

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Фізико-технічний інститут

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА** №**1**

**на тему: «Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту»**

**Виконали:**

студенти 3 курсу ФТІ

групи ФБ-73

Пазон Б.Р.

Лутак А. О.

Перевірив:

Чорний О.

**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. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп’ютерного практикуму.
2. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H1 та H2 за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H1 та H2 на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення H1 та H2 на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
3. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення H10 , H20 , H30 .
4. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

**Код програми**

# -\*- coding: utf-8 -\*- # vim:fileencoding=utf-8 import sys, argparse, math, re from math import log from operator import itemgetter from itertools import groupby import os import fileinput from collections import Counter import string

# Read in the file

def text\_change():

replacements = {'А':'а', 'Б':'б', 'В':'в', 'Г':'г', 'Д':'д', 'Е':'е', 'Ж':'ж', 'З':'з', 'И':'и', 'Й':'й',

'К':'к', 'Л':'л', 'М':'м', 'Н':'н', 'О':'о', 'П':'п', 'Р':'р', 'С':'с', 'Т':'т', 'У':'у', 'Ф':'ф', 'Х':'х', 'Ц':'ц', 'Ч':'ч',

'Ш':'ш', 'Щ':'щ', 'Э':'э', 'Ю':'ю', 'Я':'я', '.':' ', ',':' ', '-':' ', ':':' ', ';':' ', '/"':' ', '\n':' '}

lines = []

with open('TEXT.txt') as infile: for line in infile: for src, target in replacements.items(): line = line.replace(src, target)

lines.append(line)

with open('TEXT.txt', 'w') as outfile:

for line in lines:

outfile.write(line) text\_change()

alphabet={} file\_1 = open("TEXT.txt",'r') line = file\_1.readlines() def count\_letters():

for i in line:

for elem in i.lower(): if elem in alphabet:

alphabet[elem]=alphabet[elem]+1;

else:

alphabet[elem]=1;

count\_letters() file\_1.close()

"""print (alphabet)"""

alphabet\_bi={} file\_2 = open("TEXT.txt",'r') line = file\_2.read()

def count\_bigramms():

length = 0

for i in range(1,len(line)): bigram = line[i-1]+line[i] if bigram in alphabet\_bi:

alphabet\_bi[bigram]+=1; length = length +1

else:

alphabet\_bi[bigram]=1; length = length +1

return length;

length = count\_bigramms()

file\_2.close()

"""print (alphabet\_bi)"""

alphabet\_biwi={} file\_3 = open("TEXT.txt",'r') line = file\_3.read()

def count\_bigrammswi():

i=0

lengthwi=0

while i < len(line)-1: bigram = line[i]+line[i+1]

i+=2

if bigram in alphabet\_biwi: alphabet\_biwi[bigram]+=1; lengthwi = lengthwi +1

else:

alphabet\_biwi[bigram]=1; lengthwi = lengthwi +1

return lengthwi;

lengthwi = count\_bigrammswi()

file\_3.close()

"""print (alphabet\_biwi)"""

enthropia=0 residuality=0 for value in alphabet.keys():

val = alphabet[value] / len(line) enthropia -= val \* log(val,2)

print("Enthropia (1 letter):") print(enthropia)

residuality = 1 - enthropia/log(32,2) print("Residuality (1 letter):") print(residuality)

enthropia=0 residuality=0 for value in alphabet\_bi.keys():

v = alphabet\_bi[value] / length enthropia -= v \* log(v,2)

enthropia = enthropia / 2 print("Enthropia (bigram):") print(enthropia) residuality = 1 - enthropia/log(32,2) print("Residuality (bigram):") print(residuality)

enthropia=0 residuality=0 for value in alphabet\_biwi.keys():

v = alphabet\_biwi[value] / lengthwi enthropia -= v \* log(v,2)

enthropia = enthropia / 2 print("Enthropia (bigram without intersections):") print(enthropia) residuality = 1 - enthropia/log(32,2) print("Residuality (bigram without intersections):") print(residuality)

**Результати виконнання програми:**

**З пробілом:**

Enthropia (1 letter): 4.324264798340614

Residuality (1 letter): 0.13514704033187708

Enthropia (bigram): 3.7274316037701816

Residuality (bigram): 0.2545136792459637

Enthropia (bigram without intersections): 3.6203070691797783

Residuality (bigram without intersections): 0.2759385861640443

**Без пробілу:**

Enthropia (1 letter): 4.393728122285262

Residuality (1 letter): 0.11312999182663519

Enthropia (bigram): 3.7950195705896133

Residuality (bigram): 0.2339787661152939

Enthropia (bigram without intersections): 3.6269151258856906

Residuality (bigram without intersections): 0.2679104947291717

**Кількість символів у тексті:**

[('ъ', 81.0), ('ц', 1325.0), ('ф', 1671.0), ('щ', 1828.0), ('э', 1902.0), ('ю', 2384.0), ('ё', 2813.0), ('х', 3576.0),

('ш', 3883.0), ('й', 4510.0), ('ж', 5915.0), ('б', 7866.0), ('ы', 7934.0), ('г', 8074.0), ('з', 8603.0), ('ч', 8731.0),

('ь', 11054.0), ('я', 12284.0), ('д', 13850.0), ('п', 13882.0), ('у', 14186.0), ('к', 15892.0), ('м', 16647.0),

('в', 19781.0), ('р', 20117.0), ('л', 23593.0), ('с', 25272.0), ('и', 30525.0), ('т', 32926.0), ('н', 33463.0),

('е', 38934.0), ('а', 42644.0), ('о', 57692.0), (' ', 99416.0)]

**Частота біграм у тексті:**

[('кё', 1.6856214802116466e-06), ('кб', 1.6856214802116466e-06), ('гп', 1.6856214802116466e-06), ('шц', 1.6856214802116466e-06),

('шв', 1.6856214802116466e-06), ('цг', 1.6856214802116466e-06), ('уё', 1.6856214802116466e-06), ('жя', 1.6856214802116466e-06),

('нп', 1.6856214802116466e-06), ('юу', 1.6856214802116466e-06), ('зф', 1.6856214802116466e-06), ('хз', 1.6856214802116466e-06),

('пц', 1.6856214802116466e-06), ('кч', 1.6856214802116466e-06), ('бт', 1.6856214802116466e-06), ('мэ', 1.6856214802116466e-06),

('лц', 1.6856214802116466e-06), ('йг', 1.6856214802116466e-06), ('дф', 1.6856214802116466e-06), ('ёб', 1.6856214802116466e-06),

('гш', 1.6856214802116466e-06), ('фт', 1.6856214802116466e-06), ('рэ', 1.6856214802116466e-06), ('лх', 1.6856214802116466e-06),

('эд', 1.6856214802116466e-06), (' ы', 1.6856214802116466e-06), ('вф', 1.6856214802116466e-06), ('пв', 1.6856214802116466e-06),

('йр', 1.6856214802116466e-06), ('юэ', 1.6856214802116466e-06), ('йз', 1.6856214802116466e-06), ('хх', 1.6856214802116466e-06),

('йэ', 1.6856214802116466e-06), ('хд', 1.6856214802116466e-06), ('чм', 1.6856214802116466e-06), ('пш', 1.6856214802116466e-06),

('хг', 1.6856214802116466e-06), ('ёа', 1.6856214802116466e-06), ('йх', 1.6856214802116466e-06), ('гж', 1.6856214802116466e-06),

('цб', 1.6856214802116466e-06), ('мх', 1.6856214802116466e-06), ('ээ', 3.3712429604232933e-06), ('шр', 3.3712429604232933e-06),

('хк', 3.3712429604232933e-06), ('вщ', 3.3712429604232933e-06), ('сз', 3.3712429604232933e-06), ('вж', 3.3712429604232933e-06),

('ёч', 3.3712429604232933e-06), ('бш', 3.3712429604232933e-06), ('иё', 3.3712429604232933e-06), ('юо', 3.3712429604232933e-06),

('хь', 3.3712429604232933e-06), ('юл', 3.3712429604232933e-06), ('шю', 3.3712429604232933e-06), ('хф', 3.3712429604232933e-06),

('чр', 3.3712429604232933e-06), ('нш', 3.3712429604232933e-06), ('ёй', 3.3712429604232933e-06), ('юе', 3.3712429604232933e-06),

('лр', 3.3712429604232933e06), ('юф', 3.3712429604232933e-06), ('дю', 3.3712429604232933e-06), (' ё', 3.3712429604232933e-06),

('юп', 3.3712429604232933e-06), ('лщ', 3.3712429604232933e-06), ('хб', 3.3712429604232933e-06), ('пф', 3.3712429604232933e-06),

('гв', 3.3712429604232933e-06), ('ыщ', 3.3712429604232933e-06), ('ыу', 3.3712429604232933e-06), ('тэ', 3.3712429604232933e-06),

('цм', 3.3712429604232933e-06), ('кг', 3.3712429604232933e-06), ('кф', 3.3712429604232933e-06), ('лф', 3.3712429604232933e-06),

('ёи', 3.3712429604232933e-06), ('цн', 3.3712429604232933e-06), ('ыы', 3.3712429604232933e-06), ('нм', 3.3712429604232933e-06),

