



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
Вовчук Роман та Курт Олег
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:

Монограми без пробілів

Ентропія: 4.463071581678214

Надлишковість: 0.11524130032769364

Монограми з пробілами

Ентропія: 4.38506593612334

Надлишковість: 0.13806428214704625

Біграми без пробілів (шаг 2)

Ентропія: 4.138670200118434

Надлишковість: 0.17955058582044525

Біграми з пробілами (шаг 2)

Ентропія: 3.9761279795672393

Надлишковість: 0.21844579436966838

Біграми без пробілів (шаг 1)

Ентропія: 4.138933322062067

Надлишковість: 0.17949842456234222

Біграми з пробілами (шаг 1)

Ентропія: 3.9766053775516124

Надлишковість: 0.21835195624263537

Монограмми без/з пробілами

а	0.080639	0.067806
б	0.016788	0.014116
в	0.046432	0.039043
г	0.019855	0.016695
д	0.031082	0.026136
е	0.082237	0.06915
ж	0.010581	0.008898
з	0.017086	0.014367
и	0.069018	0.058035
й	0.011152	0.009377
к	0.033599	0.028252
л	0.050987	0.042873
м	0.028679	0.024115
н	0.063386	0.053299
о	0.11608	0.097607
п	0.027932	0.023487
р	0.045455	0.038222
с	0.052823	0.044417
т	0.058045	0.048808
у	0.027415	0.023052
ф	0.002232	0.001876
х	0.008663	0.007284
ц	0.003792	0.003188
ч	0.01452	0.012209
ш	0.009255	0.007782
щ	0.002892	=0.002432
ь	0.000529	0.000444
ы	0.020102	0.016903
ъ	0.018767	0.01578
э	0.002894	0.002433
ю	0.005791	0.004869
я	0.021231	0.017852
-		0.15914

Біграмми без пробілів (шаг 1)

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0.00029	0.00118	0.00629	0.00113	0.00519	=0.0	0.00171	0.00604	0.00035	0.00018	0.00814	0.00732	0.00308	0.01228	0.00022	0.00181
б	0.0015	2,00E-05	0.0003	4,00E-05	0,00009	=0.00021	6,00E-05	0.00031	0.00154	0.00032	0.00043	0.0003	0.00041	0.00035	0.00511	0
в	0.00562	8,00E-05	0.00045	0.0001	0.00153	=0.0	2,00E-05	0.00111	0.00534	0.00072	0.00101	0.00083	0.00079	0.00061	0.01114	0
г	0.00149	1,00E-05	0.00047	3,00E-05	9,00E-05	=0.00236	1,00E-05	0.00041	0.00133	0.00032	0.00014	0.00043	0.00041	0.00026	0.00618	0.0
д	0.0034	3,00E-05	0.0007	0.0012	0,00009	=0.00385	0.0008	0.00086	0.0029	0.00078	0.00026	0.00066	0.00037	0.00121	0.00688	0.0
е	0.00147	0.00244	0.00522	0.00077	0.00508	=0.0	0.00436	0.00035	0.00376	0.00013	0.00057	0.00604	0.0	0.01016	0.0035	0.0
ж	0.00175	1,00E-05	5,00E-05	0,00001	0,00002	=0.00472	4,00E-05	0.00023	0.00053	0.00017	0.00025	0.00046	0.00322	6,00E-05	0.00241	0.00298
з	0.00486	0.0	0.00067	4,00E-05	5,00E-05	=0.00414	1,00E-05	0.00013	0.00306	0.00022	0.0001	0.00017	0.00013	0.0002	0.00183	0.0
и	0.00153	0.00082	0.00389	0.00086	=0.0033	=0.00216	0.00163	0.00051	0.00275	0.0007	0.00331	0.00848	0.00016	0.00922	0.00245	0.00083
й	0.00052	0	0	0	0	=0.00144	0	0	0.00149	0	0	0	0.00446	0	0.00465	0
к	0.0058	0.00018	0.00084	0.00012	0.00031	=0.00206	0.00012	0.0003	0.00352	0.00063	0.0004	0.00127	0.0	0.00041	0.00331	0
л	0.0111	0.00083	0.00131	0.00164	0.00103	=0.00159	1,00E-05	0.0003	0.00562	0.00018	0.00061	0.00022	0.00057	3,00E-05	0.0087	0
м	0.0039	4,00E-05	0.00047	0,00001	=0.00013	=0.00274	3,00E-05	0.00047	0.0039	0.00037	0.00017	0.00012	0.00032	0.00011	0.00653	9,00E-05
н	0.00732	0.00035	0.00172	0.00039	=0.00209	=0.00216	0.00137	0.00185	0.00606	0.00115	0.00208	0.00117	0.00028	0.00366	0.00988	0.00081
о	0.00123	0.00248	0.00972	0.01083	=0.00425	=0.00759	5,00E-05	0.00095	0.00194	0.00052	0.00976	0.00819	0.00171	0.01027	0.00257	0.0
п	0.00305	1,00E-05	0.00116	0.00012	0.00026	=0.00543	1,00E-05	0.00022	0.00278	0.00094	0.00039	0.0014	0.00457	0.00061	0.00409	7,00E-05
р	0.00432	0.0012	0.00104	0.00133	0.00232	=0.01044	1,00E-05	0.00029	0.00129	0.00036	0.00206	0.00025	0.00111	0.00022	0.00832	0.01086
с	0.00543	0.00011	0.00426	0.00028	0.00059	=0.0023	3,00E-05	0.00036	0.00563	0.00178	0.00063	0.00209	0.00024	0.00127	0.01081	4,00E-05
т	0.00627	1,00E-05	0.00084	3,00E-05	0.00031	=0.00319	2,00E-05	0.00011	0.00458	0.00054	0.00085	0.00036	0.00099	0.00078	0.00956	0.00742
у	0.00052	0.00109	0.00115	0.00086	0.00191	=0.0081	0.00018	0.00032	0.00058	0.00024	0.002	0.0015	0.0003	0.00268	0.00065	2,00E-05
ф	0.00077	0	3,00E-05	=0.0	1,00E-05	=0.00626	0	0.0	0.00018	0.0001	2,00E-05	3,00E-05	0.00304	2,00E-05	0.0005	4,00E-05
х	0.00136	9,00E-05	0.0001	0.0	6,00E-05	=0.00498	0	0.0	0.00232	7,00E-05	2,00E-05	4,00E-05	9,00E-05	6,00E-05	0.00061	0.00093
ц	0.00014	0	4,00E-05	0.0	0.00022	=0.00064	0	1,00E-05	0.00153	5,00E-05	2,00E-05	1,00E-05	7,00E-05	0.00078	9,00E-05	8,00E-05
ч	0.00137	4,00E-05	0.00018	4,00E-05	7,00E-05	=0.0001	0,00E+00	5,00E-05	0.00209	0.00031	0.00015	0.00068	5,00E-05	0.00025	0.0028	0.0
ш	0.00147	=0.0	0.00166	0,00001	=0.00014	=0.00134	0.0	3,00E-05	0.00055	0.00026	4,00E-05	4,00E-05	0.00056	5,00E-05	0.00131	3,00E-05
щ	0.00031	=0.0002	1,00E-05		=0.0	=0.0003	0	0	=0.00014	0.0	0,00001	0,00001	8,00E-05	0	=0.00017	0.00027
ь	0	0.00012	1,00E-05	0.0	0.00029	=0.00153	3,00E-05	1,00E-05	0	0	0	0	=0.0	0,00009	0	0.0
ы	0	0.00492	0.00305	0	=0.00073	=0.00081	0	0.00062	0	0	0	0.00115	0.00097	0.00388	0	0,00001
ъ	0	6,00E-05	0.00016		0.00045	=0.00074	0	0.00058	0	0	0	0.00437	3,00E-05	0.00103	0	0.0004
э	0.00032	3,00E-05	0.00033	0.0	4,00E-05	=0.0003	3,00E-05	6,00E-05	0.00028	7,00E-05	0.0001	0.00012	5,00E-05	5,00E-05	0.00036	0.00088
ю	0.00086	0,00001	0	0	0,00001	=0.0003	1,00E-05	7,00E-05	0.00045	0.0	1,00E-05	0.00108	3,00E-05	0.00016	0.00037	0.00035
я	0.00265	0.00044	0.0003	1,00E-05	0.00044	=0.00046	3,00E-05	0.00053	0.00254	4,00E-05	5,00E-05	0.00222	0.00056	0.00264	0.00109	0.00035

