

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 Аль-Фітурі Асія  
ФБ-31 Гриб Вероніка

## Мета роботи:

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

## Порядок виконання роботи

1. Написати програми для підрахунку а) частот букв і б) частот біграм в тексті, а також підрахунку с)  $H_1$  та  $H_2$  за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.

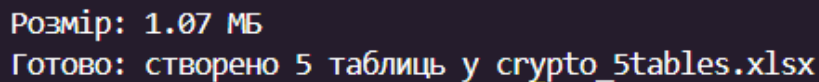
А) частота букв

1. Частота літер

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

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

Дані збереглись а таблиці



```
Розмір: 1.07 МБ  
Готово: створено 5 таблиць у crypto_5tables.xlsx
```

Частота літери з пробілами

	A	B	C	
1	Літера	Кількість	Частота	
2	пробіл	172157	0,166875	
3	о	95774	0,092835	
4	а	74368	0,072086	
5	е	73361	0,07111	
6	и	53873	0,05222	
7	н	52690	0,051073	
8	т	51049	0,049483	
9	с	44734	0,043361	
10	л	43373	0,042042	
11	р	43076	0,041754	
12	в	41001	0,039743	
13	к	31695	0,030723	
14	м	27873	0,027018	
15	д	25559	0,024775	
16	у	24698	0,02394	
17	п	21472	0,020813	
18	г	18252	0,017692	
19	ь	16945	0,016425	
20	я	16841	0,016324	
21	ы	14150	0,013716	
22	з	13902	0,013475	
23	б	13350	0,01294	
24	ч	11986	0,011618	
25	й	10369	0,010051	
26	ж	8371	0,008114	
27	ш	8121	0,007872	
28	х	7379	0,007153	
29	ю	5223	0,005063	
30	ц	3753	0,003638	
31	э	2827	0,00274	
32	щ	2233	0,002164	
33	ф	1050	0,001018	
34	ъ	149	0,000144	
35				

Частота літерів без пробілів

	А	В	С
1	<b>Літера</b>	<b>Кількість</b>	<b>Частота</b>
2	о	95774	0,11143
3	а	74368	0,086525
4	е	73361	0,085353
5	и	53873	0,06268
6	н	52690	0,061303
7	т	51049	0,059394
8	с	44734	0,052047
9	л	43373	0,050463
10	р	43076	0,050118
11	в	41001	0,047703
12	к	31695	0,036876
13	м	27873	0,032429
14	д	25559	0,029737
15	у	24698	0,028735
16	п	21472	0,024982
17	г	18252	0,021236
18	ь	16945	0,019715
19	я	16841	0,019594
20	ы	14150	0,016463
21	з	13902	0,016175
22	б	13350	0,015532
23	ч	11986	0,013945
24	й	10369	0,012064
25	ж	8371	0,009739
26	ш	8121	0,009449
27	х	7379	0,008585
28	ю	5223	0,006077
29	ц	3753	0,004367
30	э	2827	0,003289
31	щ	2233	0,002598
32	ф	1050	0,001222
33	ъ	149	0,000173
34			

