,000245	0,000123			
к	0	0,000123	0,00049	0,000245	0,000735	0,000123	0	0,000123	0,000368	0,00098	0	0,001225	0	0	0,001103	0,000735	0,000858	0,000613	0,002451	0,000123	0,000368	0,000245	0,000245	0,000123	0,000245	0,000368	0	0	0	0	0	0			
л	0,009436	0,00049	0,000858	0,000123	0	0,001225	0	0	0,003554	0	0,003554	0	0,003554	0	0,001471	0,000909	0,000123	0,002574	0,000613	0,001225	0,002328	0,000123	0,000245	0	0,00049	0	0	0	0	0,000123	0	0			
м	0,004112	0,000368	0,00049	0,00049	0,000613	0,004902	0	0,000245	0	0,010662	0	0,000123	0,000123	0,000123	0,000858	0,005147	0,00049	0,000123	0,001961	0,000123	0,002206	0,000368	0	0,00049	0	0,00049	0	0	0,000735	0,005147	0	0,001961	0,001838		
н	0,002941	0,000613	0,000735	0,000613	0,00049	0,002941	0	0,000245	0	0,005637	0	0,000245	0,000245	0,000245	0,001716	0,004044	0,000858	0,000368	0,001103	0,000368	0,003922	0	0,000123	0,000123	0,000613	0	0	0	0,001103	0,000123	0	0,000368	0		
о	0,009314	0,000368	0,000858	0,000245	0,001961	0,009681	0	0	0,000123	0,011275	0	0,00049	0,000123	0,000123	0,004289	0,012132	0,000735	0,00049	0,000858	0,001225	0,002451	0,000123	0,000245	0,000245	0,000245	0,000245	0	0	0,005882	0,002083	0	0,000858	0		
п	0	0	0,005392	0,009559	0,004902	0,007353	0,003064	0	0,002451	0,002328	0,003064	0,004412	0,004289	0,007356	0,008946	0,010172	0,002574	0,003064	0,008824	0,008946	0,00674	0,001593	0,000245	0,001225	0,000123	0,003676	0,001471	0,000245	0	0	0,00049	0,000735	0,00098		
р	0,001838	0	0	0	0	0,003186	0	0	0,000858	0	0	0,000735	0	0,000245	0,013603	0	0,000613	0,006618	0,000123	0	0,000613	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0,000123	0	
с	0,00098	0	0,001961	0,00049	0,000245	0,005147	0,000858	0	0,000123	0,002206	0	0,002451	0,002819	0,001225	0,000735	0,003431	0,002941	0,000368	0,000368	0,013848	0,002966	0	0,000123	0	0,000368	0,000735	0	0	0,000735	0,002819	0	0	0,004779		
т	0,006127	0,00049	0,000254	0,000245	0,00049	0,007108	0	0,000245	0,000123	0,003676	0	0,000735	0,000245	0,00049	0,003431	0,013725	0,000613	0,005392	0,002328	0,000735	0,003186	0	0	0,000245	0,000368	0,000245	0	0	0,000188	0,006863	0,00123	0,00049	0,000245		
у	0	0,001593	0,001471	0,001225	0,003431	0,000368	0	0,002574	0,00049	0,00098	0	0,001471	0,001348	0,001961	0,001103	0,000368	0,001225	0,00098	0,001471	0,002819	0,000245	0,000123	0,000613	0	0,001838	0,001225	0,00049	0	0	0	0	0,001471	0		
ф	0,000368	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	0	0	0,00049	0	0	0,000245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
х	0,000613	0,000245	0	0,000123	0,000123	0,000123	0	0,000123	0,000123	0,000245	0	0,000368	0,003554	0,000735	0,00049	0,000858	0,003554	0,00049	0,000368	0,000368	0	0,00049	0,000123	0	0	0,000123	0	0	0	0	0,000245	0	0	0	
ц	0,000735	0	0,000123	0	0	0,001348	0	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0,000858	0	0	0	0,004289	0,000368	0	0	0,000123	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0	0	
ч	0,000254	0	0,000245	0	0	0,004657	0	0	0,002574	0	0,000368	0	0	0,001225	0,000245	0	0,000123	0	0,004289	0,000368	0	0,000123	0	0,000123	0	0,000123	0	0	0	0,000368	0	0	0	0	
ш	0,000858	0	0,000123	0	0	0,001471	0	0	0,002574	0	0,00049	0,000735	0	0,000858	0,000123	0,000123	0	0	0	0,000368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
щ	0	0,000858	0	0	0	0,000858	0	0	0,001103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000123	0	
ы	0,000123	0,000123	0,002328	0,000245	0,000368	0,001593	0	0	0,00049	0,00098	0,003186	0,00049	0,001716	0,002328	0,000613	0,000245	0,00049	0,000735	0,00098	0,000245	0,000123	0	0,001838	0,000123	0,000368	0,000123	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,000245	0,000368	0,00098	0,000123	0,000245	0,00098	0	0	0,000368	0,000123	0,000368	0,000123	0,002206	0,000123	0,000613	0,004289	0,001103	0,00049	0,000245	0,001103	0,000245	0,000368	0	0,000123	0,000735	0,000613	0	0	0	0,000245	0,000245	0,000245	0,000245	0,000245	
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ю	0,000123	0,000245	0,000123	0,000123	0,000245	0	0	0,000123	0,000368	0	0,000368	0,000368	0,000368	0,000368	0,000245	0,000245	0,000245	0,000368	0,000613	0,000368	0,00098	0,000123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
я	0,000123	0,000123	0,001471	0,000245	0,001103	0,001348	0	0,000245	0,000245	0,001838	0,000368	0,000368	0,000613	0,001225	0,001348	0,001103	0,000858	0,000123	0,000735	0,002696	0,000245	0	0,000123	0,000245	0,000735	0	0	0	0	0,000123	0	0,000123	0	0,000123	