('сэ', 5.05686444063494e-06), ('жб', 5.05686444063494e-06), ('зъ', 5.05686444063494e-06), ('гм', 5.05686444063494e-06),

('ыц', 5.05686444063494e-06), ('мц', 5.05686444063494e-06), ('жт', 5.05686444063494e-06), ('хш', 5.05686444063494e-06),

('кя', 5.05686444063494e-06), ('нэ', 5.05686444063494e-06), ('вг', 5.05686444063494e-06), ('юв', 5.05686444063494e-06),

('нл', 5.05686444063494e-06), ('вб', 5.05686444063494e-06), ('кэ', 5.05686444063494e-06), ('кз', 5.05686444063494e-06),

('эг', 5.05686444063494e-06), ('ьж', 5.05686444063494e-06), ('гя', 5.05686444063494e-06), ('ьщ', 5.05686444063494e-06),

('мз', 5.05686444063494e-06), ('чв', 5.05686444063494e-06), ('хч', 5.05686444063494e-06), ('жж', 5.05686444063494e-06),

('кп', 5.05686444063494e-06), ('хя', 5.05686444063494e-06), ('юя', 5.05686444063494e-06), ('эс', 5.05686444063494e-06),

('ьр', 5.05686444063494e-06), ('эп', 6.7424859208465866e-06), ('км', 6.7424859208465866e-06), ('юх', 6.7424859208465866e-06),

('въ', 6.7424859208465866e-06), ('що', 6.7424859208465866e-06), ('шп', 6.7424859208465866e-06), ('шм', 6.7424859208465866e-06),

('бё', 6.7424859208465866e-06), ('дз', 6.7424859208465866e-06), ('бз', 6.7424859208465866e-06), ('юж', 6.7424859208465866e-06),

('тш', 6.7424859208465866e-06), ('ыф', 6.7424859208465866e-06), ('юг', 6.7424859208465866e-06), ('йу', 6.7424859208465866e-06),

('уц', 6.7424859208465866e-06), ('дъ', 8.428107401058233e-06), ('жр', 8.428107401058233e-06), ('кх', 8.428107401058233e-06),

('тц', 8.428107401058233e-06), ('тж', 8.428107401058233e-06), ('жг', 8.428107401058233e-06), ('жь', 8.428107401058233e-06),

('лэ', 8.428107401058233e-06), ('мт', 8.428107401058233e-06), ('кш', 8.428107401058233e-06), ('уу', 8.428107401058233e-06),

('бд', 8.428107401058233e-06), ('нх', 8.428107401058233e-06), ('ыи', 1.011372888126988e-05), ('ъё', 1.011372888126988e-05),

('жс', 1.011372888126988e-05), ('тъ', 1.011372888126988e-05), ('йя', 1.011372888126988e-05), ('юи', 1.011372888126988e-05),

('тз', 1.011372888126988e-05), ('мд', 1.011372888126988e-05), ('йе', 1.011372888126988e-05), ('жл', 1.011372888126988e-05),

('уо', 1.011372888126988e-05), ('еэ', 1.011372888126988e-05), ('вх', 1.011372888126988e-05), ('шш', 1.011372888126988e-05),

('съ', 1.1799350361481526e-05), ('ч ', 1.1799350361481526e-05), ('ыо', 1.1799350361481526e-05), ('йо', 1.1799350361481526e-05),

('яш', 1.1799350361481526e-05), ('мв', 1.1799350361481526e-05), ('юю', 1.1799350361481526e-05), ('яэ', 1.1799350361481526e-05),

('ыа', 1.1799350361481526e-05), ('гт', 1.1799350361481526e-05), ('яу', 1.1799350361481526e-05), ('аэ', 1.3484971841693173e-05),

('э ', 1.3484971841693173e-05), ('нж', 1.3484971841693173e-05), ('нв', 1.3484971841693173e-05), ('щ ', 1.3484971841693173e-05),

('ьх', 1.3484971841693173e-05), ('ьу', 1.3484971841693173e-05), ('тг', 1.3484971841693173e-05), ('хт', 1.3484971841693173e-05),

('юа', 1.3484971841693173e-05), ('йи', 1.3484971841693173e-05), ('пё', 1.3484971841693173e-05), ('гс', 1.3484971841693173e-05),

('жм', 1.3484971841693173e-05), ('лб', 1.3484971841693173e-05), ('мб', 1.3484971841693173e-05), ('йц', 1.517059332190482e-05),

('кд', 1.517059332190482e-05), ('лм', 1.517059332190482e-05), ('ёв', 1.517059332190482e-05), ('ьэ', 1.517059332190482e-05),

('уф', 1.517059332190482e-05), ('иэ', 1.517059332190482e-05), ('ёх', 1.6856214802116465e-05), ('тф', 1.6856214802116465e-05),

('вц', 1.6856214802116465e-05), ('юк', 1.6856214802116465e-05), ('тщ', 1.6856214802116465e-05), ('уэ', 1.6856214802116465e-05),

('кк', 1.6856214802116465e-05), ('пс', 1.6856214802116465e-05), ('пч', 1.6856214802116465e-05), ('зз', 1.6856214802116465e-05),

('йп', 1.6856214802116465e05), ('яф', 1.6856214802116465e-05), ('йф', 1.6856214802116465e-05), ('эм', 1.6856214802116465e-05),

('тх', 1.6856214802116465e-05), ('фы', 1.8541836282328114e-05), ('эн', 1.8541836282328114e-05), ('бж', 1.8541836282328114e-05),

('уи', 1.8541836282328114e-05), ('кж', 2.022745776253976e-05), ('яб', 2.022745776253976e-05), ('ьл', 2.022745776253976e-05),

(' ю', 2.022745776253976e-05), ('сф', 2.022745776253976e-05), ('иу', 2.022745776253976e-05), ('йа', 2.022745776253976e-05),

('сж', 2.022745776253976e-05), ('зч', 2.022745776253976e-05), ('лш', 2.1913079242751407e-05), ('нз', 2.1913079242751407e-05),

('хе', 2.1913079242751407e-05), ('щь', 2.1913079242751407e-05), ('вв', 2.1913079242751407e-05), ('юм', 2.1913079242751407e-05),

('ф ', 2.1913079242751407e-05), ('иф', 2.1913079242751407e-05), ('йв', 2.3598700722963053e-05), ('тю', 2.3598700722963053e-05),

('мм', 2.52843222031747e-05), ('зт', 2.52843222031747e-05), ('пп', 2.52843222031747e-05), ('ьд', 2.52843222031747e-05),

('дм', 2.52843222031747e-05), ('лт', 2.52843222031747e-05), ('ёд', 2.52843222031747e-05), ('эх', 2.52843222031747e-05),

('зё', 2.52843222031747e-05), ('юз', 2.52843222031747e-05), ('пю', 2.52843222031747e-05), ('дг', 2.52843222031747e-05),

('мф', 2.52843222031747e-05), ('хс', 2.865556516359799e-05), ('ьп', 2.865556516359799e-05), ('пь', 2.865556516359799e-05),

('юр', 2.865556516359799e-05), ('юш', 2.865556516359799e-05), ('эф', 2.865556516359799e-05), ('яа', 2.865556516359799e-05),

('сш', 3.034118664380964e-05), ('лд', 3.034118664380964e-05), ('яо', 3.034118664380964e-05), ('йш', 3.034118664380964e-05),

('йл', 3.034118664380964e-05), ('чл', 3.202680812402129e-05), ('мь', 3.202680812402129e-05), ('ьо', 3.202680812402129e-05),

('фф', 3.202680812402129e-05), ('дб', 3.371242960423293e-05), ('шт', 3.371242960423293e-05), ('тб', 3.371242960423293e-05),

('цк', 3.371242960423293e-05), ('фу', 3.539805108444458e-05), ('щн', 3.539805108444458e-05), ('юн', 3.708367256465623e-05),

('рщ', 3.708367256465623e-05), ('лп', 3.708367256465623e-05), ('бв', 3.708367256465623e-05), ('ьц', 3.8769294044867876e-05),

('ьч', 3.8769294044867876e05), ('фр', 3.8769294044867876e-05), ('яц', 3.8769294044867876e-05), ('кц', 3.8769294044867876e-05),

('лз', 3.8769294044867876e-05), ('рз', 3.8769294044867876e-05), ('сг', 3.8769294044867876e-05), ('мг', 4.045491552507952e-05),

('ёп', 4.045491552507952e-05), ('бх', 4.045491552507952e-05), ('ёж', 4.045491552507952e-05), ('ьф', 4.2140537005291166e-05),

('дш', 4.2140537005291166e-05), ('пт', 4.2140537005291166e-05), ('зж', 4.2140537005291166e-05), ('эр', 4.2140537005291166e-05),

('рх', 4.3826158485502815e-05), ('бм', 4.3826158485502815e-05), ('жо', 4.3826158485502815e-05), ('рч', 4.3826158485502815e-05),

('яй', 4.3826158485502815e-05), ('бь', 4.3826158485502815e-05), ('ыя', 4.5511779965714456e-05), ('ёг', 4.5511779965714456e-05),

('дх', 4.5511779965714456e-05), ('рц', 4.5511779965714456e-05), ('оа', 4.5511779965714456e-05), ('дд', 4.7197401445926105e-05),