Біграми які перетинаються з пробілом

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI		
		9E-06	0.00059	0.0083	0.00093	0.00248	0.00106		0.00104	0.0036	9E-05	0.00073	0.00042	0.00711	0.00343	0.00387	0.0005	0.00061	0.00498	0.00461	3.5E-05	0.00017	0.00078	2.3E-05	0.00076	0.00013	0.0003							0.00076	0.00179	0.01872
1	8	0.0009	3E-06	9E-05	1E-06	1.7E-05	0.0018		5E-06	1E-06	0.00085	0.0.00011	0.0008	5.4E-05	0.00029	0.0189			0.00126	0.00013	0.00012	0.00004	4E-06	0.11E-05	7.1E-05	5.5E-05	0.00261	0.00005	0.0.0006	0.00042	0.00023					
2	8	0.00064	8E-06	4.2E-05	2.5E-05	0.00024	0.0006		0.00053	0.00287	0.0.00011	0.00068	0.00104	0.00069	0.00089	0.00018	0.0009	0.00733	0.00025	0.00029	0.00015	9.4E-05	1.9E-05	7.2E-05	0.00098	6E-06	9E-06	0.00327	0.00023	0.0003				0.9E-06	0.00023	0.0562
3	8	0.00195	2E-06	1.6E-05	4E-06	0.001	0.0002		0.3E-06	0.00087	0.0.00013	0.00051	8E-06	0.00028	0.00793	0.0.0007	4.7E-05	4E-06	0.00091	0.0.00015	0.00017	3.8E-05	0.00015	0.0003	3.8E-05	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	
4	8	0.00446	4E-05	0.00119	1.9E-05	0.00049	0.00059		1.1E-05	0.00119	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	0.00059	
5	8	7.5E-05	0.00104	0.00179	0.00305	0.00259	0.00125		0.00075	0.00092	8.9E-05	0.00195	0.00142	0.00564	0.00387	0.0048	0.00016	0.00076	0.00049	0.00509	0.00506	0.00014	1.4E-05	0.0005	0.00042	0.00088	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	0.00064	
6	8	0.00127	5.0E-06	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.00038		0.00000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	
7	8	0.00511	0.00011	0.00001	0.00005	0.00004	0.00028		0.00005	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
8	8	0.00051	0.00011	0.00001	0.00005	0.00004	0.00028		0.00005	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
9	8	0.00051	0.00011	0.00001	0.00005	0.00004	0.00028		0.00005	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
10	8	0.00051	0.00011	0.00001	0.00005	0.00004	0.00028		0.00005	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
11	8	0.00051	0.00011	0.00001	0.00005	0.00004	0.00028		0.00005	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
12	8	8E-06	1.3E-05	0.0.0000	0.0.0000	0.00022	1.3E-05		0.0.0000	2E-06	1E-06	0.00004	7E-06	3.9E-05	0.00039	9.1E-05	2E-06	2E-06	0.00046	0.0006	0.0.0000	0.0.0000	8.7E-05	0.00017	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007
13	8	0.00049	7.1E-06	0.9E-05	3E-06	0.00003	0.00008		0.0.0000	0.00003	6E-06	0.00016	0.00003	7E-06	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
14	8	0.00034	4.7E-05	2E-06	6.1E-05	0.00034	0.00046		0.0.0000	0.00022	5E-06	0.00013	9E-06	0.00015	0.00014	0.00014	5.6E-05	0.00045	0.00011	9.9E-05	0.00004	0.00033	4E-06	0.0.0000	0.00003	2E-06	4.1E-05	0.00011	1E-06	0.00048	0.00074	0.00016	0.00048	0.00074	0.00016	0.00048
15	8	0.01028	6E-06	1.6E-05	5.8E-05	0.00027	0.00086		0.00021	2.7E-05	0.00013	0.00017	1.7E-05	2.8E-05	0.00056	0.00793	4E-06	0.00115	0.00012	0.00051	0.00027	2.5E-05	2E-06	0.00047	0.00014	2E-06	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	
16	8	1E-06	0.00323	0.00048	0.00484	0.00047	0.00513		0.0.0017	0.0007	0.0009	0.00407	0.00044	0.0076	0.00444	0.00571	0.00019	0.00108	0.00678	0.00589	0.00087	4.7E-05	3.5E-05	0.00061	0.0001	0.00362	0.0013	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016
17	8	0.00039	8E-06	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008		0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008
18	8	0.00074	8.4E-05	0.00058	0.00093	0.00044	0.00051		0.00029	4.8E-05	0.00708	0.0.00025	0.00081	0.00019	0.00057	0.00087	0.00006	0.00061	0.00059	0.00063	0.00029	3.8E-05	0.00013	0.00092	6.3E-05	0.00017	3.5E-05	0.00014	0.00071	3.4E-05	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012
19	8	0.00143	4.8E-05	0.00016	2.5E-05	0.0001	0.00035		0.3E-05	1.1E-05	0.00017	0.00048	0.00281	0.00007	0.00072	0.00022	0.01894	0.00016	0.00055	0.00049	0.00071	9E-06	0.00016	4.1E-05	0.00029	7E-05	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	
20	8	0.00552	1.8E-05	0.00331	9E-06	0.0001	0.00611		0.0.0000	3E-06	0.00371	0.00048	0.00019	1.1E-05	0.00016	0.0151	7.3E-05	0.00236	0.00097	0.00019	0.00049	0.00071	9E-06	1.2E-05	8.8E-05	9.7E-05	1.8E-05	1.2E-05	1.6E-05	0.001	0.00337	0.0.0000	0.00337	0.0000	0.00337	
21	8	0.00013	0.00003	0.00003	0.00017	0.00017	0.00017		0.00013	0.00005	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	0.00013	0.00005	
22	8	0.00011	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000		0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	
23	8	0.00006	0.000015	1E-06	1E-06	3.7E-05	0.0.0000		0.0.0000	0.00013	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	
24	8	0.00072	0.4E-05	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.00075		0.0.0000	0.00017	0.12E-05	3E-06	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	
25	8	0.00078	0.4E-05	0.00034	0.00034	0.00034	0.00034		0.00078	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016
26	8	0.00016	0.3E-05	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.00077		0.0.0000	0.000152	0.00029	0.00047	3E-06	0.00033	0.00032	0.0002	3E-06	0.00033	0.0002	0.00033	0.0002	1.5E-05	0.00033	2E-06	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000
27	8	0.00035	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.00075		0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	0.0.0000	
28	8	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001		0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001		

