

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-31 Федорович Дарина  
ФБ-31 Шваюк Олександра

**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:

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.

### Хід роботи:

Для аналізу використали текст:

<https://gist.github.com/romaklimenko/c95f3a864828f7f034b7a33d1676e420>

Спочатку проводимо підготовку тексту до аналізу, переведення усього тексту у нижній регістр, а також видалення всіх лишніх символів, крім літер російського алфавіту та пробілів. Цей аналіз проводимо двічі один раз з урахуванням пробілів, а інший без них для порівняння результату. Пробіл замінили на «\_».

Наступним кроком є підрахунок частот n-грам. Програма підраховує кількість кожної монограми та кожної біграми. Підрахунок біграм здійснюється з перетином та без. Обраховуємо ентропію монограм  $H_1$  та біграм  $H_2$  та обраховуємо надлишковість  $R$ .

Усі отримані результати записуємо у файл “crypto\_analysis.txt”

Запускаємо код:

```
Аналіз завершено. Результати збережено у 'crypto_analysis.txt'
Process finished with exit code 0
```

*Частота літер з пробілами:*

Символ	Частота
_	0,1678041334
о	0,0952132253
е	0,0685842307
а	0,0684973727
и	0,0551666245
н	0,0546925477
т	0,0483412636
с	0,0437613231
л	0,0422135688
в	0,0377154430
р	0,0370116126
к	0,0287875570
д	0,0252986656
м	0,0248716602
у	0,0231479484
п	0,0216013149
я	0,0186744790
ь	0,0165260033
г	0,0163959965
ы	0,0160917131
б	0,0148073349
э	0,0141460930
ч	0,0121225808
й	0,0096406823
ж	0,0086712345
ш	0,0076978640
х	0,0072024930
ю	0,0053061858
ц	0,0029694243
э	0,0026589768
щ	0,0023698236
ф	0,0016374142
ъ	0,0003676056
ё	0,000056037

*Частота літер без пробілів:*

Символ	Частота
о	0,1144120382
е	0,0824135681
а	0,0823091960
и	0,0662904333
н	0,0657207635
т	0,0580888052
с	0,0525853646
л	0,0507255209
в	0,0453203921
р	0,0444746413
к	0,0345922855
д	0,0303998933
м	0,0298867866
у	0,0278155051
п	0,0259570081
я	0,0224400046
ь	0,0198583098
г	0,0197020883
ы	0,0193364492
б	0,0177930887
э	0,0169985139
ч	0,0145669803
й	0,0115846313
ж	0,0104197038
ш	0,0092500628
х	0,0086548051
ю	0,0063761261
ц	0,0035681796
э	0,0031951334
щ	0,0028476753
ф	0,0019675827
ъ	0,0004417297
ё	0,000067337

	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	0,0057	0,0027	0,0075	0,0148	0,0047	0,0072	0,0042	0,0020	0,0039	0,0113	0,0000	0,0102	0,0026	0,0056	0,0154	0,0120	0,0152	0,0039	0,0155	0,0068	0,0039	0,0007	0,0012	0,0003	0,0055	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0015	0,0000
б	0,0162	0,0000	0,0006	0,0031	0,0008	0,0020	0,0008	0,0011	0,0036	0,0001	0,0008	0,0044	0,0088	0,0027	0,0047	0,0000	0,0008	0,0028	0,0035	0,0048	0,0001	0,0005	0,0010	0,0001	0,0007	0,0012	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0024	0,0000
в	0,0002	0,0010	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0003	0,0021	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000		
г	0,0060	0,0054	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0042	0,0000	0,0005	0,0030	0,0000	0,0001	0,0009	0,0001	0,0011	0,0071	0,0003	0,0006	0,0032	0,0002	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0025	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	
д	0,0007	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0005	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0001	0,0015	0,0000	0,0002	0,0089	0,0000	0,0012	0,0001	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
е	0,0010	0,0041	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0044	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000	0,0002	0,0007	0,0001	0,0016	0,0035	0,0001	0,0021	0,0003	0,0003	0,0016	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0006	0,0004	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000
ж	0,0169	0,0000	0,0011	0,0013	0,0034	0,0024	0,0016	0,0010	0,0012	0,0001	0,0024	0,0010	0,0061	0,0039	0,0070	0,0004	0,0009	0,0065	0,0035	0,0036	0,0001	0,0000	0,0010	0,0003	0,0009	0,0007	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0000	
з	0,0002	0,0013	0,0001	0,0000	0,0000	0,0007	0,0036	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
и	0,0011	0,0050	0,0001	0,0007	0,0004	0,0007	0,0003	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0016	0,0005	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0008	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000
й	0,0187	0,0001	0,0004	0,0024	0,0005	0,0016	0,0023	0,0003	0,0017	0,0007	0,0013	0,0018	0,0047	0,0028	0,0030	0,0002	0,0002	0,0006	0,0028	0,0032	0,0000	0,0000	0,0015	0,0011	0,0012	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0016	0,0000	
к	0,0078	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000																							