('яр', 4.7197401445926105e-05), ('лв', 4.7197401445926105e-05), ('нф', 4.7197401445926105e-05), ('ъе', 5.056864440634940e-05),

('фл', 5.05686444063494e-05), ('жк', 5.056864440634940e-05), ('тм', 5.2254265886561044e-05), ('эк', 5.2254265886561044e-05),

('яп', 5.2254265886561044e-05), ('хл', 5.393988736677269e-05), ('п ', 5.393988736677269e-05), ('ьв', 5.393988736677269e-05),

('ау', 5.562550884698434e-05), ('ьб', 5.731113032719598e-05), ('гч', 5.731113032719598e-05), ('чо', 5.731113032719598e-05),

('хм', 5.731113032719598e-05), ('пк', 5.899675180740763e-05), ('сц', 5.899675180740763e-05), ('аф', 6.068237328761928e-05),

('оф', 6.068237328761928e-05), ('мё', 6.068237328761928e05), ('ёк', 6.405361624804258e-05), ('ьа', 6.405361624804258e-05),

('бк', 6.573923772825423e-05), ('вч', 6.742485920846586e-05), ('яж', 6.742485920846586e-05), ('аё', 6.742485920846586e-05),

('рб', 6.742485920846586e-05), ('сб', 6.911048068867751e-05), ('йк', 6.911048068867751e-05), ('ьг', 6.911048068867751e-05),

('фе', 6.911048068867751e-05), ('тт', 6.911048068867751e-05), ('аа', 7.079610216888916e-05), ('яч', 7.079610216888916e-05),

('ьт', 7.24817236491008e-05), ('ёш', 7.416734512931245e-05), ('мч', 7.416734512931245e-05), ('ъя', 7.58529666095241e-05),

('ыж', 7.58529666095241e-05), ('цы', 7.58529666095241e-05), ('ын', 7.58529666095241e-05), ('дч', 7.58529666095241e-05),

('мл', 7.753858808973575e-05), ('дт', 7.753858808973575e-05), ('рл', 7.753858808973575e-05),('оэ', 7.753858808973575e-05),

('ыз', 7.922420956994739e-05), ('ёс', 7.922420956994739e-05),('ьи', 7.922420956994739e-05), ('хр', 8.259545253037068e-05),

('мр', 8.259545253037068e-05), ('зь', 8.596669549079398e-05), ('ню', 8.765231697100563e-05), ('жё', 8.765231697100563e-05),

('цв', 8.765231697100563e-05), ('кв', 8.933793845121728e-05), ('пн', 9.102355993142891e-05), ('тч', 9.102355993142891e-05),

('еа', 9.102355993142891e-05), ('рс', 9.270918141164056e-05), ('цу', 9.270918141164056e-05), ('дп', 9.270918141164056e-05),

('нщ', 9.270918141164056e-05), ('бъ', 9.439480289185221e-05), ('ях', 9.439480289185221e-05), ('рю', 9.439480289185221e-05),

('яю', 9.439480289185221e-05), (' щ', 9.439480289185221e-05), ('ху', 9.945166733248716e-05), ('рп', 0.0001011372888126988),

('ёз', 0.0001011372888126988), ('ао', 0.0001011372888126988), ('юч', 0.00010450853177312209), ('тё', 0.00010619415325333374),

('мп', 0.00010787977473354538), ('рё', 0.00010956539621375703), ('уа', 0.00010956539621375703), ('мс', 0.00011125101769396868),

('оу', 0.00011125101769396868), ('дж', 0.00011462226065439197), ('яг', 0.00011462226065439197), ('дц', 0.00011630788213460361),

('ыг', 0.00011630788213460361), ('уя', 0.00011630788213460361), ('ящ', 0.00011630788213460361), ('ып', 0.00011799350361481526),

('еи', 0.00011967912509502691), ('ьё', 0.00011967912509502691), ('йм', 0.00012136474657523856), ('фо', 0.0001230503680554502),

('сю', 0.0001230503680554502), ('тд', 0.0001230503680554502), ('зб', 0.0001264216110158735), ('ищ', 0.0001297928539762968),

('ею', 0.0001297928539762968), ('яя', 0.00013316409693672009), ('вё', 0.00013316409693672009), ('оц', 0.00013484971841693172),

('ыч', 0.00013484971841693172), ('чш', 0.00013653533989714338), ('уз', 0.00013990658285756668), ('рр', 0.00014159220433777832),

('вм', 0.00014159220433777832), ('ш ', 0.00014159220433777832), ('нг', 0.00014327782581798998), ('еф', 0.0001449634472982016),

('нр', 0.0001483346902586249), ('яе', 0.0001483346902586249), ('ге', 0.0001517059332190482), ('хв', 0.0001517059332190482),

('цо', 0.0001517059332190482), ('гк', 0.0001517059332190482), ('дк', 0.0001550771761794715), ('сх', 0.00016013404062010644),

('зк', 0.00016013404062010644), ('еу', 0.00016181966210031807), ('вь', 0.00016181966210031807), ('зе', 0.00016350528358052973),

('ьз', 0.00016350528358052973), ('б ', 0.00016350528358052973), ('уй', 0.00016687652654095303), ('ыд', 0.00016856214802116466),

('ыр', 0.00017193339098158796), ('щу', 0.00017193339098158796), ('аи', 0.0001736190124617996), ('вя', 0.00017530463394201126),

('кс', 0.0001769902554222229), ('ык', 0.00017867587690243456), ('бс', 0.00017867587690243456), ('шё', 0.00017867587690243456),

('жч', 0.00017867587690243456), ('ьм', 0.0001803614983826462), ('хи', 0.0001803614983826462), ('тл', 0.0001837327413430695),

('жу', 0.0001837327413430695), ('ию', 0.00018878960578370442), ('ея', 0.00019047522726391608), ('нё', 0.00019384647022433935),

('йч', 0.00019553209170455101), ('ье', 0.00019553209170455101), ('уе', 0.00019553209170455101), ('ощ', 0.00019553209170455101),

('ац', 0.0001989033346649743), ('тп', 0.00020396019910560924), ('ою', 0.00020396019910560924), ('лл', 0.00020396019910560924),

('ья', 0.00020564582058582088), ('ух', 0.00020564582058582088), ('рм', 0.00020901706354624418), ('юс', 0.0002174451709473024),

('эл', 0.0002208164139077257), ('чь', 0.0002208164139077257), ('рк', 0.00022250203538793736), ('лг', 0.00022250203538793736),

(' ц', 0.000224187656868149), ('пя', 0.000224187656868149), ('сы', 0.000224187656868149), ('рд', 0.000224187656868149),

('ёл', 0.00022924452130878393), ('йт', 0.0002309301427889956), ('ец', 0.00023261576426920723), ('ыб', 0.00023261576426920723),

('шо', 0.00023598700722963053), ('гн', 0.00024104387167026546), ('яз', 0.00024272949315047712), ('оё', 0.00024272949315047712),

('нк', 0.0002444151146306888), ('нс', 0.0002444151146306888), ('лч', 0.0002461007361109004), ('ср', 0.0002461007361109004),

('шу', 0.0002494719790713237), ('вк', 0.0002511576005515353), ('ащ', 0.0002511576005515353), ('йд', 0.000252843222031747),

('лё', 0.000252843222031747), ('нч', 0.00025452884351195865), ('як', 0.0002562144649921703), ('юд', 0.0002595857079525936),

('лж', 0.00026127132943280524), ('нд', 0.00026127132943280524), ('ун', 0.0002646425723932285), ('ща', 0.00026969943683386344),

('ц ', 0.0002713850583140751), ('иа', 0.0002713850583140751), ('лк', 0.00027307067979428677), ('яи', 0.00027644192275471004),

('вт', 0.0002781275442349217), ('чк', 0.00027981316571513336), ('иж', 0.00027981316571513336), ('сч', 0.00027981316571513336),

('дс', 0.00028149878719534497), ('зи', 0.00028149878719534497), ('ущ', 0.0002848700301557683), ('рг', 0.0002848700301557683),

('ыш', 0.00028824127311619156), ('ео', 0.0002916125160766149), ('ью', 0.0002983550019974615), ('ёр', 0.0002983550019974615),

('дя', 0.0003000406234776731), ('зр', 0.0003000406234776731), ('йн', 0.000305097487918308), ('зл', 0.000305097487918308),

('ям', 0.0003067831093985197), ('ха', 0.000310154352358943), ('рв', 0.0003118399738391546), ('рж', 0.0003118399738391546),

('вп', 0.0003135255953193663), ('хн', 0.0003135255953193663), ('мя', 0.00031689683827978955), ('ип', 0.00031689683827978955),

('ца', 0.0003253249456808478), ('иг', 0.00032701056716105947), ('сд', 0.0003286961886412711), ('ют', 0.00033038181012148274),

('ющ', 0.000338809917522541), ('бн', 0.0003404955390027526), ('зм', 0.0003472380249235992), ('лн', 0.0003472380249235992),

('её', 0.00034892364640381086), ('ж ', 0.0003506092678840225), ('ён', 0.0003522948893642341), ('рш', 0.0003522948893642341),

('шк', 0.0003539805108444458), ('йс', 0.00036240861824550404), ('яв', 0.00036409423972571565), ('ке', 0.00036915110416635064),