## біграма з пробілу без перетену

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1																														
2	a	0.000006	0.000959	0.000259	0.000038	0.000002	0.000157	0.000057	0.001088	0.003643	0.000076	0.000428	0.000007	0.000037	0.000285	0.000029	0.000663	0.000494	0.000419	0.005077	0.000035	0.000171	0.000744	0.000227	0.000725	0.000337	0.000316			
3	b	0.000988	0.000002	0.000101	0.000002	0.000012	0.001063	0.001863	0.000000	0.000041		0.000087	0.000791	0.000047	0.000356	0.000186	0.000000	0.001295	0.000124	0.000171	0.001171	0.000052	0.000006	0.000000	0.000006	0.000006	0.000011	0.000006	0.000006	0.000011
4	c	0.006698	0.000004	0.000005	0.000023	0.000042	0.00014	0.00014	0.000000	0.000556	0.002629	0.000012	0.000661	0.000013	0.000068	0.000708	0.000173	0.000859	0.002309	0.000026	0.000026	0.000024	0.000000	0.000093	0.000019	0.000006	0.000091	0.000008	0.000238	
5	d	0.001979	0.000002	0.000016	0.000002	0.000987	0.00022	0.000002	0.000004	0.000855		0.000078	0.001062	0.000014	0.000268	0.000753	0.000000	0.000692	0.000062	0.000004	0.000929	0.000000	0.000002	0.000000	0.000002	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6	e	0.004602	0.000035	0.000136	0.000025	0.000039	0.00468	0.00468	0.000000	0.000001	0.002026	0.000018	0.000578	0.000143	0.000188	0.003468	0.000109	0.001204	0.000275	0.000583	0.000142	0.0001493	0.000004	0.000027	0.000025	0.000033	0.000008	0.000684		
7	f	0.000078	0.001	0.001749	0.000313	0.002575	0.00187	0.001287	0.000704	0.000901	0.000901	0.001944	0.00144	0.000531	0.000385	0.000747	0.000159	0.00075	0.0006857	0.0005083	0.0005083	0.000012	0.000012	0.000504	0.000417	0.000089	0.000603	0.000587	0.000000	
8	g	0.000078	0.001	0.001749	0.000313	0.002575	0.00187	0.001287	0.000704	0.000901	0.000901	0.001944	0.00144	0.000531	0.000385	0.000747	0.000159	0.00075	0.0006857	0.0005083	0.0005083	0.000143	0.000012	0.000504	0.000417	0.000089	0.000603	0.000587	0.000000	
9	h	0.001299	0.000056	0.000000	0.000008	0.000086	0.003305	0.003305	0.000004	0.000127		0.000062	0.000303	0.000004	0.000004	0.000021	0.000000	0.000002	0.000012	0.000000	0.000332	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	i	0.00504	0.000155	0.000715	0.000378	0.000187	0.000187	0.000182	0.000056	0.000064	0.000229	0.000011	0.000182	0.000256	0.000733	0.000551	0.000017	0.000316	0.000003	0.000001	0.000343	0.000000	0.000000	0.000004	0.000004	0.000002	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000
11	j	0.000062	0.000541	0.000189	0.000469	0.000487	0.001859	0.001859	0.000016	0.000206	0.000473	0.001561	0.001826	0.000608	0.000241	0.000332	0.000167	0.000126	0.000092	0.002001	0.004565	0.000006	0.000025	0.002354	0.000824	0.001247	0.000558	0.000171	0.000000	
12	k	0.000004	0.000004	0.000004	0.000000	0.000198	0.000012	0.000012	0.000000	0.000004	0.000000	0.000043	0.000008	0.000041	0.000361	0.000078	0.000002	0.000004	0.000041	0.000597	0.000002	0.000000	0.000076	0.000178	0.000056	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13	l	0.007859	0.000009	0.000008	0.000002	0.000048	0.000481	0.000481	0.000019	0.000002	0.002352	0.000004	0.000076	0.000002	0.000003	0.000000	0.0001616	0.0001722	0.000038	0.000432	0.001159	0.000002	0.000002	0.000004	0.000000	0.000012	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14	m	0.007541	0.000043	0.000003	0.000072	0.000004	0.004021	0.004021	0.000281	0.000002	0.006196	0.000042	0.000037	0.000017	0.000025	0.000734	0.000066	0.0001127	0.000005	0.000047	0.000004	0.000000	0.000002	0.000002	0.000103	0.000004	0.000002	0.000482	0.000000	0.000000
15	n	0.003069	0.000048	0.000002	0.000064	0.000027	0.003464	0.003464	0.000000	0.000000	0.002336	0.000052	0.000128	0.000001	0.000553	0.000468	0.000000	0.0000997	0.0000122	0.000004	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000019	0.000031	0.000004	0.000000	0.000000	0.000000
16	o	0.010271	0.000001	0.000021	0.000002	0.000076	0.000213	0.000213	0.000136	0.00108	0.0009	0.004153	0.002448	0.000717	0.0044061	0.000056	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17	p	0.001365	0.000000	0.000000	0.000000	0.000161	0.001661	0.001661	0.000000	0.000783		0.000041	0.000628	0.000012	0.00017	0.000783	0.000199	0.000622	0.000001	0.000142	0.000667	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
18	q	0.006676	0.000093	0.000046	0.000034	0.000221	0.005694	0.005694	0.000287	0.000056	0.007148	0.000252	0.000851	0.000018	0.000484	0.000231	0.000068	0.000013	0.000082	0.000061	0.002359	0.000056	0.000143	0.000894	0.000004	0.000061	0.000035	0.000715		
19	r	0.001438	0.000035	0.000158	0.000028	0.000285	0.003998	0.003998	0.000031	0.000017	0.001758	0.000486	0.000205	0.0000756	0.000038	0.000219	0.000191	0.000171	0.000547	0.000973	0.000692	0.000000	0.000134	0.000048	0.000285	0.000005	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	t	0.005638	0.000019	0.0003	0.00012	0.00013	0.006029	0.006029	0.000000	0.000002	0.003559	0.0004079	0.000202	0.000008	0.000096	0.0011279	0.000072	0.002299	0.000101	0.000015	0.000444	0.000008	0.000001	0.000083	0.000093	0.000021	0.000017	0.000523	0.000000	
21	u	0.000259	0.000587	0.000103	0.000126	0.000089	0.002009	0.002009	0.000179	0.000473	0.000403	0.000188	0.000783	0.001274	0.000905	0.000163	0.000002	0.000615	0.000002	0.0001012	0.001177	0.000002	0.000001	0.000361	0.000004	0.000074	0.000646	0.000157	0.000000	
22	v	0.000116	0.000000	0.000000	0.000000	0.000005	0.000005	0.000000	0.000000	0.000116		0.000000	0.000076	0.000000	0.000004	0.000105	0.0000337	0.000004	0.000002	0.000031	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
23	x	0.000605	0.000167	0.000000	0.000035	0.000035	0.000149	0.000149	0.000000	0.000149		0.000064	0.000205	0.00015	0.000259	0.000011	0.000211	0.000025	0.000001	0.000136	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
24	y	0.000721	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000082	0.000082	0.000000	0.000157		0.000001	0.000004	0.000000	0.000000	0.000147	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
25	z	0.001753	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0003616	0.0003616	0.000000	0.000194		0.000147	0.000025	0.000000	0.000653	0.000048	0.0000006	0.000000	0.000319	0.000545	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
26	aa	0.001107	0.000039	0.000000	0.000000	0.0002714	0.002714	0.002714	0.000000	0.001528		0.000285	0.000448	0.000004	0.0000326	0.000318	0.000202	0.000004	0.0000012	0.000302	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
27	ab	0.000337	0.000000	0.000000	0.000000	0.000082	0.00082	0.00082	0.000000	0.00062		0.000003	0.000012	0.000000	0.000003	0.000012	0.000004	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
28	ac	0.000002	0.000101	0.000012	0.000023	0.000006	0.000742	0.000742	0.000000	0.000142	0.000097	0.000029	0.0000215	0.0000198	0.000036	0.000297	0.000005	0.000006	0.000004	0.000072	0.000136	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004
29	ad	0.000223	0.000061	0.000052	0.000006	0.0000593	0.000593	0.000593	0.000027	0.000112	0.000012	0.000159	0.000093	0.000198	0.000096	0.000264	0.000008	0.000007	0.000029	0.000063	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
30	ae	0.000002	0.000001	0.000000	0.000000	0.0000742	0.000742	0.000742	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
31	af	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
32	ag	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
33	ah	0.000014	0.000525	0.000016	0.000004	0.00025	0.000002	0.000002																						