Частота біграм в тексті з пробілами, з кроком 2

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я			
а	0	0,00049	0,00016	0,00079	0,00158	0,00227	0	0,00148	0,00227	0	0,0004	0,00245	0,00692	0,00347	0,00415	0	0,00079	0,00198	0,00347	0,00484	0	0,00138	9,9E-05	0,00109	0,0003	0,0003	0	0	0	0,00089	0,00227	0,01334		
б	0,00059	0	0,0002	0	0	0,00178	0	0	0,00059	0	9,9E-05	0,00059	0	0,0004	0,00267	0	0,00119	0	0	0,00059	0	0	9,9E-05	0,00059	0,0002	0,00178	0,00049	0	0	0,0003	0,0003	0,0003		
в	0,00044	0	0	0	0,0002	0,00474	0	0	0,00049	0,00188	0	9,9E-05	0,00059	0	0,00079	0,00593	0,0004	0,00049	0,00257	9,9E-05	0,00059	0	0,0002	0	9,9E-05	0,00079	0,0002	0	0,00188	9,9E-05	0	0,9E-05	0,00892	
г	0,00109	0	0,0002	0	0,00188	0,00119	0	0	0,0004	0	0	0,00069	0	0,0004	0,00083	0	0,00138	0	0	0,0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9E-05	0,9E-05	
д	0,00445	9,9E-05	0,00089	9,9E-05	0	0,00464	0	0	0,00237	0	0,00089	0,00079	0,00119	0,00188	0,00326	9,9E-05	0,00109	0,0002	0	0,00208	0	0	0,0002	0	0,000	0	0	0	0	0,00069	0,0003	0	0,00069	0,0119
е	9,9E-05	0,00079	0,00128	0,00366	0,00217	0,00128	0	0,00089	0,00168	0	0,00128	0,00069	0,00464	0,00395	0,00702	9,9E-05	0,00099	0,00044	0,00425	0,00721	0,0003	9,9E-05	0,00049	0,0004	0,00168	0,00079	0,00059	0	0	0,9E-05	0	0,0165		
ж	0,00128	0,00079	0	0	0	0,00119	0,00247	9,9E-05	0,00227	0	9,9E-05	0	0	0	0,00079	9,9E-05	0	0	0	0	0,0002	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0004	0,0004	
з	0,00356	0,0003	0,00109	0,0002	0,00109	0,00049	0	9,9E-05	0	0,0003	0	0,0002	0	0,0003	0,00188	0,0004	0	0,0003	0	0	0,00059	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0,00048	0,0003	
и	0,00356	0,0004	0,00316	0,00079	0,00158	0,00208	0	0,0003	0,00247	0,0004	0,00089	0,00237	0,00277	0,00208	0,00287	9,9E-05	0,00069	0,00208	0,00682	0	9,9E-05	0,00109	0,00119	0,00178	0,00069	0,00049	0	0	0,0002	0,0109	0,00206	0,00701		
к	0,00771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00267	0	0,00158	0	0,0002	0	0	0,00089	9,9E-05	0,00188	0	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0005	0,0005	
л	0,00771	0	0,0002	0	0	0,00069	0	0	0,00267	0	0,00079	0	0,00158	0	0,0002	0,00079	0,00761	0	0,00158	0,00049	0,00188	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0015	0,0015	
м	0,00356	9,9E-05	0	9,9E-05	0,0004	0,00045	0	0,0003	0	0,00751	0	9,9E-05	0,00158	0	0,0002	0,00044	9,9E-05	0,0002	0,0005	0,00158	0	0	9,9E-05	0	0	0	0	0,00069	0,00049	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	
н	0,00237	0	0	0	0	0,00316	0	0	0,00316	0	0	9,9E-05	9,9E-05	0,00099	0,00079	0,00227	0	0,0002	0	0,00158	0,00287	0	0	0	0	0	0	0	0,00069	9,9E-05	0	0,00069	0,00731	
о	0,00662	0	9,9E-05	0	0,00062	0,00731	0	0	0	0,00083	0	0,0004	0	0,0004	0,00062	0,01067	0	0,0002	9,9E-05	0,00089	0,00217	9,9E-05	0	0,0002	9,9E-05	0	0	0,00395	0,00178	0	0	0,00089	0,00089	