('ех', 0.00037083672564656225), ('ци', 0.0003725223471267739), ('дё', 0.00037757921156740884), ('шн', 0.0003876929404486787),

('пы', 0.0003927498048893137), ('зы', 0.00039612104784973696), ('ии', 0.0004011779122903719), ('ур', 0.0004079203982112185),

('иц', 0.0004230909915331233), ('кн', 0.0004298334774539699), ('зу', 0.0004348903418946048), ('уб', 0.00044500407077587473),

('иб', 0.000448375313736298), ('ды', 0.0004551177996571446), ('юб', 0.0004551177996571446), ('чё', 0.00045848904261756786),

('су', 0.000477030878899896), ('дв', 0.0004804021218603193), ('зя', 0.0004820877433405309), ('лы', 0.0004905158507415891),

('мк', 0.0005006295796228591), ('вш', 0.0005023152011030706), ('ём', 0.0005023152011030706), ('гр', 0.0005040008225832823),

('дл', 0.0005090576870239173), ('зг', 0.0005174857944249755), ('ян', 0.0005191714159051872), ('рь', 0.0005225426588656105),

('еж', 0.0005225426588656105), ('ёт', 0.0005242282803458221), ('зо', 0.0005275995233062454), ('яс', 0.0005275995233062454),

('оо', 0.0005275995233062454), ('ба', 0.000529285144786457), ('уп', 0.000529285144786457), ('ьш', 0.0005326563877468803),

(' ш', 0.000534342009227092), ('шл', 0.0005410844951479385), ('ах', 0.0005427701166281502), ('вд', 0.0005461413595885735),

('пи', 0.0005511982240292084), ('уш', 0.0005562550884698434), ('рт', 0.0005562550884698434), ('бя', 0.0005579407099500551),

('дь', 0.0005596263314302667), ('ву', 0.0005663688173511133), ('жд', 0.0005714256817917482), ('ыс', 0.0005731113032719599),

('бщ', 0.0005798537891928064), ('ио', 0.0005882818965938647), ('зв', 0.0006068237328761928), ('нц', 0.000620308704717886),

('гу', 0.0006236799476783092), ('тк', 0.0006236799476783092), ('бл', 0.0006236799476783092), ('пу', 0.0006287368121189442),

('фи', 0.0006337936765595791), ('тя', 0.0006354792980397908), ('ап', 0.0006405361624804257), ('аш', 0.0006455930269210606),

('ук', 0.0006506498913616956), ('ув', 0.0006523355128419073), ('вр', 0.0006573923772825421), ('ай', 0.0006590779987627538),

('ох', 0.0006658204846836005), ('ых', 0.0006759342135648703), ('оя', 0.0006759342135648703), ('кл', 0.0006809910780055052),

('ги', 0.0007062754002086799), ('ыт', 0.0007062754002086799), ('сс', 0.0007096466431691032), ('вл', 0.0007096466431691032),

('чу', 0.0007180747505701614), ('щи', 0.0007197603720503731), ('зд', 0.0007265028579712197), ('аб', 0.0007281884794514313),

('ые', 0.000734930965372278), ('ий', 0.0007416734512931245), ('нт', 0.0007416734512931245), ('шь', 0.000753472801654606),

('ош', 0.0007888708527390506), ('кт', 0.0007956133386598972), ('вз', 0.0008023558245807438), ('ша', 0.0008040414460609554),

('пл', 0.0008057270675411671), ('ую', 0.0008074126890213788), ('би', 0.0008090983105015904), ('щё', 0.000810783931981802),

('це', 0.0008124695534620136), ('ее', 0.000815840796422437), ('иш', 0.0008242689038234952), ('ял', 0.0008377538756651884),

('еч', 0.0008495532260266699), ('еп', 0.0008664094408287864), ('д ', 0.0008782087911902679), ('яд', 0.0008883225200715378),

('г ', 0.0008916937630319611), ('ек', 0.0009034931133934426), ('ыв', 0.0009051787348736542), ('ия', 0.0009136068422747125),

('св', 0.0009186637067153474), ('нь', 0.000920349328195559), ('уч', 0.0009237205711559824), ('ещ', 0.0009287774355966172),

('аю', 0.0009321486785570406), ('ым', 0.0009355199215174639), ('бу', 0.0009506905148393687), ('жн', 0.000954061757799792),

('чн', 0.000959118622240427), ('рн', 0.0009624898652008503), ('лю', 0.0009709179726019085), ('гд', 0.0009759748370425434),

('ач', 0.0009793460800029668), ('ир', 0.00098271732296339), ('сн', 0.0009844029444436016), ('ез', 0.0009877741874040249),

('ои', 0.0010080016451665646), ('бр', 0.001021486617008258), ('ще', 0.001029914724409316), ('см', 0.0010332859673697393),

('ры', 0.001034971588849951), ('ря', 0.0010417140747707976), ('жа', 0.0010619415325333374), ('еш', 0.0011040820695386285),

('ум', 0.0011040820695386285), ('лс', 0.0011125101769396868), ('сё', 0.0011276807702615915), ('ев', 0.0011344232561824382),

('га', 0.0011428513635834965), ('их', 0.0011445369850637082), ('мы', 0.0011462226065439198), ('др', 0.0011512794709845546),

('аг', 0.0011529650924647662), ('ич', 0.001154650713944978), ('ту', 0.0011748781717075176), ('з ', 0.0011799350361481526),

('ты', 0.0012085906013117507), ('ае', 0.0012085906013117507), ('вн', 0.0012136474657523857), ('уг', 0.001217018708712809),

('ьк', 0.0012220755731534437), ('ши', 0.001225446816113867), ('лу', 0.001235560544995137), ('па', 0.001240617409435772),

('ус', 0.0012743298390400048), ('тн', 0.0012810723249608515), ('еб', 0.001292871675322333), ('дн', 0.0013063566471640262),

('ид', 0.0013181559975255076), ('оз', 0.001345125941208894), ('жи', 0.001350182805649529), ('ей', 0.0013518684271297406),

('оп', 0.0013569252915703756), ('ят', 0.0014007514500558784), ('кр', 0.0014192932863382065), ('ьс', 0.0014580625803830743),

('тс', 0.0014580625803830743), ('ля', 0.001459748201863286), ('са', 0.0014681763092643442), ('ый', 0.0014850325240664606),

('ик', 0.0014867181455466723), ('р ', 0.001522116196631117), ('ку', 0.001569313598077043), ('из', 0.0015777417054781012),

('ду', 0.0015777417054781012), ('чи', 0.0015811129484385245), ('ше', 0.0016063972706416992), ('зн', 0.0016569659150480487),

('аж', 0.001660337158008472), ('ие', 0.0016620227794886836), ('ыл', 0.0016805646157710117), ('ое', 0.0017142770453752445),

('ок', 0.0017530463394201125), ('бе', 0.0017682169327420173), ('ча', 0.0017766450401430756), ('ьн', 0.0017867587690243453),

('фа', 0.0017918156334649803), ('ут', 0.0017968724979056153), ('ул', 0.0018154143341879434), ('ая', 0.001817099955668155),

('ис', 0.00182215682010879), ('пе', 0.0018541836282328114), ('ди', 0.0018575548711932345), ('гл', 0.0018760967074755628),

('уд', 0.0019013810296787375), (' ж', 0.0019064378941193723), (' х', 0.0019249797304017005), ('тв', 0.0019620634029663565),

('си', 0.001997461454050801), ('уж', 0.002012632047372706), ('ми', 0.002026117019214399), ('бо', 0.002027802640694611),

('ки', 0.002036230748095669), ('ю ', 0.0020682575562196905), ('ад', 0.002080056906581172), ('вы', 0.0021053412287843467),

('ед', 0.0021221974435864633), ('х ', 0.002164337980591754), (' ф', 0.002238505325721067), ('сп', 0.0023076158064097444),

('ру', 0.002309301427889956), ('ё ', 0.002319415156771226), ('ив', 0.002337956993053554), ('му', 0.0023817831515390566),

('се', 0.0024003249878213847), ('им', 0.0024003249878213847), ('тр', 0.002457636118148581), ('ня', 0.002481234818871544),

('ны', 0.0024829204403517555), ('мн', 0.002486291683312179), (' г', 0.002504833519594507), ('хо', 0.002514947248475777),

('ег', 0.0025351747062383164), ('ма', 0.0025469740565997982), ('с ', 0.0025503452995602215), ('нн', 0.0025554021640008563),

('ви', 0.002560459028441491), (' л', 0.0025638302714019144), ('ож', 0.002572258378802973), ('ан', 0.002580686486204031),

('сл', 0.0025840577291644544), ('н ', 0.00267171004613546), ('со', 0.0026733956676156714), ('оч', 0.0027172218261011746),

('эт', 0.002766104849027312), (' а', 0.0027728473349481588), ('ск', 0.002789703549750275), ('вс', 0.002862185273399376),

(' э', 0.0030088343421777893), (' е', 0.0030492892577028688), ('ну', 0.003057717365103927), ('ин', 0.003135255953193663),

('ой', 0.0031504265465155676), ('ар', 0.003182453354639589), ('ав', 0.003243135727927208), ('бы', 0.00333753053081906),