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ь	ы	ъ	э	ю	я
а	0.01005	0.00175	0.00608	0.00015	0.00019	0.001	0.00076	0.00227	0.00166	0.00048	0.0004	5,00E-05	0	1,00E-05	0.00012	0.00027
б	0.00016	0.00021	0.00027	0.00094	2,00E-05	0.00017	0.0	1,00E-05	1,00E-05	0.0	0.00043	0.00056	0	0.0	0.00036	0.0005
в	0.0005	0.00214	0.00341	0.00155	3,00E-05	0.0005	4,00E-05	6,00E-05	3,00E-05	0.00141	0.00123	0.00177	0	1,00E-05	0.00026	0.0017
г	0.00038	0.00014	0.00017	0.00164	0.0	0.00015	1,00E-05	0.0	0.0	0.00087	0.00026	0.0002	0	6,00E-05	0.0013	0.00045
д	0.00044	0.00052	0.00051	0.0023	1,00E-05	0.00024	1,00E-05	1,00E-05	0.00293	0.0	0.00049	0.0004	0	0.0001	0.00074	0.00114
е	0.0	0.00398	0.00506	0.00042	0.00017	0.00011	0.00109	0.00357	0.0	3,00E-05	0.00184	0.0016	0	0.0	7,00E-05	0.0004
ж	0.00719	6,00E-05	7,00E-05	0.00154	0.0	4,00E-05	1,00E-05	0.0	0	0.0	6,00E-05	5,00E-05	0	2,00E-05	5,00E-05	0.00076
з	0.00034	0.0001	0.00011	0.00113	1,00E-05	8,00E-05	0.00039	0.0	0.00042	0.0	0.00046	0.00018	0	1,00E-05	7,00E-05	0.00128
и	7,00E-05	0.00013	0.00449	0	0.00062	0.00061	0.00014	0.0019	0.00052	0.0	0.00105	0.00058	0	2,00E-05	0.00031	0.00097
й	0	0	0	0	0.00014	0.00024	1,00E-05	0.00033	2,00E-05	9,00E-05	0.00197	0.00162	0	0.00264	0,00E+00	5,00E-05
к	0.00599	0.00184	0.00071	0.00074	0.0	0.00036	0.0	3,00E-05	0.00048	1,00E-05	0.00015	0.00043	0	0.0	0,00E+00	0.001
л	0.00048	0.00614	0.00033	8,00E-05	2,00E-05	0.00022	2,00E-05	2,00E-05	0,00E+00	0	0.00057	0.00313	0	2,00E-05	0.00011	0.00122
м	9,00E-05	0.00295	0.00015	0.00142	0.0001	0.00047	0.0004	0.00057	0	0	0.00227	0.00194	0	0.0	2,00E-05	0.00068
н	0.00052	0.00116	0.0016	0.00153	3,00E-05	0.00252	3,00E-05	0.00011		0.00087	0.00076	0.00081	0	0	0.00022	0.00221
о	0.00095	0.00121	0.01817	0.00132	0.0006	0.00046	1,00E-05	6,00E-05	1,00E-05	0.0	0.0011	0.00041	0	0	0.00013	0.0008
п	0.00806	0.00334	0.00051	0.00114	5,00E-05	0.00024	4,00E-05	2,00E-05	3,00E-05	3,00E-05	0.00026	0.00066	0	0.00221	0.00011	0.00117
р	0.00031	0.0024	0.00303	0.00044	3,00E-05	0.00055	1,00E-05	4,00E-05	0.0	0.0	0.00203	0.0005	0	0.00076	0.00028	0.00034
с	3,00E-05	0.00064	0.00154	0.00146	0.00015	0.00017	0.00059	0.00456	0	0.0	0.00056	0.00149	0	6,00E-05	0.00025	0.00204
т	0.00043	0.00145	0.00041	0.00083	1,00E-05	0.00028	0.0	0.00062	0	0.0	0.00022	0.00099	0	0.0001	0.0003	0.0023
у	0.00068	0.01314	0.00181	0.00221	0.0	2,00E-05	1,00E-05	0.0	0.00234	0	4,00E-05	0.00013	0	0.0	0.00018	0.00022
ф	0.00343	0.00115	3,00E-05	0.00208	1,00E-05	0	0.0	2,00E-05	0.00023	0	8,00E-05	4,00E-05	0	2,00E-05	0.00037	5,00E-05
х	3,00E-05	3,00E-05	6,00E-05	0.00012	1,00E-05	0	0.00021	0.00011	4,00E-05	0.00016	0.00127	0	0	1,00E-05	0.00078	0.00029
ц	0.00014	0.00021	0.00012	3,00E-05	1,00E-05	0	0.0	0.0002	1,00E-05	0.00015	0.00049	2,00E-05	0	2,00E-05	4,00E-05	5,00E-05
ч	6,00E-05	3,00E-05	0.00041	0.0004	1,00E-05	0,00E+00	1,00E-05	0.0	0.00012	0.0016	0.00057	0.00052	0	0	2,00E-05	0.00051
ш	0.0001	0.00034	2,00E-05	2,00E-05	1,00E-05	=0.0	0	0	0.0003	0.01817	0,00001	0.00063	0	0	3,00E-05	8,00E-05
щ	0.00032	0.0001	0,00002	0.00137	0.0	5,00E-05	0	0	0.0	0.00051	0.00022	0,00001	0	0	3,00E-05	=0.00026
ь	0,00004	3,00E-05	7,00E-05	0.00086	0.00303	2,00E-05	0	0	0.0	0.00303	0.00049	6,00E-05	0	0	0.00022	0.00015
ы	0.00211	0.00038	0.00168	=0.00029	0.00154	2,00E-05	0	0	0.0	0	0.00061	3,00E-05	0	=0.00059	5,00E-05	0.00011
ъ	0.00105	0.0034	0.00635	9,00E-05	0.00041	1,00E-05	0	0	0.00015	0	0	0	0	2,00E-05	=0.00059	0.00023
э	2,00E-05	5,00E-05	9,00E-05	0.00117	0.00181	9,00E-05	0	0	0	0	0	0	0.0002	4,00E-05	2,00E-05	0
ю	0.00014	0.00014	5,00E-05	0.00015	3,00E-05	4,00E-05	0	0	0	0	0	0	0.00022	0	4,00E-05	0
я	0.00135	0.00367	0.00069	0.00015	6,00E-05	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	0	2,00E-05	0

