



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”

Фізико-Технічний інститут

**КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1**  
**за семестровий курс предмету**  
**«Симетрична криптографія»**

**Роботу виконав:**

Студент групи ФІ-04

Беш Радомир

**Приймав:**

Чорний Олег Миколайович

Київ-2023

# КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

## Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

### 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:

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.
1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку  $H_1$  та  $H_2$  за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $H^{(10)}$ ,  $H^{(20)}$ ,  $H^{(30)}$ .
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

### Хід роботи

- 1) Пошук частот букв і біграм в тексті та  $H_1$ ,  $H_2$

### Результати:

'a': {'1.78e-03',  
'a': '0',  
'б': '8.58e-04',  
'в': '5.02e-03',  
'г': '1.16e-03',  
'д': '1.78e-03',  
'е': '1.64e-03',  
'ж': '1.47e-03',  
'з': '2.38e-03',  
'и': '5.11e-04',  
'й': '8.03e-04',  
'к': '4.41e-03',  
'л': '4.61e-03',  
'м': '2.82e-03',  
'н': '5.59e-03',  
'о': '9.27e-05',

'п': '1.02e-03',  
 'р': '3.29e-03',  
 'с': '4.04e-03',  
 'т': '5.04e-03',  
 'у': '8.24e-05',  
 'ф': '8.24e-05',  
 'х': '1.15e-03',  
 'ц': '1.38e-03',  
 'ч': '1.18e-03',  
 'ш': '1.14e-03',  
 'щ': '2.09e-04',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '0',  
 'ь': '0',  
 'э': '6.87e-06',  
 'ю': '1.31e-03',  
 'я': '1.37e-03'}},  
 'б': {' ': '2.61e-04',  
 'а': '8.58e-04',  
 'б': '3.43e-06',  
 'в': '2.06e-05',  
 'г': '0',  
 'д': '3.43e-05',  
 'е': '1.80e-03',  
 'ж': '6.18e-05',  
 'з': '1.03e-05',  
 'и': '9.71e-04',  
 'й': '0',  
 'к': '5.49e-05',  
 'л': '8.48e-04',  
 'м': '1.27e-04',  
 'н': '4.53e-04',  
 'о': '2.92e-03',  
 'п': '3.43e-05',  
 'р': '9.99e-04',  
 'с': '3.30e-04',  
 'т': '1.03e-05',  
 'у': '1.14e-03',  
 'ф': '0',  
 'х': '1.82e-04',  
 'ц': '0',  
 'ч': '0',  
 'ш': '6.87e-06',  
 'щ': '5.05e-04',  
 'ъ': '2.40e-04',  
 'ы': '1.84e-03',  
 'ь': '5.49e-05',  
 'э': '0',  
 'ю': '2.75e-05',  
 'я': '2.33e-04'}},  
 'в': {' ': '7.68e-03',  
 'а': '5.02e-03',  
 'б': '1.37e-05',  
 'в': '8.58e-05',  
 'г': '1.37e-05',  
 'д': '1.61e-04',  
 'е': '3.76e-03',

'ж': '3.43e-06',  
 'з': '3.71e-04',  
 'и': '2.45e-03',  
 'й': '0',  
 'к': '6.38e-04',  
 'л': '1.37e-03',  
 'м': '1.85e-04',  
 'н': '2.09e-03',  
 'о': '7.24e-03',  
 'п': '2.88e-04',  
 'р': '1.03e-03',  
 'с': '2.67e-03',  
 'т': '3.36e-04',  
 'у': '5.22e-04',  
 'ф': '0',  
 'х': '3.43e-06',  
 'ц': '4.81e-05',  
 'ч': '1.13e-04',  
 'ш': '5.18e-04',  
 'щ': '2.06e-05',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '2.38e-03',  
 'ь': '1.10e-04',  
 'э': '0',  
 'ю': '0',  
 'я': '3.36e-04'},  
 'Г': {' ': '4.39e-04',  
 'а': '1.16e-03',  
 'б': '0',  
 'в': '4.81e-05',  
 'г': '6.87e-06',  
 'д': '6.14e-04',  
 'е': '4.94e-04',  
 'ж': '0',  
 'з': '0',  
 'и': '8.72e-04',  
 'й': '0',  
 'к': '7.21e-05',  
 'л': '8.10e-04',  
 'м': '3.43e-06',  
 'н': '3.19e-04',  
 'о': '6.48e-03',  
 'п': '0',  
 'р': '1.13e-03',  
 'с': '4.46e-05',  
 'т': '2.40e-05',  
 'у': '6.28e-04',  
 'ф': '0',  
 'х': '0',  
 'ц': '0',  
 'ч': '1.03e-05',  
 'ш': '1.72e-05',  
 'щ': '0',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '0',  
 'ь': '0',  
 'э': '0',