('до', 0.0034083266329879495), ('ти', 0.003438667819631759), ('ам', 0.0034909220855183203), ('ле', 0.0034993501929193784),

('од', 0.003581945645449749), (' р', 0.0036931966631437176), ('об', 0.0037960195734366283), ('ем', 0.0038128757882387445),

('че', 0.0038128757882387445), ('ме', 0.003829732003040861), ('ль', 0.003855016325244036), ('сь', 0.003873558161526364),

('ве', 0.0038870431333680572), ('аз', 0.0039038993481701734), ('ы ', 0.003935926156294195), ('л ', 0.004035377823626682),

('ор', 0.00404380593102774), ('ри', 0.004099431439874725), ('ит', 0.004173598785004037), ('ас', 0.0041988831072072115),

('ог', 0.00420731121460827), ('те', 0.004212368079048905), ('де', 0.0042443948871729266), ('ес', 0.0042561942375344075),

('в ', 0.0043708164981888), (' я', 0.004401157684832609), ('ся', 0.004424756385555572), ('ел', 0.0044753250299619214),

('чт', 0.004662429014265414), ('ат', 0.004718054523112399), ('ва', 0.004761880681597902), ('ом', 0.0047972787326823465),

('ре', 0.004824248676365732), ('к ', 0.004871446077811659), (' з', 0.0049759546095847805), (' у', 0.004979325852545204),

('же', 0.005061921305075575), ('да', 0.00508720562727875), ('мо', 0.005088891248758961), ('ол', 0.005184971673131025),

('ер', 0.005184971673131025), ('ет', 0.005249025289379068), (' б', 0.0054074737085189626), ('та', 0.005559179641738011),

('ло', 0.0055945776928224555), ('он', 0.0056350326083475346), ('ил', 0.005832250321532297), ('й ', 0.005850792157814626),

('ли', 0.005965414418469018), ('ов', 0.0059805850117909225), ('ак', 0.006044638628038965), ('за', 0.006066551707281717),

(' ч', 0.006132290945009971), ('во', 0.006201401425698648), ('ни', 0.006221628883461188), ('го', 0.006243541962703939),

('у ', 0.0062570269345456325), ('ос', 0.006290739364149865), ('ен', 0.006309281200432193), ('т ', 0.006467729619572088),

('ко', 0.006494699563255475), (' д', 0.006850365695580132), ('от', 0.006924533040709445), ('ро', 0.00695150298439283),

('м ', 0.00704252654432426), ('ра', 0.007273456687113255), ('ть', 0.007541470502466907), ('ал', 0.00754484174542733),

('пр', 0.007549898609867965), ('ка', 0.00770834702900786), (' к', 0.007854996097786273), (' м', 0.008379224378132096),

('ст', 0.008659037543847229), ('на', 0.009164723987910723), ('ла', 0.009491734555071782), (' о', 0.009565901900201094),

('по', 0.009771547720786915), (' т', 0.010599187867570834), (' и', 0.010725609478586707), ('но', 0.01147402541580068),

('ь ', 0.011790922254080469), ('не', 0.012220755731534439), (' в', 0.013872664782141851), ('я ', 0.013933347155429472),

(' с', 0.014236759021867567), (' п', 0.016219049882596464), ('то', 0.01648200683350948), ('и ', 0.01651066239867308),

('е ', 0.018833448798404727), (' н', 0.01883682004136515), ('а ', 0.018932900465737215), ('о ', 0.02745708829116751)]

**Частота біграм у тексті (без повторень):**

[('эп', 3.371237277793323e-06), ('ээ', 3.371237277793323e-06), ('кё', 3.371237277793323e-06), ('ыц', 3.371237277793323e-06),

('гп', 3.371237277793323e-06), ('дъ', 3.371237277793323e-06), ('хк', 3.371237277793323e-06), ('шв', 3.371237277793323e-06),

('жт', 3.371237277793323e-06), ('вщ', 3.371237277793323e-06), ('кя', 3.371237277793323e-06), ('сз', 3.371237277793323e-06),

('цг', 3.371237277793323e-06), ('иё', 3.371237277793323e-06), ('юв', 3.371237277793323e-06), ('уё', 3.371237277793323e-06),

('лэ', 3.371237277793323e-06), ('нп', 3.371237277793323e-06), ('эг', 3.371237277793323e-06), ('нш', 3.371237277793323e-06),

('ьж', 3.371237277793323e-06), ('зф', 3.371237277793323e-06), ('бё', 3.371237277793323e-06), ('ёй', 3.371237277793323e-06),

('юф', 3.371237277793323e-06), ('дю', 3.371237277793323e-06), (' ё', 3.371237277793323e-06), ('юп', 3.371237277793323e-06),

('нл', 3.371237277793323e-06), ('лщ', 3.371237277793323e-06), ('пц', 3.371237277793323e-06), ('пф', 3.371237277793323e-06),

('кч', 3.371237277793323e-06), ('нэ', 3.371237277793323e-06), ('ыщ', 3.371237277793323e-06), ('ыи', 3.371237277793323e-06),

('тэ', 3.371237277793323e-06), ('лц', 3.371237277793323e-06), ('йг', 3.371237277793323e-06), ('кг', 3.371237277793323e-06),

('дф', 3.371237277793323e-06), ('гш', 3.371237277793323e-06), ('мз', 3.371237277793323e-06), ('гм', 3.371237277793323e-06),

('юг', 3.371237277793323e-06), ('хя', 3.371237277793323e-06), ('сэ', 3.371237277793323e-06), ('эс', 3.371237277793323e-06),

('юя', 3.371237277793323e-06), ('ыы', 3.371237277793323e-06), ('ьх', 3.371237277793323e-06), ('вф', 3.371237277793323e-06),

('йр', 3.371237277793323e-06), ('ёч', 3.371237277793323e-06), ('юэ', 3.371237277793323e-06), ('йз', 3.371237277793323e-06),

('бш', 3.371237277793323e-06), ('кф', 3.371237277793323e-06), ('хх', 3.371237277793323e-06), ('шю', 3.371237277793323e-06),

('йэ', 3.371237277793323e-06), ('кп', 3.371237277793323e-06), ('шр', 3.371237277793323e-06), ('уо', 3.371237277793323e-06),

('ёа', 3.371237277793323e-06), ('мц', 6.742474555586646e-06), ('хш', 6.742474555586646e-06), ('що', 6.742474555586646e-06),

('гт', 6.742474555586646e-06), ('юа', 6.742474555586646e-06), ('жл', 6.742474555586646e06), ('кз', 6.742474555586646e-06),

('хь', 6.742474555586646e-06), ('чр', 6.742474555586646e-06), ('шм', 6.742474555586646e-06), ('зъ', 6.742474555586646e-06),

('хч', 6.742474555586646e-06), ('бз', 6.742474555586646e-06), ('юе', 6.742474555586646e-06), ('лр', 6.742474555586646e-06),

('еэ', 6.742474555586646e-06), ('чв', 6.742474555586646e-06), ('кэ', 6.742474555586646e-06), ('ыу', 6.742474555586646e-06),

('йу', 6.742474555586646e-06), ('цм', 6.742474555586646e-06), ('ыф', 6.742474555586646e-06), ('йи', 6.742474555586646e-06),

('вб', 6.742474555586646e-06), ('жж', 6.742474555586646e-06), ('ёи', 6.742474555586646e-06), ('жг', 6.742474555586646e-06),

('ьр', 6.742474555586646e-06), ('ьщ', 6.742474555586646e-06), ('йе', 6.742474555586646e-06), ('съ', 1.0113711833379968e-05),

('тф', 1.0113711833379968e-05), ('км', 1.0113711833379968e-05), ('жб', 1.0113711833379968e-05), ('ъё', 1.0113711833379968e-05),

('юх', 1.0113711833379968e-05), ('въ', 1.0113711833379968e-05), ('йя', 1.0113711833379968e-05), ('жс', 1.0113711833379968e-05),

('кх', 1.0113711833379968e-05), ('тц', 1.0113711833379968e-05), ('мв', 1.0113711833379968e-05), ('юю', 1.0113711833379968e-05),

('ыа', 1.0113711833379968e-05), ('шп', 1.0113711833379968e-05), ('мт', 1.0113711833379968e-05), ('уу', 1.0113711833379968e-05),

('уи', 1.0113711833379968e-05), ('иэ', 1.0113711833379968e-05), ('бд', 1.0113711833379968e-05), ('юж', 1.0113711833379968e-05),

('яэ', 1.0113711833379968e-05), ('тш', 1.0113711833379968e-05), ('вх', 1.0113711833379968e-05), ('шш', 1.0113711833379968e-05),

('яф', 1.0113711833379968e-05), ('дз', 1.0113711833379968e-05), ('пч', 1.0113711833379968e-05), ('уц', 1.0113711833379968e-05),

('бж', 1.3484949111173292e-05), ('лм', 1.3484949111173292e-05), ('жр', 1.3484949111173292e-05), ('вц', 1.3484949111173292e-05),

('юк', 1.3484949111173292e-05), ('тъ', 1.3484949111173292e-05), ('юи', 1.3484949111173292e-05), ('щ ', 1.3484949111173292e-05),