без пробілу перетин

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	аб	ac					
а	0,000462	0,001376	0,000655	0,001849	0,003326	0,002135	0,001473	0,004856	0,001173	0,000871	0,006652	0,008968	0,006478	0,006485	0,001395	0,002613	0,006419	0,007729	0,000684	0,000636	0,000028	0,001053	0,000063	0,001439	0,001962	0,000366	0				
б	0,001084	0,000005	0,00124	0,000001	0,000027	0,002269	0,000007	0,000006	0,00104	0	0,00134	0,000956	0,000073	0,000238	0,002319	0,000159	0,000163	0,000088	0,001459	0,000002	0,000033	0,000005	0,000001	0,000013	0,000085	0,000127	0				
в	0,008038	0,000179	0,000433	0,000322	0,000669	0,007464	0,007464	0,000051	0,000796	0,03043	0	0,000754	0,001082	0,00037	0,001267	0,000739	0,000935	0,001291	0,003472	0,000832	0,001034	0,000008	0,000135	0,000031	0,000264	0,001224	0,000012	0,000291	0		
г	0,002626	0,000054	0,00012	0,0001	0,002174	0,002664	0,002664	0,000013	0,000026	0,001066	0	0,000143	0,001271	0,000041	0,000417	0,009112	0,000856	0,000137	0,000008	0,00112	0,00001	0,000003	0,000002	0,000033	0,000003	0,000001	0	0			
д	0,005609	0,000071	0,001812	0,000058	0,000083	0,005537	0,005537	0,000002	0,000009	0,002695	0	0,000223	0,000727	0,000204	0,002326	0,00408	0,000174	0,001418	0,000449	0,000226	0,001778	0,000005	0,000009	0,000242	0,000084	0,000057	0,00001	0,000854	0		
е	0,000358	0,002037	0,001747	0,004252	0,004048	0,00186	0,0186	0,01163	0,00178	0,000982	0,002335	0,002117	0,007259	0,006202	0,001029	0,001521	0,002992	0,008795	0,003864	0,006973	0,001777	0,000078	0,000793	0,00054	0,001688	0,000876	0,00634	0	0		
ж	0,000358	0,002037	0,001747	0,004252	0,004048	0,00186	0,0186	0,01163	0,00178	0,000982	0,002335	0,002117	0,007259	0,006202	0,001029	0,001521	0,002992	0,008795	0,003864	0,006973	0,001777	0,000078	0,000793	0,00054	0,001688	0,000876	0,00634	0	0		
з	0,001528	0,000071	0,000428	0,000017	0,001065	0,003943	0,03943	0,000014	0,000008	0,001494	0	0,000102	0,000031	0,000014	0,000724	0,000051	0,000003	0,000007	0,000003	0,000151	0,000406	0	0	0,000062	0,000001	0	0,000035	0	0		
и	0,006169	0,000205	0,001015	0,000529	0,000407	0,001047	0,00278	0,000278	0,000667	0,00102	0,00303	0	0,000245	0,000269	0,003065	0,002234	0,000776	0,00215	0,000443	0,000254	0,000092	0,000448	0,000015	0,000003	0,000012	0,000042	0,000015	0	0,000206	0	
к	0,001319	0,001338	0,001742	0,001134	0,002584	0,002759	0,002759	0,000547	0,002905	0,001438	0,001825	0,003474	0,006375	0,003671	0,005331	0,00146	0,002029	0,001369	0,001405	0,006185	0,00051	0,000099	0,002916	0,01055	0,001963	0,000726	0,00195	0	0		
л	0,000172	0,000361	0,000383	0,000323	0,000813	0,000014	0,000014	0,000192	0,000204	0,000494	0	0,000846	0,000239	0,000511	0,001109	0,001285	0,000095	0,000311	0,001479	0,000148	0,000232	0,000067	0,000076	0,000154	0,000	0	0,000007	0	0		
м	0,009517	0,000305	0,000668	0,000193	0,000261	0,000659	0,000659	0,000017	0,000172	0,00043	0,003091	0	0,000405	0,001066	0,000239	0,001034	0,001685	0,000036	0,002191	0,000581	0,000739	0,001558	0,000199	0,000656	0,00002	0,00013	0,000047	0,000003	0,000003	0	
н	0,009097	0,000293	0,00086	0,000813	0,000408	0,005105	0,05105	0,000407	0,000207	0,007832	0	0,0015123	0,000449	0,003041	0,001033	0,006219	0,000691	0,000221	0,002101	0,0003	0,002042	0,000055	0,000059	0,000014	0,00042	0,000069	0,000012	0,005408	0	0	
о	0,003837	0,000348	0,000903	0,00038	0,000508	0,004346	0,004346	0,000131	0,000197	0,003244	0	0,000768	0,00304	0,000322	0,001029	0,0057	0,000692	0,000328	0,001063	0,00037	0,003032	0,000449	0,000708	0,00036	0,000403	0,000409	0,000052	0,000063	0	0	
п	0,012387	0,000223	0,00046	0,000171	0,000526	0,010312	0,010312	0,000286	0,000161	0,007596	0	0,0004	0,00093	0,000208	0,003508	0,009749	0,000387	0,001459	0,001689	0,000759	0,003461	0,00004	0,000028	0,000567	0,000254	0,000023	0,0002	0,000965	0	0	
р	0,000234	0,00478	0,009597	0,006421	0,00644	0,00116	0,003116	0,002435	0,001963	0,001981	0,004881	0,000294	0,00956	0,006448	0,000868	0,001844	0,003399	0,008654	0,008814	0,009919	0,000663	0,00116	0,000098	0,000156	0,002807	0,001675	0,0002	0	0		