п	0	0,00356	0,00383	0,00376	0,00462	0,00237	0,0003	0,00148	0,00138	0,00079	0,00415	0,00267	0,00464	0,00682	0,00642	0,0004	0,00079	0,00642	0,00504	0,00489	9,9E-05	0	0,00049	0	0,00237	0,00069	0	0	0	0,0003	0,00048	0,01967		
р	0,00188	0	0	0	0	0,00227	0	0	0,00119	0	0	0,00059	0	0,00059	0	0,00109	0,00237	0	0,00044	0,00062	0	9,9E-05	0	0,00059	0	0	0	0	0	0,9E-05	0,0002	0,0003	0,0003	
с	0,00771	0	0,0002	0,00001	9,9E-05	0	0,0003	9,9E-05	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00004	9,9E-05	0	0,00148	0,00007	0	0	0,00148	0,00007	0	9,9E-05	0,00007	0,00007	
т	0,00099	0	0,00128	0,0002	0	0,00405	0,0004	0	0,00168	0	0,00148	0,00227	0,00049	0,00069	0,00069	0,00217	0,00198	0	0,0004	0,00198	0,00158	0,0002	0	0,0002	9,9E-05	0	0	0,0004	0,00227	0,0003	9,9E-05	0,00243	0,00247	
у	0,00771	0	0,00109	0	0,00158	0,00415	0	0	9,9E-05	0,00208	0	0,0003	9,9E-05	0	0,00158	0,00968	0	0,00043	0,00148	0	0,00168	0	0	9,9E-05	0	0	0	0	0,00128	0,00494	0	0,0003	0,0004	0,00652
ф	0	0,00148	0,00059	0,00119	0,00198	0,0003	0	0,00227	9,9E-05	0	0,0004	0,00119	0,00128	0,00158	0,00968	0	0,00059	0,00043	0,00089	0,00158	0	9,9E-05	0	0,00119	0,00059	0,00049	0	0	0,00119	0	0,0004	0,00652		
х	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0,0004	0	0	0	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0004	
ц	0,00079	0	0	0	0	0	0	0,00079	0	0	0	9,9E-05	0	0	0	0	9,9E-05	0	0,00237	0	0	0,00049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00415	
ч	0,0004	0	0	0	0	0,00138	0	0	9,9E-05	0	0	9,9E-05	0	0	0	0,0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0	0,0002	
ш	0,00247	0	0	0	0	0,00356	0	0	0,00217	0	0	0,0004	0	0,00109	0,0003	0	9,9E-05	0	0	0,00376	0,00049	0	0	0,9E-05	0	0	0	0	0	0,0003	0	0,00089		
щ	0,00079	0	0	0	0	0,00198	0	0	0,00168	0	0,0003	0,00069	0	0,00049	9,9E-05	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9E-05	0	0	0	
ъ	0,00109	0	0	0	0	0,00069	0	0	0,00069	0	0,00069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0003	
ы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0003		
ь	0	0,0003	0,00148	0	9,9E-05	0,00148	0	9,9E-05	0	0,00227	0,0002	0,00128	0,00188	0,0002	0	0,00069	0,00059	0,0003	0	0,00148	0	0,0002	0,0003	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0,00405	0,00405	
э	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	9,9E-05	0	0,00079	0	0,0002	0,00257	0	0	0	0,00069	9,9E-05	0	0	9,9E-05	0,0002	0,0003	0	0	0	0	0	0,0004	9,9E-05	0,00081	0,00081	
ю	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
я	0	0,0002	0	0	0,00048	0	0	0	0,0003	0	0,0003	0	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00043	0	0	0,00237	
а	0,0003	0,00049	0	0,0003	9,9E-05	0	0,0003	0,0003	0	0,0003	0,0003	0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0	0,0003	0,0003	0,00178	0	0	0,0003	9,9E-05	0	0	0	0	0	0	0	9,9E-05	0,00741	0,00741	
б	0,00148	0,00573	0,01403	0,00464	0,00032	0,00366	0,00237	0,00425	0,0164	0	0,0082	0,00357	0,00455	0,01581	0,01127	0,01591	0,02396	0,0154	0,00927	0,00613	0,00099	0,00257	0,00099	0,00464	0,00079	0,0004	0	0	0,00198	0	0,0002	0,0003	0,0003	

