



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

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1**  
**з дисципліни**  
**«Криптографія»**  
**на тему: «Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту»**

Виконали:  
студенти 3 курсу ФТІ  
групи ФБ-72  
Макоїд Ігор та Оліферук Артур  
Перевірили:  
Чорний О.  
Савчук М. М.  
Завадська Л. О.

## 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.

## Результати виконання програми:

Надлишковість та ентропія монограм тексту з пробілами

$H = 4.35009$ ,  $R = 0.129982$

Надлишковість та ентропія монограм тескту без пробілів

$H = 4.45513$ ,  $R = 0.108974$

Надлишковість та ентропія біграм тексту з пробілами без перетину

$H = 3.93864$ ,  $R = 0.212272$

Надлишковість та ентропія біграм тексту без пробілів, що перетинаються

$H = 4.12719$ ,  $R = 0.174562$

Надлишковість та ентропія біграм тексту з пробілами, що перетинаються

$H = 3.9389$ ,  $R = 0.21222$

Надлишковість та ентропія біграм тексту без пробілів без перетину

$H = 4.12617$ ,  $R = 0.174766$

**H10:**

Надлишковість:  $0.61734 > R > 0.45422$

Надлишковість:  $0.61734 > R > 0.45422$

## Н20:

Лабораторная работа №1



Произвольная часть текста: отому_что_все_то_о_			Вероятности: q[1] = 0,52 q[2] = 0,06 q[3] = 0,08 q[4] = 0,06 q[5] = 0,04 q[6] = 0,04 q[7] = 0 q[8] = 0,04 q[9] = 0 q[10] = 0,04 q[11] = 0 q[12] = 0 q[13] = 0,02 q[14] = 0 q[15] = 0 q[16] = 0,02 q[17] = 0 q[18] = 0 q[19] = 0 q[20] = 0 q[21] = 0,02 q[22] = 0 q[23] = 0,02 q[24] = 0 q[25] = 0 q[26] = 0,02 q[27] = 0 q[28] = 0 q[29] = 0 q[30] = 0 q[31] = 0,02 q[32] = 0
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: <div>Продолжить</div> <div>Другой</div>	Неравенство для энтропии: 1,89114233815569 < H < 2,68943203625482 Двоичная таблица угаданных символов: 10000000000000000000000000000000 10000000000000000000000000000000 10000000000000000000000000000000 10000000000000000000000000000000 00010000000000000000000000000000	
Строка состояния: 			

Надлишковість:  $0.62178 > R > 0.53928$

<b>Произвольная часть текста:</b>	
одняются_закону_тяготения_как_все_организмы_подчиняются_биологическим_зако	
<b>Использованные буквы:</b>	
<b>Порядок n-граммы:</b>	
5 символов 10 символов 15 символов 20 символов <b>25 символов</b> 30 символов 35 символов 40 символов 45 символов 50 символов	
<b>Введенный символ:</b>	a
<b>Символ по счету:</b>	1
<b>Номер эксперимента:</b>	50
<b>Поле ввода символов:</b>	
a	
<b>Продолжить</b>	<b>Другой</b>
<b>Неравенство для энтропии:</b>	
1,49080976562308 < H < 2,30360999429113	
<b>Двоичная таблица угаданных символов:</b>	
<pre> 10000000000000000000000000000000 ^ 10000000000000000000000000000000  00010000000000000000000000000000  10000000000000000000000000000000  00000000100000000000000000000000 v         </pre>	

**Вероятности:**

- q[ 1 ] = 0,56
- q[ 2 ] = 0,14
- q[ 3 ] = 0,06
- q[ 4 ] = 0,04
- q[ 5 ] = 0,04
- q[ 6 ] = 0,02
- q[ 7 ] = 0
- q[ 8 ] = 0
- q[ 9 ] = 0,02
- q[ 10 ] = 0,04
- q[ 11 ] = 0
- q[ 12 ] = 0,02
- q[ 13 ] = 0
- q[ 14 ] = 0,04
- q[ 15 ] = 0
- q[ 16 ] = 0,02
- q[ 17 ] = 0
- q[ 18 ] = 0
- q[ 19 ] = 0
- q[ 20 ] = 0
- q[ 21 ] = 0
- q[ 22 ] = 0
- q[ 23 ] = 0
- q[ 24 ] = 0
- q[ 25 ] = 0
- q[ 26 ] = 0
- q[ 27 ] = 0
- q[ 28 ] = 0
- q[ 29 ] = 0
- q[ 30 ] = 0
- q[ 31 ] = 0
- q[ 32 ] = 0

Надлишковість:  $0.70184 > R > 0.53928$

**Частоти монограм тексту з/без пробілів**

а	0.0658285	а	0.0795476
б	0.0138459	б	0.0167315
в	0.0389842	в	0.0471087
г	0.0155463	г	0.0187863
д	0.0254444	д	0.0307472
е	0.0746119	е	0.0901614
ж	0.00976401	ж	0.0117989
з	0.0143661	з	0.0173601
и	0.0528228	и	0.0638314
й	0.00811689	й	0.0098085
к	0.0269155	к	0.0325248
л	0.0384025	л	0.0464059
м	0.0258645	м	0.0312548
н	0.0554716	н	0.0670322
о	0.0931883	о	0.112609
п	0.0224208	п	0.0270934
р	0.0322607	р	0.0389841
с	0.0440023	с	0.0531726
т	0.0521846	т	0.0630602
у	0.0217398	у	0.0262705
ф	0.00148799	ф	0.00179809
х	0.00601819	х	0.00727242
ц	0.00239435	ц	0.00289335
ч	0.0158194	ч	0.0191162
ш	0.00676219	ш	0.00817147
щ	0.0024307	щ	0.00293728
ы	0.0143451	ы	0.0173347
ь	0.0188212	ь	0.0227436
э	0.00296144	э	0.00357862
ю	0.00494865	ю	0.00597998
я	0.0197655	я	0.0238848
-	0.172464		

Частоти біграм тексту з пробілами без перетину

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0	0,000558	0,005843	0,001111	0,00534	2,27E-05	0,001282	0,004794	6,32E-05	0	0,00618	0,005554	0,002317	0,009895	0	0,001367
б	0,000363	1,62E-06	4,86E-06	0	1,13E-05	0,001435	3,24E-05	0,000115	0,000576	0	0	2,27E-05	1,78E-05	4,86E-06	0,003183	0
в	0,003163	4,7E-05	3,73E-05	0	0,000683	0,002074	0	0,00097	0,002151	0	0,000152	2,59E-05	0	3,24E-06	0,007125	0
г	0,000992	3,24E-06	0,000178	0	8,11E-06	0,003155	4,86E-06	0,000384	0,000355	0	0	0,000173	7,13E-05	2,76E-05	0,004653	0
д	0,00174	2,11E-05	0,000749	0,001133	2,27E-05	0,002982	0,000832	0,000592	0,001493	0,000246	2,59E-05	1,95E-05	0	0,000285	0,004063	0
е	0,00131	0,002262	0,005263	0,000773	0,004282	0,001589	0,004739	0,000246	0,001673	4,86E-06	0,000454	0,003606	0,004105	0,011042	0,001918	0,002098
ж	0,001843	3,24E-06	0	0	1,46E-05	0,00073	4,86E-06	5,03E-05	0,000222	0	8,11E-06	0,000279	0	0	0,002492	0
з	0,003076	0	0,000443	0	3,24E-06	0,00136	0	4,86E-06	0,001795	4,86E-06	6,49E-06	1,95E-05	0	1,62E-05	0,000877	0
и	0,000277	0,000601	0,003149	0,000475	0,002205	0,000107	0,00126	0,00036	0,00055	0	0,001782	0,006625	0,002117	0,006817	0,000708	0,000812
й	0,000786	0	0	0	0	0,002169	0	0	0,001033	0	0	0	0	0	0,002755	0
к	0,0054	8,92E-05	0,00012	4,86E-05	0,000224	0,001299	3,73E-05	0,000107	0,001391	4,05E-05	6,49E-06	0,000243	6E-05	0,000287	0,001764	6E-05
л	0,007649	0,000663	0,000931	0,001662	0,000533	0,005175	2,27E-05	0,000217	0,005306	1,13E-05	0,000441	0,000131	0,000113	0	0,004961	0,000456
м	0,003186	5,03E-05	8,11E-05	1,78E-05	3,89E-05	0,004186	4,86E-06	0,000258	0,002424	3,4E-05	3,24E-06	4,86E-06	2,11E-05	0	0,005182	0
н	0,003192	0,00024	0,001616	0,000224	0,001924	0,007495	0,000721	0,001824	0,003029	0,000451	0,002278	0,000233	0,00171	0,002594	0,005329	0,000122
о	9,73E-06	0,001793	0,006012	0,008312	0,003737	0,00028	1,62E-05	0,000404	0,000279	1,62E-06	0,007688	0,004989	0,003659	0,010376	0,000169	0,008865
п	0,000674	0	0,000418	0	6,65E-05	0,001321	0	0	0,000687	0	0	5,67E-05	9,57E-05	0	0,0012	0,000545
р	0,001809	0,00097	0,000548	0,000512	0,001545	0,005978	4,86E-06	0,000227	0,000397	0	0,001394	0	8,43E-05	7,78E-05	0,00471	0,006848
с	0,004997	0,000186	0,003649	1,3E-05	0,000263	0,004212	8,11E-06	1,78E-05	0,00203	0,000436	0,000282	0,001417	0,000112	0,000269	0,005603	2,92E-05
т	0,003645	0	0,00017	0	0,000232	0,005478	1,78E-05	1,62E-06	0,00417	0,000318	0,000423	3,24E-05	3,08E-05	0,000329	0,005911	0,000128
у	3,24E-05	0,001216	0,000454	0,0004	0,001518	0,00013	0,000183	0,000284	4,86E-06	0	0,001042	0,001287	0,002198	0,002265	0,000113	0,00054
ф	0,000151	0	0	0	0	8,11E-06	0	0	3,08E-05	0	0	1,62E-06	1,62E-06	4,38E-05	0,000305	1,62E-06
х	0,000751	3,24E-05	3,24E-05	0	6,65E-05	0,000548	0	0	0,001334	0	1,62E-06	0	0	0	0,000316	0
ц	3,73E-05	0	1,3E-05	0	0,000295	0,000387	0	0	0,000736	6,32E-05	1,78E-05	1,62E-06	4,86E-06	0,000146	0,000113	1,3E-05
ч	0,000848	1,62E-05	0,000112	3,24E-05	6E-05	0,001205	4,86E-06	1,13E-05	0,001529	0,000204	0	0,000216	5,19E-05	0,000276	0,002417	9,73E-06
ш	0,00095	4,86E-06	0,000687	6,49E-06	8,43E-05	0,000861	0	3,24E-06	0,000595	0,000201	3,24E-06	3,24E-06	0	1,46E-05	0,000853	1,62E-06
щ	0,000159	0,000196	2,11E-05	0	0	0,000845	0	0	0,000146	0	0	3,24E-06	6,49E-06	9,24E-05	0,000165	1,62E-06
-	0,016093	0,000399	0,005109	0,000991	0,000803	0,019732	0,000465	0,001261	0,017453	0,006099	0,004677	0,006877	0,008025	0,003551	0,025366	3,57E-05
ы	0	0,003922	0,002977	0	0,000477	0	0	0,000311	0	0	0	0,000668	0,00085	0,002438	0	0,000173
ь	0	0,000157	0,000126	0	0,000819	0	1,78E-05	0,0013	0	0	2,59E-05	0,003724	7,3E-05	0,001104	0	5,35E-05
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,78E-05	0
ю	0,00094	1,62E-06	0	0	1,3E-05	0,000256	1,62E-06	0,000156	0,000264	0	0	0,000919	0	0,000143	0,000603	4,86E-06
я	0,001816	0,000554	0,000143	0	0,000238	0,000292	0	0,000519	0,001151	0	0	0,001451	0,000353	0,00341	0,000582	0,000485

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	-	ы	ь	э	ю	я
а	0,006667	0,001928	0,005713	2,76E-05	0,000191	0,000405	0,00058	0,00273	0,00088	0,000324	0,002451	0	0	0	0	0
б	0,00011	5,51E-05	9,73E-06	0,000511	0	0	0	0	0	0	0,006691	0,000125	0,000113	0	0,000413	4,86E-06
в	0,000379	0,001258	0,002124	0,000665	0	0,000198	2,43E-05	1,62E-06	5,67E-05	0	0,017163	0,000767	1,46E-05	4,86E-06	0	0,000264
г	0,000144	1,46E-05	6,49E-06	0,001402	0	0	0	0	0	0	0,003708	7,13E-05	8,27E-05	9,73E-06	0	4,38E-05
д	0,000728	0,000167	7,94E-05	0,001647	0	0	0	0	0	0	0,007711	0,000177	3,57E-05	6,49E-06	0,000264	0,000542
е	0,004961	0,00448	0,005436	0,000162	0,000295	6,32E-05	0,000649	0,003932	0,002185	0,001436	0,004133	0,000603	0,000619	0	0	0,000113
ж	0,000238	2,43E-05	1,62E-06	0,001642	0	0	0	0	0	0	0,002242	1,62E-05	0	0	2,27E-05	0,000101
з	3,57E-05	1,3E-05	6,49E-06	0,000256	0	0	0	0	0	0	0,004386	3,73E-05	0,000118	3,24E-06	6,49E-06	0,001947
и	0,004426	0,001286	0,003627	8,11E-06	0,000473	0,000101	0,000122	0,001665	0,001344	0,000452	0,011634	1,46E-05	0,000139	0	0	8,11E-06
й	0	0	0	0,000115	0	0	0	0	0	0	1,78E-05	0,001266	3,24E-06	8,11E-06	0	2,11E-05
к	0,000193	0,00326	0,000347	0,000559	0	1,62E-06	7,62E-05	0,000219	0,000482	0	0,009241	0,000198	0,001154	5,03E-05	0	0,000167
л	5,51E-05	0,002902	0,000259	0,001042	9,73E-06	6,97E-05	0	2,43E-05	0,000475	0	0,002703	0,0019	0	1,13E-05	6,49E-06	0,000756
м	0,000208	0,001177	1,13E-05	0,001208	3,24E-06	5,84E-05	1,62E-06	1,62E-06	1,13E-05	0	0,006099	0,000921	0,000279	4,86E-06	1,95E-05	0,000334
н	0,000592	0,000906	0,000897	0,000152	1,13E-05	0,000118	0	0,000854	0,000353	4,38E-05	0,016795	0,000266	0,001252	6,49E-06	3,24E-05	0,000561
о	0,006728	0,002468	0,014543	1,62E-06	9,4E-05	0,002215	0,000195	7,94E-05	0,000214	0	0,010444	0	0	0	0	0
п	0,000101	0,001694	9,89E-05	0,000537	0	0	0	0	9,73E-06	0	0,014741	6,81E-05	0	4,86E-06	3,24E-06	2,59E-05
р	5,35E-05	0,000113	0,002278	0,000438	6,49E-05	6,49E-05	0	0,000316	8,11E-06	4,86E-06	0,003779	0,000191	0	0	3,89E-05	2,92E-05
с	7,94E-05	0,000725	0,001033	0,000916	3,24E-06	3,24E-05	0	1,62E-06	0	0	0,015135	0,000715	0,000863	1,62E-06	0,00018	0,000543
т	0,000402	0,009757	5,19E-05	0,001459	1,46E-05	0	0	0,004666	2,76E-05	0	0,009574	0,000851	0,000196	0,002691	0,000282	0,001451
у	0,002213	0,000542	0,00138	3,24E-06	6E-05	8,11E-05	0,000151	0,000619	0,000245	0,000115	0,004674	1,62E-06	0	0	0	0
ф	6,49E-05	1,62E-06	6,49E-06	3,24E-06	1,78E-05	0	0	0	0	0	0,000803	0	4,86E-06	1,13E-05	0	0
х	4,54E-05	0,000203	8,11E-06	0,000303	0	0	0	0	0	0	0,001506	0,000767	0	1,46E-05	3,24E-06	0,00013
ц	1,13E-05	4,54E-05	5,19E-05	6,49E-06	0	0	0	0	0	0	0,000293	2,92E-05	4,7E-05	0	0	7,13E-05
ч	6E-05	0,000381	0,000266	0,00079	0	0	0	0	0	0	0,006637	0,000326	6,49E-05	0	0,000148	0,00017
ш	0,000276	9,89E-05	4,86E-06	0,000519	0	6,49E-06	0	0,000126	0	0	0,00058	0,000447	0,000379	9,73E-06	2,43E-05	1,3E-05
щ	8,11E-06	0	2,11E-05	0,000238	0	0	0	0	0	0	8,43E-05	0,00011	8,11E-06	0	0,000173	0,000117
-	0,000585	0,00357	0,005926	0,006503	2,76E-05	0,002602	0,00043	0,000477	6,97E-05	8,75E-05	0	0,004616	0,012537	1,3E-05	0,003278	0,012203
ы	0,000898	0,000177	0,001216	0	4,86E-06	0	0,000193	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,000856	0,003285	0,0065	0	0,000258	0	0	0,000199	0,000454	1,78E-05	0	0	0	0	0	0
э	0	0	0	1,13E-05	0	0	0	0	0	0	0,003059	0	3,24E-06	0	0	0
ю	0,000178	0,000238	3,89E-05	0,000725	0	0	0	0	1,62E-06	0	4,54E-05	0	0,000336	0	2,59E-05	0,000118
я	0,000965	0,003792	0,000483	2,76E-05	1,62E-06	0	0	0	0	0	0,002965	1,62E-06	0,000553	0	0	7,62E-05



Частоти біграм тексту без пробілів, що перетинаються

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0,000553	0,000641	0,007094	0,001308	0,006382	0,000277	0,001558	0,005773	0,00029	0,000143	0,007514	0,006912	0,002799	0,011976	0,000269	0,001573
б	0,001013	1,27E-05	0,000179	4,59E-05	3,22E-05	0,002696	6,05E-05	0,000167	0,001604	0,000235	0,000517	0,000335	0,000337	0,000278	0,005349	2,93E-06
в	0,005904	6,15E-05	0,000414	0,000118	0,000895	0,00489	4,39E-05	0,001293	0,005012	0,000596	0,000698	0,000802	0,000898	0,000445	0,011752	2,93E-06
г	0,00164	4,88E-06	0,000493	2,44E-05	2,54E-05	0,004309	6,83E-06	0,000491	0,000887	0,000214	9,37E-05	0,000476	0,000296	0,000131	0,006254	0
д	0,003028	2,54E-05	0,001237	0,00138	5,37E-05	0,004515	0,000996	0,000843	0,002994	0,000659	0,000228	0,000315	0,000503	0,000496	0,006289	9,76E-07
е	0,002195	0,002816	0,006566	0,000958	0,005249	0,002327	0,005781	0,000314	0,002478	0,000103	0,000655	0,004879	0,005166	0,013438	0,003196	0,002517
ж	0,002376	3,9E-06	4,98E-05	5,86E-06	1,95E-05	0,001171	8,79E-06	6,74E-05	0,00044	0,000157	0,000118	0,000395	0,000165	3,22E-05	0,003479	0
з	0,004207	2,15E-05	0,000609	7,03E-05	5,56E-05	0,00243	1,46E-05	6,93E-05	0,00285	0,000132	8E-05	0,000174	0,000212	0,000137	0,001825	2,93E-06
и	0,001627	0,000789	0,003977	0,000654	0,002679	0,001669	0,001649	0,000463	0,001738	0,000705	0,002623	0,008432	0,003339	0,00862	0,002524	0,000956
й	0,000934	0	9,76E-07	0	0	0,002627	0	9,76E-07	0,001228	4,88E-06	0	0	1,95E-06	0	0,00328	0
к	0,007568	0,000106	0,000565	0,00013	0,000378	0,002582	8,69E-05	0,000208	0,002756	0,000519	0,00035	0,00104	0,00047	0,000553	0,003471	7,61E-05
л	0,00955	0,000775	0,001202	0,00198	0,000714	0,006713	3,42E-05	0,000286	0,006714	0,000123	0,000638	0,000295	0,000279	4,3E-05	0,006513	0,00052
м	0,004574	6,15E-05	0,000282	5,56E-05	7,22E-05	0,006208	1,76E-05	0,000369	0,003526	0,000411	0,000154	0,000192	0,000271	0,000129	0,007385	9,76E-07
н	0,005916	0,000283	0,002498	0,000352	0,002389	0,010968	0,000921	0,002367	0,005993	0,001068	0,003356	0,000969	0,002975	0,003426	0,009256	0,000137
о	0,00116	0,002214	0,007609	0,010147	0,004622	0,001705	7,81E-05	0,000584	0,001663	0,000339	0,009559	0,006819	0,005054	0,01272	0,00236	0,010604
п	0,002539	7,81E-06	0,001179	0,00014	0,000143	0,00393	5,37E-05	0,000183	0,002885	0,000699	0,00036	0,00064	0,000975	0,000418	0,003965	0,000643
р	0,002569	0,001097	0,000822	0,00063	0,001871	0,007641	1,17E-05	0,000283	0,000929	0,00027	0,001861	0,000187	0,000314	0,000195	0,006298	0,008277
с	0,007656	0,000216	0,005182	0,000129	0,000421	0,007377	5,95E-05	0,00018	0,004518	0,001333	0,000868	0,002409	0,001168	0,000727	0,009414	3,42E-05
т	0,005518	1,17E-05	0,000707	4,1E-05	0,000311	0,007835	7,13E-05	9,66E-05	0,00608	0,000746	0,000897	0,000372	0,000512	0,000645	0,00922	0,000178
у	0,00054	0,001467	0,000678	0,000521	0,001825	0,000885	0,000254	0,000364	0,000591	0,000144	0,001359	0,001731	0,003012	0,002877	0,001061	0,000649
ф	0,000222	0	1,17E-05	0	3,9E-06	9,96E-05	0	4,88E-06	0,000168	7,42E-05	1,17E-05	4E-05	2,54E-05	0,000144	0,00046	9,76E-07
х	0,001055	4,1E-05	6,83E-05	3,9E-06	8,98E-05	0,001006	5,86E-06	3,9E-06	0,001729	4,59E-05	4,98E-05	3,51E-05	9,57E-05	4,3E-05	0,000615	9,76E-07
ц	7,52E-05	1,95E-06	4,88E-05	1,95E-06	0,000378	0,000497	9,76E-07	1,95E-05	0,000916	8,79E-05	2,54E-05	7,81E-06	1,17E-05	0,000195	0,000191	1,46E-05
ч	0,001645	2,15E-05	0,000345	5,66E-05	0,000109	0,002187	2,15E-05	5,17E-05	0,002621	0,000528	0,000239	0,000717	0,00052	0,000478	0,004186	1,76E-05
ш	0,001189	6,83E-06	0,000855	8,79E-06	9,37E-05	0,001133	0	1,95E-05	0,000763	0,00031	1,95E-05	2,34E-05	4,39E-05	3,81E-05	0,001105	2,93E-06
щ	0,000228	0,000224	1,85E-05	0	0	0,000992	0	0	0,000185	4,88E-06	9,76E-07	4,88E-06	1,66E-05	0,000123	0,000232	9,76E-07
ы	0	0,004804	0,003638	0	0,000578	0	0	0,000375	0	0	0	0,000779	0,001012	0,002978	0	0,000225
ь	0	0,000204	0,000152	0	0,001019	0	2,54E-05	0,001607	0	0	2,54E-05	0,004362	8,49E-05	0,001329	0	6,83E-05
э	0,000347	0,000112	0,000404	5,86E-06	1,76E-05	0,000504	2,25E-05	3,61E-05	0,000255	7,03E-05	0,000111	9,27E-05	9,57E-05	3,81E-05	0,000481	0
ю	0,001111	1,95E-06	1,95E-06	0	1,66E-05	0,000314	9,76E-07	0,000197	0,000312	4,88E-06	9,76E-07	0,001104	9,76E-07	0,000188	0,000703	3,9E-06
я	0,002608	0,000699	0,000222	1,95E-05	0,000305	0,000673	1,66E-05	0,000643	0,001707	8E-05	0,000111	0,001863	0,000599	0,004192	0,001473	0,000584

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
а	0,007945	0,002295	0,007126	0,000211	0,000256	0,000545	0,000714	0,003341	0,001037	0,000347	0,000114	0,000265	0	6,35E-05	0,000229
б	0,000173	0,000187	0,000568	0,000753	1,95E-06	9,96E-05	1,07E-05	1,85E-05	4,88E-06	7,81E-06	0,000352	0,00052	0	0,000611	0,000558
в	0,000517	0,001805	0,003288	0,001544	2,93E-06	0,000473	8,1E-05	6,93E-05	8,59E-05	4,88E-06	0,001489	0,001594	4,88E-06	0,00035	0,001972
г	0,000184	0,000157	0,000127	0,001834	0	8,79E-05	7,81E-06	1,27E-05	4,88E-06	1,95E-06	0,000192	0,000346	1,27E-05	9,47E-05	0,000377
д	0,000878	0,00039	0,00039	0,00227	1,95E-06	0,000198	1,66E-05	3,32E-05	2,93E-06	7,81E-06	0,000509	0,000676	9,76E-06	0,00052	0,00128
е	0,006086	0,00538	0,006782	0,000344	0,000377	0,000148	0,000799	0,004767	0,002507	0,001731	0,00082	0,001236	0	6,25E-05	0,000484
ж	0,000291	0,000268	8,59E-05	0,002041	0	4,2E-05	1,95E-06	9,76E-07	1,95E-06	0	7,61E-05	8,98E-05	0	0,000114	0,000296
з	6,05E-05	8,98E-05	0,000162	0,000471	9,76E-07	7,52E-05	1,95E-05	1,07E-05	9,76E-07	0	0,000235	0,000495	1,95E-06	0,000102	0,002745
и	0,005351	0,001729	0,00493	0,000601	0,000548	0,000389	0,000184	0,002	0,001651	0,000573	0,000393	0,001429	0	0,000337	0,001273
й	0	9,76E-07	0	0,000147	0	0	0	0	0	0	0,001538	3,9E-06	6,83E-06	2,93E-06	3,03E-05
к	0,000263	0,004193	0,000766	0,001103	9,76E-07	0,000185	0,000115	0,000314	0,000613	4,88E-06	0,000539	0,002269	5,95E-05	0,000244	0,000997
л	7,13E-05	0,003553	0,000389	0,001357	1,37E-05	0,000197	6,83E-06	4,2E-05	0,000603	9,76E-07	0,002302	0,000274	1,27E-05	7,32E-05	0,001131
м	0,000264	0,001561	0,000252	0,001925	3,9E-06	0,000177	1,27E-05	2,25E-05	2,15E-05	1,95E-06	0,0014	0,000897	6,83E-06	0,00023	0,00077
н	0,000751	0,00168	0,001704	0,001136	1,66E-05	0,000396	4,98E-05	0,00107	0,000422	6,35E-05	0,000964	0,003172	5,86E-06	0,000392	0,002335
о	0,00819	0,003156	0,017766	0,000401	0,000102	0,00283	0,000276	0,000121	0,000274	7,81E-06	0,000289	0,000923	0	0,000191	0,000843
п	0,000214	0,002363	0,000595	0,001267	3,9E-06	0,000363	5,95E-05	7,03E-05	2,64E-05	9,76E-06	0,000514	0,001248	1,46E-05	0,000351	0,001233
р	8,98E-05	0,000245	0,003008	0,00069	7,32E-05	0,000145	1,95E-05	0,000371	1,76E-05	6,83E-06	0,000335	0,000288	0	0,000144	0,000293
с	0,000165	0,001174	0,001891	0,001715	2,93E-06	0,000376	4,59E-05	5,66E-05	1,37E-05	8,79E-06	0,00134	0,002257	3,9E-06	0,00056	0,00187
т	0,000515	0,011964	0,000464	0,002232	1,66E-05	0,000135	1,85E-05	0,005561	3,61E-05	1,95E-06	0,001389	0,000969	0,003387	0,000547	0,002584
у	0,002758	0,000852	0,001836	0,000163	6,44E-05	0,000184	0,000182	0,000794	0,00031	0,00013	0,00015	0,000389	0	9,96E-05	0,0004
ф	8,1E-05	1,46E-05	1,27E-05	3,03E-05	1,56E-05	1,76E-05	0	9,76E-07	9,76E-07	0	4,88E-06	3,12E-05	1,46E-05	6,05E-05	0,000247
х	7,71E-05	0,000245	4,98E-05	0,000443	0	2,34E-05	4,88E-06	3,9E-06	2,93E-06	0	0,000964	0,00019	1,76E-05	1,85E-05	0,000343
ц	1,76E-05	5,76E-05	6,83E-05	7,81E-06	0	8,79E-06	0	9,76E-07	0	0	4,59E-05	8,49E-05	0	1,95E-05	0,000109
ч	8,88E-05	0,00062	0,000658	0,001485	9,76E-07	7,22E-05	1,95E-05	1,66E-05	0	1,95E-06	0,000552	0,000819	9,76E-07	0,000367	0,000672
ш	0,000353	0,000157	2,93E-05	0,000672	0	1,76E-05	1,95E-06	0,000168	0	0	0,000537	0,000521	9,76E-06	4,39E-05	4,78E-05
щ	1,37E-05	0	2,54E-05	0,000297	0	4,88E-06	0	0	0	0	0,000132	6,15E-05	0	0,000216	0,000156
ы	0,001096	0,000237	0,001378	0	3,9E-06	0	0,000229	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,001072	0,003923	0,007797	0	0,00029	0	0	0,000234	0,000529	2,15E-05	0	0	0	0	0
э	3,9E-06	6,35E-05	0,000172	0,000106	0	3,61E-05	7,81E-06	6,83E-06	9,76E-07	9,76E-07	8,59E-05	0,000269	8,79E-06	4,49E-05	0,000179
ю	0,000223	0,000277	4,88E-05	0,000876	0	9,76E-07	0	0	9,76E-07	0	1,95E-06	0,000403	0	3,42E-05	0,000152
я	0,001192	0,004533	0,000691	0,000149	1,95E-06	4,39E-05	8,79E-06	8,79E-06	2,93E-06	3,9E-06	6,93E-05	0,001023	0	8,3E-05	0,000278

Частоти біграм тексту з пробілами, що перетинаються

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0	0,000527	0,005841	0,001075	0,005295	2,19E-05	0,00129	0,00478	6,24E-05	0	0,006179	0,005642	0,002228	0,009901	0	0,001304
б	0,000356	3,24E-06	4,05E-06	0	8,92E-06	0,001436	4,05E-05	0,000105	0,000591	0	0	3E-05	1,95E-05	3,24E-06	0,003195	0
в	0,003268	4,62E-05	3,73E-05	8,11E-07	0,000663	0,002034	0	0,000952	0,002213	0	0,000153	2,51E-05	0	5,67E-06	0,007044	0
г	0,000952	3,24E-06	0,000192	0	4,86E-06	0,003174	3,24E-06	0,000376	0,000365	0	0	0,000181	7,05E-05	3E-05	0,004756	0
д	0,001777	1,95E-05	0,000747	0,001094	2,11E-05	0,002881	0,00081	0,000631	0,001524	0,000232	2,59E-05	2,03E-05	0	0,00028	0,004211	0
е	0,001329	0,002311	0,00534	0,000777	0,004333	0,001578	0,004792	0,000241	0,001704	4,05E-06	0,000469	0,003684	0,004137	0,011091	0,001946	0,002088
ж	0,001821	3,24E-06	0	0	1,46E-05	0,000738	7,3E-06	4,7E-05	0,000209	0	8,11E-06	0,000301	0	8,11E-07	0,002458	0
з	0,00313	0	0,00043	8,11E-07	4,86E-06	0,001302	0	4,05E-06	0,001881	3,24E-06	6,49E-06	1,78E-05	8,11E-07	1,3E-05	0,000876	0
и	0,000277	0,000621	0,003093	0,000493	0,002183	0,000115	0,001317	0,000355	0,000537	0	0,001834	0,006449	0,002137	0,006907	0,00071	0,000787
й	0,000773	0	0	0	0	0,002181	0	0	0,001016	0	0	0	0	0	0,002722	0
к	0,005353	8,51E-05	0,00012	4,22E-05	0,000236	0,001267	4,22E-05	9,16E-05	0,001368	5,43E-05	4,86E-06	0,000227	5,59E-05	0,000302	0,001742	6,16E-05
л	0,007675	0,000641	0,000897	0,001628	0,000572	0,005226	2,27E-05	0,000222	0,005303	1,38E-05	0,00044	0,000135	0,000104	0	0,005023	0,000432
м	0,003179	5,11E-05	9,57E-05	1,95E-05	4,3E-05	0,004249	4,05E-06	0,000243	0,002398	3,57E-05	1,62E-06	5,67E-06	2,19E-05	0	0,005136	0
н	0,003226	0,000225	0,001663	0,000215	0,001864	0,007493	0,000702	0,001839	0,003129	0,000467	0,002247	0,000233	0,001706	0,002491	0,005284	0,000109
о	9,73E-06	0,001766	0,006065	0,00832	0,003812	0,00027	2,59E-05	0,000409	0,000296	3,24E-06	0,007719	0,005046	0,003649	0,010377	0,000174	0,008804
п	0,000681	0	0,000419	0	6,89E-05	0,001276	0	0	0,000721	0	0	4,94E-05	0,00011	0	0,001172	0,000533
р	0,001802	0,000911	0,00052	0,000494	0,00153	0,005863	4,05E-06	0,000202	0,000398	8,11E-07	0,001443	0	7,86E-05	8,92E-05	0,004661	0,006873
с	0,004994	0,000177	0,003692	1,38E-05	0,000259	0,004193	7,3E-06	1,7E-05	0,002044	0,000464	0,000305	0,001453	0,00011	0,000253	0,005531	2,76E-05
т	0,003662	1,62E-06	0,000177	0	0,000225	0,005421	1,86E-05	4,86E-06	0,004178	0,000342	0,000409	3,4E-05	3,16E-05	0,000334	0,006047	0,000145
у	3,89E-05	0,001189	0,000451	0,000395	0,001502	0,000117	0,000208	0,000262	7,3E-06	0	0,001021	0,001305	0,002234	0,002238	9,97E-05	0,000538
ф	0,00014	0	0	0	8,11E-07	7,3E-06	0	0	3,32E-05	0	0	4,05E-06	5,67E-06	4,62E-05	0,000319	8,11E-07
х	0,000741	3,32E-05	4,38E-05	0	7,3E-05	0,000554	0	0	0,001281	0	2,43E-06	0	0	0	0,000326	0
ц	3,49E-05	8,11E-07	1,46E-05	0	0,000311	0,000383	0	1,62E-06	0,000721	5,92E-05	1,38E-05	8,11E-07	4,86E-06	0,00016	0,00013	1,22E-05
ч	0,000833	1,38E-05	0,000104	2,51E-05	5,84E-05	0,001205	6,49E-06	1,7E-05	0,001564	0,000179	0	0,000208	5,11E-05	0,000293	0,002455	1,05E-05
ш	0,000936	5,67E-06	0,000654	6,49E-06	7,54E-05	0,000894	0	3,24E-06	0,000567	0,000219	4,86E-06	2,43E-06	0	1,62E-05	0,000838	2,43E-06
щ	0,000181	0,000186	1,54E-05	0	0	0,000817	0	0	0,000147	0	0	2,43E-06	8,92E-06	0,000102	0,000184	8,11E-07
-	0,016137	0,000405	0,0052	0,001002	0,000794	0,019618	0,000475	0,001287	0,017361	0,006068	0,004702	0,006851	0,007925	0,003555	0,025302	3,73E-05
ы	0	0,003989	0,003021	0	0,00048	0	0	0,000311	0	0	0	0,000647	0,000841	0,002473	0	0,000187
ь	0	0,000169	0,000126	0	0,000846	0	2,11E-05	0,001334	0	0	2,11E-05	0,003623	7,05E-05	0,001103	0	5,67E-05
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7E-05	0
ю	0,000922	1,62E-06	0	0	1,22E-05	0,000255	8,11E-07	0,000162	0,000256	0	0	0,000917	0	0,000156	0,000581	3,24E-06
я	0,001829	0,00051	0,000154	0	0,000242	0,000302	0	0,000519	0,001132	0	0	0,001445	0,000353	0,003444	0,000574	0,000485

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	-	ы	ь	э	ю	я
а	0,006582	0,001851	0,005814	3,32E-05	0,000211	0,000409	0,000584	0,002763	0,000861	0,000286	0,002518	0	0	0	0	0
б	0,000118	5,35E-05	6,49E-06	0,000486	0	0	0	0	0	0	0,006753	0,00014	0,000115	0	0,000426	5,67E-06
в	0,000379	0,001241	0,002177	0,000653	0	0,000195	2,11E-05	8,11E-07	5,92E-05	0	0,016928	0,000758	1,3E-05	4,05E-06	0	0,000246
г	0,000145	1,78E-05	8,11E-06	0,001405	0	0	0	0	0	0	0,003704	7,7E-05	7,62E-05	1,05E-05	8,11E-07	4,86E-05
д	0,00071	0,000169	7,21E-05	0,001628	0	0	0	0	0	0	0,007675	0,000171	4,05E-05	7,3E-06	0,000284	0,000502
е	0,005045	0,004391	0,005479	0,000161	0,000312	6,81E-05	0,000654	0,003945	0,002082	0,001435	0,004189	0,000563	0,000624	0	8,11E-07	9,89E-05
ж	0,000238	1,78E-05	8,11E-07	0,00159	0	0	0	0	0	0	0,002203	1,62E-05	0	0	1,46E-05	0,000109
з	3,49E-05	9,73E-06	5,67E-06	0,000261	0	0	0	0	0	0	0,004356	4,22E-05	0,000107	1,62E-06	4,86E-06	0,001924
и	0,004385	0,001283	0,003615	9,73E-06	0,000452	0,000111	0,000119	0,00162	0,001366	0,000467	0,011612	8,92E-06	0,000135	0	0	7,3E-06
й	0	0	0	0,000122	0	0	0	0	0	0	1,95E-05	0,001278	2,43E-06	5,67E-06	0	2,51E-05
к	0,000178	0,003223	0,000324	0,000548	0	8,11E-07	6,73E-05	0,000235	0,000504	0	0,009261	0,000212	0,001188	4,94E-05	2,43E-06	0,000164
л	5,43E-05	0,002876	0,00025	0,001036	1,13E-05	7,54E-05	0	3,32E-05	0,0005	0	0,002683	0,001864	0	1,05E-05	8,11E-06	0,000798
м	0,000199	0,001178	1,38E-05	0,001274	2,43E-06	6,24E-05	1,62E-06	8,11E-07	1,54E-05	0	0,006146	0,00094	0,000296	5,67E-06	2,11E-05	0,000315
н	0,000558	0,000909	0,000858	0,000159	1,3E-05	0,000121	0	0,00085	0,000346	4,78E-05	0,016787	0,000263	0,001305	4,05E-06	2,68E-05	0,000527
о	0,006756	0,002442	0,014484	1,62E-06	8,27E-05	0,002177	0,000199	7,54E-05	0,00022	8,11E-07	0,010328	0	1,62E-06	0	0	0
п	0,00011	0,001665	8,51E-05	0,000526	0	0	0	0	1,13E-05	0	0,014961	6,97E-05	0	1,22E-05	2,43E-06	2,51E-05
р	6,08E-05	0,000123	0,002366	0,000456	6E-05	6,4E-05	0	0,000296	1,05E-05	4,05E-06	0,003784	0,000199	0	0	4,78E-05	3,08E-05
с	8,75E-05	0,000715	0,001055	0,000926	1,62E-06	3,24E-05	0	8,11E-07	0	0	0,015483	0,000726	0,000871	3,24E-06	0,000187	0,000528
т	0,000409	0,009664	4,05E-05	0,001457	1,3E-05	0	0	0,004588	2,76E-05	0	0,009544	0,000854	0,000183	0,002813	0,000275	0,001468
у	0,002273	0,000557	0,001389	1,62E-06	5,35E-05	8,43E-05	0,000137	0,00065	0,000257	0,000107	0,004699	1,62E-06	0	0	0	0
ф	6,57E-05	3,24E-06	3,24E-06	2,43E-06	1,3E-05	0	0	0	0	0	0,00083	0	4,86E-06	1,22E-05	8,11E-07	0
х	5,84E-05	0,000188	6,49E-06	0,000318	0	0	0	0	0	0	0,001508	0,00075	0	1,46E-05	2,43E-06	0,000139
ц	1,38E-05	3,73E-05	5,11E-05	4,05E-06	0	0	0	0	0	0	0,000287	3,24E-05	5,19E-05	0	8,11E-07	7,7E-05
ч	5,51E-05	0,000415	0,000267	0,000788	0	0	0	0	0	0	0,006644	0,000309	6,73E-05	0	0,000132	0,000173
ш	0,000293	0,000117	9,73E-06	0,000546	0	3,24E-06	0	0,000139	0	0	0,000567	0,000438	0,000407	8,11E-06	2,59E-05	8,11E-06
щ	1,13E-05	0	2,11E-05	0,000246	0	0	0	0	0	0	0,000107	0,000109	5,67E-06	0	0,00017	0,000124
-	0,000593	0,003594	0,005845	0,006417	2,35E-05	0,002635	0,000428	0,000481	8,51E-05	7,38E-05	0	0,00457	0,012508	9,73E-06	0,003305	0,01229
ы	0,00091	0,000197	0,001145	0	3,24E-06	0	0,00019	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,00089	0,003258	0,006475	0	0,000241	0	0	0,000195	0,000439	1,78E-05	0	0	0	0	0	0
э	0	0	0	1,05E-05	0	0	0	0	0	0	0,00294	0	4,05E-06	0	0	0
ю	0,000182	0,000229	3,97E-05	0,000726	0	0	0	0	8,11E-07	0	3,65E-05	0	0,000332	0	2,76E-05	0,000126
я	0,000978	0,003732	0,000458	2,51E-05	8,11E-07	0	0	0	0	0	0,003026	2,43E-06	0,000549	0	0	7,46E-05

Частоти біграм тексту без пробілів без перетину

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0,000566	0,000638	0,007054	0,001277	0,006316	0,000291	0,001513	0,005713	0,000318	0,000117	0,007444	0,006831	0,002761	0,012036	0,000258	0,00154
б	0,001054	1,17E-05	0,000197	4,49E-05	2,93E-05	0,002671	4,49E-05	0,000162	0,001638	0,000236	0,000498	0,000357	0,00033	0,000285	0,005213	1,95E-06
в	0,005912	7,61E-05	0,000408	0,000119	0,000871	0,004889	5,66E-05	0,001292	0,005191	0,000615	0,000679	0,00081	0,000884	0,000453	0,011607	5,86E-06
г	0,001597	7,81E-06	0,000515	3,32E-05	2,34E-05	0,00434	7,81E-06	0,000513	0,000873	0,000187	9,18E-05	0,000498	0,000299	0,000115	0,006162	0
д	0,003042	2,34E-05	0,00129	0,001347	6,25E-05	0,004563	0,000968	0,000857	0,00304	0,000674	0,000238	0,00031	0,000535	0,000488	0,006322	0
е	0,002142	0,002763	0,006654	0,000935	0,005258	0,002413	0,00574	0,000273	0,002448	0,000109	0,000619	0,004902	0,005127	0,013453	0,003204	0,002513
ж	0,002466	1,95E-06	4,49E-05	7,81E-06	1,56E-05	0,001205	9,76E-06	6,64E-05	0,000439	0,00018	0,000111	0,000431	0,000166	3,9E-05	0,00342	0
з	0,004346	2,15E-05	0,00059	7,22E-05	4,69E-05	0,002478	1,76E-05	6,05E-05	0,002835	0,000141	7,61E-05	0,00018	0,00023	0,000148	0,0018	3,9E-06
и	0,001648	0,000799	0,003971	0,000644	0,002616	0,001706	0,001697	0,000435	0,001751	0,000666	0,002649	0,008266	0,003368	0,00858	0,002511	0,00099
й	0,000955	0	0	0	0	0,002655	0	0	0,001289	7,81E-06	0	0	0	0	0,003296	0
к	0,007552	0,000105	0,000558	0,000148	0,000357	0,002526	8,4E-05	0,000217	0,002796	0,000513	0,000318	0,001039	0,000494	0,000539	0,003448	8,59E-05
л	0,009664	0,000767	0,001214	0,002019	0,000761	0,006667	3,51E-05	0,000273	0,006841	0,000129	0,000582	0,000299	0,000291	3,9E-05	0,006484	0,000517
м	0,004561	5,86E-05	0,000277	6,64E-05	8,2E-05	0,006064	2,15E-05	0,000359	0,003473	0,000443	0,000162	0,000176	0,000262	0,000137	0,007298	0
н	0,005898	0,000246	0,002474	0,000363	0,002339	0,011062	0,000918	0,002265	0,00596	0,001046	0,003514	0,000974	0,002983	0,003387	0,009279	0,000139
о	0,001144	0,002212	0,007563	0,010306	0,004727	0,001681	7,42E-05	0,000603	0,001681	0,000355	0,00958	0,006812	0,00507	0,012833	0,002329	0,010586
п	0,002536	3,9E-06	0,00114	0,000123	0,000129	0,003977	5,27E-05	0,000174	0,002932	0,000664	0,000402	0,000625	0,00098	0,000402	0,003969	0,000607
р	0,002589	0,001154	0,000814	0,00065	0,001822	0,00763	1,37E-05	0,000314	0,000947	0,000267	0,001823	0,00017	0,000314	0,000199	0,006361	0,008299
с	0,007749	0,000215	0,005174	0,000121	0,000412	0,007347	6,05E-05	0,000182	0,004451	0,001287	0,000828	0,002376	0,001232	0,000732	0,00942	2,73E-05
т	0,005486	9,76E-06	0,000679	4,3E-05	0,00032	0,007944	6,25E-05	8E-05	0,006101	0,000756	0,000896	0,000359	0,000537	0,000611	0,009303	0,000187
у	0,000531	0,001462	0,000695	0,000564	0,001829	0,000875	0,00024	0,000351	0,000551	0,000123	0,0014	0,001728	0,003104	0,002872	0,001039	0,000662
ф	0,000242	0	7,81E-06	0	5,86E-06	0,000113	0	5,86E-06	0,00015	7,03E-05	1,37E-05	3,51E-05	1,95E-05	0,000152	0,000455	0
х	0,001043	4,1E-05	6,44E-05	3,9E-06	9,57E-05	0,001025	7,81E-06	3,9E-06	0,001708	5,08E-05	4,1E-05	3,51E-05	9,37E-05	4,3E-05	0,000625	1,95E-06
ц	6,83E-05	1,95E-06	3,71E-05	1,95E-06	0,000412	0,000492	0	1,37E-05	0,00091	8E-05	3,71E-05	1,17E-05	1,17E-05	0,000205	0,000201	9,76E-06
ч	0,001659	2,93E-05	0,000322	5,47E-05	9,18E-05	0,002169	2,54E-05	5,86E-05	0,002636	0,000517	0,000238	0,000687	0,000539	0,00049	0,00424	1,76E-05
ш	0,001185	3,9E-06	0,000849	9,76E-06	8,79E-05	0,001101	0	1,17E-05	0,000717	0,000295	1,37E-05	2,54E-05	4,1E-05	3,51E-05	0,001056	1,95E-06
щ	0,000217	0,000248	1,56E-05	0	0	0,000982	0	0	0,000168	7,81E-06	0	3,9E-06	1,37E-05	0,000131	0,000246	1,95E-06
ы	0	0,004896	0,003596	0	0,000594	0	0	0,000355	0	0	0	0,000756	0,000994	0,002971	0	0,000225
ь	0	0,00018	0,000148	0	0,001023	0	2,34E-05	0,001585	0	0	1,56E-05	0,004311	8,98E-05	0,001359	0	6,44E-05
э	0,000336	0,000117	0,000398	7,81E-06	1,95E-05	0,000533	1,56E-05	4,1E-05	0,000271	7,81E-05	0,000129	8E-05	9,96E-05	4,1E-05	0,000488	0
ю	0,001054	1,95E-06	3,9E-06	0	9,76E-06	0,000314	0	0,000178	0,000308	0	0	0,00114	1,95E-06	0,000156	0,000752	3,9E-06
я	0,002671	0,000715	0,000217	1,76E-05	0,000293	0,000701	2,15E-05	0,000603	0,001704	8,2E-05	0,000127	0,001894	0,000619	0,004147	0,001468	0,000594

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
а	0,007878	0,002274	0,007235	0,000219	0,000232	0,00059	0,00072	0,003346	0,001035	0,000346	0,000121	0,000226	0	6,83E-05	0,000221
б	0,000162	0,000193	0,000582	0,000758	1,95E-06	8,79E-05	7,81E-06	1,56E-05	5,86E-06	3,9E-06	0,000359	0,000543	0	0,000615	0,000545
в	0,000512	0,001839	0,00329	0,001494	1,95E-06	0,000512	8,2E-05	6,25E-05	0,000102	7,81E-06	0,001509	0,001628	5,86E-06	0,000359	0,001972
г	0,000187	0,000123	0,000125	0,001771	0	8,98E-05	1,17E-05	1,37E-05	7,81E-06	0	0,000205	0,000338	9,76E-06	0,000102	0,000346
д	0,000855	0,000361	0,000387	0,002302	1,95E-06	0,000176	1,56E-05	4,3E-05	0	1,95E-06	0,000513	0,000648	1,17E-05	0,000525	0,001246
е	0,006035	0,005332	0,006654	0,000318	0,000392	0,000135	0,000787	0,00483	0,002499	0,001747	0,000906	0,001218	0	6,25E-05	0,000443
ж	0,000289	0,000275	8E-05	0,002027	0	4,1E-05	3,9E-06	0	1,95E-06	0	8,59E-05	9,18E-05	0	0,000113	0,000275
з	6,25E-05	9,18E-05	0,000174	0,000486	1,95E-06	8,2E-05	2,54E-05	7,81E-06	0	0	0,000238	0,000512	0	0,000121	0,002825
и	0,005355	0,001798	0,004867	0,000601	0,000513	0,000398	0,000182	0,001931	0,001628	0,000564	0,0004	0,00141	0	0,000324	0,001265
й	0	1,95E-06	0	0,000146	0	0	0	0	0	0	0,001529	1,95E-06	7,81E-06	5,86E-06	2,54E-05
к	0,000223	0,004266	0,000783	0,001146	0	0,000185	0,000119	0,000307	0,000629	3,9E-06	0,00049	0,002218	7,22E-05	0,000283	0,001017
л	6,64E-05	0,00362	0,000389	0,001394	1,95E-05	0,000207	7,81E-06	2,93E-05	0,000644	0	0,002233	0,000297	1,56E-05	6,64E-05	0,001119
м	0,000258	0,001577	0,000221	0,002013	5,86E-06	0,000164	1,17E-05	2,73E-05	2,54E-05	0	0,00138	0,000902	5,86E-06	0,000242	0,000748
н	0,000709	0,001699	0,001683	0,00108	9,76E-06	0,000389	4,49E-05	0,001082	0,000463	5,66E-05	0,000908	0,003255	0	0,0004	0,00236
о	0,008153	0,003163	0,017911	0,000377	0,000111	0,002786	0,000277	0,000127	0,00026	3,9E-06	0,000291	0,000894	0	0,000182	0,000877
п	0,000199	0,002366	0,000623	0,001292	5,86E-06	0,000394	6,83E-05	6,64E-05	2,93E-05	1,37E-05	0,000492	0,001271	9,76E-06	0,000355	0,001199
р	8,79E-05	0,000258	0,003024	0,00073	7,22E-05	0,000164	2,15E-05	0,000355	1,56E-05	9,76E-06	0,000336	0,000303	0	0,000141	0,00033
с	0,000162	0,001146	0,001866	0,001712	1,95E-06	0,000365	4,69E-05	5,08E-05	1,56E-05	9,76E-06	0,001312	0,002276	0	0,000556	0,001816
т	0,000492	0,011962	0,000433	0,002183	1,56E-05	0,000141	1,56E-05	0,005576	3,51E-05	3,9E-06	0,001398	0,001011	0,003346	0,00058	0,00254
у	0,002807	0,000812	0,001868	0,000131	5,66E-05	0,000184	0,000172	0,000769	0,000349	0,000127	0,000148	0,000396	0	9,57E-05	0,000396
ф	8,2E-05	1,37E-05	1,56E-05	2,54E-05	1,56E-05	1,76E-05	0	0	0	0	5,86E-06	2,93E-05	1,76E-05	6,64E-05	0,000279
х	7,61E-05	0,000228	5,27E-05	0,000443	0	1,95E-05	7,81E-06	3,9E-06	3,9E-06	0	0,000962	0,000189	5,86E-06	1,95E-05	0,000338
ц	1,56E-05	5,27E-05	6,44E-05	9,76E-06	0	7,81E-06	0	1,95E-06	0	0	4,88E-05	8,59E-05	0	2,73E-05	0,000107
ч	9,76E-05	0,000636	0,000621	0,00149	0	7,81E-05	1,37E-05	1,56E-05	0	1,95E-06	0,000586	0,000808	1,95E-06	0,000361	0,000638
ш	0,000361	0,000156	3,9E-05	0,000699	0	1,37E-05	0	0,000182	0	0	0,000519	0,000549	1,37E-05	3,32E-05	5,47E-05
щ	1,37E-05	0	2,34E-05	0,00031	0	9,76E-06	0	0	0	0	0,000141	6,64E-05	0	0,000199	0,000146
ы	0,001128	0,000269	0,001398	0	7,81E-06	0	0,000211	0	0	0	0	0	0	0	0
ь	0,001093	0,003952	0,007673	0	0,000285	0	0	0,00025	0,000531	2,34E-05	0	0	0	0	0
э	1,95E-06	6,83E-05	0,000148	0,000105	0	3,9E-05	9,76E-06	3,9E-06	1,95E-06	0	8,79E-05	0,000258	1,17E-05	4,1E-05	0,000189
ю	0,000205	0,000267	6,44E-05	0,000802	0	1,95E-06	0	0	1,95E-06	0	1,95E-06	0,000416	0	3,71E-05	0,000174
я	0,001187	0,004594	0,00072	0,000139	3,9E-06	3,51E-05	9,76E-06	1,17E-05	5,86E-06	5,86E-06	6,05E-05	0,001041	0	8,2E-05	0,000256

## Код програми:

Файл **test.cpp** містить в собі код для першочергової обробки і заміни абзаців, відступів, кількох пробілів і так на далі на один символ пробілу. Також ми використовували даний код для видалення пробілів взагалі коли це потрібно.

### test.cpp

```
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    wifstream in("rinput.txt");

    wofstream out("output.txt");
    wstring t,r;
    int i =0;
    while(1)
    {

        in>>t;
        if(in.eof())
            break;
        out<<t;
    }
}
```

Код який міститься у файлі **Reader.cpp** ми використовували для подальшої обробки тексту а саме заміни 'ё' на 'е', 'ь' на 'ъ' а також усіх великих літер на маленькі.

### Reader.cpp

```
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <string>
```

```
using namespace std;
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
```

```
    wifstream in("rinput.txt");
```

```
    wofstream out("output.txt");
```

```
    wstring t,r;
```

```
    int i =0;
```

```
    while(1)
```

```
    {
```

```
        in>>t;
```

```
        for(int s=0;s<t.length();s++)
```

```
        {
```

```
            if((int)t[s]==1025)
```

```
                t[s]=1077;
```

```
            if((int)t[s]==1105)
```

```
                t[s]=1077;
```

```
            if((int)t[s]==1066)
```

```
                t[s]=1100;
```

```
            if((int)t[s]==1098)
```

```
                t[s]=1100;
```

```
            if(((int)t[s]>=1040)and((int)t[s]<=1071 ))
```

```
            {
```

```
                t[s]+=32;
```

```
            }
```

```
            i++;
```

```
        }
```

```
        if(in.eof())
```

```
            break;
```

```
        out<<t<<<" ";
```

```
    }
```



```
}
```

**Код файлу Filter.cpp ми використовували для остаточної фільтрації вхідного і тексту і вилучення з нього сторонніх символів по типу “,.” і так далі.**

### **Filter.cpp**

```
#include <fstream>
```

```
#include <iostream>
```

```
#include <string>
```

```
using namespace std;
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
```

```
    wifstream in("1.txt");
```

```
    wofstream out("output.txt");
```

```
    wstring t,r;
```

```
    int i =0;
```

```
    while(1)
```

```
    {
```

```
        in>>t;
```

```
        for(int s=0;s<t.length();s++)
```

```
        {
```

```
            if(!(t[s]>=1072 and t[s]<=1103) )
```

```
                t[s]=' ';
```

```
        }
```

```
        out<<t<<" ";
```

```
        i++;
```

```
        if(in.eof())
```

```
            break;
```

```
    }
```

```
}
```

**Код файлу Monograms.cpp використовується нами для обрахування ентропії монограм з пробілами та без них.**

### **Monograms.cpp**

```
#include <fstream>

#include <iostream>

#include <string>

#include <math.h>


using namespace std;


int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    wifstream in("input.txt");
    wofstream out("output.txt");
    wstring t,r;


    int alfa[33];
    for(int letter=0;letter<32;letter++)
    {
        alfa[letter]=0;
        alfa[32]=213495;
    }


    while(1)
    {

        in>>t;
        for(int i=0;i<t.length();i++)
        {
            int a =1072;
            while(a!=1104)
```

```

    {
    if((int)t[i]==a)
    {
        alfa[a-1072]+=1;
        break;
    }
    else
        a++;
    }
    }
    if(in.eof())
        break;
}

int sumlet=0;
for(int letnum=224, letter=0;letnum<256;letnum++, letter++)
{
    if(letnum==250)
        continue;
    cout<<(char)letnum<<" "<<alfa[letter]<<endl;
    sumlet+=alfa[letter];
}
cout<<"_ "<< alfa[32]<<endl;
cout<<"sumlet = "<<sumlet+alfa[32]<<endl;


cout<<"===== "<<endl;
cout<<"LETTER FREQUENCY + _ "<<endl;
double H = 0.0;
for(int letnum=224, letter=0;letter<33;letnum++, letter++)
{
    if(letnum==250)
        continue;
    double pi = (double)alfa[letter]/(double)(sumlet+alfa[32]);
    cout<<(char)letnum<<" "<<pi<<endl;
    double l = log10(pi)/log10(2);
    H=H+(pi*l);
}

```

```

    }
    cout<<"===== "<<endl;
    cout<<"LETTER FREQUENCY"<<endl;
double h=0.0;
for(int letnum=224, letter=0;letter<32;letnum++, letter++)
{
    if(letnum==250)
        continue;
    double pi = (double)alfa[letter]/(double)sumlet;
    cout<<(char)letnum<<" "<<pi<<endl;
    double l = log10(pi)/log10(2);
    h=h+(pi*l);
}

    cout<<"sumlet = "<<sumlet<<endl;
    cout<<"===== "<<endl;
    cout<<"Entropy H = "<<H*(-1)<<endl;
    cout<<"Entropy h = "<<h*(-1);

}

```

**Код файлу Creatorbi.cpp використовується для створення алфавіту усіх можливих біграм з пробілами чи без залежно від вхідних файлів.**

### **Creatorbi.cpp**

```

#include <fstream>
#include <iostream>
#include <string>

```

```

using namespace std;

```

```

int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    wifstream in("3.txt");

```

```

wofstream out("output.txt");
wstring t,r;
int i =0, e=0;
while(1)
{

    in>>t;
    e++;
    wcout<<t<<endl;
    wifstream in2("4.txt");

    while(1)
    {
        in2>>r;
        out<<t+r<<" ";
        i++;
        if(in2.eof())
            break;

    }

    in2.close();
    if(in.eof())
        break;

}
}

```

**Код файлу Entropiabitekstzpr.cpp ми використовували для обрахування ентропії для біграм в тексті у випадку якщо пробіл входить в наш алфавіт.**

**Entropiabitekstzpr.cpp**

```

#include <fstream>

#include <iostream>

#include <string>

#include <math.h>


using namespace std;


int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    wifstream in("vsebigramizprobelami.txt");
    wofstream out("output.txt");
    wifstream in2("tekstzprobelami.txt");
    wstring t,r;
    int i = 0, e = 0;
    double f=0.0, entropia = 0.0,ren,logar=0.0;
    while(1)
    {
        in>>t;

        in2>>r;

        for(int s=0;s<r.length(); s++)
        {
            if(t[0]==r[s] and t[1]==r[s+1])
                e++;
        }
        out<<t<<" - "<<e<<endl;

        cout<<i<<endl;
        if(e!=0)
        {
            f = (double)e/1233599;
            // f = (double)e/616800;

```

```

        cout<<"×ãñòîòà: "<<f<<" ";
        logar=log10(f)/log10(2);
        cout<<"Ëïãððèîì : "<<logar<<endl;
        ren=f*logar;
        entropia+=ren;
    }

    e=0;
    i++;

    if(in.eof())
        break;

}

entropia = entropia-ren;
cout<<"À áíððïîëü ó íâñ âîð òàêà: "<<(entropia*-(1))/2;
}

```

**Код файлу Entropiabibezpr.cpp ми використовували для обрахунку значення ентропії в випадку коли у тексті не враховуються пробіли.**

### **Entropiabibezpr.cpp**

```

#include <fstream>
#include <iostream>
#include <string>
#include <math.h>

using namespace std;

int main()
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    wifstream in("vsebigamibezprobelov.txt");
    wofstream out("output.txt");
    wifstream in2("tekstbezprobelov.txt");

```

```

wstring t,r;
int i = 0, e = 0;
double f=0.0, entropia = 0.0,ren,logar=0.0;
while(1)
{
    in>>t;

    in2>>r;

    for(int s=0;s<r.length(); s+=2)
    {
        if(t[0]==r[s] and t[1]==r[s+1])
            e++;
    }
    out<<e<<endl;

    cout<<i<<endl;
    if(e!=0)
    {
        //f = (double)e/1024417;
        f= (double)e/512209;
        cout<<"xãñðîðà: "<<f<<" ";
        logar=log10(f)/log10(2);
        cout<<"Ëîãððèî : "<<logar<<endl;
        ren=f*logar;
        entropia+=ren;
    }

    e=0;
    i++;

    if(in.eof())
        break;
}

```



```
entropia = entropia-ren;
```

```
cout<<"À áîððîëü ó íàñ âîð òàâà: "<<(entropia*-(1))/2;
```

```
}
```

### **Висновки:**

Під час данного комп'ютерного практикуму, ми навчились визначати ентропію на символ джерела та його надлишковості. Порівняли різні моделі джерел відкритого тексту для наближеного визначення ентропії та набули практичних навичок оцінки ентропії на символ джерела.