'ю': '3.43e-06',  
 'я': '0'},  
 'д': {' ': '1.15e-03',  
 'а': '4.93e-03',  
 'б': '1.72e-05',  
 'в': '4.77e-04',  
 'г': '1.34e-04',  
 'д': '1.20e-04',  
 'е': '4.40e-03',  
 'ж': '3.09e-05',  
 'з': '2.40e-05',  
 'и': '2.12e-03',  
 'й': '0',  
 'к': '2.75e-04',  
 'л': '9.13e-04',  
 'м': '4.46e-05',  
 'н': '1.69e-03',  
 'о': '3.66e-03',  
 'п': '2.09e-04',  
 'р': '8.68e-04',  
 'с': '7.07e-04',  
 'т': '6.52e-05',  
 'у': '1.29e-03',  
 'ф': '0',  
 'х': '2.40e-05',  
 'ц': '2.06e-05',  
 'ч': '1.17e-04',  
 'ш': '7.90e-05',  
 'щ': '0',  
 'ъ': '1.03e-05',  
 'ы': '5.08e-04',  
 'ь': '2.30e-04',  
 'э': '1.72e-05',  
 'ю': '1.37e-05',  
 'я': '2.61e-04'}},  
 'е': {' ': '1.87e-02',  
 'а': '1.99e-04',  
 'б': '5.84e-04',  
 'в': '1.82e-03',  
 'г': '2.12e-03',  
 'д': '3.22e-03',  
 'е': '1.39e-03',  
 'ж': '5.80e-04',  
 'з': '1.67e-03',  
 'и': '2.27e-04',  
 'й': '2.51e-03',  
 'к': '1.30e-03',  
 'л': '4.27e-03',  
 'м': '3.85e-03',  
 'н': '1.01e-02',  
 'о': '4.22e-04',  
 'п': '1.04e-03',  
 'р': '6.85e-03',  
 'с': '4.79e-03',  
 'т': '5.10e-03',  
 'у': '1.27e-04',  
 'ф': '8.93e-05',

'x': '8.55e-04',  
 'ц': '4.53e-04',  
 'ч': '7.35e-04',  
 'ш': '6.04e-04',  
 'щ': '4.91e-04',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': '2.40e-05',  
 'ю': '2.81e-04',  
 'я': '1.27e-04'},  
 'ж': {' ': '1.20e-04',  
 'а': '9.58e-04',  
 'б': '5.15e-05',  
 'в': ' 0',  
 'г': '1.03e-05',  
 'д': '6.38e-04',  
 'е': '3.95e-03',  
 'ж': '6.87e-06',  
 'з': ' 0',  
 'и': '9.58e-04',  
 'й': ' 0',  
 'к': '9.27e-05',  
 'л': ' 0',  
 'м': '6.87e-06',  
 'н': '1.04e-03',  
 'о': '1.72e-05',  
 'п': '3.43e-06',  
 'р': '3.43e-06',  
 'с': '6.18e-05',  
 'т': ' 0',  
 'у': '1.13e-04',  
 'ф': '3.43e-06',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': '2.06e-05',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': '4.46e-05',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'з': {' ': '1.35e-03',  
 'а': '3.86e-03',  
 'б': '1.75e-04',  
 'в': '7.86e-04',  
 'г': '1.89e-04',  
 'д': '8.10e-04',  
 'е': '3.88e-04',  
 'ж': '5.49e-05',  
 'з': '1.03e-05',  
 'и': '8.51e-04',  
 'й': ' 0',  
 'к': '1.48e-04',  
 'л': '1.34e-04',