Біграмми з пробілами (шаг 1)

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	1.1e-05	0.000987	0.005174	0.000944	0.004339	3.5e-05	0.001433	0.005048	6.6e-05	3,00E-06	0.006793	0.006031	0.002516	0.010291	6,00E-06	0.00152
б	0.000583	8,00E-06	1.5e-05	0.0	3.4e-05	0.001006	5.1e-05	0.000225	0.000411	1.7e-05	2,00E-06	1.4e-05	2.9e-05	1.4e-05	0.003059	0.0
в	0.003453	5.7e-05	4.8e-05	3.7e-05	0.001189	0.001701	0.0	0.000835	0.002495	9,00E-06	0.000517	1.1e-05	2.6e-05	1.2e-05	0.007198	0.0
г	0.000827	3,00E-06	6.6e-05	0.0	9,00E-06	0.00345	6,00E-06	0.000308	0.000568	6,00E-06	8.5e-05	5.7e-05	0.000117	0.004623	3,00E-06	
д	0.002063	2.6e-05	0.000251	0.000941	3.1e-05	0.002664	0.000661	0.000641	0.001484	0.000145	0.0	0.000263	3,00E-06	0.000834	0.004809	0.0
е	0.00084	0.002044	0.004227	0.00064	0.004251	0.001515	0.003661	0.000265	0.00267	5,00E-06	0.000409	0.004662	0.002596	0.00847	0.00237	0.002504
ж	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
з	0.001338	5,00E-06	0.0	5,00E-06	1.1e-05	0.001021	3.2e-05	0.000191	0.000305	0.0	1.7e-05	0.000348	0.0	9,00E-06	0.00167	0.0
и	0.003727	0.0	0.00046	2,00E-06	2,00E-06	0.001232	0.0	7.2e-05	0.002023	2,00E-06	3,00E-06	3,00E-06	6,00E-06	1.1e-05	0.00107	0.0
й	0.000122	0.000669	0.002959	0.000671	0.002668	0.000186	0.001367	0.000395	0.000998	5,00E-06	0.00251	0.006675	0.003098	0.007438	0.000864	0.000695
к	0.000434	0.0	0.0	0.0	0.0	0.002306	0.0	0.0	0.001252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.003907	0.0
л	0.003676	0.000151	0.000126	6.6e-05	0.000178	0.001003	9.8e-05	0.000122	0.0001938	5.4e-05	1.5e-05	0.000543	7.1e-05	0.000186	0.001783	7.2e-05
м	0.009104	0.000697	0.000947	0.0001373	0.000843	0.006055	2,00E-06	0.000234	0.004396	8,00E-06	0.000483	0.000126	0.000118	8,00E-06	0.006964	0.000684
н	0.002724	2.9e-05	0.000131	3,00E-06	7.1e-05	0.003642	5,00E-06	0.000323	0.002764	4.2e-05	5,00E-06	2,00E-06	2.6e-05	2,00E-06	0.004854	0.0
о	0.004576	0.000283	0.001034	0.000235	0.00161	0.007472	0.001141	0.001435	0.003162	0.00044	0.001295	0.000314	0.000877	0.002564	0.006306	4.9e-05
п	2.6e-05	0.00203	0.007775	0.009054	0.00351	0.000784	3.5e-05	0.000726	0.000161	2.2e-05	0.007905	0.006055	0.003331	0.008342	0.000268	0.00913
р	0.001212	0.0	0.000294	2,00E-06	0.000111	0.000983	0.0	2.6e-05	0.000192	2,00E-05	6,00E-06	0.000471	0.000248	1.4e-05	0.001497	3.2e-05
с	0.003218	0.001007	0.000678	0.001095	0.001896	0.006407	6,00E-06	0.000201	0.00054	9,00E-06	0.00163	2,00E-06	3.8e-05	9.1e-05	0.006534	0.006241
т	0.003211	8.8e-05	0.002924	0.000132	0.000357	0.003573	1.8e-05	0.000165	0.002773	0.00078	0.000112	0.001121	0.000109	0.000578	0.00718	9,00E-06
у	0.004505	8,00E-06	0.000235	9,00E-06	0.000217	0.003434	0.0	3.5e-05	0.00299	0.000232	0.00052	5.1e-05	4,00E-05	0.000503	0.006964	2.9e-05
ф	9.8e-05	0.000904	0.000849	0.000698	0.001589	6.5e-05	0.000149	0.000243	1.1e-05	2,00E-06	0.001606	0.001146	0.002367	0.002112	7.1e-05	0.000778
х	0.000568	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5e-05	0.0	0.0	3.5e-05	2,00E-06	0.0	5,00E-06	2.5e-05	5,00E-06	0.000314	6.9e-05
ц	0.001058	7.2e-05	4.3e-05	0.0	4.3e-05	0.001	0.0	0.0	0.001836	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	0.000357	0.0
ч	7.7e-05	0.0	9,00E-06	0.0	0.000181	0.000232	0.0	6,00E-06	0.001247	1.5e-05	6,00E-06	0.0	3.2e-05	0.000655	5.1e-05	2.5e-05
ш	0.000806	2.9e-05	4.3e-05	2.6e-05	3.1e-05	0.000843	2.2e-05	2.5e-05	0.001155	5.5e-05	2.6e-05	0.000235	2.9e-05	0.000126	0.001207	0.000229
щ	0.001155	3,00E-06	0.001347	9,00E-06	0.000108	0.000621	0.0	1.1e-05	0.000311	0.000134	1.2e-05	8,00E-06	5,00E-06	2.2e-05	0.001023	2,00E-06
ь	0.000258	0.000168	0.000002	=0.0	=0.0	=0.00062	=0.0	=0.0	=0.000106	=0.0	=0.0	0.000003	=0.0	=7.7e-05	=0.000137	0.000005
ы	0.0	0.0001	1.2e-05	0.0	0.000243	0.0	0.0	1.1e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ъ	0.0	0.004136	0.002562	0.0	0.000611	0.0	0.0	0.000518	0.0	0.0	0.0	0.000964	0.000817	0.003261	0.0	0.000332
э	0.0	4.9e-05	0.000138	2,00E-06	0.000377	0.0	2.8e-05	0.000489	0.0	0.0	0.0	0.003673	2.8e-05	0.000869	0.0	0.000741
ю	3,00E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	3,00E-06	0.0	3,00E-06	3,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	2.2e-05	0.0
я	0.00072	5,00E-06	0.0	0.0	8,00E-06	0.000254	2.9e-05	6.3e-05	0.00038	0.0	3,00E-06	0.000911	2.9e-05	0.000134	0.000314	0.0
-	0.002079	0.000368	0.000231	2,00E-06	0.000369	0.000291	0.0	0.000444	0.002012	0.0	0.0	0.001841	0.000405	0.002195	0.000704	0.000297

