

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

Виконав:

ФБ-31 Пилипенко Дмитро

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:

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.
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.

1.

```
результати з пробілами
H1 : 4.38230
R1 : 0.13861
H2 (з перекриттям) : 3.99451
R2 (з перекриттям) : 0.21483
H2 (без перекриття) : 3.99413
R2 (без перекриття) : 0.21491

результати без пробілів
H1 : 4.45304
R1 : 0.11723
H2 (з перекриттям) : 4.14776
R2 (з перекриттям) : 0.17775
H2 (без перекриття) : 4.14757
R2 (без перекриття) : 0.17779

Файл 'Lab1_Results.xlsx' збережено. Кількість аркушів: 7
```

	A	B	C
1	Показник	З пробілами	Без пробілів
2	H1 (біт/символ)	4,382299904	4,453037089
3	R1 (надлишковість)	0,138607978	0,117230537
4	H2 (з перекриттям)	3,994507886	4,147763329
5	R2 (з перекриттям)	0,21483301	0,177747965
6	H2 (без перекриття)	3,994130465	4,147574087
7	R2 (без перекриття)	0,214907196	0,177785481

Частота літер з пробілами

	A	B	C
1		Частота	
2	о	0,110617	
3	а	0,086468	
4	е	0,081273	
5	и	0,068421	
6	н	0,064102	
7	т	0,060284	
8	л	0,052584	
9	с	0,050675	
10	р	0,047453	
11	в	0,047137	
12	к	0,036568	
13	у	0,030046	
14	м	0,030004	
15	п	0,028425	
16	д	0,028101	
17	г	0,019203	
18	я	0,019066	
19	з	0,017771	
20	ь	0,017764	
21	ы	0,017291	
22	ч	0,015899	
23	б	0,015483	
24	й	0,011719	
25	ж	0,009007	
26	ш	0,008728	
27	х	0,008227	
28	ю	0,005278	
29	щ	0,003537	
30	ц	0,003316	
31	э	0,003072	
32	ф	0,002158	
33	ъ	0,000321	
34			

Частота літер без пробілів

	A	B	C
1		Частота	
2		0,156355	
3	о	0,093322	
4	а	0,072948	
5	е	0,068566	
6	и	0,057723	
7	н	0,054079	
8	т	0,050859	
9	л	0,044362	
10	с	0,042752	
11	р	0,040033	
12	в	0,039767	
13	к	0,030851	
14	у	0,025348	
15	м	0,025313	
16	п	0,02398	
17	д	0,023707	
18	г	0,016201	
19	я	0,016085	
20	з	0,014992	
21	ь	0,014987	
22	ы	0,014588	
23	ч	0,013413	
24	б	0,013062	
25	й	0,009886	
26	ж	0,007599	
27	ш	0,007364	
28	х	0,006941	
29	ю	0,004453	
30	щ	0,002984	
31	ц	0,002798	
32	э	0,002592	
33	ф	0,00182	
34	ъ	0,000271	