'м': '5.77e-04',  
 'н': '9.37e-04',  
 'о': '8.51e-04',  
 'п': '1.03e-04',  
 'р': '2.51e-04',  
 'с': '3.09e-05',  
 'т': '3.43e-06',  
 'у': '4.60e-04',  
 'ф': ' 0',  
 'х': '3.43e-06',  
 'ц': '2.75e-05',  
 'ч': '3.43e-06',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': '1.37e-05',  
 'ы': '2.64e-04',  
 'ь': '8.93e-05',  
 'э': '6.87e-06',  
 'ю': '9.95e-05',  
 'я': '2.44e-04'}},  
 'и': { ' ': '1.83e-02',  
 'а': '4.77e-04',  
 'б': '4.33e-04',  
 'в': '2.69e-03',  
 'г': '4.77e-04',  
 'д': '1.02e-03',  
 'е': '3.33e-03',  
 'ж': '2.78e-04',  
 'з': '2.47e-03',  
 'и': '2.07e-03',  
 'й': '1.78e-03',  
 'к': '2.68e-03',  
 'л': '3.17e-03',  
 'м': '3.29e-03',  
 'н': '3.29e-03',  
 'о': '4.84e-04',  
 'п': '3.02e-04',  
 'р': '1.50e-03',  
 'с': '2.24e-03',  
 'т': '4.30e-03',  
 'у': '5.84e-05',  
 'ф': '7.90e-05',  
 'х': '2.29e-03',  
 'ц': '6.66e-04',  
 'ч': '1.96e-03',  
 'ш': '2.78e-04',  
 'щ': '1.48e-04',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': '8.38e-04',  
 'я': '3.08e-03'}},  
 'й': { ' ': '7.51e-03',  
 'а': ' 0',  
 'б': ' 0',  
 'в': ' 0',

'Г': '6.52e-05',  
 'Д': '1.17e-04',  
 'Е': '6.87e-06',  
 'Ж': ' 0',  
 'З': '6.87e-06',  
 'И': ' 0',  
 'Й': ' 0',  
 'К': '9.27e-05',  
 'Л': ' 0',  
 'М': '7.21e-05',  
 'Н': '5.66e-04',  
 'О': '3.81e-04',  
 'П': '1.72e-05',  
 'Р': '6.87e-06',  
 'С': '1.37e-03',  
 'Т': '1.41e-04',  
 'У': ' 0',  
 'Ф': '3.43e-06',  
 'Х': '3.43e-06',  
 'Ц': '7.55e-05',  
 'Ч': '2.78e-04',  
 'Ш': '2.37e-04',  
 'Щ': ' 0',  
 'Ъ': ' 0',  
 'Ы': ' 0',  
 'Ь': ' 0',  
 'Э': ' 0',  
 'Ю': ' 0',  
 'Я': ' 0'},  
 'к': {' ': '3.59e-03',  
 'а': '5.42e-03',  
 'б': '1.37e-05',  
 'в': '1.30e-04',  
 'г': '3.43e-06',  
 'д': '3.43e-06',  
 'е': '6.49e-04',  
 'ж': '2.13e-04',  
 'з': '3.43e-06',  
 'и': '3.89e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '2.75e-05',  
 'л': '4.81e-04',  
 'м': '2.06e-05',  
 'н': '9.27e-05',  
 'о': '8.34e-03',  
 'п': '2.06e-05',  
 'р': '2.23e-03',  
 'с': '3.16e-04',  
 'т': '1.40e-03',  
 'у': '1.25e-03',  
 'ф': ' 0',  
 'х': '2.75e-05',  
 'ц': '5.15e-05',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': '1.72e-05',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',



'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'л': { ' ': '1.69e-03',  
 'а': '3.38e-03',  
 'б': '6.52e-05',  
 'в': '6.87e-06',  
 'г': '1.75e-04',  
 'д': '9.95e-05',  
 'е': '5.33e-03',  
 'ж': '3.95e-04',  
 'з': ' 0',  
 'и': '5.79e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '3.71e-04',  
 'л': '4.26e-04',  
 'м': ' 0',  
 'н': '7.38e-04',  
 'о': '3.44e-03',  
 'п': '3.43e-05',  
 'р': ' 0',  
 'с': '2.75e-04',  
 'т': '2.75e-05',  
 'у': '1.18e-03',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': '1.03e-04',  
 'ш': '1.03e-05',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '4.26e-04',  
 'ь': '4.57e-03',  
 'э': ' 0',  
 'ю': '9.27e-04',  
 'я': '1.73e-03'}},  
 'м': { ' ': '7.68e-03',  
 'а': '2.45e-03',  
 'б': '9.27e-05',  
 'в': '1.03e-05',  
 'г': '3.43e-06',  
 'д': '1.03e-05',  
 'е': '3.99e-03',  
 'ж': '6.87e-06',  
 'з': '1.72e-05',  
 'и': '3.47e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '8.93e-05',  
 'л': '2.20e-04',  
 'м': '1.24e-04',  
 'н': '9.75e-04',  
 'о': '3.86e-03',  
 'п': '2.33e-04',  
 'р': '3.09e-05',  
 'с': '1.65e-04',