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	-
а	0.008401	0.001441	0.005074	1.5e-05	0.000154	0.000798	0.000634	0.001904	0.001392	0.000403	0.0	0.0	8,00E-06	0.0	5,00E-06	2,00E-06	0.002378
б	8.9e-05	5.1e-05	3.1e-05	0.000586	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000226	7.1e-05	0.0	0.000243	3.5e-05	0.007316
в	0.000272	0.001649	0.002415	0.000801	0.0	9.7e-05	1.2e-05	3,00E-06	1.7e-05	0.0	0.0	0.001101	2.2e-05	0.0	1.2e-05	0.000346	0.014708
г	0.000301	9,00E-06	1.5e-05	0.00123	0.0	6,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5e-05	1.7e-05	0.0	1.1e-05	7.5e-05	0.004814
д	0.000325	0.000292	0.000188	0.001698	0.0	6,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000114	6.3e-05	3,00E-06	0.000486	0.000563	0.007581
е	0.006028	0.003298	0.00411	0.000271	0.000138	2.3e-05	0.000914	0.002996	0.002464	0.001184	0.000171	0.001249	0.001121	0.0	0.0	6.5e-05	0.003993
ж	2,00E-06	4.9e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06
з	0.000277	1.2e-05	0.0	0.001252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7e-05	0.0	0.0	6,00E-06	0.000549	0.001833
и	2.3e-05	3.2e-05	5,00E-06	0.000844	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8e-05	0.000152	2,00E-06	1.4e-05	0.000818	0.003816
й	0.004922	0.001443	0.003456	1.1e-05	0.000503	0.000194	0.000309	0.001589	0.001959	0.000724	0.0	3.4e-05	0.000154	0.0	2,00E-06	2.2e-05	0.011394
к	0.0	0.0	0.0	6.5e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001364	0.0	6,00E-06	0.0	4.2e-05	3,00E-06
л	0.000334	0.004966	0.000372	0.000775	0.0	2,00E-06	0.000108	0.000257	0.000346	0.0	0.0	0.00016	0.001037	5.4e-05	1.5e-05	0.000175	0.00957
м	7.4e-05	0.002412	0.000218	0.001212	0.000118	0.000135	5,00E-06	1.4e-05	0.000434	0.0	0.0	0.002595	2,00E-06	8.8e-05	6.2e-05	0.000901	0.002562
н	0.000408	0.000911	1.1e-05	0.000937	2,00E-06	7.1e-05	0.0	1.4e-05	9,00E-06	0.0	0.0	0.001504	0.000271	2,00E-06	5,00E-06	0.000363	0.004989
о	0.000644	0.000729	0.000881	0.000366	0.0	0.000108	0.0	0.000451	0.000403	2.2e-05	0.0	0.000191	0.00104	1.4e-05	3.5e-05	0.000552	0.015071
п	0.006698	0.002632	0.01497	1.1e-05	6.2e-05	0.001867	0.000323	7.1e-05	0.000191	2,00E-06	0.0	9,00E-06	4.3e-05	0.0	1.2e-05	8,00E-06	0.011554
р	9.5e-05	0.001753	7.8e-05	0.000678	3,00E-06	6,00E-06	2,00E-06	0.0	2.2e-05	0.0	0.0	0.000109	2,00E-05	3,00E-06	8,00E-06	6.8e-05	0.015536
с	9,00E-06	0.000457	0.002462	0.000564	0.000457	8.9e-05	0.0	8,00E-06	0.0	3,00E-06	0.0	0.000295	2,00E-06	0.0	6.3e-05	6.8e-05	0.004148
т	0.000228	0.000972	0.000883	0.001409	8,00E-06	8.5e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000886	0.000858	1.8e-05	8.3e-05	0.000706	0.015151
у	0.000531	0.01082	0.000125	0.00154	1.5e-05	3.7e-05	0.0	0.00382	9.7e-05	0.0	0.0	0.000661	6,00E-05	0.002222	0.000568	0.001492	0.007046
ф	0.002845	0.000854	0.001423	3,00E-06	0.000122	0.000118	0.000491	0.000509	0.000249	7.5e-05	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	9,00E-06	0.003665
х	1.7e-05	5,00E-06	5,00E-06	1.5e-05	9,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	2,00E-06	0.0	0.0	0.000786
ц	0.000108	0.000163	9,00E-06	0.000303	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001049	2,00E-06	1.4e-05	9,00E-06	0.00018	0.001035
ч	5.1e-05	1.7e-05	9.1e-05	8,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	1.1e-05	0.000125	0.0	8,00E-06	3.1e-05	0.000309
ш	6.6e-05	0.000254	0.000163	0.000735	2,00E-06	2,00E-06	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.000357	5.7e-05	0.0	7.5e-05	0.000165	0.005445
щ	0.000257	6.6e-05	0.0	0.000706	0.0	1.7e-05	0.0	9.1e-05	0.0	0.0	0.0	0.000518	0.000454	0.0	2.9e-05	3.5e-05	0.00084
ъ	=3.2e-05	=0.0	0.000009	=0.000234	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	0.000005	0.000005	=0.0	=0.000494	=0.000218	0.00006
ы	0.0	2.2e-05	5.7e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ь	0.001778	0.000318	0.001417	0.0	1.2e-05	0.0	0.000177	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
э	0.00088	0.002856	0.005342	0.0	9,00E-06	0.0	0.0	0.000166	0.000125	9,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ю	0.0	0.0	0.0	8,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	2,00E-06	2,00E-06	0.0	0.0	0.002385
я	0.00012	0.000115	4.3e-05	0.000987	9,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000188	0.0	0.000414	0.0	3.1e-05	9.5e-05	1.8e-05
-	0.001121	0.003082	0.000546	8.2e-05	0.0	0.0	1.1e-05	0.0	0.0	0.0	8.6e-05	0.0	0.000461	0.0	0.0	0.00014	0.001086

Біграмми без пробілів (шаг 2)