## Біграми з пробілом і перетином

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	
<b>а</b>	0,002823	0,006319	0,016073	0,004446	0,005301	0,002788	0,001825	0,004572	0,010909	9,87E-06	0,009472	0,00275	0,005777	0,014916	0,009496	0,01669	0,003881	0,014637	0,007251	0,004058	
<b>б</b>	0,017626	2,54E-05	0,000568	0,002554	0,000918	0,002251	0,001111	0,001091	0,003893	0,000316	0,000578	0,00429	0,008671	0,003129	0,005164	5,5E-05	0,000907	0,004378	0,004064	0,004937	
<b>в</b>	0,000192	0,000956	1,13E-05	2,12E-05	1,83E-05	7,05E-06	0,002324	1,13E-05	1,41E-06	0,000663	0	0,000159	0,00057	4,51E-05	0,000317	0,001945	1,41E-06	0,001073	8,18E-05	4,23E-06	
<b>г</b>	0,006805	0,006358	1,13E-05	0,000118	2,26E-05	0,000272	0,005635	0	0,000417	0,003538	0	0,000234	0,000589	0,000123	0,000886	0,006323	0,000227	0,000618	0,002125	0,000293	
<b>д</b>	0,00144	0,004204	7,05E-05	0,000922	1,41E-05	1,13E-05	0,003867	5,22E-05	9,87E-06	0,001991	0	0,000303	0,000422	0,000131	0,001936	0,003269	0,000104	0,000967	0,000361	0,000204	
<b>е</b>	0,015824	0,000135	0,000873	0,002124	0,002951	0,002826	0,001296	0,000761	0,001933	0,000219	0,00186	0,001459	0,005945	0,003679	0,006302	0,000221	0,001211	0,006506	0,004091	0,005226	
<b>ж</b>	0,000259	0,001321	2,4E-05	0	1,41E-05	0,000719	0,002968	9,87E-06	0	0,001134	0	0,000141	4,09E-05	9,87E-06	0,000633	5,64E-05	0	4,23E-06	2,12E-05	2,82E-06	
<b>з</b>	0,001565	0,005483	0,000172	0,001097	0,000274	0,000866	0,000603	8,74E-05	8,74E-05	0,000495	0	0,000114	0,000345	0,000238	0,001386	0,000665	4,37E-05	0,000259	1,27E-05	4,23E-06	
<b>и</b>	0,01604	0,00024	0,000574	0,000496	0,0001496	0,001658	0,000248	0,0002198	0,000506	0,001624	0,002691	0,006159	0,002555	0,003274	0,000419	0,000323	0,001114	0,002919	0,004109	0,000124	
<b>й</b>	0,007815	4,23E-05	2,26E-05	1,83E-05	1,69E-05	0,000103	1,41E-06	1,41E-06	1,41E-06	1,13E-05	0	0,00014	1,55E-05	4,79E-05	0,000408	2,12E-05	1,41E-05	2,82E-06	0,000378	0,000393	
<b>к</b>	0,004181	0,007101	5,64E-06	0,000553	2,82E-06	0	0,000869	4,79E-05	1,83E-05	0,002896	0	2,54E-05	0,000809	5,64E-06	0,000692	0,00844	7,05E-06	0,002112	0,00144	0,000709	
<b>л</b>	0,007863	0,00754	7,9E-05	2,82E-05	0,000118	7,05E-05	0,004462	0,000213	3,1E-05	0,006262	0	0,000403	0,000429	5,92E-05	0,000471	0,006236	6,49E-05	0	0,01973	0,000206	
<b>м</b>	0,007279	0,00359	1,55E-05	8,04E-05	8,04E-05	1,41E-05	0,003119	0	1,41E-06	0,002824	0	0,000118	0,000199	9,02E-05	0,001392	0,002915	9,73E-05	0,000279	8,6E-05	0,001729	
<b>н</b>	0,003283	0,000176	5,64E-06	3,38E-05	0,000102	0,000857	0,008826	1,41E-05	5,92E-05	0,007052	0	0,000267	0	4,23E-06	0,003115	7,05E-06	4,09E-05	0,000502	0,000831	0,003747	
<b>о</b>	0,020748	2,4E-05	0,002997	0,000699	0,004364	0,004517	0,001533	0,001569	0,001486	0,000668	0,003823	0,002572	0,006296	0,005691	0,005405	0,000209	0,001379	0,00619	0,005598	0,006513	
<b>п</b>	4,79E-05	0,001671	0	1,41E-06	0	0	0,002131	0	0	0,001259	0	9,02E-05	0,000898	0	0,000255	0,009194	6,2E-05	0,006512	3,38E-05	0,000152	
<b>р</b>	0,001451	0,00756	7,19E-05	0,000496	0,001017	0,000259	0,005622	0,000228	4,65E-05	0,005584	0	0,000408	0,000259	0,000199	0,00069	0,007952	7,35E-05	5,92E-05	0,000161	0,000929	
<b>с</b>	0,002896	0,001671	7,19E-05	0,001486	2,96E-05	0,000252	0,002956	3,81E-05	1,97E-05	0,001808	0	0,000392	0,002478	0,000595	0,000867	0,002612	0,001619	0,000175	0,000925	0,009752	
<b>т</b>	0,005655	0,005595	3,1E-05	0,000196	7,05E-06	0,000157	0,005722	0	7,05E-06	0,003448	0	0,000728	0,000217	3,53E-05	0,001262	0,013288	9,87E-05	0,002868	0,000795	6,49E-05	
<b>ү</b>	0,006408	0,000111	0,000642	0,000733	0,000935	0,001806	0,000176	0,000197	0,000281	2,96E-05	0	0,000147	0,0002196	0,000938	0,000529	1,13E-05	0,000633	0,000972	0,001221	0,001653	
<b>ф</b>	3,1E-05	0,000274	1,41E-06	0	0	1,41E-06	0,000505	0	0	0,000336	0	0	8,88E-05	0	2,82E-06	0,000245	1,41E-06	0,000186	2,26E-05	1,69E-05	
<b>х</b>	0,002891	0,000573	1,41E-06	0,000173	5,92E-05	2,82E-06	6,35E-05	0	0	0,000337	0	9,87E-06	0,000168	5,92E-05	0,000338	0,001785	4,23E-06	0,000199	4,94E-05	2,54E-05	
<b>ц</b>	0,000337	0,006536	1,41E-06	6,35E-05	0	0	0,000333	0	0	0,000286	0	1,41E-05	5,64E-05	1,41E-06	0	0,000258	1,41E-06	3,81E-05	0	4,23E-06	
<b>ч</b>	0,000522	0,002252	0	2,82E-06	1,41E-06	0	0,003799	0	1,41E-06	0,001554	0	0,000492	2,54E-05	4,23E-06	0,000781	6,35E-05	4,23E-06	6,63E-05	1,41E-06	0,003054	
<b>ш</b>	7,05E-05	0,001022	0	6,49E-05	0	0	0,002063	0	0	0,001811	0	0,000392	0,000443	7,05E-06	0,000384	0,000244	4,79E-05	5,64E-06	0	9,59E-05	
<b>щ</b>	3,38E-05	0,000443	0	0	0	0	0,001249	0	0	0,001031	0	0	0	0	0	5,5E-05	4,23E-06	0	2,82E-06	0	
<b>ъ</b>	0	0	0	0	0	0	0,000111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>ы</b>	0,003716	2,82E-06	0,000259	0,000843	0,000106	0,000104	0,000897	7,37E-05	7,47E-05	1,41E-05	0	0,001787	0,000202	0,000199	0,001248	0,000162	2,82E-06	0,000149	0,000275	2,82E-06	
<b>ь</b>	0,009118	4,23E-06	4,37E-05	5,64E-05	8,18E-05	0,000113	0,000777	2,82E-06	0,000124	7,33E-05	0	0,000914	5,64E-06	0,00024	0,001262	2,82E-05	3,24E-05	8,46E-06	0,000712	0,000265	
<b>э</b>	1,41E-05	0	0	0	0,42E-06	0	0	0	0,42E-06	0	9,87E-06	3,1E-05	2,12E-05	9,87E-06	1,69E-05	0	5,64E-06	1,13E-05	1,41E-05	0,002418	0
<b>ю</b>	0,002541	1,41E-06	0,000168	1,97E-05	9,87E-06	0,000234	0	5,64E-06	2,82E-06	1,41E-06	0	4,37E-05	2,96E-05	6,06E-05	4,23E-06	4,23E-06	5,08E-05	0,000176	0,000293	0	
<b>я</b>	0,009205	7,05E-06	2,26E-05	0,00046	0,000111	0,000563	9,31E-05	0,000121	0,000259	4,23E-05	4,79E-05	0,000203	0,000816	0,000317	0,000563	5,64E-06	7,47E-05	9,59E-05	0,00077	0,001265	