Біграми, що не перетинаються з пробілам:

	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	0,0058	0,0027	0,0075	0,0148	0,0047	0,0072	0,0042	0,0020	0,0039	0,0113	0,0000	0,0103	0,0026	0,0056	0,0153	0,0120	0,0151	0,0040	0,0155	0,0068	0,0039	0,0007	0,0012	0,0003	0,0055	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0014	0,0000
б	0,0162	0,0000	0,0006	0,0031	0,0008	0,0020	0,0009	0,0011	0,0037	0,0001	0,0008	0,0043	0,0090	0,0027	0,0046	0,0000	0,0008	0,0028	0,0035	0,0048	0,0001	0,0005	0,0010	0,0001	0,0007	0,0012	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0024	0,0000	
в	0,0002	0,0010	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0003	0,0022	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0011	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000		
г	0,0061	0,0053	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0042	0,0000	0,0004	0,0030	0,0000	0,0001	0,0009	0,0001	0,0011	0,0070	0,0003	0,0006	0,0032	0,0002	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0025	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	
д	0,0007	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0005	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0001	0,0014	0,0000	0,0002	0,0009	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
е	0,0011	0,0041	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0044	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000	0,0002	0,0007	0,0001	0,0015	0,0036	0,0001	0,0021	0,0003	0,0003	0,0016	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0005	0,0004	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	
ж	0,0169	0,0000	0,0011	0,0013	0,0035	0,0024	0,0015	0,0009	0,0012	0,0001	0,0024	0,0010	0,0061	0,0039	0,0072	0,0004	0,0009	0,0064	0,0036	0,0036	0,0001	0,0000	0,0010	0,0003	0,0009	0,0006	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0000	
з	0,0002	0,0013	0,0001	0,0000	0,0000	0,0007	0,0036	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
и	0,0011	0,0049	0,0002	0,0007	0,0004	0,0007	0,0003	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0017	0,0006	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0009	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000
й	0,0186	0,0001	0,0004	0,0024	0,0005	0,0016	0,0023	0,0003	0,0017	0,0007	0,0013	0,0018	0,0047	0,0028	0,0030	0,0002	0,0002	0,0006	0,0027	0,0032	0,0000	0,0000	0,0016	0,0011	0,0012	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0016	0,0000	
к	0,0078	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
л	0,0048	0,0067	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0017	0,0004	0,0000	0,0015	0,0001	0,0004	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
м	0,0078	0,0068	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0037	0,0003	0,0000	0,0061	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0002	0,0059	0,0002	0,0000	0,0013	0,0001	0,0012	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0035	0,0000	0,0010	0,0017	0,0000	
н	0,0074	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0011	0,0034	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
о	0,0046	0,0101	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011	0,0090	0,0000	0,0000	0,0071	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0026	0,0006	0,0000	0,0001	0,0005	0,0005	0,0023	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0030	0,0010	0,0000	0,0001	0,0029	0,0000	
п	0,0214	0,0000	0,0031	0,0074	0,0045	0,0043	0,0021	0,0016	0,0008	0,0008	0,0036	0,0016	0,0065	0,0049	0,0068	0,0002	0,0011	0,0062	0,0065	0,0066	0,0001	0,0003	0,0006	0,0001	0,0013	0,0012	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0006	0,0000	
р	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0059	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0007	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
с	0,0014	0,0078	0,0001	0,0003	0,0004	0,0061	0,0004	0,0000	0,0049	0,0000	0,0002	0,0001	0,0002	0,0006	0,0065	0,0001	0,0000	0,0002	0,0007	0,0026	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0016	0,0010	0,0000	0,0001	0,0010	0,0000	0,0000	
т	0,0029	0,0015	0,0001	0,0017	0,0000	0,0003	0,0036	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0045	0,0024	0,0010	0,0008	0,0026	0,0017	0,0002	0,0007	0,0107	0,0008	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0029	0,0000	0,0001	0,0030	0,0000
у	0,0045	0,0056	0,0000	0,0024	0,0000	0,0002	0,0043	0,0000	0,0000	0,0032	0,0000	0,0004	0,0003	0,0000	0,0009	0,0138	0,0001	0,0026	0,0008	0,0001	0,0015	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0054	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	
ф	0,0062	0,0001	0,0005	0,0008	0,0012	0,0018	0,0001	0,0013	0,0007	0,0000	0,0001	0,0008	0,0013	0,0010	0,0003	0,0000	0,0006	0,0006	0,0012	0,0014	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0008	0,0008	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0001	0,0000	
х	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ц	0,0032	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0022	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ч	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ш	0,0002	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
щ	0,0001	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,0004	0,0005	0,0000	0,0004	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ъ	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ы	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	
ь	0,0041	0,0000	0,0004	0,0011	0,0001	0,0001	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0002	0,0025	0,0014	0,0003	0,0000	0,0001	0,0003	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
э	0,0102	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0010	0,0000	0,0003	0,0010	0,0001	0,0000	0,0000	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0004	0,0000	
ю	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
я	0,0031	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,000																					