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0.000137	0.000594	0.003124	0.000547	0.000865	0.000112	0.00083	0.002996	0.000163	9.3e-05	0.004042	0.003587	0.001544	0.006146	9,00E-05	0.0009
б	0.000695	1.1e-05	0.000157	2,00E-05	0.002497	0.001202	2.6e-05	0.000148	0.000803	0.000145	0.000234	0.000143	0.000216	0.000181	0.002508	0.0
в	0.002821	3.3e-05	0.000232	5.5e-05	4.2e-05	0.00195	9,00E-06	0.000562	0.002711	0.000322	0.000514	0.000393	0.000408	0.000284	0.005604	2,00E-06
г	0.000754	4,00E-06	0.00026	1.1e-05	0.000761	0.002316	5,00E-06	0.000199	0.000675	0.000154	6.2e-05	0.000234	0.000201	0.000117	0.003071	2,00E-06
д	0.001741	1.3e-05	0.000371	0.000587	4.6e-05	0.002041	0.00039	0.000448	0.001418	0.000413	0.000121	0.000335	0.000185	0.000596	0.003366	2,00E-06
е	0.000735	0.001249	0.002625	0.000382	5.5e-05	0.001116	0.002215	0.000172	0.001886	6.4e-05	0.000273	0.002994	0.001584	0.005054	0.001734	0.001542
ж	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00251	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
з	0.000863	4,00E-06	2.7e-05	5,00E-06	0.0	0.000704	2,00E-05	0.000115	0.000243	9.1e-05	0.000132	0.000229	6,00E-05	3.7e-05	0.001215	0.0
и	0.002486	2,00E-06	0.000351	2,00E-05	1.1e-05	0.001072	5,00E-06	7,00E-05	0.00148	0.000101	4.9e-05	8.4e-05	7.3e-05	0.000102	0.000927	0.0
й	0.000746	0.000426	0.001954	0.000423	2.7e-05	0.000865	0.000785	0.000249	0.001432	0.00036	0.0016	0.004331	0.0022	0.004631	0.001132	0.00041
к	0.000245	0.0	0.0	0.0	0.001727	0.001379	0.0	0.0	0.000776	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.002325	0.0
л	0.002958	0.000102	0.000434	5.9e-05	0.0	0.001099	6.4e-05	0.00015	0.001741	0.000324	0.000203	0.000648	0.000315	0.000207	0.001643	4.9e-05
м	0.005623	0.000408	0.00069	0.000851	0.000161	0.003733	2,00E-06	0.000141	0.002819	0.000106	0.000278	0.00011	0.000154	1.6e-05	0.004379	0.000404
н	0.002012	1.5e-05	0.00023	7,00E-06	0.000519	0.002767	1.5e-05	0.000236	0.001895	0.000185	8.8e-05	4.8e-05	0.000134	6.6e-05	0.003216	2,00E-06
о	0.003658	0.000155	0.000878	0.000199	6.4e-05	0.005176	0.000695	0.000885	0.002981	0.000549	0.001024	0.000633	0.000843	0.001888	0.004933	2.7e-05
п	0.000593	0.001286	0.004842	0.005489	0.001074	0.001172	2.9e-05	0.000474	0.000935	0.000265	0.004913	0.003967	0.002296	0.005072	0.00128	0.00544
р	0.001615	5,00E-06	0.000549	8,00E-05	0.002157	0.001518	5,00E-06	0.000115	0.00141	0.000477	0.000185	0.000704	0.000521	0.000329	0.002094	2.2e-05
с	0.002069	0.000587	0.000527	0.00062	0.000143	0.004004	5,00E-06	0.000141	0.000609	0.000185	0.001012	0.000128	0.000124	0.000117	0.000363	0.003653
т	0.002736	5.1e-05	0.002125	0.000113	0.001167	0.003099	1.6e-05	0.000179	0.002855	0.000893	0.000309	0.001037	0.000505	0.000651	0.005436	5,00E-06
у	0.003163	7,00E-06	0.000423	1.3e-05	0.000305	0.002515	9,00E-06	7.1e-05	0.002301	0.000267	0.000401	0.000188	0.000143	0.000413	0.004781	2,00E-05
ф	0.000291	0.000527	0.000532	0.000446	0.000145	0.000357	0.000102	0.000152	0.000267	0.000119	0.000991	0.000677	0.001569	0.001361	0.000335	0.000459
х	0.000342	0.0	1.3e-05	2,00E-06	0.000949	4.9e-05	0.0	2,00E-06	9.3e-05	4,00E-05	9,00E-06	1.8e-05	4.4e-05	1.5e-05	0.000245	4,00E-05
ц	0.000697	4.8e-05	4.9e-05	0.0	5,00E-06	0.000684	0.0	0.0	0.001156	2.9e-05	1.3e-05	2.7e-05	2.7e-05	2,00E-05	0.000294	0.0
ч	7.5e-05	0.0	1.8e-05	0.0	2.9e-05	0.000141	0.0	2,00E-06	0.000772	2,00E-05	9,00E-06	7,00E-06	1.8e-05	0.00041	3.1e-05	1.1e-05
ш	0.000668	1.8e-05	9.1e-05	2,00E-05	0.00011	0.000803	1.8e-05	2.9e-05	0.001046	0.000146	9.9e-05	0.000333	0.000284	0.000135	0.001436	0.000141
щ	0.000777	0.0	0.000834	5,00E-06	3.7e-05	0.000402	0.0	9,00E-06	0.000267	0.000124	1.3e-05	2.2e-05	2.7e-05	2.2e-05	0.000684	0.0
ь	=0.000165	=0.000104	0,000004	=0.0	6.8e-05	=0.000353	=0.0	=0.0	=4.8e-05	=0.0	=0.0	0,000002	0,000002	=3.8e-05	=8.8e-05	0,000005
ы	0.0	6.6e-05	9,00E-06	0.0	=0.0	0.0	0.0	5,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ъ	0.0	0.002403	0.001522	0.0	0.000141	0.0	0.0	0.000293	0.0	0.0	0.0	0.000556	0.000508	0.001844	0.0	0.000194
э	0.0	3.5e-05	9.1e-05	2,00E-06	0.000344	0.0	1.8e-05	0.000291	0.0	0.0	0.0	0.002184	1.6e-05	0.000516	0.0	0.000463
ю	0.000155	1.8e-05	0.000155	2,00E-06	0.000229	0.000154	5,00E-06	2.4e-05	0.000124	2.4e-05	5.3e-05	7,00E-05	2.6e-05	2.4e-05	0.000176	0.0
я	0.000494	4,00E-06	0.0	0.0	1.8e-05	0.000143	2.2e-05	4.2e-05	0.000243	2,00E-06	2,00E-06	0.000545	9,00E-06	9,00E-05	0.000179	0.0