('ьу', 1.3484949111173292e-05), ('тг', 1.3484949111173292e-05), ('тз', 1.3484949111173292e-05), ('пс', 1.3484949111173292e-05),

('кш', 1.3484949111173292e-05), ('мд', 1.3484949111173292e-05), ('ч ', 1.3484949111173292e-05), ('зз', 1.3484949111173292e-05),

('дг', 1.3484949111173292e-05), ('йо', 1.3484949111173292e-05), ('нх', 1.3484949111173292e-05), ('сф', 1.3484949111173292e-05),

('лт', 1.6856186388966614e-05), ('нж', 1.6856186388966614e-05), ('нз', 1.6856186388966614e-05), ('нв', 1.6856186388966614e-05),

('юм', 1.6856186388966614e-05), ('ьэ', 1.6856186388966614e-05), ('яш', 1.6856186388966614e-05), ('тж', 1.6856186388966614e-05),

('хт', 1.6856186388966614e-05), ('уф', 1.6856186388966614e-05), ('яб', 1.6856186388966614e-05), ('сж', 1.6856186388966614e-05),

('пё', 1.6856186388966614e-05), ('лб', 1.6856186388966614e-05), ('ёх', 1.6856186388966614e-05), ('мб', 1.6856186388966614e-05),

('аэ', 1.6856186388966614e-05), ('эм', 1.6856186388966614e-05), ('зч', 1.6856186388966614e-05), ('йц', 2.0227423666759937e-05),

('хс', 2.0227423666759937e-05), ('фы', 2.0227423666759937e-05), ('кж', 2.0227423666759937e-05), ('йш', 2.0227423666759937e-05),

('йв', 2.0227423666759937e-05), ('зё', 2.0227423666759937e-05), ('тщ', 2.0227423666759937e-05), ('ьл', 2.0227423666759937e-05),

('кд', 2.0227423666759937e-05), ('мм', 2.0227423666759937e-05), ('иу', 2.0227423666759937e-05), ('йп', 2.0227423666759937e-05),

('юз', 2.0227423666759937e-05), ('уэ', 2.0227423666759937e-05), ('йф', 2.0227423666759937e-05), ('гс', 2.0227423666759937e-05),

('жм', 2.0227423666759937e-05), ('яу', 2.0227423666759937e-05), ('щь', 2.3598660944553262e-05), ('вв', 2.3598660944553262e-05),

('лш', 2.3598660944553262e-05), ('ьч', 2.3598660944553262e-05), ('юр', 2.3598660944553262e-05), (' ю', 2.3598660944553262e-05),

('яа', 2.3598660944553262e-05), ('хе', 2.3598660944553262e-05), ('йа', 2.3598660944553262e-05), ('фф', 2.3598660944553262e-05),

('ёв', 2.3598660944553262e-05), ('ф ', 2.3598660944553262e-05), ('чл', 2.6969898222346584e-05), ('лд', 2.6969898222346584e-05),

('э ', 2.6969898222346584e-05), ('жо', 2.6969898222346584e-05), ('ьд', 2.6969898222346584e-05), ('йл', 2.6969898222346584e-05),

('юш', 2.6969898222346584e-05), ('кк', 2.6969898222346584e-05), ('иф', 2.6969898222346584e-05), ('сш', 2.6969898222346584e-05),

('пю', 2.6969898222346584e-05), ('ёд', 2.6969898222346584e-05), ('мф', 2.6969898222346584e-05), ('тх', 2.6969898222346584e-05),

('цк', 2.6969898222346584e-05), ('зт', 3.0341135500139906e-05), ('эн', 3.0341135500139906e-05), ('тю', 3.0341135500139906e-05),

('ёж', 3.0341135500139906e-05), ('ьп', 3.0341135500139906e-05), ('рх', 3.0341135500139906e-05), ('лп', 3.0341135500139906e-05),

('бв', 3.0341135500139906e-05), ('эр', 3.0341135500139906e-05), ('ьф', 3.371237277793323e-05), ('пп', 3.371237277793323e-05),

('яо', 3.371237277793323e-05), ('чо', 3.371237277793323e-05), ('кц', 3.371237277793323e-05), ('ьо', 3.371237277793323e-05),

('ьц', 3.371237277793323e-05), ('фу', 3.371237277793323e-05), ('бм', 3.371237277793323e-05), ('шт', 3.371237277793323e-05),

('бь', 3.371237277793323e-05), ('пь', 3.371237277793323e-05), ('дб', 3.7083610055726554e-05), ('мь', 3.7083610055726554e-05),

('ёп', 3.7083610055726554e-05), ('яц', 3.7083610055726554e-05), ('дм', 3.7083610055726554e-05), ('тб', 3.7083610055726554e-05),

('рз', 3.7083610055726554e-05), ('эф', 3.7083610055726554e-05), ('лз', 3.7083610055726554e-05), ('дш', 4.045484733351987e-05),

('рщ', 4.045484733351987e-05), ('дх', 4.045484733351987e-05), ('зж', 4.045484733351987e-05), ('хм', 4.045484733351987e-05),

('сг', 4.045484733351987e-05), ('ъе', 4.045484733351987e-05), ('эх', 4.045484733351987e-05), ('ау', 4.38260846113132e-05),

('мг', 4.38260846113132e-05), ('оф', 4.38260846113132e-05), ('рч', 4.38260846113132e-05), ('щн', 4.38260846113132e-05),

('фр', 4.38260846113132e-05), ('бх', 4.38260846113132e-05), ('рц', 4.38260846113132e-05), ('ьв', 4.38260846113132e-05),

('дд', 4.7197321889106524e-05), ('яр', 4.7197321889106524e-05), ('пт', 4.7197321889106524e-05), ('юн', 4.7197321889106524e-05),

('яй', 4.7197321889106524e-05), ('жк', 4.7197321889106524e-05), ('ёг', 5.056855916689984e-05), ('хл', 5.056855916689984e-05),

('фл', 5.056855916689984e-05), ('сц', 5.056855916689984e-05), ('лв', 5.393979644469317e-05), ('эк', 5.393979644469317e-05),

('гч', 5.393979644469317e-05), ('йк', 5.731103372248649e-05), ('рб', 5.731103372248649e-05), ('яп', 5.731103372248649e-05),

('оа', 5.731103372248649e-05), ('ьб', 6.068227100027981e-05), ('вч', 6.068227100027981e-05), ('дт', 6.068227100027981e-05),

('нф', 6.068227100027981e-05), ('ъя', 6.405350827807313e-05), ('ыя', 6.405350827807313e-05), ('аф', 6.405350827807313e-05),

('п ', 6.405350827807313e-05), ('пк', 6.742474555586646e-05), ('яж', 6.742474555586646e-05), ('аа', 6.742474555586646e-05),

('аё', 6.742474555586646e-05), ('тм', 6.742474555586646e-05), ('ьа', 6.742474555586646e-05), ('ьт', 7.079598283365978e-05),

('сб', 7.079598283365978e-05), ('тт', 7.079598283365978e-05), ('мч', 7.079598283365978e-05), ('бк', 7.079598283365978e-05),

('цы', 7.416722011145311e-05), ('ьг', 7.416722011145311e-05), ('ьи', 7.416722011145311e-05), ('мё', 7.753845738924643e-05),

('жё', 7.753845738924643e-05), ('дч', 7.753845738924643e-05), ('ёк', 8.090969466703975e-05), ('яч', 8.090969466703975e-05),

('зь', 8.090969466703975e-05), ('ын', 8.090969466703975e-05), ('еа', 8.090969466703975e-05), ('рл', 8.090969466703975e-05),

('ёш', 8.428093194483307e-05), ('мп', 8.428093194483307e-05), ('фе', 8.428093194483307e-05), ('тч', 8.428093194483307e-05),

('ёс', 8.428093194483307e-05), ('хр', 8.428093194483307e-05), ('ню', 8.76521692226264e-05), ('ыж', 8.76521692226264e-05),

('кв', 8.76521692226264e-05), ('оэ', 8.76521692226264e-05), ('ёз', 8.76521692226264e-05), ('цв', 8.76521692226264e-05),

('рп', 9.102340650041972e-05), (' щ', 9.102340650041972e-05), ('мл', 9.439464377821305e-05), ('ху', 9.439464377821305e-05),

('яю', 9.439464377821305e-05), ('нщ', 9.776588105600636e-05), ('ях', 9.776588105600636e-05), ('рю', 9.776588105600636e-05),

('рё', 0.00010113711833379969), ('ыз', 0.00010113711833379969), ('уа', 0.00010113711833379969), ('пн', 0.00010113711833379969),

('рс', 0.00010450835561159301), ('цу', 0.00010450835561159301), ('ао', 0.00010450835561159301), ('мр', 0.00010450835561159301),

('юч', 0.00011462206744497297), ('бъ', 0.00011462206744497297), ('тё', 0.00011462206744497297), ('дп', 0.0001179933047227663),

('оу', 0.0001179933047227663), ('ею', 0.0001179933047227663), ('ящ', 0.0001179933047227663), ('дж', 0.00012136454200055963),

('гк', 0.00012136454200055963), ('сю', 0.00012136454200055963), ('уя', 0.00012136454200055963), ('яг', 0.00012473577927835295),