Φ	х	ц	ч	ш	щ	ь	ы	ъ	б	ы	э	ю	я
0,000719	0,001098	0,000255	0,005112	0,001035	0,000138	0	0	0	0	0,0002379	5,64E-05	0,001571	
0,000189	0,001128	7,19E-05	0,000933	0,000795	0,000343	0	0	0	0	1,55E-05	0,000735	0,002129	
0	2,82E-05	1,41E-06	5,64E-06	7,05E-06	0,000013	0,000147	0,002748	3,24E-05	0	1,69E-05	0,000324		
0	3,95E-05	3,81E-05	0,000011	0,000956	1,69E-05	7,05E-06	0,002616	0,000478	0	0	0,000257		
0	0	0	4,94E-05	1,41E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	3,38E-05	0,0000212	6,77E-05	0,000161	0	5,64E-05	0,000488	0,000526	0	9,87E-06	0,000413		
0,0000118	0,000399	0,0000331	0,001066	0,000653	0,000581	0	0	0	0	4,23E-06	0,000179	0,000175	
0	0	0	0	3,53E-05	0	0	0	0	0	1,83E-05	0	0	
0	0	0	0	1,41E-05	2,82E-06	0	2,12E-05	0,000384	0,000131	0	1,41E-06	0,0002	
7,76E-05	0,001445	0,000974	0,001722	0,000499	0,000199	0	0	0	0	4,23E-06	0,000245	0,000996	
4,23E-06	0	8,32E-05	0,0000175	0,000172	1,83E-05	0	0	0	0	1,41E-06	0	1,41E-05	
0	4,23E-06	2,54E-05	4,23E-06	1,13E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,13E-05	5,64E-06	0	0,000138	1,41E-05	1,41E-06	0	0	0,00086	0,003511	5,64E-06	0,000678	0,001323	
4,23E-06	0	7,05E-06	2,96E-05	1,41E-05	2,82E-06	0	0,000699	4,51E-05	4,23E-06	0	0,000518		
6,91E-05	1,41E-06	0,0000305	0,000171	4,23E-06	0,000173	0	0,003202	0,000922	0	0,000158	0,001402		
0,0000309	0,000486	0,0000121	0,000175	0,0000776	0,000221	0	0	0	0	0,000145	0,		

