

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
Фізико-технічний інститут

КРИПТОГРАФІЯ КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1  
Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого  
тексту

Виконали студенти:  
3го курсу групи ФБ-31  
Ткач Олександр Олександрович  
Томашевський Назар Геннадійович

Київ – 2025

## 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:

Було взято текст книги "Гобіт"

## Результат:

### Текст з пробілами:

Ентропія для монограм( $H_1$ ): 4.45644

Надлишковість для монограм( $R_1$ ): 0.12404

Ентропія для біграм з перетином( $H_2$ \_перетин): 4.06666

Надлишковість для біграм з перетином( $R_2$ \_перетин): 0.20065

Ентропія для біграм без перетину( $H_2$ \_без\_перетин): 4.06548

Надлишковість для біграм без перетину( $R_2$ \_без\_перетин): 0.20088

### Текст без пробілів:

Ентропія для монограм( $H_1$ ): 4.47207

Надлишковість для монограм( $R_1$ ): 0.11346

Ентропія для біграм з перетином( $H_2$ \_перетин): 4.14993

Надлишковість для біграм з перетином( $R_2$ \_перетин): 0.17732

Ентропія для біграм без перетину( $H_2$ \_без\_перетин): 4.14844

Надлишковість для біграм без перетину( $R_2$ \_без\_перетин): 0.17761

## Приклад виконаного коду:

```
Аналіз завершено. Результати збережено у файлі 'lab1_results.xlsx'
```

```
=== Метрики для тексту З ПРОБІЛАМИ ===
```

```
H1: 4.45644
```

```
R1 (з пробілом): 0.12404
```

```
H2_Перетин: 4.06666
```

```
R2_Перетин (з пробілом): 0.20065
```

```
H2_Без_Перетин: 4.06548
```

```
R2_Без_Перетин (з пробілом): 0.20088
```

```
=== Метрики для тексту БЕЗ ПРОБІЛІВ ===
```

```
H1: 4.47207
```

```
R1 (без пробілу): 0.11346
```

```
H2_Перетин: 4.14993
```

```
R2_Перетин (без пробілу): 0.17732
```

```
H2_Без_Перетин: 4.14844
```

```
R2_Без_Перетин (без пробілу): 0.17761
```

## Монограми з пробілами:

Літера	Частота
	0,125113
о	0,100454
е	0,068929
и	0,064071
а	0,063515
н	0,055182
л	0,049813
т	0,048268
с	0,045624
р	0,03965
в	0,037338
к	0,029454
д	0,027944
м	0,027172
п	0,024762
у	0,024709
б	0,02047
ь	0,020291
г	0,01855
ы	0,018386
я	0,016177
з	0,014833
ч	0,012646
х	0,008954
й	0,008412
ж	0,007436
ш	0,007092
ю	0,004486
э	0,003036
щ	0,003016
ц	0,002337
ф	0,001639
ъ	0,000231
ё	1,01E-05

**Монограми без пробілів:**

Літера	Частота
о	0,114819
е	0,078786
и	0,073233
а	0,072598
н	0,063073
л	0,056937
т	0,05517
с	0,052148
р	0,04532
в	0,042678
к	0,033666
д	0,03194
м	0,031058
п	0,028303
у	0,028243
б	0,023397
ь	0,023193
г	0,021202
ы	0,021016
я	0,018491
з	0,016954
ч	0,014455
х	0,010235
й	0,009614
ж	0,0085
ш	0,008106
ю	0,005128
э	0,00347
щ	0,003447
ц	0,002671
ф	0,001873
ъ	0,000264
ё	1,15E-05

