

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:
ФБ-21 Худоба Арсен,
ФБ-21 Шабанов Кирило

Мета роботи:

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

Порядок виконання роботи

1. Написати програми для підрахунку а) частот букв і б) частот біграм в тексті, а також підрахунку с) 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.

А) частоти букв

1. Частота літер

Частота окремої літери обчислюється як відношення кількості появ цієї літери до загальної кількості літер у тексті.

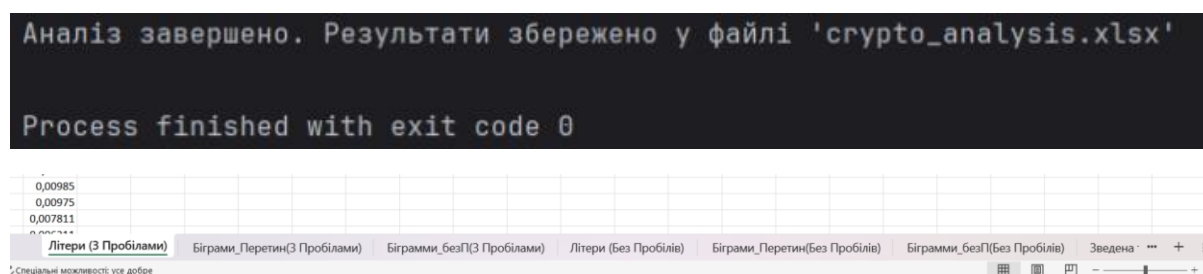
Нехай:

n — загальна кількість літер у тексті;

$f(l)$ — кількість появ літери l у тексті.

Тоді частота літери l визначається як:

$$P(l) = \frac{f(l)}{n}$$



Частота літер з пробілом

Літеру	Частота
	0,1714408204
о	0,0926606594
е	0,0723308935
а	0,0667676716
и	0,0588510235
н	0,0537615605
т	0,0488305470
с	0,0451899169
в	0,0418063036
л	0,0384311693
р	0,0357942297
к	0,0288595448
м	0,0267641953
д	0,0233954201
п	0,0228368722
у	0,0211379115
я	0,0165227372
ч	0,0153807347
г	0,0153489388
ь	0,0147951602
ы	0,0147919807
б	0,0133595755
з	0,0131799287
й	0,0098503685
х	0,0097502114
ж	0,0078106618
ш	0,0063109554
ю	0,0048785503
ц	0,0027922096
щ	0,0025500308
э	0,0023380582
ф	0,0012956828
ъ	0,0001738176
ё	0,0000116585

Частота літер без пробілу

Літеру	Частота
о	0,1118334835
е	0,0872971965
а	0,0805828639
и	0,0710281474
н	0,0648856012
т	0,0589342900
с	0,0545403611
в	0,0504566296
л	0,0463831314
р	0,0432005710
к	0,0348310000
м	0,0323020925
д	0,0282362693
п	0,0275621498
у	0,0255116497
я	0,0199415294
ч	0,0185632300
г	0,0185248551
ь	0,0178564919
ы	0,0178526544
б	0,0161238640
з	0,0159070457
й	0,0118885515
х	0,0117676705
ж	0,0094268002
ш	0,0076167829
ю	0,0058879926
ц	0,0033699579
щ	0,0030776689
э	0,0028218361
ф	0,0015637782
ъ	0,0002097829
ё	0,0000140708

Біграми які перетинаються з пробілами

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё	
	0	0,004	0,006	0,015	0,004	0,006	0,003	0,002	0,004	0,011	0	0,008	0,003	0,007	0,013	0,01	0,016	0,004	0,014	0,006	0,004	0,001	0,001	0	0,006	0,001	0	0	0	0,002	0	0,003	0	
а	0,015	0	0,001	0,004	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0	0,001	0,004	0,008	0,003	0,005	0	0,001	0,002	0,004	0,005	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0,001	0,002	0	
б	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	
в	0,008	0,006	0	0	0	0	0,005	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0,001	0,006	0	0,001	0,003	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,002	0	0	0	0
г	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,008	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
д	0,001	0,005	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0,002	0,003	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	
е	0,017	0	0,001	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0	0,002	0,002	0,005	0,004	0,008	0	0,001	0,006	0,005	0,005	0	0	0,003	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	
ж	0	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з	0,002	0,004	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	
и	0,016	0	0	0,002	0,001	0,001	0,002	0	0,003	0,001	0,002	0,002	0,004	0,003	0,004	0	0	0,001	0,004	0,004	0	0	0,002	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0,002	0	
й	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
к	0,004	0,006	0	0	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,001	0,009	0	0,001	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
л	0,006	0,005	0	0	0	0	0,005	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0,005	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,004	0	0,001	0,002
м	0,008	0,002	0	0	0	0	0,004	0	0	0,003	0	0	0	0	0,002	0,004	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001
н	0,004	0,009	0	0	0	0	0,008	0	0	0,008	0	0	0	0	0,003	0,01	0	0	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0,001	0	0	0,001
о	0,02	0	0,003	0,011	0,005	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001	0,004	0,002	0,005	0,006	0,005	0	0,001	0,006	0,006	0,005	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	
п	0	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0,008	0	0,005	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
р	0,001	0,007	0	0	0	0	0,006	0	0	0,005	0	0	0	0	0,001	0,007	0	0	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,001	
с	0,003	0,003	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0,001	0	0,005	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0	0,001	0,011	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0,003	
т	0,005	0,005	0	0,002	0	0	0,006	0	0	0,003	0	0,001	0	0	0,012	0	0,003	0,001	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0,005	0	0	0,001	
у	0,006	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	
ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
х	0,004	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ц	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ч	0,001	0,003	0	0	0	0	0,006	0	0	0,002	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ш	0	0,001	0	0	0	0	0,002	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	
щ	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ы	0,004	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0,002	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,008	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ю	0,003	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	
я	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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 які не перетинаються з пробілами

		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё		
		0	0,02	0,002	0,004	0,003	0,002	0,021	0,001	0,002	0,008	0	0,002	0,004	0,002	0,007	0,025	0,003	0,009	0,005	0,009	0,005	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,005	0	0	0,001	0,001	0	
а		0,011	0,005	0,001	0,002	0,001	0,001	0,005	0	0	0,008	0	0,002	0,002	0,001	0,003	0,006	0,002	0,001	0,003	0,005	0,001	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0,003	0	0	0,001	0	
б		0,002	0,001	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,003	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
в		0,005	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,004	0	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	
г		0,006	0,002	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
д		0,005	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	
е		0,01	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,006	0	0,002	0,001	0,001	0,005	0,009	0,002	0,001	0,004	0,004	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0,003	0	0	0,002	0	
ж		0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з		0,001	0,002	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
и		0,014	0,006	0,001	0,002	0	0,001	0,005	0	0,001	0,004	0	0,002	0,001	0,001	0,003	0,004	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0,002	0	0	0,001	0	
й		0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
к		0,005	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	
л		0,009	0	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0	0,003	0,002	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0	
м		0,005	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
н		0,015	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0	0	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0,001	0,002	0	0	
о		0,016	0,006	0,001	0,003	0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,008	0	0,002	0,002	0,002	0,006	0,012	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,002	0,003	0	0	0,001	0	
п		0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0,002	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0	0,002	0,003	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
р		0,003	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0	0,003	0,002	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	
с		0,007	0,004	0,001	0,003	0	0,001	0,003	0	0	0,003	0	0,001	0,002	0,002	0,001	0,006	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	
т		0,013	0,002	0,001	0,002	0,001	0	0,003	0	0	0,002	0,001	0,002	0,004	0,002	0,002	0,001	0,004	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	
у		0,002	0,002	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0,002	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	
ф		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
х		0	0	0	0,003	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ц		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		
ч		0,001	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0,001	0,003	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ш		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	0	0	0	0	0	0	0	
щ		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	
ъ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ы		0,006	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,001	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	
ь		0,001	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0,003	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0
э		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ю		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	
я		0,002	0,001	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,001	0	0	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0
ё		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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 які перетинаються без пробілів