Біграми з пробілом і без перетину

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1			a	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	
2			0	0,00286	0,00636	0,01612	0,00451	0,00527	0,00285	0,00189	0,00445	0,01097	1,7E-05	0,00957	0,00277	0,00571	0,01471	0,00961	0,01652	0,00389
3	а		0,01746	1,4E-05	0,00056	0,00249	0,0009	0,00226	0,00108	0,00108	0,00392	0,0003	0,00054	0,00427	0,00848	0,00311	0,00509	5,6E-05	0,00094	0,00434
4	б		0,00017	0,00094	1,1E-05	2E-05	1,7E-05	2,8E-06	0,00237	1,1E-05	0	0,00068	0	0,00017	0,00055	4,8E-05	0,00028	0,00185	2,8E-06	0,00108
5	в		0,0069	0,0065	8,5E-06	0,00012	3,1E-05	0,00028	0,00561	0	0,00041	0,00349	0	0,00025	0,0006	0,00012	0,00091	0,00634	0,00022	0,00062
6	г		0,00052	0,00217	0	2,8E-06	0	0,00094	0,00055	0	2,8E-06	0,00069	0	7,3E-05	0,00157	5,6E-06	0,00041	0,00764	0	0,00121
7	д		0,00143	0,00424	7,6E-05	0,00088	1,7E-05	1,4E-05	0,00386	5,1E-05	1,4E-05	0,00202	0	0,0003	0,00044	0,00015	0,00191	0,00314	0,0001	0,00096
8	е		0,01596	0,00013	0,00086	0,00214	0,00287	0,00292	0,00129	0,00074	0,00136	0,00021	0,00185	0,00149	0,00598	0,00376	0,00646	0,00025	0,00127	0,00633
9	ж		0,00027	0,00133	3,1E-05	0	1,7E-05	0,00077	0,00294	8,5E-06	0	0,00116	0	0,00013	3,9E-05	8,5E-06	0,00065	5,6E-05	0	2,8E-06
10	з		0,00163	0,00561	0,00015	0,00104	0,00026	0,00092	0,00064	9,9E-05	8,7E-05	0,00048	0	0,0001	0,00038	0,00023	0,00138	0,00067	4,5E-05	0,00025
11	и		0,01615	0,00027	0,00062	0,00279	0,00046	0,0015	0,0016	0,0023	0,00214	0,00048	0,00168	0,00261	0,0063	0,00257	0,00331	0,0042	0,00033	0,00112
12	й		0,00761	2,8E-06	2E-05	2E-05	1,7E-05	9,3E-05	0	2,8E-06	2,8E-06	1,7E-05	0	0,00016	1,4E-05	3,9E-05	0,00042	2E-05	1,4E-05	2,8E-06
13	к		0,0041	0,00719	2,8E-06	0,00056	5,6E-06	0	0,00095	3,4E-05	1,7E-05	0,00289	0	2E-05	0,0008	2,8E-06	0,00069	0,00849	8,5E-06	0,00209
14	л		0,00772	0,00754	8,5E-05	3,1E-05	0,00011	5,4E-05	0,00436	0,00018	2,8E-05	0,00622	0	0,0004	0,0039	5,4E-05	0,00049	0,00629	6,5E-05	0
15	м		0,0072	0,00356	1,7E-05	7,3E-05	6,5E-05	5,6E-06	0,00312	0	2,8E-06	0,00283	0	0,00012	0,00021	9,3E-05	0,00139	0,00293	0,00019	9,9E-05
16	н		0,0034	0,00928	5,6E-06	3,4E-05	0,0001	0,00084	0,00864	8,5E-06	6,8E-05	0,00713	0	0,00025	0	5,6E-06	0,00315	0,00961	8,5E-06	3,9E-05
17	о		0,02053	1,7E-05	0,00304	0,00697	0,00433	0,0045	0,00153	0,00151	0,00073	0,00389	0,00253	0,00628	0,00578	0,00535	0,0002	0,00134	0,00622	
18	п		4,8E-05	0,00169	0	2,8E-06	0	0	0,00218	0	0	0,00124	0	7,6E-05	0,00093	0	0,00025	0,00917	6,2E-05	0,00664
19	р		0,00142	0,00761	5,9E-05	0,00053	0,00104	0,00027	0,0057	0,00023	3,9E-05	0,00543	0	0,00039	0,00025	0,00017	0,00102	0,00803	7,1E-05	5,6E-05
20	с		0,00292	0,00161	9,3E-05	0,0015	3,4E-05	0,00026	0,00294	3,7E-05	2E-05	0,00173	0	0,00387	0,00253	0,00056	0,00083	0,00258	0,00157	0,00018
21	т		0,00575	0,00559	2,8E-05	0,00191	5,6E-06	0,00014	0,00576	0	1,1E-05	0,0034	0	0,00075	0,00022	2,8E-05	0,00131	0,01339	0,00011	0,00282
22	у		0,00642	8,2E-05	0,00066	0,0008	0,00091	0,00186	0,00017	0,00115	0,00028	2,8E-05	0,00014	0,00094	0,00229	0,00093	0,00051	5,6E-06	0,0006	0,00095
23	ф		2,8E-05	0,00032	0	0	0	2,8E-06	0,00052	0	0	0,00034	0	0	9E-05	0	2,8E-06	0,00025	2,8E-06	0,00018
24	х		0,00282	0,00055	2,8E-06	0,00017	5,9E-05	2,8E-06	7,6E-05	0	0	0,00034	0	8,5E-06	0,00017	5,9E-05	0,00036	0,0018	5,6E-06	0,00021
25	ц		0,00036	0,00061	0	5,9E-05	0	0	0,00078	0	0	0,00029	0	1,7E-05	5,6E-06	2,8E-06	0	0,0028	2,8E-06	5,9E-05
26	ч		0,00049	0,0023	0	2,8E-06	0	0	0,00386	0	0	0,00152	0	0,00048	2,8E-05	0	0,00076	5,4E-05	2,8E-06	5,6E-05
27	ш		5,9E-05	0,00104	0	5,4E-05	0	0	0,00202	0	0	0,00182	0	0,00039	0,00043	8,5E-06	0,00039	0,00023	5,4E-05	8,5E-06
28	щ		4,2E-05	0,00043	0	0	0	0	0,00127	0	0	0,00101	0	0	0	0	6,8E-05	2,8E-06	0	5,6E-06
29	ъ		0	0	0	0	0	0,00012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	ы		0,00376	2,8E-06	0,00027	0,00082	8,2E-05	0,00011	0,00091	6,8E-05	9,6E-05	2E-05	0,00184	0,00017	0,00196	0,00123	0,00017	2,8E-06	0,00016	0,0003
31	ь		0,0091	2,8E-06	5,6E-05	5,6E-05	7,9E-05	0,00011	0,00073	2,8E-06	0,0001	5,6E-05	0	0,0097	5,6E-06	0,00027	0,00125	1,7E-05	3,4E-05	5,6E-06
32	э		1,4E-05	0	0	0	8,5E-06	0	0	2,8E-06	0	1,1E-05	2,8E-05	1,7E-05	2,8E-06	2E-05	0	5,6E-06	5,6E-06	
33	ю		0,00257	2,8E-06	0,00017	1,7E-05	8,5E-06	0,00024	0	8,5E-06	5,6E-06	0	0	3,9E-05	2,3E-05	6,8E-05	4,2E-05	5,6E-06	5,6E-06	5,4E-05
34	я		0,00909	8,5E-06	2,5E-05	0,00041	0,00011	0,00055	9E-05	0,00014	0,00024	3,9E-05	5,4E-05	0,00019	0,00084	0,0003	0,00055	8,5E-06	7,3E-05	0,00011
T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH						
c	t	y	φ	x	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	б	э	ю	я						
0,01485	0,00731	0,00413	0,00068	0,00119	0,00025	0,00511	0,00102	0,00014	0	0	0	0,00243	5,9E-05	0,00155						
0,00411	0,00499	7,6E-05	0,00017	0,00113	7,1E-05	0,00091	0,00085	0,0003	0	0	0	2E-05	0,0007	0,00217						
5,6E-05	2,8E-06	0,00118	0	3,4E-05	2,8E-06	5,6E-06	1,4E-05	0,00013	0,00013	0,00273	2,8E-05	0	1,4E-05	0,00037						
0,0021	0,00031	0,00066	0	4,5E-05	3,7E-05	0,0001	0,00092	1,4E-05	5,6E-06	0,00258	0,00047	0	0	0,00028						
8,5E-06	2,8E-05	0,00051	0	0	0	3,7E-05	2,8E-06	0	0	0	0	0	0	0,0005						
0,00036	0,00022	0,00141	0	2,3E-05	0,00024	7,1E-05	0,00014	0	4,5E-05	0,00049	0,00049	0	8,5E-06	0,00043						
0,00397	0,00516	0,00014	0,00011	0,0004	0,00031	0,00109	0,00065	0,00058	0	0	0	0	5,6E-06	0,00017	0,00015					
2,3E-05	2,8E-06	0,00019	0,00019	1,1E-05	8,5E-06	0	0,00014	1,7E-05	2,8E-06	0	0,00085	0,00355	5,6E-06	0,00068	0,00134					
0,00027	9,6E-05	0,00172	2,8E-06	0	8,5E-06	2,5E-05	8,5E-06	0	0	0,0007	5,9E-05	5,6E-06	0	0,00047						
0,00005	0,00085	0,00366	9,3E-05	2,8E-06	0,00032	0,00016	5,6E-06	0,00019	0	0,00316	0,00097	0	0,00015	0,00138						
0,00569	0,00644	6,8E-05	0,00032	0,00043	9,9E-05	0,00179	0,00082	0,00021	0	0	0	0	0,00016	0,0004	0,00055					
2,8E-05	0,00013	0,00084	0	0	5,6E-06	2,3E-05	1,4E-05	0	0	0,00029	8,2E-05	0	2,8E-05	0,00024						
0,00016	0,00093	0,00257	2,8E-06	0,0002	4,8E-05	0,0002	0,00046	3,9E-05	0	0,00136	0,00065	0	0,00024	0,001						
0,00093	0,00928	0,0008	1,7E-05	0,00012	8,5E-05	0,0003	0,00012	5,6E-06	2,5E-05	0,00032	0,00342	5,6E-06	9,9E-05	0,00381						
0,00082	6,5E-05	0,00195	5,1E-05	5,6E-06	1,1E-05	0,00039	0	5,6E-06	5,6E-06	0,00137	0,00461	0	7,9E-05	0,00041						
0,00121	0,00163	8,5E-06	0,00019	0,00084	8,5E-06	0,00072	0,00066	0,00025	0	0	0	0	2,3E-05	0,00098	7,9E-05					
2E-05	2,3E-05	4,5E-05	1,4E-05	0	0	0	0	0	0	0	2,5E-05	2,8E-06	0	0	0					
6,5E-05	2,5E-05																			