с	0,001672	0	0,000007	0,000003	0,000003	0,002616	0,002016	0,000002	0,000002	0,000895	0	0,000045	0,000753	0,000005	0,000119	0,009463	0,000037	0,008826	0,000022	0,000158	0,000789	0	0	0,000001	0,000008	0,000002	0	0,000159	0	0	
т	0,008129	0,00013	0,000724	0,001147	0,000341	0,000636	0,006636	0,000347	0,000087	0,008572	0	0,000405	0,001019	0,000284	0,001065	0,010023	0,000187	0,00791	0,00116	0,000791	0,002885	0,000884	0,000161	0,001101	0,000105	0,000212	0,000042	0,00085	0	0	
у	0,001796	0,000207	0,002349	0,000212	0,000529	0,003764	0,003764	0,000145	0,000087	0,002249	0	0,000692	0,003488	0,001103	0,001361	0,003489	0,002714	0,000928	0,000918	0,011629	0,001025	0,000003	0,000025	0,000006	0,0000417	0,000078	0	0,003583	0	0	
ф	0,000793	0,000276	0,004643	0,000184	0,000444	0,007479	0,007479	0,000071	0,000144	0,004797	0	0,000982	0,00036	0,000377	0,001385	0,004184	0,000947	0,002995	0,001746	0,000205	0,001851	0,00031	0,000308	0,00122	0,0003	0,00038	0,000027	0,006465	0	0	
х	0,000549	0,000939	0,002093	0,001817	0,002485	0,000393	0,000393	0,001571	0,000178	0,001066	0,000233	0,001816	0,002259	0,001616	0,000942	0,000425	0,000134	0,000546	0,001878	0,001773	0,000171	0,000449	0,0000515	0,000016	0,001305	0,000782	0,000204	0	0		
ц	0,000136	0,000001	0,000001	0,000002	0,000035	0,000093	0,000093	0,000007	0,000001	0,000001	0,000001	0,000014	0,000105	0,000003	0,000003	0,000004	0,000008	0,000421	0,000019	0,000059	0,000008	0,000038	0,000006	0,000001	0	0	0	0,000005	0	0	
ч	0,000788	0,000161	0,000605	0,000135	0,000307	0,001233	0,001233	0,000013	0,000044	0,000364	0	0,0000289	0,000204	0,000191	0,000591	0,002717	0,000601	0,000354	0,000437	0,000355	0,000279	0,000029	0,000014	0,000007	0,000116	0,000029	0,000005	0,000001	0,000001	0	0
ш	0,000273	0,000014	0,000012	0,000007	0,000007	0,000246	0,000246	0,000001	0,000012	0,000012	0,000012	0,000078	0,000012	0,000008	0,000012	0,000008	0,000012	0,000008	0,000012	0,000012	0,000008	0,000005	0,000001	0,000001	0,000001	0,000002	0	0,000002	0	0	
щ	0,002138	0,000005	0,000001	0,000002	0,000007	0,000426	0,000426	0,000001	0,000001	0,001497	0	0,000006	0,000033	0,000002	0,000075	0,000077	0,000001	0,000015	0,000009	0,000013	0,000655	0	0	0	0,000008	0,000008	0	0,000341	0	0	
аб	0,001268	0,00002	0,00005	0,000008	0,00002	0,000234	0,000234	0,000002	0,000012	0,001828	0	0,000358	0,003564	0,000013	0,000006	0,000394	0,00279	0,000007	0,000013	0,00002	0,000371	0,000003	0,000001	0	0	0,000002	0,000005	0	0,000477	0	0
ac	0,000418	0,000003	0,000007	0,000002	0,000001	0,001099	0,001099	0	0,000001	0,0008	0	0,000007	0,000002	0,000005	0,000002	0,000007	0,000003	0,000007	0,000003	0,000101	0	0	0	0,000001	0	0	0,000055	0	0	0	
а	0,000211	0,000475	0,001624	0,000344	0,000568	0,000199	0,001293	0,000999	0,000543	0,000908	0	0,002034	0,000237	0,000831	0,002372	0,000855	0,001146	0,000215	0,00219	0,000698	0,000356	0,000051	0,000012	0,000084	0,000591	0,00057	0,000101	0	0	0	
б	0,000072	0,000475	0,001396	0,000234	0,000385	0,000287	0,000887	0,0001	0,000323	0,000385	0,001835	0,00365	0,001592	0,001466	0,000098	0,000433	0,000724	0,00035	0,001296	0,000977	0,000226	0,000016	0,001032	0,000025	0,000555	0,000549	0,00006	0	0	0	
в	0,000011	0,000475	0,001624	0,000344	0,000568	0,0001293	0,001293	0,000999	0,000543	0,000908	0	0,002034	0,000237	0,000831	0,002372	0,000855	0,001146	0,000215	0,00219	0,000698	0,000356	0,000051	0,000012	0,000084	0,000591	0,00057	0,000101	0	0	0	
г	0,000002	0,000002	0,000012	0,000015	0,000013	0	0	0	0,000007	0,000003	0,000036	0,000062	0,000012	0,000007	0,000019	0,000003	0,000027	0,000006	0,000008	0,000306	0,000002	0,000009	0,000021	0,000001	0,000001	0,000009	0	0	0	0	
д	0,000081	0,000713	0,000349	0,001006	0,000487	0,000085	0,000085	0,000062	0,000124	0,000215	0,000005	0,000325	0,0001	0,000247	0,000383	0,000215	0,000303	0,000318	0,000545	0,000057	0,000052	0,000002	0,000037	0,000007	0,000297	0,000006	0,000527	0	0	0	
е	0,000219	0,000467	0,001988	0,000444	0,001017	0,000444	0,000444	0,000309	0,000586	0,000847	0,000043	0,001069	0,001072	0,000779	0,000249	0,000764	0,001246	0,000313	0,001759	0,001957	0,000437	0,000041	0,000264	0,000044	0,000045	0,000005	0,0000178	0	0	0	