'т': ' 0',  
 'у': '1.62e-03',  
 'ф': '3.43e-05',  
 'х': ' 0',  
 'ц': '1.72e-05',  
 'ч': '1.72e-05',  
 'ш': '1.03e-05',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '1.01e-03',  
 'ь': '3.09e-05',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': '2.99e-04'}},  
 'н': { ' ': '1.84e-03',  
 'а': '1.06e-02',  
 'б': '8.58e-05',  
 'в': '2.40e-05',  
 'г': '1.68e-04',  
 'д': '5.80e-04',  
 'е': '9.67e-03',  
 'ж': '6.87e-06',  
 'з': '3.43e-05',  
 'и': '9.95e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '6.04e-04',  
 'л': ' 0',  
 'м': '3.09e-05',  
 'н': '4.21e-03',  
 'о': '1.16e-02',  
 'п': '1.37e-05',  
 'р': '2.23e-04',  
 'с': '1.04e-03',  
 'т': '1.81e-03',  
 'у': '1.55e-03',  
 'ф': '1.96e-04',  
 'х': '3.43e-06',  
 'ц': '3.47e-04',  
 'ч': '1.06e-04',  
 'ш': '2.40e-05',  
 'щ': '1.72e-05',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '5.57e-03',  
 'ь': '5.77e-04',  
 'э': ' 0',  
 'ю': '6.52e-05',  
 'я': '9.61e-04'}},  
 'о': { ' ': '1.90e-02',  
 'а': '1.03e-05',  
 'б': '4.79e-03',  
 'в': '8.25e-03',  
 'г': '4.50e-03',  
 'д': '5.29e-03',  
 'е': '2.79e-03',  
 'ж': '2.10e-03',  
 'з': '1.48e-03',  
 'и': '7.62e-04',

'й': '4.57e-03',  
 'к': '1.63e-03',  
 'л': '5.67e-03',  
 'м': '5.11e-03',  
 'н': '5.25e-03',  
 'о': '6.21e-04',  
 'п': '1.96e-03',  
 'р': '5.90e-03',  
 'с': '6.88e-03',  
 'т': '6.66e-03',  
 'у': '7.90e-05',  
 'ф': '2.44e-04',  
 'х': '3.47e-04',  
 'ц': '1.82e-04',  
 'ч': '1.61e-03',  
 'ш': '4.91e-04',  
 'щ': '2.20e-04',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '0',  
 'ь': '0',  
 'э': '1.34e-04',  
 'ю': '1.44e-04',  
 'я': '7.07e-04'},  
 'п': {' ': '3.67e-04',  
 'а': '1.72e-03',  
 'б': '0',  
 'в': '6.18e-05',  
 'г': '3.43e-05',  
 'д': '3.43e-06',  
 'е': '2.78e-03',  
 'ж': '0',  
 'з': '3.43e-06',  
 'и': '7.90e-04',  
 'й': '0',  
 'к': '3.43e-05',  
 'л': '1.24e-03',  
 'м': '0',  
 'н': '2.03e-04',  
 'о': '1.06e-02',  
 'п': '2.16e-04',  
 'р': '7.65e-03',  
 'с': '3.78e-05',  
 'т': '6.87e-05',  
 'у': '6.76e-04',  
 'ф': '0',  
 'х': '0',  
 'ц': '1.72e-05',  
 'ч': '6.87e-06',  
 'ш': '3.43e-06',  
 'щ': '0',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '3.95e-04',  
 'ь': '3.43e-06',  
 'э': '3.43e-06',  
 'ю': '0',  
 'я': '1.48e-04'},  
 'р': {' ': '1.08e-03',