Біграми без пробілу і з перетином

A	В	С	D	E	F	G	Н	I	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	Р	Q
1	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	з	и	й	к	л	м	н	о	р	п
2	а	0,00047	0,00142	0,00512	0,00171	0,0034	0,00175	0,00149	0,00521	0,00184	0,00069	0,00637	0,01068	0,00459	0,00817	0,00119	0,00343		
3	б	0,00114	1,5E-05	4,3E-05	2,3E-05	1E-05	0,00276	1,5E-05	5E-06	0,00081	0	0,0002	0,00068	6,2E-05	0,00038	0,00234	1,8E-05		
4	в	0,00762	0,00028	0,00062	0,00042	0,00061	0,00681	7,2E-05	0,00065	0,00445	3,3E-06	0,00113	0,00093	0,00047	0,00159	0,00797	0,0011		
5	г	0,00256	3E-05	5,7E-05	1E-05	0,0011	0,00058	3,3E-06	4,5E-05	0,00081	0	0,00011	0,00187	2,7E-05	0,00051	0,00908	7,9E-05		
6	д	0,00503	0,00013	0,00123	8,4E-05	6E-05	0,00462	6,5E-05	8,5E-05	0,00247	0	0,00048	0,00054	0,00023	0,00252	0,00393	0,0003		
7	е	0,00045	0,00199	0,00443	0,00395	0,004	0,00179	0,00112	0,00235	0,00147	0,00221	0,00257	0,00743	0,00518	0,0091	0,00136	0,00362		
8	ж	0,00157	4,7E-05	2,7E-05	2,2E-05	0,00087	0,00354	1,2E-05	1E-05	0,00137	0	0,00019	5,2E-05	1,8E-05	0,0008	8,4E-05	1,3E-05		
9	з	0,00654	0,00026	0,00148	0,00039	0,00111	0,00077	0,00012	0,00015	0,00066	1,7E-06	0,00033	0,00044	0,00038	0,00184	0,00088	0,00024		
10	и	0,00052	0,0014	0,00558	0,00116	0,00246	0,00228	0,00044	0,00328	0,00168	0,00193	0,00423	0,00764	0,00364	0,00565	0,00173	0,00258		
11	й	0,0002	0,00039	0,00082	0,00043	0,00051	8E-05	0,00016	0,00024	0,00069	0	0,00084	0,00018	0,00048	0,0011	0,00046	0,00106		
12	к	0,00851	0,00037	0,00117	0,00012	0,00013	0,0011	0,00018	0,00012	0,00383	0	0,00031	0,00104	0,00019	0,00127	0,01025	0,00044		
13	л	0,00926	0,00049	0,00115	0,00042	0,00032	0,00563	0,00029	0,00022	0,00818	0	0,00115	0,00061	0,00037	0,00142	0,00789	0,00103		
14	м	0,00438	0,00036	0,00093	0,00047	0,00032	0,00382	9,9E-05	0,00025	0,00398	0	0,00061	0,00042	0,00036	0,00228	0,00404	0,00112		
15	н	0,01096	0,00019	0,00043	0,00019	0,00112	0,01051	5,2E-05	0,00021	0,00867	0	0,00048	3,8E-05	0,00011	0,00414	0,01182	0,0005		
16	о	0,0003	0,00472	0,01082	0,00571	0,0062	0,00233	0,00228	0,00249	0,00222	0,00453	0,00425	0,00782	0,00762	0,00887	0,00208	0,00412		
17	п	0,00198	3,3E-06	1,3E-05	1,7E-06	1,7E-06	0,00253	0	3,3E-06	0,0015	0	0,00011	0,00106	1,7E-06	0,00031	0,0109	7,5E-05		
18	р	0,00901	0,00013	0,00075	0,00123	0,00036	0,00668	0,00028	9E-05	0,00695	0	0,00056	0,00033	0,00027	0,00132	0,00954	0,00028		
19	с	0,00203	0,00025	0,00206	0,00017	0,0004	0,00356	0,00015	0,00012	0,00229	0	0,00494	0,00299	0,00082	0,00142	0,00325	0,00229		
20	т	0,00678	0,00027	0,00298	0,00017	0,00037	0,00694	0,00017	0,00019	0,00458	0	0,00127	0,0004	0,00027	0,00214	0,01622	0,00078		
21	у	0,00031	0,00099	0,00167	0,00124	0,00241	0,0003	0,00149	0,00051	0,00085	0,00017	0,00156	0,0027	0,00144	0,00152	0,00039	0,00153		
22	ф	0,00032	1,7E-06	5E-06	0	1,7E-06	0,0006	1,7E-06	0	0,0004	0	1,7E-06	0,00011	0	8,4E-06	0,0003	3,3E-06		
23	х	0,00075	0,00013	0,00048	0,00016	0,00015	0,00012	2,7E-05	0,00011	0,00065	0	0,00029	0,0003	0,00021	0,00066	0,0023	0,00044		
24	ц	0,00076	1,7E-05	0,00112	1E-05	1,7E-05	0,00099	0	8,4E-06	0,00038	0	3,7E-05	1,2E-05	1E-05	3,7E-05	0,00034	4,5E-05		
25	ч	0,00269	3,7E-05	6,4E-05	1,5E-05	1,3E-05	0,0045	1,7E-06	4,2E-05	0,00187	0	0,00061	4,7E-05	6,7E-05	0,001	0,00012	8E-05		
26	ш	0,00122	0	8,4E-05	3,3E-06	6,7E-06	0,00245	0	1,7E-06	0,00215	0	0,00046	0,00051	8,4E-06	0,00046	0,00029	7,2E-05		
27	щ	0,00053	5E-06	5E-06	0	1,7E-06	0,00148	0	0	0,00122	0	3,3E-06	1,7E-06	0	6,5E-05	8,4E-06	5E-06		
28	ь	0	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	ы	9,4E-05	0,00048	0,00146	0,00022	0,00027	0,00015	0,00013	0,00024	0,00038	0,00212	0,00046	0,00023	0,00164	0,00065	0,00025	0,00062		
30	ъ	0,00019	0,00036	0,00133	0,0003	0,00048	0,00117	4,8E-05	0,00044	0,00092	0	0,00172	0,00016	0,00069	0,00267	0,0008	0,00108		
31	э	1,7E-06	1,7E-06	0	5E-06	3,3E-06	0	0	5E-06	0	1,2E-05	4E-05	2,5E-05	1,2E-05	2,2E-05	0	8,4E-06		
32	ю	7,7E-05	0,00027	0,00033	0,00013	0,00037	3,5E-05	5,7E-05	8E-05	0,00021	0	0,00027	9,2E-05	0,00019	0,00029	0,00018	0,00031		
33	я	0,00024	0,00044	0,00191	0,00042	0,00102	0,00027	0,00025	0,00063	0,00092	5,7E-05	0,00098	0,00114	0,0007	0,00189	0,00061	0,00114		
34																			
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	АА	AB	AC	AD	AE	AF	AG	A			
p	c	t	y	ф	x	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я				
0,00567	0,00678	0,00687	0,00066	0,00031	0,00145	0,00012	0,00158	0,0011	0,00043	0	0	0	0,00035	0,00088	0,00272				
0,00127	0,00011	1,2E-05	0,00146	0	3,3E-05	1,7E-06	8,4E-06	8,4E-06	0,00015	0,00017	0,00326	3,8E-05	5,2E-05	2E-05	0,0004				
0,00109	0,00332	0,00101	0,0009	4E-05	8E-05	6,2E-05	0,00035	0,00118	3,3E-05	8,4E-06	0,0031	0,00057	0,00031	8,4E-06	0,00037				
0,00155	7,2E-05	4E-05	0,0006	1,7E-06	3,3E-06	1,7E-06	6,4E-05	1,7E-06	0	0	0	0	0	8,4E-06	0,001	1,7E-06			
0,00121	0,00059	0,00032	0,00177	3,3E-06	4,7E-05	0,00025	0,00011	0,0002	6,7E-06	6,7E-05	0,00058	0,00062	3E-05	1,5E-05	0,0005				
0,00819	0,00663	0,0071	0,00077	0,00023	0,00065	0,00041	0,0018	0,00092	0,0007	0	0	0	0	0,0003	0,00022	0,00035			
1E-05	4,5E-05	2,5E-05	0,00023	0	6,7E-06	0	4,3E-05	0	0	0	0	0	0	2,2E-05	1,5E-05	0	6,7E-06		
0,00036	0,0002	7,2E-05	0,00053	1,7E-06	8,4E-06	6,7E-06	6,5E-05	1,7E-05	1,7E-06	2,5E-05	0,00045	0,00016	3,2E-05	1,7E-06	0,00025				
0,00176	0,00539	0,00576	0,00066	0,00018	0,00182	0,00119	0,00256	0,00074	0,00025	0	0	0	0	0,00024	0,00029	0,00135			
0,00034	0,0014	0,00081	0,00021	8,4E-05	0,0001	0,00014	0,00048	0,0003	3E-05	0	0	0	0	8,7E-05	6,7E-06	0,0001			
0,00261	0,00066	0,00106	0,00271	1,2E-05	4E-05	3,5E-05	0,00021	4,8E-05	1,7E-06	0	0	0	0	9,4E-05	5,6E-05	6,2E-05			
0,00028	0,00311	0,00057	0,00172	6,4E-05	4E-05	1,5E-05	0,00055	7E-05	6,7E-06	0	0,00102	0,00416	8,7E-05	0,00081	0,00164				
0,00003	0,00121	0,00039	0,00226	4,3E-05	8,2E-05	1,8E-05	0,0005	7E-05	8,4E-06	0	0,00083	5,3E-05	0,00012	5E-06	0,0007				
0,00013	0,00097	0,00114	0,00463	9E-05	4,2E-05	0,00037	0,00027	2,5E-05	0,00021	0	0,0038	0,00109	3,3E-05	0,00019	0,00169				
0,00789	0,00898	0,00893	0,00073	0,00045	0,00075	0,00018	0,00302	0,00106	0,00028	0	0	0	0	0,00055	0,00048	0,00096			
0,00772	4,7E-05	0,00018	0,00095	0	0	5E-06	2,7E-05	2E-05	0	0	0,00039	0,0001	0	3,5E-05	0,00045				
0,00011	0,00031	0,00115	0,00301	6,7E-06	0,00026	7,9E-05	0,00026	0,00054	4,8E-05	0	0,00159	0,00074	3E-05	0,0003	0,00123				
0,00028	0,00136	0,01118	0,00098	4,7E-05	0,00018	0,00011	0,00046	0,00018	3,3E-06	3,2E-05	0,00038	0,000407	5,3E-05	0,00011	0,00449				
0,00353																			