1.83661942091655 < H < 2.66133710430125

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:

возьмет_на_себя_тру

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:

- 5 символов
- 10 символов
- 15 символов
- 20 символов
- 25 символов
- 30 символов
- 35 символов
- 40 символов
- 45 символов
- 50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 56

Поле ввода символов:

Продолжить

Другой

Неравенство для энтропии:

1.83661942091655 < H < 2.66133710430125

Двоичная таблица угаданных символов:

00010000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000010000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Вероятности:

- q[1] = 0.4909090
- q[2] = 0.1818181
- q[3] = 0.0727272
- q[4] = 0.0181818
- q[5] = 0.0181818
- q[6] = 0.0181818
- q[7] = 0.0181818
- q[8] = 0.0181818
- q[9] = 0.0181818
- q[10] = 0
- q[11] = 0.018181
- q[12] = 0
- q[13] = 0.018181
- q[14] = 0
- q[15] = 0
- q[16] = 0
- q[17] = 0.018181
- q[18] = 0
- q[19] = 0
- q[20] = 0
- q[21] = 0
- q[22] = 0.018181
- q[23] = 0
- q[24] = 0
- q[25] = 0
- q[26] = 0
- q[27] = 0.018181
- q[28] = 0.036363
- q[29] = 0
- q[30] = 0.018181
- q[31] = 0
- q[32] = 0

Строка состояния:

Для H^30

1.49985746249546 < H < 2.28750974088565

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:

совершенно_ясно_что_они_знают_этот_закон_человеческой_природы_так_же_хорош

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:

- 5 символов
- 10 символов
- 15 символов
- 20 символов
- 25 символов
- 30 символов
- 35 символов
- 40 символов
- 45 символов
- 50 символов

Введенный символ: _ (пробел)

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 54

Поле ввода символов:

Продолжить

Другой

Неравенство для энтропии:

1.49985746249546 < H < 2.28750974088565

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Вероятности:

- q[1] = 0.6296296
- q[2] = 0.0555555
- q[3] = 0.0555555
- q[4] = 0.0555555
- q[5] = 0.0185185
- q[6] = 0.0185185
- q[7] = 0
- q[8] = 0
- q[9] = 0
- q[10] = 0.018518
- q[11] = 0.018518
- q[12] = 0
- q[13] = 0.018518
- q[14] = 0.018518
- q[15] = 0
- q[16] = 0
- q[17] = 0.018518
- q[18] = 0
- q[19] = 0
- q[20] = 0
- q[21] = 0.018518
- q[22] = 0
- q[23] = 0
- q[24] = 0.018518
- q[25] = 0
- q[26] = 0.018518
- q[27] = 0
- q[28] = 0
- q[29] = 0.018518
- q[30] = 0
- q[31] = 0
- q[32] = 0

Строка состояния:

Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

Висновок: На цій лабораторній роботі ми познайомились з поняттями ентропії та надлишковості. Більш поглиблено навчилися працювати з текстом в Python. Також навчилися обраховувати частоти букв і біграм в тексті. В лабораторній роботі використали програму PyCharm і CoolPinkProgram.