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я
а	0.005037	0.000829	0.003073	7.5e-05	0.000102	0.000446	0.000362	0.001171	0.000832	0.000262	0.000262	2.4e-05	0.000214	0.0	6.8e-05	6.8e-05
б	7.3e-05	0.000121	0.000143	0.000465	1.1e-05	0.000102	2,00E-06	5,00E-06	5,00E-06	0.0	0.0	0.000269	0.000241	0.0	0.000188	0.000188
в	0.000232	0.00109	0.001668	0.000788	1.1e-05	0.000243	2.2e-05	2.4e-05	1.3e-05	2,00E-06	2,00E-06	0.000867	0.000583	0.0	0.000115	0.000115
г	0.000198	6.6e-05	0.000102	0.000832	4,00E-06	8.2e-05	2,00E-06	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	9,00E-05	0.000117	0.0	6.8e-05	6.8e-05
д	0.000209	0.000247	0.000238	0.001134	4,00E-06	0.000132	4,00E-06	4,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.000199	0.000284	4,00E-06	0.000386	0.000386
е	0.003572	0.00201	0.002535	0.000225	8.4e-05	6.4e-05	0.000547	0.001727	0.001471	0.000706	0.000706	0.000805	0.000869	0.0	3.5e-05	3.5e-05
ж	0.0	2.7e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
з	0.000166	5.7e-05	3.7e-05	0.000781	2,00E-06	1.8e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8e-05	3.5e-05	0.0	3.5e-05	3.5e-05
и	2.9e-05	6.6e-05	4.6e-05	0.000576	5,00E-06	4,00E-05	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	9,00E-05	0.000238	0.0	4.2e-05	4.2e-05
й	0.002965	0.000904	0.002325	0.000377	0.000335	0.000304	0.000192	0.000905	0.001136	0.000435	0.000435	0.000285	0.000536	0.0	0.000152	0.000152
к	0.0	0.0	0.0	4.6e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000841	0.0	7,00E-06	0.0	0.0
л	0.000209	0.003133	0.000371	0.000679	0.0	0.000126	7.1e-05	0.000179	0.00021	0.0	0.0	0.000221	0.000957	2.6e-05	0.000106	0.000106
м	5.5e-05	0.001524	0.000163	0.000746	8,00E-05	0.000187	4,00E-06	1.1e-05	0.000245	0.0	0.0	0.001615	7,00E-05	5.7e-05	5.7e-05	5.7e-05
н	0.000256	0.000594	9,00E-05	0.000638	2,00E-06	9.3e-05	2,00E-06	9,00E-06	7,00E-06	0.0	0.0	0.001013	0.0003	2,00E-06	4.9e-05	4.9e-05
о	0.000499	0.000536	0.000816	0.000569	1.1e-05	0.000254	1.1e-05	0.000278	0.000252	1.5e-05	1.5e-05	0.000419	0.001107	1.1e-05	0.000134	0.000134
п	0.004154	0.001664	0.00908	0.000241	4.4e-05	0.001238	0.000203	6.2e-05	0.00011	0.0	0.0	0.000221	0.000386	0.0	0.000126	0.000126
р	0.000159	0.001171	0.000249	0.000688	1.3e-05	0.000219	1.8e-05	2.6e-05	1.8e-05	2,00E-06	2,00E-06	0.000349	0.000558	2,00E-06	0.000157	0.000157
с	1.5e-05	0.000329	0.001575	0.000395	0.000289	0.000123	1.1e-05	1.1e-05	0.0	2,00E-06	2,00E-06	0.000251	0.000124	0.0	9.9e-05	9.9e-05
т	0.000229	0.000704	0.000761	0.001134	2.9e-05	0.000271	2.4e-05	1.8e-05	2,00E-06	0.0	0.0	0.000737	0.001039	1.5e-05	0.000194	0.000194
у	0.000351	0.006468	0.000203	0.001012	9,00E-06	7,00E-05	4,00E-06	0.002257	4.6e-05	0.0	0.0	0.00049	0.000263	0.001332	0.000364	0.000364
ф	0.001712	0.00062	0.000887	5.7e-05	7.9e-05	0.000126	0.000294	0.000313	0.000143	6,00E-05	6,00E-05	5.1e-05	9.9e-05	0.0	2.4e-05	2.4e-05
х	1.3e-05	2.6e-05	1.6e-05	1.3e-05	4,00E-06	9,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4e-05	2.4e-05	2,00E-06	7,00E-06	7,00E-06
ц	6,00E-05	0.000113	3.3e-05	0.000207	2,00E-06	1.5e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000684	5.1e-05	9,00E-06	1.8e-05	1.8e-05
ч	4.2e-05	1.3e-05	5.9e-05	1.6e-05	0.0	7,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,00E-06	8.6e-05	0.0	1.8e-05	1.8e-05
ш	5.1e-05	0.000172	0.000201	0.000702	5,00E-06	4.2e-05	2,00E-06	7,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.000256	0.00024	0.0	9.7e-05	9.7e-05
щ	0.000174	5.5e-05	1.5e-05	0.000472	4,00E-06	1.8e-05	2,00E-06	7,00E-05	0.0	0.0	0.0	0.000304	0.000263	0.0	2.2e-05	2.2e-05
ь	=1.6e-05	=0.0	0,000009	=0.000134	=0.0	0,000002	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	0,000004	0,000002	=0.0	=0.000274	=0.000274
ы	0.0	1.3e-05	3.8e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ъ	0.001132	0.000166	0.000851	0.0	7,00E-06	0.0	0.000101	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
э	0.000532	0.001654	0.003188	0.0	7,00E-06	0.0	0.0	0.000117	7.9e-05	4,00E-06	4,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ю	1.5e-05	1.8e-05	5.3e-05	4.9e-05	0.0	1.8e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3e-05	0.000119	0.0	1.3e-05	1.3e-05
я	6.4e-05	5.5e-05	2.4e-05	0.000569	1.1e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000223	0.0	1.8e-05	1.8e-05

Біграмми з пробілами (шаг 2)

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	5,00E-06	0.000483	0.002599	0.000469	0.002142	2.2e-05	0.000727	0.002512	3.8e-05	3,00E-06	0.003402	0.003007	0.00126	0.005063	3,00E-06	0.000791
б	0.000306	3,00E-06	8,00E-06	0.0	2.5e-05	0.000511	2.3e-05	0.000109	0.000197	9,00E-06	2,00E-06	8,00E-06	1.1e-05	1.2e-05	0.001527	0.0
в	0.001769	2.9e-05	2.2e-05	2.2e-05	0.000601	0.000826	0.0	0.000455	0.001293	3,00E-06	0.000254	3,00E-06	1.1e-05	6,00E-06	0.003542	0.0
г	0.000429	0.0	3.4e-05	0.0	5,00E-06	0.001744	0.0	0.000163	0.000294	3,00E-06	0.0	4.2e-05	2.9e-05	5.7e-05	0.002299	0.0
д	0.00106	1.4e-05	0.000125	0.000484	2,00E-05	0.001312	0.000351	0.000308	0.000754	6,00E-05	0.0	0.000122	0.0	0.000431	0.002382	0.0
е	0.000423	0.001069	0.002102	0.000298	0.002135	0.000735	0.001815	0.000128	0.001329	3,00E-06	0.000195	0.002335	0.001295	0.004257	0.001217	0.001289
ж	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
з	0.000663	3,00E-06	0.0	2,00E-06	5,00E-06	0.000521	1.8e-05	9.1e-05	0.000158	0.0	8,00E-06	0.000152	0.0	5,00E-06	0.000844	0.0
и	0.001812	0.0	0.000209	2,00E-06	2,00E-06	0.000611	0.0	3.5e-05	0.001046	0.0	3,00E-06	3,00E-06	3,00E-06	6,00E-06	0.000521	0.0
й	5.5e-05	0.000343	0.001426	0.000331	0.001317	0.000103	0.000689	0.000203	0.000484	2,00E-06	0.001275	0.003342	0.001592	0.003684	0.000434	0.000285
к	0.000214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001104	0.0	0.0	0.000623	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.002016	0.0
л	0.001864	7.7e-05	5.7e-05	3.7e-05	8.2e-05	0.000498	5.5e-05	5.7e-05	0.000917	2.8e-05	8,00E-06	0.000263	3.2e-05	0.000102	0.000881	3.2e-05
м	0.00458	0.000358	0.000518	0.000644	0.000426	0.002902	0.0	0.000103	0.002202	5,00E-06	0.000218	6.2e-05	6,00E-05	3,00E-06	0.003487	0.000385
н	0.001355	1.7e-05	6,00E-05	2,00E-06	3.7e-05	0.001841	5,00E-06	0.000172	0.001404	2.6e-05	2,00E-06	0.0	1.2e-05	2,00E-06	0.002392	0.0
о	0.002313	0.000135	0.000497	0.000111	0.000812	0.00377	0.000574	0.000717	0.001593	0.000214	0.000637	0.000146	0.000437	0.001293	0.00313	2.8e-05
п	1.7e-05	0.000975	0.003824	0.004539	0.00176	0.000372	1.7e-05	0.00036	8,00E-05	9,00E-06	0.003962	0.003044	0.001644	0.004263	0.000125	0.004713
р	0.000597	0.0	0.000145	2,00E-06	5.4e-05	0.000486	0.0	1.2e-05	9.7e-05	1.2e-05	0.0	0.00024	0.000108	8,00E-06	0.000747	1.5e-05
с	0.001636	0.000484	0.000351	0.000554	0.000957	0.003167	3,00E-06	0.000111	0.000303	3,00E-06	0.000818	2,00E-06	1.5e-05	4,00E-05	0.003259	0.003075
т	0.001663	4.3e-05	0.00141	6.3e-05	0.000166	0.001776	1.4e-05	9.4e-05	0.001417	0.000357	5.2e-05	0.000548	5.4e-05	0.000277	0.003541	3,00E-06
у	0.002216	5,00E-06	9.5e-05	6,00E-06	0.000109	0.001704	0.0	1.2e-05	0.001486	0.000131	0.000263	2.5e-05	2.8e-05	0.000246	0.003454	1.1e-05
ф	4.9e-05	0.000452	0.000449	0.00038	0.000821	2.5e-05	7.7e-05	0.00012	6,00E-06	2,00E-06	0.000797	0.000568	0.001215	0.001083	3.5e-05	0.000381
х	0.000289	0.0	0.0	0.0	0.0	6,00E-06	0.0	0.0	1.5e-05	0.0	0.0	2,00E-06	1.2e-05	3,00E-06	0.000149	3.4e-05
ц	0.000523	3.5e-05	3.1e-05	0.0	3.1e-05	0.000551	0.0	0.0	0.000892	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	0.000158	0.0
ч	2.9e-05	0.0	5,00E-06	0.0	8.2e-05	0.000118	0.0	3,00E-06	0.000621	9,00E-06	5,00E-06	0.0	1.5e-05	0.000312	2.5e-05	1.4e-05
ш	0.000423	2.2e-05	2.6e-05	8,00E-06	9,00E-06	0.000408	9,00E-06	1.4e-05	0.000581	2.9e-05	8,00E-06	0.000123	9,00E-06	7.4e-05	0.000632	0.000134
щ	0.000561	3,00E-06	0.000657	2,00E-06	5.7e-05	0.000301	0.0	0.0	0.000152	5.8e-05	9,00E-06	6,00E-06	5,00E-06	9,00E-06	0.000521	0.0
ь	=0.000132	=6.8e-05	=0.0	=0.0	=0.0	=0.000312	=0.0	=0.0	=5.8e-05	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=4.3e-05	=6.2e-05	0,000002
ы	0.0	4.5e-05	9,00E-06	0.0	0.000125	0.0	0.0	5,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ъ	0.0	0.002102	0.0013	0.0	0.000295	0.0	0.0	0.000283	0.0	0.0	0.0	0.000463	0.000401	0.001607	0.0	0.000177
э	0.0	2.2e-05	6.5e-05	2,00E-06	0.000172	0.0	1.1e-05	0.000245	0.0	0.0	0.0	0.001873	1.5e-05	0.000424	0.0	0.000355
ю	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	6,00E-06	0.0
я	0.000395	5,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.000118	1.4e-05	2.8e-05	0.000181	0.0	2,00E-06	0.000472	1.8e-05	6.6e-05	0.000152	0.0
-	0.001078	0.000168	0.000108	0.0	0.000189	0.000171	0.0	0.000234	0.000983	0.0	0.0	0.000949	0.000181	0.001106	0.00034	0.000148

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я	-
а	0.00414	0.000698	0.002495	8,00E-06	7.4e-05	0.000365	0.000318	0.000975	0.000654	0.0002	0.0	0.0	2,00E-06	0.0	2,00E-06	0.0	0.00117
б	4.2e-05	2.8e-05	1.4e-05	0.000311	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000103	3.2e-05	0.0	0.000112	1.8e-05	0.003661
в	0.000157	0.000846	0.001161	0.000435	0.0	5.7e-05	8,00E-06	2,00E-06	9,00E-06	0.0	0.0	0.000541	8,00E-06	0.0	8,00E-06	0.000163	0.007404
г	0.000154	9,00E-06	1.1e-05	0.000615	0.0	3,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3e-05	1.1e-05	0.0	5,00E-06	3.5e-05	0.002382
д	0.000165	0.000137	0.000102	0.000857	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5e-05	2.9e-05	3,00E-06	0.000226	0.000272	0.003813
е	0.00299	0.001695	0.002161	0.000123	8.9e-05	1.5e-05	0.000469	0.001469	0.001235	0.000592	7.5e-05	0.000603	0.000578	0.0	0.0	3.4e-05	0.002003
ж	0.0	2.8e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
з	0.000129	3,00E-06	0.0	0.000577	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,00E-06	0.0	0.0	6,00E-06	0.000281	0.000946
и	1.5e-05	2.8e-05	2,00E-06	0.000397	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2e-05	7.2e-05	2,00E-06	9,00E-06	0.000431	0.001926
й	0.002489	0.00078	0.001681	8,00E-06	0.000261	9.1e-05	0.000178	0.000755	0.000998	0.00038	0.0	1.8e-05	7.4e-05	0.0	0.0	1.4e-05	0.005571
к	0.0	0.0	0.0	3.5e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000698	0.0	5,00E-06	0.0	1.8e-05	2,00E-06
л	0.000185	0.002505	0.000186	0.000403	0.0	0.0	5.5e-05	0.000126	0.000177	0.0	0.0	8.2e-05	0.000504	2.6e-05	9,00E-06	8.6e-05	0.004776
м	4.3e-05	0.001214	0.000112	0.000595	5.5e-05	6.8e-05	3,00E-06	8,00E-06	0.000215	0.0	0.0	0.001267	0.0	4.3e-05	3.2e-05	0.000463	0.001313
н	0.00018	0.000443	6,00E-06	0.000471	0.0	3.2e-05	0.0	5,00E-06	5,00E-06	0.0	0.0	0.000766	0.000149	0.0	2,00E-06	0.000181	0.002473
о	0.000297	0.000366	0.000443	0.000191	0.0	5.5e-05	0.0	0.000221	0.000206	8,00E-06	0.0	8.2e-05	0.000488	9,00E-06	2.2e-05	0.000263	0.007549
п	0.003398	0.00132	0.007495	6,00E-06	3.5e-05	0.000975	0.000152	3.4e-05	9.4e-05	0.0	0.0	5,00E-06	2.8e-05	0.0	8,00E-06	5,00E-06	0.005792
р	5.2e-05	0.000869	4.2e-05	0.000341	3,00E-06	3,00E-06	0.0	0.0	9,00E-06	0.0	0.0	4.9e-05	1.2e-05	0.0	6,00E-06	3.7e-05	0.007647
с	9,00E-06	0.000226	0.001269	0.000274	0.000252	4.6e-05	0.0	3,00E-06	0.0	3,00E-06	0.0	0.000149	0.0	0.0	3.5e-05	3.4e-05	0.002102
т	0.000103	0.000484	0.000457	0.00074	6,00E-06	4,00E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000468	0.000421	9,00E-06	3.5e-05	0.000345	0.007455
у	0.000268	0.005442	6.5e-05	0.00076	6,00E-06	2.2e-05	0.0	0.001859	4.9e-05	0.0	0.0	0.000323	3.8e-05	0.001167	0.000278	0.000721	0.003513
ф	0.001377	0.000438	0.000718	3,00E-06	6.2e-05	5.2e-05	0.000249	0.000229	0.000102	5.1e-05	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	8,00E-06	0.001852
х	3,00E-06	0.0	2,00E-06	9,00E-06	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	2,00E-06	0.0	0.0	0.000374
ц	4.9e-05	6.8e-05	5,00E-06	0.000141	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000524	0.0	9,00E-06	5,00E-06	9.1e-05	0.000495
ч	2.6e-05	9,00E-06	4.5e-05	3,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	6,00E-06	7.1e-05	0.0	2,00E-06	1.8e-05	0.00016
ш	3.2e-05	0.000146	9.1e-05	0.000357	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000171	2.2e-05	0.0	3.7e-05	8.5e-05	0.002768
щ	0.000135	2.9e-05	0.0	0.000346	0.0	8,00E-06	0.0	5.5e-05	0.0	0.0	0.0	0.000285	0.000237	0.0	1.7e-05	2.2e-05	0.000448
ь	=1.2e-05	=0.0	0,000006	=0.000117	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	=0.000235	=0.000114	=2.9e-05
ы	0.0	1.5e-05	2.9e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ъ	0.000884	0.000155	0.000724	0.0	6,00E-06	0.0	7.7e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
э	0.000451	0.00143	0.002708	0.0	6,00E-06	0.0	0.0	8,00E-05	6.5e-05	6,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ю	0.0	0.0	0.0	3,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.001137
я	5.1e-05	5.7e-05	2.2e-05	0.000463	5,00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2e-05	0.0	0.000211	0.0	1.7e-05	4.6e-05	6,00E-06
-	0.000529	0.001541	0.000265	4.5e-05	0.0	0.0	5,00E-06	0.0	0.0	0.0	4.9e-05	0.0	0.000228	0.0	0.0	6.8e-05	0.000528

Код програми:

```
from math import log
from math import fsum
import collections

file_no_probels = open("D:/Files/CP1/lab_no_probels.txt", "r", encoding='utf-8')
file_probels = open("D:/Files/CP1/lab_probels.txt", "r", encoding='utf-8')
file = open("D:/Files/CP1/Laba_1_without_entropy.txt", "w", encoding='utf-8')
file_frequency = open("D:/Files/CP1/Frequency.txt", "w", encoding='utf-8')

text_no_probels = file_no_probels.read()
text_probels = file_probels.read()

count_no_probels = collections.Counter()

dict_no_probels = ['a', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к', 'л', 'м', 'н', 'о', 'п',
                  'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ', 'ъ', 'ы', 'ь', 'э', 'ю', 'я']

count_probels = collections.Counter()

dict_probels = ['a', 'б', 'в', 'г', 'д', 'е', 'ё', 'ж', 'з', 'и', 'й', 'к', 'л', 'м', 'н', 'о', 'п',
               'р', 'с', 'т', 'у', 'ф', 'х', 'ц', 'ч', 'ш', 'щ', 'ъ', 'ы', 'ь', 'э', 'ю', 'я', ' ' ]

def counting(text, diction, count):
    for letter_text_probels in text:
        for letter_dict_probels in diction:
            if letter_dict_probels == letter_text_probels:
                count[letter_dict_probels] += 1
            break

def frequency(dicti, type_text, file_frequency1, strin):
    file_frequency1.write(strin + '\n')
    i = 0
    for letter in dicti:
        if i == 17:
            i = 0
            file_frequency1.write('\n')
        file_frequency1.write(letter + '=' + str(round(dicti[letter]/len(type_text), 8)) + ' ')
        i += 1
    file_frequency1.write('\n\n\n')

counting(text_probels, dict_probels, count_probels)
counting(text_no_probels, dict_no_probels, count_no_probels)
```



```

frequency(count_no_probels, text_no_probels, file_frequency, 'Монограммы без пробелов')
frequency(count_probels, text_probels, file_frequency, 'Монограммы с пробелами')

def bigram_count(diction_bigram, step, type_text):
    last_letter = ""
    smth = ""
    for letter_text in type_text + '.':
        if len(smth) == 2:
            diction_bigram[smth] += 1
            smth = ""
        if step == 2:
            smth += letter_text
        else:
            smth = last_letter + letter_text
            last_letter = letter_text
    else:
        smth += letter_text
        if step == 1:
            last_letter = letter_text
    return diction_bigram

dict_bigram_no_probels_step_1 = collections.Counter()
dict_bigram_probels_step_1 = collections.Counter()
dict_bigram_no_probels_step_2 = collections.Counter()
dict_bigram_probels_step_2 = collections.Counter()

dict_bigram_no_probels_step_2 = bigram_count(dict_bigram_no_probels_step_2, 2, text_no_probels)
dict_bigram_probels_step_2 = bigram_count(dict_bigram_probels_step_2, 2, text_probels)
dict_bigram_no_probels_step_1 = bigram_count(dict_bigram_no_probels_step_1, 1, text_no_probels)
dict_bigram_probels_step_1 = bigram_count(dict_bigram_probels_step_1, 1, text_probels)

frequency(dict_bigram_no_probels_step_1, text_no_probels, file_frequency, "Биграммы без пробелов (шаг 1)")
frequency(dict_bigram_probels_step_1, text_probels, file_frequency, "Биграммы с пробелами (шаг 1)")
frequency(dict_bigram_no_probels_step_2, text_no_probels, file_frequency, "Биграммы без пробелов (шаг 2)")
frequency(dict_bigram_probels_step_2, text_probels, file_frequency, "Биграммы с пробелами (шаг 2)")

count = 'Подсчет букв без пробелов:\n' + str(count_no_probels) + '\n' + \
        'Подсчет букв с пробелами:\n' + str(count_probels) + '\n' + \
        'Биграммы с шагом 2 без пробелов:\n' + str(dict_bigram_no_probels_step_2) + '\n' + \
        'Биграммы с шагом 2 с пробелами:\n' + str(dict_bigram_probels_step_2) + '\n' \

```

```

'Биграммы с шагом 1 без пробелов:\n' + str(dict_bigram_no_probels_step_1) + '\n' + \
'Биграммы с шагом 1 с пробелами:\n' + str(dict_bigram_probels_step_1) + '\n\n\n'

text = file.write(str(count))

def entropia(n_gramms, string, denominator, text_size):

    summa = int(fsum(n_gramms.values()))

    t = list(n_gramms)

    entropi = 0

    for j in range(len(n_gramms)):

        probabilities = n_gramms[t[j]] / summa

        entropi = entropi + -probabilities * log(probabilities, 2)

    j += 1

    print(string + str(entropi/denominator))

    print("Избыточность: " + str(1 - entropi/log(text_size, 2)))

entropia(count_no_probels, 'Энтропия для монограмм без пробелов: ', 1, 33)

entropia(count_probels, 'Энтропия для монограмм с пробелами: ', 1, 34)

entropia(dict_bigram_no_probels_step_2, 'Энтропия для биграмм без пробелов (шаг 2): ', 2, 1089)

entropia(dict_bigram_probels_step_2, 'Энтропия для биграмм с пробелами (шаг 2): ', 2, 1156)

entropia(dict_bigram_no_probels_step_1, 'Энтропия для биграмм без пробелов (шаг 1): ', 2, 1089)

entropia(dict_bigram_probels_step_1, 'Энтропия для биграмм с пробелами (шаг 1): ', 2, 1156)

file_no_probels.close()

file_probels.close()

file.close()

```

10-грамми:

✕

[illegible]

20-грамми:

[illegible]

30-грами:

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
а_если_бы_они_не_имели_представления_о_том_что_мы_называем_добром_то_хотя_н

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: а
Символ по счету: 1
Номер эксперимента: 51
Поле ввода символов:
а
Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
1,67323288365422 < H < 2,41525450232562
Двоичная таблица угаданных символов:
00100000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Вероятности:
q[1] = 0,5490196
q[2] = 0,0784313
q[3] = 0,1176470
q[4] = 0,0196078
q[5] = 0,0784313
q[6] = 0
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0,0196078
q[10] = 0,019607
q[11] = 0,019607
q[12] = 0
q[13] = 0,019607
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0,019607
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0,019607
q[25] = 0,019607
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0,019607
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

Строка состояния:
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

Надлишковість для рожевої програми

30 символів: 0.6711066132832939 $\geq R \Rightarrow 0.5252536327652026$

20 символів: 0.6744820809059016 $\geq R \Rightarrow 0.5323923284943224$

10 символів: 0.6644124483492402 $\geq R \Rightarrow 0.5171655452203671$

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.