Біграми без пробілу і без перетину

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0,0005	0,00143	0,00516	0,00173	0,00341	0,00185	0,00141	0,00492	0,00182	0,00069	0,00651	0,01054	0,00456	0,00838	0,00122	0,00343
б	0,00112	2E-05	3,3E-05	2,3E-05	1,3E-05	0,00285	1,7E-05	6,7E-06	0,00078	0	0,00023	0,00072	4,3E-05	0,00037	0,00231	2,7E-05
в	0,00754	0,00025	0,00066	0,00044	0,00061	0,00678	7E-05	0,00064	0,0044	3,3E-06	0,0012	0,00094	0,00047	0,00159	0,00797	0,00105
г	0,00249	3,3E-05	5E-05	1,3E-05	0,00107	0,00059	6,7E-06	4,3E-05	0,00086	0	0,00012	0,0018	3,3E-05	0,00047	0,00904	6,7E-05
д	0,00515	0,00015	0,00119	8E-05	4E-05	0,00463	6,7E-05	6,7E-05	0,00241	0	0,00046	0,00052	0,00022	0,00251	0,00388	0,00035
е	0,00046	0,00203	0,00432	0,00388	0,00397	0,00184	0,00119	0,00232	0,00147	0,00222	0,00263	0,00752	0,00528	0,00923	0,00135	0,0036
ж	0,00151	4,7E-05	3,3E-05	2,7E-05	0,00084	0,00344	1,3E-05	1,3E-05	0,00135	0	0,00019	5,7E-05	1E-05	0,00081	8,7E-05	1,3E-05
з	0,00662	0,00029	0,00149	0,00045	0,00122	0,00083	0,00011	0,00016	0,00062	3,3E-06	0,00034	0,00039	0,00043	0,00193	0,00089	0,00022
и	0,00058	0,00139	0,00559	0,00118	0,00248	0,00242	0,00048	0,00331	0,00166	0,0019	0,00422	0,00749	0,00372	0,00575	0,00173	0,00262
й	0,00021	0,00046	0,00084	0,00047	0,00052	7,4E-05	0,00017	0,00021	0,00068	0	0,00084	0,00016	0,00043	0,00108	0,00046	0,00106
к	0,00853	0,00036	0,00106	0,00013	0,00012	0,00102	0,00019	0,00012	0,00383	0	0,00028	0,00106	0,00019	0,00134	0,00994	0,00043
л	0,00923	0,00049	0,00116	0,00047	0,00032	0,00574	0,00033	0,0021	0,00812	0	0,0012	0,00065	0,00034	0,00137	0,0079	0,00097
м	0,00439	0,00033	0,00092	0,00045	0,0003	0,00384	0,00013	0,00022	0,00389	0	0,00058	0,00045	0,00039	0,00224	0,0041	0,00109
н	0,01087	0,00016	0,00049	0,0002	0,00112	0,01038	5,3E-05	0,00021	0,0087	0	0,00047	3,7E-05	9E-05	0,00387	0,01201	0,00049
о	0,00027	0,00482	0,01102	0,00581	0,00627	0,00227	0,0023	0,00242	0,00222	0,00469	0,0043	0,00786	0,00763	0,00879	0,00208	0,00412
п	0,00206	3,3E-06	1,3E-05	0	3,3E-06	0,00254	0	3,3E-06	0,0016	0	0,00011	0,00108	3,3E-06	0,0003	0,01072	8,4E-05
р	0,00923	0,00012	0,00079	0,00124	0,00035	0,0065	0,00031	0,00011	0,00703	0	0,00055	0,00032	0,00026	0,0013	0,0094	0,00027
с	0,00205	0,00023	0,00212	0,00016	0,00042	0,00362	0,00017	0,00011	0,00213	0	0,000505	0,00296	0,00082	0,00139	0,00321	0,00226
т	0,00678	0,00024	0,00289	0,00016	0,00036	0,00689	0,00018	0,0002	0,0045	0	0,00127	0,00036	0,00026	0,00214	0,01603	0,00085
у	0,00029	0,00094	0,00169	0,00123	0,00244	0,00003	0,00148	0,0005	0,00086	0,00018	0,00159	0,00276	0,00145	0,00152	0,00036	0,00151
ф	0,00033	0	0	0	3,3E-06	0,00063	0	0	0,00036	0	3,3E-06	9,4E-05	0	6,7E-06	0,00027	3,3E-06
х	0,00077	0,00012	0,00049	0,00018	0,00016	0,00013	2E-05	0,00012	0,00064	0	0,00029	0,00027	0,00023	0,00064	0,00235	0,00043
ц	0,00074	1,7E-05	0,0001	2E-05	1E-05	0,00096	0	3,3E-06	0,00041	0	4E-05	1E-05	6,7E-06	3E-05	0,00039	6,7E-05
ч	0,00268	3,7E-05	5E-05	6,7E-06	2E-05	0,00451	0	3,3E-05	0,00184	0	0,00062	3,3E-05	1E-05	0,00105	0,00012	9,4E-05
ш	0,00116	0	7E-05	3,3E-06	3,3E-06	0,00242	0	0	0,00206	0	0,00046	0,00053	6,7E-06	0,00045	0,00027	6,4E-05
щ	0,00049	6,7E-06	0	0	0	0,00148	0	0	0,00119	0	6,7E-06	3,3E-06	0	7,4E-05	1E-05	6,7E-06
ъ	0	0	0	0	9,7E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0,00011	0,00048	0,00141	0,00022	0,00031	0,00116	0,00012	0,00024	0,0004	0,00201	0,00048	0,00237	0,00159	0,00065	0,00026	0,00062
ь	0,00019	0,00033	0,00137	0,00029	0,00048	0,00124	6E-05	0,00044	0,00084	0	0,00169	0,00016	0,00067	0,00265	0,00089	0,00096
э	3,3E-06	3,3E-06	0	3,3E-06	6,7E-06	0	0	3,3E-06	0	2,3E-05	4E-05	1,3E-05	1,7E-05	2E-05	0	1,3E-05
ю	6,4E-05	0,00029	0,00033	0,00013	0,00036	3E-05	6,4E-05	7,7E-05	0,00021	0	0,00031	9,4E-05	0,00021	0,00028	0,0002	0,00031
я	0,00026	0,00043	0,00197	0,00036	0,00099	0,00029	0,00025	0,00064	0,00093	5E-05	0,00101	0,00112	0,00078	0,00196	0,00062	0,00117
р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	
0,0056	0,0069	0,00668	0,00065	0,00031	0,00142	0,00011	0,00158	0,00118	0,00043	0	0	0	0,00031	0,00083	0,00268	
0,00131	8,7E-05	1,3E-05	0,00149	0	2,3E-05	0	6,7E-06	1E-05	0,00015	0,00018	0,00314	2,7E-05	5,3E-05	3,7E-05	0,00037	
0,00113	0,0033	0,00107	0,00089	4,7E-05	8,4E-05	4,7E-05	0,00031	0,00122	3E-05	1E-05	0,00305	0,00051	0,00028	0	0,00034	
0,00155	6,4E-05	4E-05	0,00062	3,3E-06	0	3,3E-06	8E-05	3,3E-06	0	0	0	0	3,3E-06	0	0	
0,00116	0,00057	0,00031	0,00176	3,3E-06	2,7E-05	0,00025	8,7E-05	0,00021	1E-05	6,7E-05	0,00059	0,00061	3E-05	1E-05	0,00055	
0,00803	0,0065	0,00706	0,00079	0,00022	0,00066	0,00041	0,00182	0,00089	0,00073	0	0	0	0,0003	0,00021	0,00027	
1E-05	3,7E-05	4E-05	0,00021	0	6,7E-06	0	5E-05	0	0	0	0	0	1,3E-05	1E-05	0	
0,00033	0,00019	7,4E-05	0,00054	0	1E-05	3,3E-06	7,4E-05	1,3E-05	0	3,3E-05	0,00043	0,00019	3,3E-05	0	0,00027	
0,00181	0,00541	0,006	0,0007	0,00022	0,00179	0,00125	0,00248	0,00076	0,00025	0	0	0	0,00027	0,00028	0,0013	
0,00034	0,00137	0,00077	0,0002	8,7E-05	0,00012	0,00014	0,00049	0,00028	3,3E-05	0	0	0	8,7E-05	3,3E-06	8,4E-05	
0,00249	0,00068	0,0011	0,00271	1,3E-05	2,3E-05	3E-05	0,00019	5E-05	3,3E-06	0	0	0	8,4E-05	6,7E-06	7E-05	
0,00031	0,00316	0,00056	0,00178	6,4E-05	3,3E-05	2E-05	0,00056	6,7E-05	3,3E-06	0	0,00105	0,00415	0,001	0,00088	0,00164	
0,0003	0,00122	0,00041	0,0022	5E-05	7E-05	2,3E-05	0,00046	8E-05	3,3E-06	0	0,00087	5E-05	0,00011	6,7E-06	0,00067	
0,00012	0,00103	0,00118	0,00469	8E-05	3E-05	0,00036	0,00025	3E-05	0,0002	0	0,00388	0,0011	3,3E-05	0,00019	0,00166	
0,00785	0,00916	0,00887	0,00068	0,0004	0,00071	0,00022	0,00308	0,00111	0,00027	0	0	0	0,00053	0,00049	0,00094	
0,00792	4,7E-05	0,00016	0,001	0	0	3,3E-06	2,7E-05	1E-05	0	0	0,0004	8E-05	0	3E-05	0,00041	
0,00011	0,00031	0,00122	0,00301	6,7E-06	0,00029	6,7E-05	0,00025	0,00053	4,7E-05	0	0,0016	0,00077	4,7E-05	0,00029	0,00119	
0,00025	0,00136	0,00112	0,00093	5E-05	0,00016	0,00001	0,00051	0,00016	3,3E-06	3,7E-05	0,00036	0,00408	5,3E-05	0,00012	0,00445	
0,003	0,00152	0,00038	0,00249	0,0001	5E-05	2E-05	0,00076	4E-05	1,7E-05	1E-05	0,0017	0,00545	0,00014	6,7E-05	0,00062	
0,0013	0,00197	0,00236	0,00018	0,00027	0,00105	1,7E-05	0,00114	0,0009	0,00034	0	0	0	7,4E-05	0,00119	0,0002	
0,00024	3E-05	1,7E-05	6,7E-05	1,3E-05	0	0	0	0	0	0	3,3E-05	2E-05	0	0	0	
0,0004	0,00036	0,00014	0,00029	3E-05	2,7E-05	0	7,4E-05	4E-05	3,3E-06	1,3E-05	0	0	3,7E-05	0	2E-05	
3E-05	4,3E-05	3,7E-05	0,00018	0	3,3E-06	0	3,3E-06	3,3E-06	0	0	0,00021	0	3,3E-06	0	1E-05	
0,00011	5E-05	0,00367	0,0006	0	3,3E-06	0	3,3E-06	5,7E-05	0	0	0	0,0003	0	0	0	
2,3E-05	6,7E-06	0,00013	0,00046	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00042	0	0	0	
6,7E-06	3,3E-06	0	0,00016	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7E-05	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	
0,00041	0,00124	0,00084	0,00015	6,7E-06	0,00106	6,7E-										

2.

Надлишковість джерела відкритого тексту (мови) дорівнює  $R = 1 - \frac{H_\infty}{H_0}$

$H_\infty$  — це ентропія «нескінченного порядку» (умовна ентропія, яку оцінюють через експеримент з n-грамами, наприклад  $H(10), H(20), H(30)$ )

$H_0 = \log_2 m$ , де  $m$  — кількість символів в алфавіті (для російської мови без пробілу  $\approx 32$ , з пробілом  $\approx 33$ ).

### H(10) Ентропія:

$$5.1207 < H < 4.2727$$

Лабораторная работа №1

## H(20) Ентропія:

$5.3041 < H < 4.2455$

## Лабораторная работа №1

H(30) Ентропія  
5.4564 < H < 4.5283

Лабораторная работа №1

Порядок n-грам	Ентропія (H)	Надлишковість (R)
<b>10 символів</b>	$4.2727 < H < 5.1207$	$-.015 < R < 0.153$
<b>20 символів</b>	$4.2455 < H < 5.3041$	$-.052 < R < 0.158$
<b>30 символів</b>	$4.5283 < H < 5.4564$	$-.082 < R < 0.102$

## Висновок:

У роботі підраховано частоти літер і біграм для двох варіантів (з пробілом/без пробілу) та побудовано матриці біграмм з перетином і без. Програмою CoolPinkProgram було досліджено ентропію та надлишковість відкритого тексту за допомогою п-грамного аналізу. Метою було визначити міру невпорядкованості тексту (ентропію  $H$ ) та частку повторюваної інформації (надлишковість  $R$ ).