без пробілу без перетену

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1		a	б	в	г	д	е	є	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ь
2	а	0,000428	0,001364	0,000997	0,001983	0,003333	0,002131	0,002131	0,001459	0,004814	0,001156	0,000088	0,006611	0,009019	0,006392	0,006529	0,001401	0,002571	0,006346	0,007397	0,006797	0,000645	0,000279	0,001112	0,000072	0,001478	0,001964	0,000358	0
3	б	0,001077	0,000002	0,000135	0	0,00003	0,002276	0,002276	0,000007	0,000002	0,00107	0	0,000133	0,000097	0,000079	0,000328	0,002376	0,000014	0,001594	0,000156	0,000007	0,001426	0,000002	0,000061	0,000005	0	0,000014	0,000086	0,000128
4	в	0,0081	0,000172	0,000389	0,000344	0,000668	0,00733	0,00733	0,000035	0,000814	0,003449	0	0,000763	0,001056	0,000365	0,001273	0,008647	0,000914	0,001317	0,003525	0,000842	0,001008	0,000009	0,000137	0,000028	0,000289	0,001233	0,000007	0,000289
5	г	0,002669	0,000049	0,000126	0,000084	0,001287	0,002716	0,002716	0,000016	0,000037	0,001035	0	0,000144	0,001226	0,000044	0,000037	0,00914	0,000109	0,000845	0,000168	0,000009	0,001047	0,000005	0,000002	0,000005	0,000033	0,000002	0,000002	0
6	д	0,005682	0,000074	0,001878	0,000074	0,000074	0,00554	0,00554	0,000016	0,000079	0,002646	0	0,000219	0,000717	0,000228	0,002355	0,004042	0,000207	0,001357	0,000449	0,00024	0,001757	0,000005	0,000044	0,000249	0,000091	0,000056	0,000012	0,000831
7	е	0,000335	0,002024	0,004682	0,004251	0,003916	0,001852	0,001852	0,001152	0,001768	0,001017	0,002183	0,002855	0,007283	0,00622	0,010532	0,00155	0,003044	0,00884	0,00833	0,006916	0,0008	0,000081	0,000787	0,00054	0,001617	0,000896	0,000589	0
8	є	0,000335	0,002024	0,004682	0,004251	0,003916	0,001852	0,001852	0,001152	0,001768	0,001017	0,002183	0,002855	0,007283	0,00622	0,010532	0,00155	0,003044	0,00884	0,00833	0,006916	0,0008	0,000081	0,000787	0,00054	0,001617	0,000896	0,000589	0
9	ж	0,001501	0,000081	0,000033	0,000016	0,001145	0,003933	0,003933	0,000019	0,000007	0,001443	0	0,000102	0,000033	0,000019	0,000807	0,000058	0,000023	0,000007	0,000021	0,000014	0,000396	0	0	0,000051	0	0	0,000037	0
10	з	0,00619	0,000207	0,001022	0,000528	0,001019	0,000298	0,000298	0,000077	0,000105	0,000365	0	0,000265	0,000247	0,000396	0,002169	0,000789	0,00023	0,000412	0,000226	0,000095	0,000496	0,000009	0	0,000007	0,000004	0,000019	0	0,000209
11	и	0,000296	0,001359	0,004284	0,001136	0,002588	0,002841	0,00057	0,000286	0,001415	0,001841	0	0,00333	0,006478	0,003567	0,005499	0,001503	0,001971	0,001419	0,004086	0,006192	0,000442	0,000095	0,002992	0,001031	0,00199	0,00071	0,000179	0
12	й	0,000158	0,000337	0,000856	0,000291	0,000798	0,000168	0,000168	0,000182	0,00023	0,000477	0	0,000877	0,00023	0,000517	0,001056	0,000672	0,000977	0,000309	0,001515	0,001073	0,000219	0,000077	0,000074	0,000163	0,000484	0,000163	0,000007	0
13	к	0,009603	0,000291	0,000686	0,000182	0,000258	0,000691	0,000691	0,000133	0,000109	0,003106	0	0,000454	0,001087	0,000237	0,001282	0,01297	0,000375	0,002152	0,000586	0,000775	0,001599	0,000028	0,000056	0,000012	0,000137	0,000056	0,000002	0,000002
14	л	0,009126	0,000333	0,00081	0,0008	0,000363	0,005117	0,005117	0,0004	0,000226	0,0078	0	0,001485	0,000461	0,000333	0,001042	0,006132	0,000696	0,000216	0,002064	0,00034	0,001978	0,000049	0,000063	0,000012	0,000377	0,000067	0,000012	0,005373
15	м	0,003849	0,000335	0,000912	0,000389	0,000517	0,004468	0,004468	0,000121	0,000188	0,003216	0	0,000828	0,000351	0,000323	0,002685	0,006132	0,001003	0,000298	0,001022	0,000377	0,00303	0,000054	0,000065	0,000033	0,000361	0,000037	0,000061	0,000054
16	н	0,012472	0,000235	0,000424	0,000147	0,000533	0,010152	0,010152	0,00033	0,000184	0,007602	0	0,000421	0,000088	0,0002	0,003507	0,009715	0,000465	0,001475	0,001661	0,000777	0,003451	0,000026	0,00003	0,000593	0,000258	0,00003	0,000198	0,000998
17	о	0,00023	0,00471	0,009641	0,006455	0,006504	0,003207	0,003207	0,00245	0,001983	0,001962	0,004905	0,004198	0,009582	0,006485	0,008545	0,001882	0,003383	0,008472	0,008752	0,008989	0,000668	0,000116	0,000898	0,000163	0,002853	0,001664	0,000216	0