('вё', 0.00012473577927835295), ('тд', 0.00012473577927835295), ('еф', 0.00012810701655614626), ('ып', 0.0001314782538339396),

('дц', 0.0001314782538339396), ('фо', 0.0001314782538339396), ('ыч', 0.0001314782538339396), ('яя', 0.0001314782538339396),

('ыг', 0.0001314782538339396), ('нр', 0.00013484949111173291), ('ыд', 0.00013484949111173291), ('рр', 0.00013484949111173291),

('зб', 0.00013484949111173291), ('зк', 0.00013484949111173291), ('оц', 0.00013484949111173291), ('еи', 0.00013822072838952623),

('мс', 0.00013822072838952623), ('уз', 0.00014159196566731957), ('чш', 0.00014159196566731957), ('ш ', 0.00014159196566731957),

('ищ', 0.00014159196566731957), ('йм', 0.00014496320294511288), ('ьё', 0.00014496320294511288), ('кс', 0.00014833444022290622),

('нг', 0.00015170567750069953), ('яе', 0.00015170567750069953), ('вь', 0.00015170567750069953), ('цо', 0.00015170567750069953),

('зе', 0.00015507691477849287), ('ьз', 0.00015507691477849287), ('вм', 0.00015507691477849287), ('еу', 0.0001618193893340795),

('аи', 0.0001618193893340795), ('ье', 0.0001618193893340795), ('сх', 0.00016519062661187283), ('б ', 0.00016519062661187283),

('ыр', 0.00016519062661187283), ('дк', 0.00016856186388966614), ('ге', 0.00017193310116745948), ('ык', 0.0001753043384452528),

('хв', 0.0001753043384452528), ('ию', 0.0001786755757230461), ('шё', 0.0001786755757230461), ('щу', 0.0001786755757230461),

('тл', 0.00018204681300083945), ('ьм', 0.00018541805027863276), ('хи', 0.00018541805027863276), ('вя', 0.00018541805027863276),

('ощ', 0.00018541805027863276), ('тп', 0.0001921605248342194), ('уй', 0.0001921605248342194), ('рд', 0.0001921605248342194),

('пя', 0.00019553176211201272), ('ея', 0.00019890299938980606), ('рм', 0.00019890299938980606), ('чь', 0.00019890299938980606),

('бс', 0.00019890299938980606), ('жу', 0.00019890299938980606), ('жч', 0.00020227423666759937), ('ух', 0.0002056454739453927),

('нё', 0.00020901671122318602), ('шу', 0.00020901671122318602), ('лл', 0.00020901671122318602), ('ац', 0.00021238794850097934),

(' ц', 0.00021575918577877267), ('йч', 0.00021913042305656599), ('яз', 0.00021913042305656599), ('рк', 0.00022250166033435933),

('ср', 0.00022250166033435933), ('юс', 0.00022250166033435933), ('йт', 0.00022587289761215264), ('уе', 0.00022587289761215264),

('лч', 0.00022924413488994595), ('сы', 0.00022924413488994595), ('ыб', 0.00022924413488994595), ('ья', 0.00022924413488994595),

('эл', 0.0002326153721677393), ('нк', 0.0002359866094455326), ('лё', 0.00023935784672332594), ('ёл', 0.00023935784672332594),

('ец', 0.00024272908400111925), ('шо', 0.00024272908400111925), ('дс', 0.00024610032127891256), ('нч', 0.00024610032127891256),

('нд', 0.00024610032127891256), ('ща', 0.0002494715585567059), ('рг', 0.0002494715585567059), ('як', 0.0002494715585567059),

('йд', 0.0002494715585567059), ('вк', 0.00025284279583449924), ('нс', 0.00025284279583449924), ('лг', 0.00025621403311229253),

('гн', 0.00025621403311229253), ('ущ', 0.00025958527039008587), ('лк', 0.00025958527039008587), ('ц ', 0.0002629565076678792),

('юд', 0.0002629565076678792), ('лж', 0.0002629565076678792), ('ью', 0.0002663277449456725), ('ащ', 0.0002663277449456725),

('ою', 0.0002663277449456725), ('оё', 0.0002663277449456725), ('иж', 0.00026969898222346583), ('сч', 0.00026969898222346583),

('дя', 0.00027307021950125917), ('зр', 0.00027644145677905245), ('йн', 0.00027644145677905245), ('ёр', 0.00027644145677905245),

('вт', 0.0002798126940568458), ('ун', 0.00028318393133463913), ('чк', 0.00028318393133463913), ('ип', 0.00028318393133463913),

('иа', 0.00028318393133463913), ('ео', 0.0002932976431680191), ('хн', 0.00029666888044581243), ('ыш', 0.00029666888044581243),

('рж', 0.00030341135500139906), ('ха', 0.000313525066834779), ('зи', 0.00031689630411257236), ('яи', 0.00031689630411257236),

('иг', 0.0003202675413903657), ('зл', 0.0003202675413903657), ('бн', 0.000323638778668159), ('ям', 0.000323638778668159),

('вп', 0.000323638778668159), ('сд', 0.00033038125322374566), ('зм', 0.00033375249050153895), ('её', 0.00033375249050153895),

('рв', 0.0003371237277793323), ('мя', 0.0003371237277793323), ('лн', 0.00034386620233491897), ('ца', 0.00034386620233491897),

('йс', 0.00034386620233491897), ('ён', 0.00035397991416829893), ('ж ', 0.0003573511514460922), ('ют', 0.0003573511514460922),

('шк', 0.00036072238872388555), ('ющ', 0.00036072238872388555), ('шн', 0.0003640936260016789), ('ке', 0.0003674648632794722),

('ии', 0.0003708361005572655), ('ех', 0.00037420733783505885), ('пы', 0.0003775785751128522), ('зы', 0.0003809498123906455),

('рш', 0.00038769228694623216), ('ци', 0.0003978059987796121), ('дё', 0.0004011772360574054), ('яв', 0.0004079197106129921),

('иц', 0.0004079197106129921), ('ур', 0.0004112909478907854), ('кн', 0.0004146621851685787), ('зя', 0.0004517457952243053),

('зу', 0.0004517457952243053), ('чё', 0.00046185950705768524), ('су', 0.0004719732188910652), ('иб', 0.0004719732188910652),

('ды', 0.0004787156934466519), ('ёт', 0.0004787156934466519), ('ём', 0.00048208693072444516), ('ян', 0.0004854581680022385),

('лы', 0.0004955718798356185), ('дв', 0.0004955718798356185), ('уб', 0.0004989431171134118), ('яс', 0.0004989431171134118),

('рь', 0.0005023143543912051), ('еж', 0.0005056855916689985), ('ба', 0.0005056855916689985), ('юб', 0.0005090568289467918),

('вш', 0.0005124280662245851), ('зг', 0.0005191705407801717), ('мк', 0.0005191705407801717), ('зо', 0.000522541778057965),

('шл', 0.0005292842526135517), ('рт', 0.000532655489891345), ('пи', 0.0005360267271691384), ('дл', 0.0005461404390025183),

('ьш', 0.0005495116762803116), ('жд', 0.0005495116762803116),('уш', 0.0005528829135581049), ('уп', 0.0005528829135581049),

('дь', 0.0005528829135581049), ('вд', 0.0005562541508358983), ('гр', 0.0005596253881136916), (' ш', 0.000562996625391485),

('ах', 0.0005663678626692783), ('ыс', 0.0005832240490582449), ('зв', 0.0005865952863360382), ('оо', 0.0005865952863360382),

('фи', 0.0005899665236138315), ('гу', 0.0005899665236138315), ('нц', 0.0005933377608916249), ('аш', 0.0005967089981694182),

('бщ', 0.0006068227100027981), ('ву', 0.0006135651845583848), ('бя', 0.0006135651845583848), ('пу', 0.0006236788963917647),

('тк', 0.000627050133669556), ('ув', 0.0006304213709473514), ('ио', 0.0006337926082251447), ('ук', 0.000647277557336318),

('вр', 0.0006641337437252846), ('щи', 0.0006708762182808713), ('бл', 0.0006708762182808713), ('ап', 0.0006742474555586646),

('ги', 0.0006843611673920445), ('кл', 0.0006877324046698379), ('нт', 0.0006911036419476312), ('ые', 0.0006911036419476312),

('тя', 0.0006944748792254245), ('оя', 0.0007012173537810112), ('сс', 0.0007045885910588045), ('вл', 0.0007079598283365979),

('ай', 0.0007113310656143911), ('ых', 0.0007147023028921844), ('ее', 0.0007214447774477711), ('ыт', 0.0007281872520033578),

('ох', 0.0007281872520033578), ('ий', 0.0007585283875034977), ('аб', 0.000761899624781291), ('чу', 0.0007652708620590844),

('кт', 0.0007652708620590844), ('зд', 0.0007686420993368776), ('би', 0.0007720133366146709), ('ош', 0.0007787558111702576),

('вз', 0.0007787558111702576), ('ша', 0.0007922407602814308), ('це', 0.0007989832348370175), ('иш', 0.0008023544721148108),

('шь', 0.0008090969466703975), ('щё', 0.0008158394212259842), ('ял', 0.0008326956076149508), ('г ', 0.0008428093194483308),