**Біграми з перетином та пробілами:**

		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
	0	0,001	0,006	0,013	0,004	0,006	0,002	0,001	0,004	0,011	0	0,007	0,002	0,004	0,012	0,009	0,013
а	0,008	0	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0	0,001	0,005	0,01	0,004	0,003	0	0,002
б	0	0,001	0,001	0	0	0	0,002	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,004	0
в	0,002	0,005	0	0	0	0,001	0,005	0	0,001	0,003	0	0,001	0,001	0	0,001	0,006	0,001
г	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,002	0,008	0
д	0,001	0,005	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0,002	0,004	0
е	0,014	0	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002	0	0,002	0,001	0,005	0,004	0,006	0,001	0,002
ж	0	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0
з	0,001	0,006	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0
и	0,014	0	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0	0,002	0	0,001	0,003	0,008	0,002	0,005	0,001	0,002
й	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
к	0,002	0,007	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,009	0
л	0,007	0,004	0	0	0	0	0,005	0	0	0,012	0	0,001	0	0	0	0,006	0
м	0,007	0,002	0	0	0	0	0,004	0	0	0,003	0	0	0	0	0,002	0,003	0
н	0,003	0,01	0	0	0	0,001	0,009	0	0	0,008	0	0	0	0	0,002	0,01	0
о	0,015	0	0,005	0,007	0,005	0,006	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003	0,007	0,007	0,007	0,001	0,002
п	0	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,01	0
р	0,001	0,008	0	0	0	0	0,006	0	0	0,005	0	0	0	0	0,001	0,008	0
с	0,001	0,001	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,004	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002
т	0,004	0,005	0	0,002	0	0	0,005	0	0	0,003	0	0,001	0	0	0,001	0,012	0
у	0,005	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0	0,001
ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
х	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0
ц	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ч	0	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,002	0	0	0	0	0,001	0	0
ш	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0
щ	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001	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
ы	0,005	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0	0,002	0	0,002	0,001	0	0	0
ь	0,011	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0
ю	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
я	0,009	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0,001	0	0
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё
0,003	0,011	0,005	0,003	0	0,002	0	0,004	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0
0,002	0,004	0,004	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0,002	0
0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0,003	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,002	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0
0,007	0,005	0,005	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0,001	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	0	0	0	0	0	0	0
0,001	0,005	0,005	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,002	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,006	0	0,001	0,001	0
0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,001	0	0	0,001	0
0,007	0,007	0,008	0	0	0,001	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0,006	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0,001	0
0	0,001	0,01	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0,004	0
0,003	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,006	0	0	0,001	0
0,001	0,001	0,002	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	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	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	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	0	0
0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0,002	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	0,001	0,001	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

Біграми без перетину та з пробілами:

		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
	0	0,001	0,006	0,013	0,004	0,006	0,002	0,001	0,004	0,011	0	0,007	0,002	0,004	0,012	0,009	0,013
а	0,008	0	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,004	0	0,001	0,005	0,01	0,004	0,003	0	0,001
б	0	0,001	0,001	0	0	0	0,002	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0,004	0
в	0,002	0,005	0	0	0	0,001	0,005	0	0,001	0,003	0	0,001	0,001	0	0,002	0,006	0,001
г	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,002	0,008	0
д	0,001	0,005	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0,002	0,004	0
е	0,014	0	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002	0	0,002	0,001	0,005	0,004	0,005	0,001	0,002
ж	0	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0
з	0,001	0,006	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0
и	0,014	0	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0	0,002	0	0,001	0,003	0,008	0,002	0,005	0,001	0,002
й	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
к	0,002	0,007	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,009	0
л	0,007	0,004	0	0	0	0	0,005	0	0	0,012	0	0,001	0,001	0	0	0,006	0
м	0,007	0,002	0	0	0	0	0,004	0	0	0,003	0	0	0	0	0,002	0,003	0
н	0,003	0,01	0	0	0	0,001	0,009	0	0	0,008	0	0	0	0	0,002	0,01	0
о	0,015	0	0,005	0,007	0,005	0,006	0,002	0,002	0,001	0,001	0,003	0,003	0,007	0,007	0,007	0,001	0,002
п	0	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,01	0
р	0,001	0,008	0	0	0	0	0,007	0	0	0,005	0	0	0	0	0,001	0,009	0
с	0,001	0,001	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,001	0	0,004	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002
т	0,004	0,005	0	0,002	0	0	0,005	0	0	0,003	0	0,001	0	0	0,001	0,012	0
у	0,005	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0	0,001
ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
х	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0
ц	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ч	0	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0
ш	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0
щ	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001	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
ы	0,005	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0	0,002	0	0,002	0,001	0	0	0
ь	0,011	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0
ю	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
я	0,008	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0,001	0	0
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё
0,003	0,011	0,005	0,003	0	0,002	0	0,004	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0
0,002	0,004	0,004	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0,002	0
0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0,003	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,002	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0
0,007	0,005	0,005	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0,001	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	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,001	0,005	0,005	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,002	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,006	0	0,001	0,001	0
0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,001	0	0	0,001	0
0,008	0,007	0,007	0	0	0,001	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0,006	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0,001	0
0	0,001	0,01	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0,005	0
0,003	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,006	0	0	0,001	0
0,001	0,001	0,002	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	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	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,003	0,001	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	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0,002	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	0,001	0,001	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