Біграми, що 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	ть	ы	ь	э	ю	я	ё		
а	0,0003	0,0016	0,0055	0,0015	0,0032	0,0016	0,0014	0,0048	0,0015	0,0009	0,0065	0,0109	0,0040	0,0077	0,0015	0,0028	0,0038	0,0060	0,0066	0,0006	0,0006	0,0013	0,0001	0,0014	0,0016	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0010	0,0031	0,0000		
б	0,0013	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0003	0,0009	0,0000	0,0004	0,0027	0,0000	0,0013	0,0001	0,0000	0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0048	0,0001	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000		
в	0,0066	0,0003	0,0004	0,0004	0,0007	0,0053	0,0001	0,0007	0,0039	0,0000	0,0008	0,0013	0,0004	0,0019	0,0090	0,0011	0,0009	0,0046	0,0007	0,0010	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0013	0,0000	0,0000	0,0030	0,0002	0,0004	0,0000	0,0003	0,0000		
г	0,0011	0,0000	0,0001	0,0000	0,0012	0,0006	0,0000	0,0001	0,0009	0,0000	0,0001	0,0018	0,0000	0,0004	0,0107	0,0001	0,0014	0,0002	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
д	0,0049	0,0001	0,0012	0,0001	0,0001	0,0053	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0004	0,0009	0,0001	0,0020	0,0043	0,0002	0,0026	0,0005	0,0004	0,0019	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0007	0,0005	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000		
е	0,0002	0,0024	0,0035	0,0047	0,0039	0,0023	0,0014	0,0021	0,0015	0,0029	0,0021	0,0077	0,0059	0,0100	0,0019	0,0031	0,0083	0,0063	0,0051	0,0006	0,0001	0,0014	0,0004	0,0017	0,0009	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0006	0,0000	
ж	0,0015	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0044	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0014	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
з	0,0060	0,0002	0,0009	0,0005	0,0009	0,0004	0,0002	0,0001	0,0004	0,0000	0,0003	0,0003	0,0003	0,0020	0,0007	0,0002	0,0003	0,0003	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0010	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000	
и	0,0004	0,0014	0,0051	0,0012	0,0029	0,0033	0,0006	0,0027	0,0022	0,0015	0,0035	0,0060	0,0040	0,0057	0,0021	0,0026	0,0013	0,0055	0,0047	0,0006	0,0001	0,0020	0,0014	0,0020	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0021	0,0000		
й	0,0002	0,0004	0,0007	0,0004	0,0008	0,0001	0,0002	0,0002	0,0007	0,0000	0,0008	0,0003	0,0004	0,0011	0,0006	0,0009	0,0004	0,0017	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000		
к	0,0084	0,0005	0,0007	0,0002	0,0003	0,0006	0,0002	0,0001	0,0032	0,0000	0,0004	0,0005	0,0002	0,0027	0,0103	0,0004	0,0020	0,0006	0,0008	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000		
л	0,0082	0,0004	0,0009	0,0004	0,0007	0,0050	0,0005	0,0002	0,0079	0,0000	0,0016	0,0002	0,0002	0,0011	0,0080	0,0011	0,0003	0,0024	0,0004	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0013	0,0042	0,0001	0,0012	0,0021	0,0000		
м	0,0033	0,0004	0,0008	0,0004	0,0004	0,0035	0,0001	0,0002	0,0045	0,0000	0,0007	0,0003	0,0003	0,0020	0,0048	0,0011	0,0003	0,0010	0,0003	0,0032	0,0001	0,0001	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0000		