('яд', 0.0008461805567261241), ('пл', 0.0008495517940039173), ('ую', 0.0008630367431150907), ('еч', 0.000866407980392884),

('нь', 0.0008731504549484707), ('аю', 0.0008866354040596439), ('еп', 0.0008900066413374373), ('гд', 0.0009136053022819905),

('лю', 0.0009136053022819905), ('уч', 0.0009169765395597838), ('д ', 0.0009203477768375772), ('ек', 0.0009203477768375772),

('св', 0.0009237190141153705), ('ым', 0.0009405752005043371), ('бу', 0.0009405752005043371), ('рн', 0.0009439464377821304),

('ещ', 0.0009574313868933038), ('бр', 0.0009641738614488903), ('ач', 0.0009742875732822703), ('ир', 0.0009776588105600637),

('ыв', 0.000981030047837857), ('жн', 0.0009844012851156503), ('ои', 0.0009844012851156503), ('ря', 0.0009844012851156503),

('см', 0.0009877725223934436), ('ия', 0.0009877725223934436), ('ще', 0.0009978862342268236), ('ез', 0.001011371183337997),

('сн', 0.0010181136578935835), ('ры', 0.0010181136578935835), ('чн', 0.0010248561324491701), ('ев', 0.0010383410815603435),

('мы', 0.0010821671661716567), ('др', 0.0010922808780050367), ('жа', 0.0010922808780050367), ('ич', 0.0011023945898384166),

('лс', 0.0011057658271162098), ('еш', 0.0011125083016717966), ('ум', 0.0011192507762273832), ('ту', 0.0011226220135051766),

('сё', 0.001139478199894143), ('их', 0.0011428494371719365), ('лу', 0.001149591911727523), ('уг', 0.001190046759061043),

('аг', 0.0011934179963388363), ('га', 0.0011967892336166297), ('з ', 0.0012069029454500097), ('па', 0.0012136454200055962),

('ты', 0.0012338728436723562), ('ши', 0.0012473577927835295), ('еб', 0.0012473577927835295), ('ае', 0.001254100267339116),

('тн', 0.0012574715046169095), ('вн', 0.001294555114672636), ('ьк', 0.0012979263519504293), ('ей', 0.0013080400637838093),

('ид', 0.0013350099620061558), ('ус', 0.0013451236738395358), ('жи', 0.0013518661483951225), ('кр', 0.0013855785211730558),

('оз', 0.001388949758450849), ('дн', 0.0013923209957286424), ('оп', 0.0013956922330064358), ('ля', 0.0014058059448398157),

('ик', 0.0014159196566731957), ('ят', 0.0014327758430621622), ('са', 0.0014395183176177488), ('ьс', 0.0014530032667289222),

('тс', 0.0014530032667289222), ('ду', 0.0015372841986737553), ('из', 0.0015473979105071352), ('р ', 0.0015507691477849286),

('ый', 0.0015541403850627218), ('ше', 0.0015608828596183086), ('ку', 0.0015743678087294817), ('чи', 0.0016047089442296216),

('аж', 0.0016586487406743148), ('ие', 0.0016586487406743148), ('зн', 0.0016856186388966615), ('ыл', 0.001722702248952388),

('ча', 0.0017361871980635614), ('бе', 0.0017698995708414946), ('ое', 0.0017968694690638411), ('ая', 0.001806983180897221),

('ул', 0.001806983180897221), ('ьн', 0.0018103544181750145), ('ут', 0.001817096892730601), ('ок', 0.001817096892730601),

('гл', 0.001837324316397361), ('пе', 0.001847438028230741), (' ж', 0.0018508092655085343), ('фа', 0.0018744079264530874),

('уд', 0.0018845216382864674), ('ис', 0.0018980065873976408), ('ди', 0.0019047490619532276), ('бо', 0.0019182340110644007),

('уж', 0.001921605248342194), (' х', 0.0019485751465645406), ('ад', 0.0019586888583979205), ('ки', 0.0019654313329535073),

('ю ', 0.001992401231175854), ('ми', 0.0020294848412315803), ('тв', 0.002032856078509374), ('си', 0.0020395985530649603),

('вы', 0.0020699396885651), ('ед', 0.0020834246376762737), ('х ', 0.00209016711223186), (' ф', 0.0022149028915102132),

('ив', 0.0022688426879549062), ('ру', 0.002289070111621666), ('ё ', 0.002295812586177253), ('им', 0.002349752382621946),

('сп', 0.0023632373317331195), ('ны', 0.0023632373317331195), ('се', 0.0023767222808442926), ('хо', 0.0024407757891223656),

('ма', 0.002444147026400159), ('му', 0.002444147026400159), ('мн', 0.0024879731110114722), (' г', 0.002498086822844852),

('ня', 0.002504829297400439), ('нн', 0.002508200534678232), ('с ', 0.002514943009233819), ('ви', 0.0025722540429563056),

('тр', 0.0025756252802340987), ('ег', 0.002578996517511892), ('ож', 0.0025857389920674787), ('сл', 0.0026059664157342386),

(' л', 0.0026127088902898254), ('ан', 0.0026228226021232054), ('со', 0.0026497925003455517), ('н ', 0.0026767623985678984),

(' а', 0.002703732296790245), ('оч', 0.002747558381401558), ('эт', 0.0027913844660128716), ('ск', 0.0028116118896796315),

('вс', 0.0029060065334578443), (' э', 0.0029397189062357774), (' е', 0.0029902874654026772), ('ну', 0.0030239998381806107),

('ой', 0.0030678259227919238), ('ин', 0.0030846821091808905), ('ар', 0.0031116520074032372), ('ав', 0.0033139262440708365),

('бы', 0.0033779797523489094), ('до', 0.0034285483115158093), ('ти', 0.003442033260626983), ('ам', 0.0034622606842937428),

('ле', 0.0035633978026275424), ('од', 0.0035633978026275424), (' р', 0.003654421209127962), ('ве', 0.003708361005572655),

('об', 0.0037319596665172086), ('ем', 0.0037420733783505885), ('ль', 0.0037555583274617617), ('че', 0.0037757857511285216),

('ме', 0.0038162405984620415), ('сь', 0.0038364680221288014), ('аз', 0.003853324208517768), ('ы ', 0.003860066683073355),

('л ', 0.003944347615018188), ('ри', 0.004096053292518887), ('те', 0.004126394428019028), ('ас', 0.00416010680079696),

('ит', 0.004170220512630341), ('ор', 0.004173591749908134), ('ог', 0.004247758970019587), ('ес', 0.004264615156408554),

('де', 0.0043623810374645595), (' я', 0.004389350935686907), ('ся', 0.004402835884798079), ('в ', 0.004470260630353946),

('ел', 0.004554541562298779), ('чт', 0.004669163629743752), ('ат', 0.004706247239799479), ('ва', 0.0047365883752996185),

('к ', 0.004766929510799759), ('ре', 0.004834354256355625), ('ом', 0.004844467968189005), (' з', 0.004847839205466799),

(' у', 0.005033257255745431), ('да', 0.005093939526745711), ('же', 0.005164735509579371), ('мо', 0.005211932831468477),

('ет', 0.005242273966968618), ('ол', 0.005245645204246411), ('ер', 0.005343411085302417), (' б', 0.005410835830858283),

('та', 0.0054344344918028364), ('он', 0.0054782605764141495), ('ло', 0.005555799033803396), ('ил', 0.005785043168693342),

('ов', 0.0058288692533046554), ('й ', 0.005835611727860242), ('ли', 0.0059805749308053545), ('во', 0.006068227100027981),

(' ч', 0.006128909371028261), ('ак', 0.006172735455639574), ('у ', 0.006209819065695301), ('ос', 0.006226675252084268),

('го', 0.006233417726639854), ('за', 0.00624016020119544), ('ни', 0.006304213709473514), ('ен', 0.006479518047918766),

('т ', 0.006479518047918766), ('ко', 0.0064862605224743535), (' д', 0.0068806952839761725), ('от', 0.006964976215921005),

('м ', 0.007059370859699219), ('ро', 0.007126795605255085), ('ра', 0.007214447774477711), ('пр', 0.007474033044867797),

('ть', 0.007565056451368217), ('ка', 0.007706648417035536), ('ал', 0.007713390891591123), (' к', 0.007908922653703136),

(' м', 0.008367410923483028), ('ст', 0.008721390837651326), ('на', 0.009267531276653845), ('ла', 0.009378782106821025),

(' о', 0.009439464377821304), ('по', 0.009692307173655804), (' т', 0.010612654950493381), (' и', 0.010841899085383326),

('но', 0.011357698388885704), ('ь ', 0.011907210065166016), ('не', 0.012149939149167135), ('я ', 0.013849042737174971),

(' в', 0.01399063470284229), (' с', 0.014209765125898857), (' п', 0.01623250749257485), ('то', 0.016360614509130997),

('и ', 0.016579744932187564), ('а ', 0.018895784942031577), (' н', 0.018922754840253922), ('е ', 0.018949724738476267),

('о ', 0.027661001864294214)]

**Висновки:**

Під час данного комп’ютерного практикуму, ми навчились визначати ентропію на символ джерела та його надлишковості. Порівняли різні моделі джерел відркритого тексту для наближенного визначення ентропії та набули практичних навичок оцінки ентропії на символ джерела.