18	п	0,001587	0	0,000007	0,000005	0,000005	0,002003	0,002003	0,000002	0,000002	0,000919	0	0,000037	0,000712	0,000005	0,000112	0,009278	0,00004	0,008275	0,00003	0,000154	0,000803	0	0	0	0,000007	0	0	0,000154
19	р	0,008133	0,000128	0,000738	0,000114	0,000356	0,006543	0,006543	0,000354	0,000079	0,008624	0	0,000424	0,00101	0,000289	0,001029	0,010071	0,000184	0,00084	0,001101	0,000824	0,00299	0,000084	0,000142	0,001096	0,000121	0,000221	0,000035	0,000852
20	с	0,001864	0,0002	0,002292	0,000219	0,000538	0,003809	0,003809	0,000144	0,000079	0,002243	0	0,006176	0,00357	0,001096	0,001382	0,003509	0,002783	0,000261	0,000856	0,011476	0,00101	0,000037	0,000195	0,000063	0,000389	0,000093	0	0,003686
21	т	0,006602	0,000298	0,004856	0,000188	0,000444	0,007593	0,007593	0,000074	0,000128	0,004712	0	0,000912	0,000377	0,000349	0,001924	0,01428	0,000554	0,003016	0,00175	0,000493	0,001801	0,000023	0,000049	0,000126	0,000316	0,000037	0,000023	0,006427
22	у	0,000577	0,000926	0,002087	0,00181	0,002464	0,00043	0,00043	0,00154	0,00077	0,001066	0,00024	0,001631	0,002269	0,001589	0,000933	0,00043	0,001347	0,000538	0,001901	0,001773	0,000165	0,000051	0,000551	0,000009	0,00134	0,000805	0,00023	0
23	ф	0,000147	0,000002	0,000007	0,000002	0,000037	0,00007	0,00007	0,000002	0	0,000156	0	0,000016	0,000016	0,000007	0,000005	0,000135	0,000009	0,000375	0,000009	0,000007	0,00004	0,000012	0	0	0	0	0	0,000007
24	х	0,000789	0,000151	0,000577	0,000116	0,000312	0,000119	0,000119	0,00004	0,000088	0,000379	0	0,000263	0,000175	0,000202	0,000561	0,002736	0,000433	0,000361	0,000442	0,000135	0,000265	0,000035	0,000009	0,000007	0,000095	0,000019	0,000007	0,000002
25	ц	0,000873	0,000014	0,000116	0,000012	0,000016	0,000908	0,000908	0,000002	0,000012	0,000254	0	0,00007	0,000005	0,000021	0,000033	0,001287	0,000063	0,000009	0,000054	0,000023	0,000326	0,000009	0,000005	0,000002	0,000002	0,000012	0	0
26	ч	0,002099	0,000005	0,000019	0	0,000009	0,004223	0,004223	0	0	0,001487	0	0,000226	0,000042	0	0,000798	0,000081	0,000016	0,000019	0,000012	0,003725	0,000721	0	0	0	0,000012	0,000151	0	0,00034
27	ш	0,001124	0,000028	0,000037	0,000012	0,000026	0,003379	0,003379	0,000002	0,000007	0,001829	0	0,000377	0,000561	0,000019	0,000377	0,000421	0,000282	0,000009	0,000016	0,000021	0,000356	0,000002	0	0	0,000005	0,000002	0	0,000507
28	щ	0,000414	0,000002	0,000005	0	0,000002	0,00115	0,00115	0	0,000002	0,000821	0	0,000012	0	0,000005	0,000051	0,000028	0,000009	0,000005	0,000007	0,000002	0,000093	0	0	0	0,000002	0	0	0,000051
29	ь	0,0002	0,000461	0,001613	0,000349	0,0006	0,00134	0,00134	0,000114	0,000572	0,000935	0	0,002036	0,000242	0,000775	0,002355	0,000882	0,001163	0,000216	0,002192	0,000663	0,000347	0,000047	0,000102	0,000086	0,000524	0,000551	0,000088	0
30	ы	0,000079	0,000463	0,001412	0,000226	0,000351	0,000924	0,000924	0,000098	0,000305	0,000356	0,001878	0,000356	0,001657	0,001478	0,000933	0,000461	0,000719	0,000347	0,001287	0,000994	0,000233	0,000028	0,001075	0,000021	0,000268	0,000582	0,000005	0
31	ь	0,0002	0,000461	0,001613	0,000349	0,0006	0,00134	0,00134	0,000114	0,000572	0,000935	0	0,002036	0,000242	0,000775	0,002355	0,000882	0,001163	0,000216	0,002192	0,000663	0,000347	0,000047	0,000102	0,000086	0,000524	0,000551	0,000088	0
32	э	0,000002	0	0,000014	0,000009	0,000012	0	0	0	0	0,000002	0,000047	0,000065	0,000012	0,000009	0,000014	0,000005	0,000026	0,000002	0,000005	0,003044	0,000002	0,000009	0,000016	0,000002	0,000002	0,000009	0	0
33	ю	0,000086	0,000679	0,000361	0,000119	0,000491	0,000093	0,000093	0,000058	0,000135	0,000212	0,000007	0,000342	0,0001	0,000226	0,000377	0,0002	0,000312	0,000316	0,000577	0,000468	0,000054	0,000014	0,00003	0,000005	0,000296	0,000042	0,000251	0
34	я	0,000226	0,000477	0,001917	0,000403	0,001008	0,000479	0,000479	0,000316	0,000582	0,000921	0,000033	0,001022	0,001033	0,000768	0,00238	0,000812	0,001324	0,000328	0,001624	0,001971	0,000419	0,000044	0,000249	0,000035	0,000449	0,000072	0,000165	0