н	0,0122	0,0004	0,0006	0,0003	0,0016	0,0108	0,0001	0,0002	0,0091	0,0000	0,0005	0,0001	0,0001	0,0038	0,0105	0,0007	0,0002	0,0012	0,0008	0,0030	0,0000	0,0001	0,0006	0,0004	0,0001	0,0001	0,0000	0,0036	0,0012	0,0001	0,0002	0,0035	0,0000		
о	0,0002	0,0053	0,0116	0,0060	0,0062	0,0033	0,0024	0,0016	0,0024	0,0043	0,0032	0,0082	0,0068	0,0108	0,0025	0,0035	0,0079	0,0101	0,0093	0,0007	0,0005	0,0009	0,0001	0,0027	0,0015	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0007	0,0011	0,0000		
п	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0001	0,0008	0,0000	0,0001	0,0101	0,0001	0,0071	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0008	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	
р	0,0095	0,0002	0,0005	0,0004	0,0005	0,0073	0,0004	0,0001	0,0060	0,0000	0,0004	0,0001	0,0003	0,0009	0,0078	0,0003	0,0001	0,0005	0,0008	0,0033	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0019	0,0011	0,0000	0,0002	0,0012	0,0000		
с	0,0018	0,0002	0,0024	0,0001	0,0005	0,0044	0,0001	0,0001	0,0018	0,0000	0,0055	0,0029	0,0013	0,0014	0,0033	0,0023	0,0004	0,0012	0,0132	0,0011	0,0000	0,0002	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0035	0,0001	0,0001	0,0036	0,0000		
т	0,0067	0,0003	0,0033	0,0002	0,0004	0,0052	0,0001	0,0001	0,0043	0,0000	0,0007	0,0004	0,0002	0,0016	0,0169	0,0005	0,0033	0,0015	0,0004	0,0019	0,0000	0,0001	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0066	0,0001	0,0001	0,0007	0,0000		
у	0,0002	0,0009	0,0016	0,0016	0,0024	0,0003	0,0017	0,0010	0,0007	0,0001	0,0015	0,0017	0,0015	0,0012	0,0005	0,0014	0,0009	0,0021	0,0019	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0014	0,0009	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011	0,0002	0,0000	
ф	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
х	0,0011	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0030	0,0004	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ц	0,0007	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ч	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0044	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ш	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
щ	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ть	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	
ы	0,0001	0,0008	0,0017	0,0002	0,0003	0,0014	0,0001	0,0002	0,0005	0,0018	0,0005	0,0031	0,0019	0,0009	0,0003	0,0006	0,0004	0,0013	0,0009	0,0001	0,0000	0,0012	0,0000	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	
ь	0,0007	0,0006	0,0013	0,0003	0,0005	0,0020	0,0001	0,0004	0,0011	0,0000	0,0020	0,0002	0,0007	0,0024	0,0009	0,0010	0,0002	0,0021	0,0006	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0005	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0005	0,0006	0,0000	0,0000	
э	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ю	0,0001	0,0007	0,0003	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0003	0,0001	0,0002	0,0003	0,0002	0,0004	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
я	0,0004	0,0005	0,0016	0,0005	0,0013	0,0005	0,0007	0,0019	0,0011	0,0000	0,0011	0,0012	0,0008	0,0023	0,0009	0,0011	0,0003	0,0021	0,0022	0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0005	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	