'а': '8.94e-03',  
 'б': '9.61e-05',  
 'в': '5.18e-04',  
 'г': '3.33e-04',  
 'д': '2.09e-04',  
 'е': '6.42e-03',  
 'ж': '3.67e-04',  
 'з': '6.52e-05',  
 'и': '4.14e-03',  
 'й': '0',  
 'к': '1.85e-04',  
 'л': '4.12e-05',  
 'м': '9.37e-04',  
 'н': '9.51e-04',  
 'о': '9.97e-03',  
 'п': '1.61e-04',  
 'р': '2.23e-04',  
 'с': '7.17e-04',  
 'т': '8.86e-04',  
 'у': '2.52e-03',  
 'ф': '5.77e-04',  
 'х': '9.95e-05',  
 'ц': '2.75e-05',  
 'ч': '3.43e-05',  
 'ш': '2.27e-04',  
 'щ': '1.37e-05',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '1.51e-03',  
 'ь': '4.87e-04',  
 'э': '1.72e-05',  
 'ю': '5.49e-05',  
 'я': '9.65e-04'}},  
 'с': {' ': '2.89e-03',  
 'а': '1.33e-03',  
 'б': '1.06e-04',  
 'в': '1.30e-03',  
 'г': '3.43e-05',  
 'д': '2.75e-04',  
 'е': '3.17e-03',  
 'ж': '1.37e-05',  
 'з': '0',  
 'и': '2.08e-03',  
 'й': '0',  
 'к': '4.87e-03',  
 'л': '2.46e-03',  
 'м': '4.63e-04',  
 'н': '9.68e-04',  
 'о': '3.22e-03',  
 'п': '1.73e-03',  
 'р': '5.63e-04',  
 'с': '1.31e-03',  
 'т': '1.19e-02',  
 'у': '1.45e-03',  
 'ф': '3.09e-05',  
 'х': '2.03e-04',  
 'ц': '4.46e-05',  
 'ч': '2.75e-04',

'ш': '1.58e-04',  
 'щ': '0',  
 'ъ': '1.03e-05',  
 'ы': '2.37e-04',  
 'ь': '1.27e-03',  
 'э': '0',  
 'ю': '6.52e-05',  
 'я': '3.11e-03'},  
 'т': {' ': '6.72e-03',  
 'а': '6.41e-03',  
 'б': '3.09e-05',  
 'в': '2.91e-03',  
 'г': '2.75e-05',  
 'д': '8.93e-05',  
 'е': '4.98e-03',  
 'ж': '0',  
 'з': '6.87e-06',  
 'и': '5.30e-03',  
 'й': '0',  
 'к': '6.90e-04',  
 'л': '1.17e-04',  
 'м': '6.52e-05',  
 'н': '1.43e-03',  
 'о': '1.13e-02',  
 'п': '3.43e-05',  
 'р': '2.66e-03',  
 'с': '2.03e-03',  
 'т': '3.43e-05',  
 'у': '1.61e-03',  
 'ф': '3.43e-06',  
 'х': '5.49e-05',  
 'ц': '0',  
 'ч': '3.43e-05',  
 'ш': '0',  
 'щ': '3.43e-06',  
 'ъ': '0',  
 'ы': '1.07e-03',  
 'ь': '5.28e-03',  
 'э': '1.37e-05',  
 'ю': '2.75e-05',  
 'я': '6.52e-04'},  
 'у': {' ': '5.00e-03',  
 'а': '2.33e-04',  
 'б': '5.08e-04',  
 'в': '3.23e-04',  
 'г': '6.73e-04',  
 'д': '2.05e-03',  
 'е': '3.02e-04',  
 'ж': '1.35e-03',  
 'з': '1.37e-04',  
 'и': '1.37e-05',  
 'й': '6.18e-05',  
 'к': '1.25e-03',  
 'л': '5.46e-04',  
 'м': '7.41e-04',  
 'н': '3.12e-04',  
 'о': '6.87e-06',

'п': '1.41e-03',  
 'р': '6.66e-04',  
 'с': '1.42e-03',  
 'т': '1.51e-03',  
 'у': ' 0',  
 'ф': ' 0',  
 'х': '1.61e-04',  
 'ц': '3.78e-05',  
 'ч': '1.13e-03',  
 'ш': '2.23e-04',  
 'щ': '4.36e-04',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '3.43e-06',  
 'ь': ' 0',  
 'э': '3.43e-06',  
 'ю': '1.26e-03',  
 'я': '4.81e-05'}},  
 'ф': {' ': '6.11e-04',  
 'а': '2.09e-04',  
 'б': ' 0',  
 'в': ' 0',  
 'г': ' 0',  
 'д': ' 0',  
 'е': '3.40e-04',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '2.75e-04',  
 'й': ' 0',  
 'к': ' 0',  
 'л': '1.03e-04',  
 'м': '3.43e-06',  
 'н': '1.72e-05',  
 'о': '3.78e-04',  
 'п': ' 0',  
 'р': '6.73e-04',  
 'с': '1.72e-05',  
 'т': '1.37e-05',  
 'у': '3.78e-05',  
 'ф': '7.90e-05',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': '3.43e-06',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '6.87e-06',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'}},  
 'х': {' ': '5.54e-03',  
 'а': '4.70e-04',  
 'б': '3.43e-06',  
 'в': '2.13e-04',  
 'г': ' 0',  
 'д': '3.43e-06',  
 'е': '3.02e-04',