Біграми з перетином та без пробілів:

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0	0,002	0,004	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,006	0,012	0,005	0,004	0,001	0,003
б	0,001	0,001	0	0	0	0,003	0	0	0,004	0	0	0,001	0	0,001	0,005	0
в	0,006	0	0	0	0,001	0,006	0	0,001	0,003	0	0,001	0,001	0	0,002	0,008	0,001
г	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,002	0,009	0
д	0,006	0	0,001	0	0	0,005	0	0	0,003	0	0,001	0,001	0	0,003	0,005	0
е	0	0,003	0,004	0,004	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,006	0,006	0,008	0,002	0,003
ж	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,002	0	0	0	0	0,001	0	0
з	0,006	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0
и	0	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,004	0,009	0,003	0,008	0,002	0,003
й	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001
к	0,008	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,001	0	0,001	0,01	0
л	0,004	0,001	0,001	0,001	0	0,006	0	0	0,014	0	0,001	0,001	0	0,001	0,007	0,001
м	0,003	0,001	0,001	0	0,001	0,004	0	0	0,004	0	0,001	0	0	0,003	0,004	0,001
н	0,011	0	0,001	0	0,001	0,011	0	0	0,009	0	0	0	0	0,003	0,012	0,001
о	0	0,007	0,01	0,006	0,008	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,004	0,009	0,008	0,01	0,002	0,004
п	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,011	0
р	0,009	0	0,001	0	0	0,007	0	0	0,006	0	0,001	0	0	0,002	0,01	0
с	0,002	0	0,002	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0,004	0,004	0,001	0,002	0,003	0,002
т	0,006	0	0,003	0	0	0,006	0	0	0,004	0	0,001	0	0	0,002	0,013	0,001
у	0	0,001	0,001	0,002	0,002	0	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
х	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0,004	0,001
ц	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ч	0,003	0	0	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0	0
ш	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0	0	0
щ	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0	0,001	0,002	0	0	0,002	0	0	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
ь	0	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0,002	0	0,001	0,002	0,001	0,001
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0
ю	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
я	0	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё
0,003	0,006	0,005	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0,002	0
0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0
0,001	0,004	0,001	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0
0,002	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0
0,008	0,007	0,006	0,001	0	0,001	0	0,002	0,001	0,001	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	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,001	0,007	0,006	0,001	0	0,003	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,003	0,001	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,003	0,001	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0,007	0	0,001	0,002	0
0	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,005	0,002	0	0	0,001	0
0,009	0,009	0,009	0,001	0	0,001	0	0,003	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0,007	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0,001	0
0	0,001	0,011	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,005	0	0	0,005	0
0,004	0,002	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,007	0	0	0,001	0
0,001	0,002	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,001	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	0,003	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	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	0	0	0	0
0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0,002	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

Біграми без перетину та без пробілів:



	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0	0,002	0,004	0,001	0,003	0,001	0,002	0,005	0,001	0,001	0,006	0,012	0,005	0,004	0,001	0,003
б	0,001	0,001	0	0	0	0,003	0	0	0,004	0	0	0,001	0	0,001	0,005	0
в	0,006	0	0	0	0,001	0,006	0	0,001	0,003	0	0,001	0,001	0	0,002	0,008	0,001
г	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,002	0,01	0
д	0,006	0	0,001	0	0	0,005	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0,003	0,005	0
е	0	0,003	0,004	0,004	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,007	0,006	0,008	0,002	0,003
ж	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0
з	0,006	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0,002	0,001	0
и	0	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002	0	0,003	0,002	0,001	0,004	0,009	0,003	0,008	0,002	0,003
й	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001
к	0,008	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,001	0	0,001	0,01	0
л	0,004	0,001	0,001	0,001	0	0,005	0	0	0,014	0	0,001	0,001	0	0,001	0,007	0,001
м	0,003	0,001	0,001	0	0,001	0,004	0	0	0,004	0	0,001	0	0	0,003	0,004	0,001
н	0,011	0	0,001	0	0,001	0,011	0	0	0,009	0	0	0	0	0,003	0,012	0,001
о	0	0,006	0,009	0,006	0,007	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,004	0,008	0,008	0,01	0,002	0,004
п	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,011	0
р	0,009	0	0,001	0	0	0,007	0	0	0,006	0	0,001	0	0	0,002	0,01	0
с	0,002	0	0,002	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0,004	0,004	0,001	0,002	0,003	0,002
т	0,006	0	0,003	0	0	0,005	0	0	0,004	0	0,001	0	0	0,002	0,014	0,001
у	0	0,001	0,001	0,002	0,002	0	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
х	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0,004	0,001
ц	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ч	0,003	0	0	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0	0	0	0,001	0	0
ш	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0	0	0
щ	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0	0,001	0,002	0	0	0,002	0	0	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0	0,001
ь	0	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0,002	0	0,001	0,002	0,001	0,001
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0
ю	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
я	0	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё
0,003	0,006	0,005	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0,002	0
0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0
0,001	0,004	0,001	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0	0	0
0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,002	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0
0,008	0,007	0,006	0,001	0	0,001	0	0,002	0,001	0,001	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	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,001	0,007	0,006	0,001	0	0,002	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,003	0,001	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,003	0,001	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0,008	0	0,001	0,002	0
0	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0,001	0
0	0,001	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,005	0,002	0	0	0,001	0
0,009	0,009	0,009	0,001	0	0,001	0	0,003	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0,007	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0,001	0
0	0,001	0,012	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,005	0	0	0,005	0
0,004	0,002	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,007	0	0	0,001	0
0,001	0,002	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,001	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	0,003	0,001	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	0,001	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	0	0	0	0
0	0,001	0,001	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0
0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,002	0,002	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

Cool Pink Program:

## Значения $H(10)$ :

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
ли\_не\_упа

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: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $4,5665430750496 < H < 4,47127238011291$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000100000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00001000000000000000000000000000
00001000000000000000000000000000

Вероятности:

$q[1] = 0,06$
$q[2] = 0,02$
$q[3] = 0,06$
$q[4] = 0,04$
$q[5] = 0,1$
$q[6] = 0,08$
$q[7] = 0,06$
$q[8] = 0,02$
$q[9] = 0$
$q[10] = 0,02$
$q[11] = 0$
$q[12] = 0,04$
$q[13] = 0$
$q[14] = 0,04$
$q[15] = 0,04$
$q[16] = 0,02$
$q[17] = 0,04$
$q[18] = 0$
$q[19] = 0,06$
$q[20] = 0,02$
$q[21] = 0$
$q[22] = 0,02$
$q[23] = 0,02$
$q[24] = 0,02$
$q[25] = 0,02$
$q[26] = 0,04$
$q[27] = 0,02$
$q[28] = 0,02$
$q[29] = 0,02$
$q[30] = 0,08$
$q[31] = 0$
$q[32] = 0,02$

Строка состояния:

## Значения $H(20)$ :

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
го\_то\_старого\_своег

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: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $2,30675572775235 < H < 3,11560158279904$

Двоичная таблица угаданных символов:

10000000000000000000000000000000
00001000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00001000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000

Вероятности:

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

Строка состояния:

## Значения $H(30)$ :