Біграми, що не 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	е			
а		0,0003	0,0015	0,0055	0,0014	0,0032	0,0017	0,0014	0,0049	0,0015	0,0009	0,0066	0,0109	0,0040	0,0077	0,0014	0,0028	0,0038	0,0059	0,0066	0,0006	0,0006	0,0013	0,0002	0,0015	0,0016	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0009	0,0031	0,0000			
б		0,0012	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0003	0,0009	0,0000	0,0004	0,0027	0,0000	0,0013	0,0001	0,0000	0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0048	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000				
в		0,0066	0,0003	0,0004	0,0004	0,0006	0,0053	0,0001	0,0007	0,0039	0,0000	0,0008	0,0013	0,0004	0,0019	0,0089	0,0010	0,0009	0,0046	0,0007	0,0010	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0013	0,0000	0,0000	0,0029	0,0002	0,0003	0,0000	0,0003	0,0000			
г		0,0011	0,0000	0,0001	0,0000	0,0012	0,0006	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0001	0,0018	0,0000	0,0003	0,0108	0,0001	0,0014	0,0002	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
д		0,0050	0,0001	0,0012	0,0001	0,0001	0,0052	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0004	0,0008	0,0001	0,0020	0,0043	0,0002	0,0026	0,0005	0,0004	0,0019	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0007	0,0005	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000			
е		0,0002	0,0024	0,0035	0,0047	0,0039	0,0023	0,0014	0,0021	0,0015	0,0029	0,0021	0,0077	0,0058	0,0101	0,0019	0,0031	0,0083	0,0063	0,0050	0,0006	0,0001	0,0014	0,0004	0,0017	0,0009	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0006	0,0000		
ж		0,0015	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0044	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0014	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
з		0,0060	0,0002	0,0009	0,0005	0,0009	0,0004	0,0002	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0004	0,0020	0,0007	0,0002	0,0003	0,0003	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0010	0,0000	0,0002	0,0006	0,0000	
и		0,0003	0,0014	0,0052	0,0012	0,0029	0,0033	0,0006	0,0026	0,0022	0,0015	0,0035	0,0059	0,0039	0,0057	0,0021	0,0027	0,0013	0,0055	0,0047	0,0006	0,0001	0,0020	0,0014	0,0020	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0021	0,0000	
й		0,0002	0,0004	0,0007	0,0004	0,0008	0,0001	0,0002	0,0002	0,0006	0,0000	0,0008	0,0003	0,0004	0,0012	0,0006	0,0009	0,0004	0,0017	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	
к		0,0083	0,0005	0,0007	0,0002	0,0003	0,0007	0,0002	0,0001	0,0032	0,0000	0,0004	0,0005	0,0002	0,0028	0,0103	0,0004	0,0020	0,0006	0,0008	0,0018	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000		
л		0,0082	0,0004	0,0009	0,0005	0,0007	0,0050	0,0005	0,0002	0,0079	0,0000	0,0015	0,0002	0,0002	0,0012	0,0081	0,0010	0,0003	0,0025	0,0004	0,0016	0,0000	0,0001	0,0000	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0042	0,0001	0,0012	0,0020	0,0000	
м		0,0034	0,0004	0,0009	0,0004	0,0004	0,0034	0,0001	0,0002	0,0046	0,0000	0,0007	0,0003	0,0003	0,0020	0,0048	0,0011	0,0002	0,0010	0,0003	0,0032	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0000		
н		0,0123	0,0004	0,0006	0,0003	0,0016	0,0107	0,0001	0,0002	0,0090	0,0000	0,0005	0,0001	0,0001	0,0037	0,0105	0,0006	0,0002	0,0012	0,0008	0,0030	0,0000	0,0001	0,0006	0,0004	0,0001	0,0002	0,0000	0,0036	0,0011	0,0001	0,0002	0,0035	0,0000	0,0000		
о		0,0002	0,0053	0,0115	0,0061	0,0062	0,0033	0,0024	0,0016	0,0024	0,0042	0,0032	0,0082	0,0067	0,0108	0,0025	0,0036	0,0079	0,0005	0,0009	0,0001	0,0027	0,0015	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0000		
п		0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0001	0,0007	0,0000	0,0001	0,0100	0,0001	0,0070	0,0000	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0008	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000		
р		0,0095	0,0002	0,0005	0,0004	0,0005	0,0073	0,0004	0,0001	0,0060	0,0000	0,0004	0,0001	0,0003	0,0010	0,0079	0,0003	0,0001	0,0005	0,0008	0,0032	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0019	0,0011	0,0000	0,0002	0,0013	0,0000	0,0000		
с		0,0018	0,0002	0,0024	0,0001	0,0005	0,0043	0,0001	0,0001	0,0018	0,0000	0,0055	0,0029	0,0013	0,0014	0,0033	0,0023	0,0004	0,0012	0,0130	0,0011	0,0000	0,0002	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0035	0,0001	0,0001	0,0036	0,0000	0,0000		
т		0,0067	0,0003	0,0033	0,0002	0,0004	0,0052	0,0001	0,0001	0,0044	0,0000	0,0007	0,0004	0,0002	0,0016	0,0170	0,0005	0,0032	0,0015	0,0004	0,0019	0,0000	0,0001	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,0067	0,0001	0,0001	0,0007	0,0000		
у		0,0002	0,0009	0,0016	0,0016	0,0023	0,0003	0,0017	0,0010	0,0008	0,0001	0,0015	0,0017	0,0015	0,0012	0,0005	0,0014	0,0009	0,0021	0,0019	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0014	0,0009	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011	0,0002	0,0000	0,0000		
ф		0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
х		0,0011	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0029	0,0004	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ц		0,0007	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ч		0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
ш		0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0000	0,0000	0,0021	0,0000	0,0005	0,0006	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
щ		0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ъ		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ы		0,0001	0,0008	0,0017	0,0003	0,0003	0,0014	0,0001	0,0002	0,0005	0,0018	0,0005	0,0032	0,0018	0,0009	0,0003	0,0006	0,0004	0,0013	0,0009	0,0001	0,0000	0,0012	0,0000	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	
ь		0,0007	0,0006	0,0013	0,0003	0,0005	0,0019	0,0001	0,0004	0,0011	0,0000	0,0020	0,0002	0,0007	0,0024	0,0009	0,0010	0,0002	0,0021	0,0006	0,0003	0,0000	0,0001	0,0001	0,0005	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0005	0,0007	0,0000
э		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
ю		0,0001	0,0007	0,0003	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0003	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0004	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