'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '1.37e-04',  
 'й': ' 0',  
 'к': ' 0',  
 'л': '3.09e-05',  
 'м': '1.58e-04',  
 'н': '1.99e-04',  
 'о': '1.75e-03',  
 'п': ' 0',  
 'р': '1.20e-04',  
 'с': '7.55e-05',  
 'т': '5.15e-05',  
 'у': '1.30e-04',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': '6.87e-06',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'ц': { ' ': '1.58e-04',  
 'а': '3.23e-04',  
 'б': ' 0',  
 'в': '2.75e-05',  
 'г': ' 0',  
 'д': '1.06e-04',  
 'е': '9.58e-04',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '2.04e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '1.75e-04',  
 'л': '3.43e-06',  
 'м': ' 0',  
 'н': '2.06e-05',  
 'о': '1.03e-04',  
 'п': '2.06e-05',  
 'р': ' 0',  
 'с': '3.43e-06',  
 'т': '3.43e-06',  
 'у': '6.52e-05',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': '1.51e-04',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',

'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'ч': {' ': '1.75e-04',  
 'а': '2.24e-03',  
 'б': ' 0',  
 'в': '3.43e-05',  
 'г': ' 0',  
 'д': ' 0',  
 'е': '3.54e-03',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '1.68e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '1.75e-04',  
 'л': '6.87e-06',  
 'м': '3.43e-06',  
 'н': '1.19e-03',  
 'о': '2.06e-05',  
 'п': ' 0',  
 'р': '3.43e-05',  
 'с': ' 0',  
 'т': '2.13e-03',  
 'у': '1.99e-04',  
 'ф': '3.43e-06',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': '9.27e-05',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': '1.99e-04',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'ш': {' ': '1.06e-04',  
 'а': '4.84e-04',  
 'б': ' 0',  
 'в': ' 0',  
 'г': ' 0',  
 'д': ' 0',  
 'е': '1.75e-03',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '1.58e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': '1.41e-04',  
 'л': '2.47e-04',  
 'м': '6.87e-06',  
 'н': '3.78e-04',  
 'о': '2.37e-04',  
 'п': '3.43e-06',  
 'р': '3.43e-06',  
 'с': ' 0',  
 'т': '3.50e-04',  
 'у': '1.44e-04',  
 'ф': ' 0',



'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': '1.30e-04',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'ш': {' ': '6.87e-06',  
 'а': '3.09e-04',  
 'б': ' 0',  
 'в': ' 0',  
 'г': ' 0',  
 'д': ' 0',  
 'е': '1.64e-03',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': '1.01e-03',  
 'й': ' 0',  
 'к': ' 0',  
 'л': ' 0',  
 'м': ' 0',  
 'н': '8.24e-05',  
 'о': ' 0',  
 'п': ' 0',  
 'р': '3.43e-06',  
 'с': ' 0',  
 'т': ' 0',  
 'у': '6.18e-05',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': '5.49e-05',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': ' 0'},  
 'ъ': {' ': '6.87e-06',  
 'а': ' 0',  
 'б': ' 0',  
 'в': ' 0',  
 'г': ' 0',  
 'д': ' 0',  
 'е': '1.48e-04',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': ' 0',  
 'й': ' 0',  
 'к': ' 0',  
 'л': ' 0',

'м': ' 0',  
 'н': ' 0',  
 'о': ' 0',  
 'п': ' 0',  
 'р': ' 0',  
 'с': ' 0',  
 'т': ' 0',  
 'у': ' 0',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': ' 0',  
 'щ': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': '1.27e-04'},  
 'ы': {' ': '4.44e-03',  
 'а': ' 0',  
 'б': '8.58e-05',  
 'в': '9.41e-04',  
 'г': '9.95e-05',  
 'д': '1.20e-04',  
 'е': '2.10e-03',  
 'ж': '3.43e-06',  
 'з': '4.46e-05',  
 'и': '4.12e-05',  
 'й': '1.10e-03',  
 'к': '5.49e-05',  
 'л': '7.93e-04',  
 'м': '1.51e-03',  
 'н': '1.30e-04',  
 'о': ' 0',  
 'п': '2.06e-04',  
 'р': '8.24e-05',  
 'с': '4.74e-04',  
 'т': '6.38e-04',  
 'у': '6.87e-06',  
 'ф': ' 0',  
 'х': '2.15e-03',  
 'ц': ' 0',  
 'ч': '7.90e-05',  
 'ш': '2.09e-04',  
 'щ': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ъ': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': '6.18e-05'},  
 'ъ': {' ': '7.17e-03',  
 'а': ' 0',  
 'б': '6.87e-05',  
 'в': '1.72e-05',