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

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	ё	
а		0,009	0,001	0,002	0,001	0,002	0,008	0	0,001	0,01	0	0,002	0,003	0,001	0,004	0,01	0,002	0,003	0,004	0,007	0,002	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,002	0,004	0	0	0,001	0
б	0,001		0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,004	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
в	0,002	0		0,002	0,001	0,002	0,007	0	0,001	0,003	0,001	0,002	0,004	0,001	0,003	0,004	0,001	0,004	0,003	0,003	0,001	0	0	0	0,002	0,001	0	0	0	0	0,001	0,001	0	
г	0,003	0	0,002		0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
д	0,001	0,001	0,002	0		0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	
е	0,008	0,001	0,002	0,001	0,002	0,01	0,001	0,001	0,008	0	0,003	0,002	0,001	0,007	0,013	0,002	0,002	0,004	0,006	0,003	0	0	0	0,001	0	0	0	0,002	0,004	0	0	0,002	0	
ж		0	0	0,001	0	0	0	0	0,001		0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з	0,002	0	0,001	0		0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,002	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
и	0,01	0,001	0,002	0,001	0,002	0,008	0	0,001	0,005	0	0,002	0,002	0,002	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0,002	0,003	0	0	0,001	0
й	0,002	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,002	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
к	0,002	0	0,002	0,002	0	0,003	0	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0
л	0,002	0,002	0,005	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,006	0,002	0,001	0,001	0,004	0,003	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0
м	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0	0,001	0	0,001	0,002	0,001	0,004	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001	0		0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0
н	0,002	0,001	0,004	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004	0,003	0,001	0	0,001	0,001	0,002	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001	0,002	0	
о	0,011	0,001	0,003	0,001	0,003	0,01	0,001	0,001	0,01	0	0,003	0,003	0,002	0,008	0,018	0,003	0,004	0,005	0,006	0,004	0	0,001	0	0,001	0	0,001	0	0,004	0,003	0	0	0,001	0	
п	0,001	0	0,002	0	0,001	0,002	0	0	0,003	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0	0,002	0,004	0,002	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
р	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0	0,004	0,003	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	
с	0,005	0,001	0,005	0,001	0,001	0,004	0	0	0,005	0	0,002	0,002	0,003	0,002	0,009	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0	
т	0,003	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,003	0,005	0,003	0,004	0,005	0,002	0,005	0,003	0,003	0,001	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,002	0
у	0,003	0	0	0	0	0,004	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	
ф		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
х	0,001	0	0,003	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ц	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	
ч	0	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,001		0	0,001	0,001	0,001	0,003	0	0,001	0,002	0,002	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ш	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ы	0,003	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ь	0,002	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0	0	0	0,001	0,004	0	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0,001	0
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ю	0,001	0	0	0	0	0,001	0	0	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
я	0,002	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0,002	0	0	0,001	0	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0	0	0
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
од_собой_
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:
 $3.52730363660292 < H < 3.67856293964492$
Двоичная таблица угаданных символов:
00000000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00001000000000000000000000000000
.....

Вероятности:
 $q[1] = 0.32$
 $q[2] = 0.02$
 $q[3] = 0.04$
 $q[4] = 0.02$
 $q[5] = 0.02$
 $q[6] = 0.04$
 $q[7] = 0$
 $q[8] = 0$
 $q[9] = 0.04$
 $q[10] = 0$
 $q[11] = 0.02$
 $q[12] = 0$
 $q[13] = 0$
 $q[14] = 0.02$
 $q[15] = 0.04$
 $q[16] = 0$
 $q[17] = 0.08$
 $q[18] = 0$
 $q[19] = 0.02$
 $q[20] = 0$
 $q[21] = 0.02$
 $q[22] = 0.06$
 $q[23] = 0$
 $q[24] = 0.04$
 $q[25] = 0.06$
 $q[26] = 0.06$
 $q[27] = 0.02$
 $q[28] = 0.04$
 $q[29] = 0$
 $q[30] = 0$
 $q[31] = 0.02$
 $q[32] = 0$

Строка состояния:

H(20)

[illegible]

H(30)

[illegible]

Порядок n-грами	Ентропія	Надлишковість
10 символів	$3.527 < H < 3.678$	$0.27 < R < 0.30$
20 символів	$2.369 < H < 3.075$	$0.39 < R < 0.53$
30 символів	$2.221 < H < 2.811$	$0.44 < R < 0.56$

Висновок:

Дослідили та зрозуміли концепцію ентропії та надлишковості в контексті текстових даних. Реалізували підрахунок частот букв та біграм, створили матрицю біграм. Використали CoolPinkProgram, щоб експериментально виявити залежність ентропії та надлишковості від кількості букв.