345

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



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

характеризує величину можливого ущільнення тексту деякою схемою кодування символів без втрати його змісту.

$H_{\infty}$  — 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  $4,4968 < H < 4,4611$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
\_или\_брат

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: 52

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $4,49685475987397 < H < 4,46116186136723$

Двоичная таблица угаданных символов:

000100000000000000000000000000
000000000010000000000000000000
000010000000000000000000000000
000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000
010000000000000000000000000000
.....

Вероятности:

$q[1] = 0,0784313$
$q[2] = 0,0588235$
$q[3] = 0,0392156$
$q[4] = 0,0196078$
$q[5] = 0,0784313$
$q[6] = 0,0196078$
$q[7] = 0,0392156$
$q[8] = 0,0196078$
$q[9] = 0,0588235$
$q[10] = 0$
$q[11] = 0,0588235$
$q[12] = 0,0196078$
$q[13] = 0,0784313$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0,0196078$
$q[16] = 0,0392156$
$q[17] = 0,0588235$
$q[18] = 0$
$q[19] = 0,0196078$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0,0392156$
$q[22] = 0,0392156$
$q[23] = 0$
$q[24] = 0,0196078$
$q[25] = 0$
$q[26] = 0,0392156$
$q[27] = 0,0196078$
$q[28] = 0$
$q[29] = 0,0588235$
$q[30] = 0,0392156$
$q[31] = 0,0196078$
$q[32] = 0,0196078$

Строка состояния:

$H(20)$

Ентропія  $5,0856 < H < 4,4542$

[illegible]
$$4,4382 < H < 4,3450$$
[illegible]



Порядок n-грам	Ентропія (H)	Надлишковість (R)
10 символів	$4.4611 < H < 4.4968$	$0.110 < R < 0.116$
20 символів	$4.4542 < H < 5.0856$	$0.000 < R < 0.117$
30 символів	$4.3450 < H < 4.4382$	$0.120 < R < 0.138$

## Висновок

У роботі на основі книги російською мовою підраховано частоти літер і біграм для двох варіантів (з пробілом/без пробілу) та побудовано матриці біграм з перетином і без, що загалом дало 7 таблиць результатів. За програмою *CoolPinkProgram* отримано оцінки умовної ентропії  $H(n)$  та на їх основі обчислено надлишковість за формулою  $R=1-H/H_0$

$H_0 = \log_2 33$  це приблизно 5.044