'Г': '1.37e-05',  
 'Д': '2.75e-05',  
 'Е': '2.71e-04',  
 'Ж': ' 0',  
 'З': '1.44e-04',  
 'И': '6.87e-05',  
 'Й': ' 0',  
 'К': '8.65e-04',  
 'Л': ' 0',  
 'М': '9.61e-05',  
 'Н': '2.16e-03',  
 'О': '1.24e-04',  
 'П': '3.43e-06',  
 'Р': ' 0',  
 'С': '8.17e-04',  
 'Т': '1.54e-04',  
 'У': ' 0',  
 'Ф': '6.87e-06',  
 'Х': ' 0',  
 'Ц': '9.61e-05',  
 'Ч': '2.06e-05',  
 'Ш': '5.25e-04',  
 'Щ': '1.03e-05',  
 'Ъ': ' 0',  
 'Ы': ' 0',  
 'Ь': ' 0',  
 'Э': ' 0',  
 'Ю': '3.74e-04',  
 'Я': '8.93e-05'},  
 'э': {' ': '4.46e-05',  
 'а': ' 0',  
 'б': '3.43e-06',  
 'в': '3.78e-05',  
 'г': ' 0',  
 'д': '3.43e-06',  
 'е': ' 0',  
 'ж': ' 0',  
 'з': ' 0',  
 'и': ' 0',  
 'й': '6.87e-06',  
 'к': '9.27e-05',  
 'л': '9.27e-05',  
 'м': '2.40e-05',  
 'н': '2.75e-05',  
 'о': ' 0',  
 'п': '6.87e-06',  
 'р': '3.09e-05',  
 'с': '3.09e-05',  
 'т': '1.60e-03',  
 'у': '3.43e-06',  
 'ф': '8.58e-05',  
 'х': ' 0',  
 'ц': '6.87e-06',  
 'ч': ' 0',  
 'ш': '2.06e-05',  
 'щ': ' 0',  
 'ъ': ' 0',

'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': ' 0',  
 'я': '6.87e-06'},  
 'ю': {' ': '2.74e-03',  
 'а': '6.87e-06',  
 'б': '2.13e-04',  
 'в': ' 0',  
 'г': '4.46e-05',  
 'д': '3.33e-04',  
 'е': '6.87e-06',  
 'ж': '6.18e-05',  
 'з': '2.75e-05',  
 'и': ' 0',  
 'й': '3.43e-06',  
 'к': '1.37e-05',  
 'л': '6.87e-06',  
 'м': '9.95e-05',  
 'н': '1.03e-05',  
 'о': ' 0',  
 'п': ' 0',  
 'р': '6.87e-05',  
 'с': '1.51e-04',  
 'т': '9.54e-04',  
 'у': ' 0',  
 'ф': ' 0',  
 'х': ' 0',  
 'ц': '6.87e-06',  
 'ч': '2.06e-04',  
 'ш': '3.43e-06',  
 'щ': '8.51e-04',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': '3.43e-05',  
 'я': ' 0'},  
 'я': {' ': '9.57e-03',  
 'а': ' 0',  
 'б': '6.87e-05',  
 'в': '3.88e-04',  
 'г': '7.55e-05',  
 'д': '4.81e-04',  
 'е': '2.92e-04',  
 'ж': '2.23e-04',  
 'з': '3.06e-04',  
 'и': ' 0',  
 'й': '3.09e-05',  
 'к': '9.27e-05',  
 'л': '2.16e-04',  
 'м': '5.97e-04',  
 'н': '5.11e-04',  
 'о': '6.87e-06',  
 'п': '1.72e-05',  
 'р': '6.87e-05',  
 'с': '2.85e-04',

'т': '1.26e-03',  
 'у': ' 0',  
 'ф': ' 0',  
 'х': '3.43e-04',  
 'ц': '1.03e-04',  
 'ч': '1.10e-04',  
 'ш': '1.03e-05',  
 'щ': '2.33e-04',  
 'ъ': ' 0',  
 'ы': ' 0',  
 'ь': ' 0',  
 'э': ' 0',  
 'ю': '1.96e-04',  
 'я': '4.46e-05'}}

'Н1': 4.385129362944809,

'Н2\_with\_intersection': 3.9881215496418245,

'Н2\_without\_intersection': 3.988124884466209

- 2) 2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $H^{(10)}$ ,  $H^{(20)}$ ,  $H^{(30)}$

Приклад для Н1:

'Н1': 4.385129362944809

$m=32$

$$R = 1 - \frac{4.385129362944809}{\log_2 32} = 0,1229741274110382$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:

человек\_и

Использованные буквы:

., ш.

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:

ш

Символ по счету:

2

Номер эксперимента:

57

Неравенство для энтропии:

2,12305026852682 < H < 2,88947076907426

Двоичная таблица угаданных символов:

00100000000000000000000000000000

00000000000000000000000000000000

10000000000000000000000000000000

10000000000000000000000000000000

00010000000000000000000000000000

Поле ввода символов:

Продолжить

Другой

Вероятности:

q[1] = 0,4821428

q[2] = 0,0535714

q[3] = 0,0535714

q[4] = 0,1071428

q[5] = 0,0714285

q[6] = 0,0178571

q[7] = 0,0178571

q[8] = 0,0178571

q[9] = 0

q[10] = 0

q[11] = 0

q[12] = 0

q[13] = 0,017857

q[14] = 0,017857

q[15] = 0,017857

q[16] = 0

q[17] = 0

q[18] = 0

q[19] = 0

q[20] = 0

q[21] = 0

q[22] = 0

q[23] = 0,035714

q[24] = 0,017857

q[25] = 0,017857

q[26] = 0

q[27] = 0,017857

q[28] = 0

q[29] = 0,017857

q[30] = 0

q[31] = 0,017857

q[32] = 0

Строка состояния:

Вы не угадали. Введите другую букву

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
деньгами\_а\_то\_что\_в

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: 51

Неравенство для энтропии:  
 $2,07580693188222 < H < 2,97848108839971$

Двоичная таблица угаданных символов:  
10000000000000000000000000000000  
00000001000000000000000000000000  
00100000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
01000000000000000000000000000000

Вероятности:  
q[1] = 0,44  
q[2] = 0,14  
q[3] = 0,06  
q[4] = 0,06  
q[5] = 0,04  
q[6] = 0,02  
q[7] = 0,04  
q[8] = 0,04  
q[9] = 0,02  
q[10] = 0,02  
q[11] = 0  
q[12] = 0,02  
q[13] = 0  
q[14] = 0  
q[15] = 0,02  
q[16] = 0  
q[17] = 0  
q[18] = 0  
q[19] = 0  
q[20] = 0  
q[21] = 0  
q[22] = 0,02  
**q[23] = 0**  
q[24] = 0,02  
q[25] = 0  
q[26] = 0,02  
q[27] = 0  
q[28] = 0,02  
q[29] = 0  
q[30] = 0  
q[31] = 0  
q[32] = 0

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

Строка состояния:  
Вы не угадали. Введите другую букву

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
\_действительно\_существовали\_н

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: 55

Неравенство для энтропии:  
 $1,75013263382303 < H < 2,41480365074495$

Двоичная таблица угаданных символов:  
10000000000000000000000000000000  
00010000000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000000  
00000000000100000000000000000000  
10000000000000000000000000000000

Вероятности:  
q[1] = 0,5925925  
q[2] = 0,0925925  
q[3] = 0  
q[4] = 0,0555555  
q[5] = 0,0185185  
q[6] = 0,0185185  
q[7] = 0  
q[8] = 0  
q[9] = 0,0185185  
q[10] = 0,018518  
q[11] = 0,018518  
**q[12] = 0,018518**  
q[13] = 0,018518  
q[14] = 0  
q[15] = 0  
q[16] = 0  
q[17] = 0  
q[18] = 0  
q[19] = 0  
q[20] = 0  
q[21] = 0  
q[22] = 0  
q[23] = 0,018518  
q[24] = 0  
q[25] = 0  
q[26] = 0,037037  
q[27] = 0,018518  
q[28] = 0,037037  
q[29] = 0  
q[30] = 0  
q[31] = 0,018518  
q[32] = 0

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

Строка состояния:

1.  $H^{(10)} \quad 0,422106 \leq R \leq 0,57539$
2.  $H^{(20)} \quad 0,4043038 \leq R \leq 0,5848388$
3.  $H^{(30)} \quad 0,517039 \leq R \leq 0,6499736$

### 3) Висновки:

Під час виконання комп'ютерного практикуму ознайомився з поняттям ентропії та надлишковості. Навчився обраховувати частоту літер, біграм, ентропію та надлишковості на прикладі обраного тексту російською мовою. За допомогою програми CoolPinkProgram знайшов межі умовної ентропії джерела та оцінив надлишковість.