Ентропія ймовірного ансамблю:

$$H(Z) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

де  $n$ -кількість літер у тексті ,  $p_i$ -це частота  $i$ -того символу.

Надлишковість джерела відкритого тексту:

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

*Ентропія та надмірність з пробілами:*

```
Ентропія та надмірність:  
H1: 4.3698544396  
H2 (Перетин): 3.5758799715  
H2 (Без перетину): 2.2878734706  
  
R1: 0.1410542787  
R2 (Перетин): 0.2971191961  
R2 (Без перетину): 0.5502918563
```

*Ентропія та надмірність без пробілів:*

```
Ентропія та надмірність:  
H1: 4.4667340453  
H2 (Перетин): 3.8277814147  
H2 (Без перетину): 2.4136655851  
  
R1: 0.1145152540  
R2 (Перетин): 0.2411811361  
R2 (Без перетину): 0.5215152647
```



H(10):

$$2,6836 < H < 3,2489$$

$$1. R = 1 - \frac{2,6836}{5} = 0,46328$$

$$2. R = 1 - \frac{3,2489}{5} = 0,35022$$

$$0,35022 < R < 0,46328$$

H(20):

$$1,8669 < H < 2,4883$$

$$1. R = 1 - \frac{1,8669}{5} = 0,62662$$

$$2. R = 1 - \frac{2,4883}{5} = 0,50234$$



H(30):

[illegible]

$$2,1637 < H < 2,8658$$

$$1. R = 1 - \frac{2,1637}{5} = 0,56726$$

$$2. R = 1 - \frac{2,8658}{5} = 0,42684$$

$$0,42684 < R < 0,56726$$

*Висновок:*

У ході виконання роботи було закріплено поняття ентропії на символ джерела та надлишковості, а також досліджено різні моделі джерела відкритого тексту. Було реалізовано програмний підхід для підрахунку частот літер і біграм, що дало змогу визначити значення ентропії  $H_1$  та  $H_2$  для тексту з пробілами та без них. Отримані результати показали, що вилучення пробілів впливає на значення ентропії та надлишковості, оскільки змінюється розподіл імовірностей символів.

Крім того, за допомогою програми CoolPinkProgram було оцінено значення  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .