

Міністерство освіти і науки України  
НТУУ «Київський політехнічний інститут»  
Фізико-технічний інститут

*КРИПТОГРАФІЯ*  
*КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1*  
*Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела*  
*відкритого тексту*

**Виконали:**

студент групи ФБ-84

Ніколаєнко Едуард

студент групи ФБ-84

Коцюк Роман

### 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.

### Завдання:

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.

### Значення частот у процентах:

Довільний текст(з пробілами) code/mytext\_with\_spaces:  
частоти букв :

_	15.606
о	9.449
а	6.777
е	6.698
и	5.714
т	5.526
н	5.408
р	4.517
с	4.483
л	4.243
в	3.375
м	2.758
к	2.682
д	2.464
п	2.44
у	2.325
г	1.792
ь	1.719
я	1.633
ы	1.581
з	1.477
б	1.397
ч	1.392
й	0.837
ж	0.828
ш	0.656
х	0.647
ю	0.444
э	0.309
щ	0.281
ц	0.266
ф	0.251
ъ	0.027

частоти біграм(без перетинання):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	э	ю	я	_	ь	ы	ъ
_	0.161	0.553	1.357	0.604	0.731	0.364	0.115	0.482	0.828	0.001	0.784	0.256	0.752	1.508	0.981	1.759	0.357	1.471	0.715	0.451	0.059	0.158	0.026	0.552	0.079	0.01	0.28	0.003	0.208	0	0	0	0
а	0.007	0.084	0.249	0.152	0.154	0.138	0.129	0.339	0.011	0.069	0.529	0.802	0.292	0.373	0.013	0.085	0.442	0.359	0.504	0.027	0.007	0.076	0.031	0.095	0.063	0.033	0	0.101	0.144	1.468	0	0	0
б	0.064	0.005	0.003	0.001	0.002	0.146	0.001	0	0.069	0	0.016	0.096	0.006	0.08	0.193	0	0.093	0.019	0	0.134	0	0.006	0	0	0	0.021	0.001	0.001	0.051	0.029	0.023	0.335	0.003
в	0.538	0	0.003	0.001	0.027	0.404	0	0.059	0.336	0	0.019	0.068	0.014	0.102	0.509	0.027	0.1	0.223	0.024	0.062	0	0.002	0.002	0.004	0.04	0.001	0	0	0.016	0.528	0	0.254	0.012
г	0.409	0.003	0.023	0.001	0.104	0.067	0	0	0.099	0	0.016	0.138	0.001	0.028	0.633	0	0.112	0.001	0.017	0.067	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0.069	0	0	0
д	0.429	0.002	0.062	0.003	0.007	0.397	0.043	0.003	0.214	0	0.017	0.073	0.012	0.148	0.365	0.011	0.189	0.029	0.035	0.179	0	0.006	0.018	0.004	0.01	0	0	0.001	0.018	0.097	0	0.04	0.048
е	0.011	0.144	0.175	0.255	0.286	0.079	0.05	0.092	0.008	0.187	0.113	0.507	0.33	0.632	0.027	0.076	0.725	0.516	0.511	0.013	0.003	0.033	0.035	0.086	0.095	0.064	0	0.011	0.015	1.621	0	0	0
ж	0.101	0.002	0	0.001	0.071	0.343	0	0	0.116	0	0.007	0.004	0	0.13	0.009	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.002
з	0.533	0.008	0.078	0.039	0.068	0.056	0.003	0.01	0.036	0	0.014	0.029	0.05	0.194	0.073	0.001	0.036	0	0.002	0.052	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.131	0.001	0.035	0.007
и	0.018	0.058	0.156	0.078	0.129	0.202	0.02	0.247	0.079	0.093	0.226	0.466	0.27	0.334	0.067	0.021	0.163	0.285	0.469	0.01	0.013	0.14	0.056	0.112	0.068	0.011	0.001	0.039	0.156	1.728	0	0	0
й	0.001	0	0.005	0	0.016	0.001	0	0.001	0	0	0.006	0.007	0.01	0.055	0.001	0.009	0.002	0.038	0.039	0	0	0	0.006	0.017	0.009	0	0	0	0	0.613	0	0	0
к	0.571	0	0.064	0.035	0	0.039	0.006	0.002	0.223	0	0.008	0.094	0.001	0.053	0.801	0	0.148	0.022	0.091	0.156	0	0.001	0.006	0	0	0	0	0	0	0.361	0	0	0
л	0.527	0.003	0.002	0.012	0.044	0.337	0.044	0.002	0.671	0	0.031	0.138	0.002	0.059	0.528	0.002	0	0.142	0.005	0.141	0.021	0	0	0.012	0.031	0	0.002	0.091	0.168	0.722	0	0.076	0.427
м	0.374	0.032	0	0.006	0.001	0.356	0	0	0.301	0	0.01	0.011	0.008	0.163	0.389	0.01	0.007	0.012	0.012	0.174	0.001	0	0	0.004	0	0	0.001	0	0.038	0.72	0	0.113	0.014
н	0.982	0	0.003	0.016	0.068	0.984	0	0.003	0.796	0	0.026	0	0.005	0.223	0.967	0	0.005	0.07	0.093	0.283	0.006	0	0.034	0.015	0.001	0.003	0	0.008	0.133	0.26	0	0.342	0.078
о	0.001	0.385	0.606	0.449	0.388	0.165	0.243	0.137	0.118	0.314	0.187	0.563	0.459	0.57	0.028	0.137	0.581	0.602	0.733	0.012	0.086	0.061	0.012	0.201	0.092	0.024	0.01	0.02	0.075	2.189	0	0	0
п	0.141	0	0	0	0	0.182	0	0	0.078	0	0.007	0.067	0	0.015	0.992	0.006	0.797	0.003	0.011	0.064	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0.021	0.008	0	0.042	0.002
р	0.83	0.003	0.053	0.018	0.048	0.623	0.029	0.002	0.69	0	0.018	0.012	0.071	0.078	0.806	0.005	0.33	0.027	0.073	0.213	0.002	0.013	0.005	0.005	0.023	0.002	0.004	0.009	0.082	0.251	0	0.147	0.045
с	0.143	0.004	0.094	0.005	0.039	0.263	0.004	0	0.137	0	0.291	0.374	0.106	0.127	0.349	0.188	0.029	0.15	1.015	0.07	0.016	0.02	0.004	0.034	0.007	0	0.002	0.008	0.391	0.354	0.001	0.021	0.238
т	0.528	0.002	0.251	0.001	0.008	0.621	0	0	0.354	0	0.064	0.025	0.031	0.105	1.405	0.007	0.252	0.147	0.083	0.098	0.002	0	0.008	0.009	0.001	0.002	0	0.001	0.046	0.581	0	0.16	0.733
у	0.005	0.048	0.058	0.086	0.177	0.026	0.118	0.023	0.007	0.021	0.074	0.192	0.126	0.038	0	0.066	0.072	0.12	0.135	0.001	0.009	0.03	0.001	0.17	0.032	0.038	0.003	0.091	0.006	0.549	0	0	0
ф	0.019	0	0	0	0	0.1	0	0	0.041	0	0	0.007	0	0	0.04	0	0.015	0	0	0.003	0.022	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0.002	0	0.001	0
х	0.032	0	0.013	0	0	0.005	0	0	0.017	0	0	0.008	0.012	0.024	0.22	0.001	0.012	0.002	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.288	0	0	0
ц	0.05	0	0.004	0	0	0.07	0	0	0.065	0	0.002	0	0	0	0.02	0	0	0	0.001	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.015	0
ч	0.192	0.001	0	0	0	0.319	0	0	0.206	0	0.042	0.004	0.012	0.119	0.004	0	0.008	0	0.4	0.044	0	0	0	0	0.016	0	0	0	0	0.006	0	0	0.017
ш	0.073	0	0	0	0	0.181	0	0	0.123	0	0.037	0.063	0.002	0.023	0.025	0.004	0.002	0	0.006	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0.085
щ	0.036	0	0	0	0	0.089	0	0	0.082	0	0.001	0.002	0	0.008	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.045	0	0	0.006
ъ	0	0	0	0	0	0.006	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.019	0	0	0	0
ы	0	0.031	0.074	0.016	0.012	0.1	0.01	0.006	0.003	0.144	0.011	0.163	0.122	0.01	0	0.011	0.027	0.067	0.084	0.001	0	0.087	0	0.018	0.038	0	0	0	0.005	0.542	0	0	0
ь	0	0.006	0.001	0.004	0.003	0.017	0	0.043	0.005	0	0.092	0	0.017	0.154	0.002	0	0	0.11	0.025	0	0.002	0	0.01	0.027	0.047	0	0	0.038	0.014	1.102	0	0	0
э	0	0.002	0.006	0.001	0	0	0	0	0	0.003	0.018	0.005	0.005	0.006	0	0.001	0.004	0	0.246	0	0.003	0.001	0	0	0.001	0	0.003	0	0	0.004	0	0	0
ю	0	0.018	0	0	0.029	0	0.001	0.004	0	0	0.003	0.001	0.006	0.005	0	0	0.002	0.019	0.05	0	0	0.001	0.007	0.014	0.001	0.047	0	0.002	0	0.232	0	0	0
я	0	0.002	0.033	0.008	0.052	0.016	0.01	0.019	0.001	0.004	0.011	0.067	0.034	0.041	0	0.013	0.007	0.049	0.145	0	0	0.011	0.005	0.005	0.002	0.025	0	0.019	0.007	1.047	0	0	0

частоти біграм(з перетинанням):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	э	ю	я	_	ь	ы	ь
_	0.161	0.553	1.357	0.604	0.731	0.364	0.115	0.482	0.828	0.001	0.784	0.256	0.752	1.508	0.981	1.759	0.357	1.471	0.715	0.451	0.059	0.158	0.026	0.552	0.079	0.01	0.28	0.003	0.208	0	0	0	0
а	0.007	0.084	0.249	0.152	0.154	0.138	0.129	0.339	0.011	0.069	0.529	0.802	0.292	0.373	0.013	0.085	0.442	0.359	0.504	0.027	0.007	0.076	0.031	0.095	0.063	0.033	0	0.101	0.144	1.468	0	0	0
б	0.064	0.005	0.003	0.001	0.002	0.146	0.001	0	0.069	0	0.016	0.096	0.006	0.08	0.193	0	0.093	0.019	0	0.134	0	0.006	0	0	0	0.021	0.001	0.001	0.051	0.029	0.023	0.335	0.003
в	0.538	0	0.003	0.001	0.027	0.404	0	0.059	0.336	0	0.019	0.068	0.014	0.102	0.509	0.027	0.1	0.223	0.024	0.062	0	0.002	0.002	0.004	0.04	0.001	0	0	0.016	0.528	0	0.254	0.012
г	0.409	0.003	0.023	0.001	0.104	0.067	0	0	0.099	0	0.016	0.138	0.001	0.028	0.633	0	0.112	0.001	0.017	0.067	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0.069	0	0	0
д	0.429	0.002	0.062	0.003	0.007	0.397	0.043	0.003	0.214	0	0.017	0.073	0.012	0.148	0.365	0.011	0.189	0.029	0.035	0.179	0	0.006	0.018	0.004	0.01	0	0	0.001	0.018	0.097	0	0.04	0.048
е	0.011	0.144	0.175	0.255	0.286	0.079	0.05	0.092	0.008	0.187	0.113	0.507	0.33	0.632	0.027	0.076	0.725	0.516	0.511	0.013	0.003	0.033	0.035	0.086	0.095	0.064	0	0.011	0.015	1.621	0	0	0
ж	0.101	0.002	0	0.001	0.071	0.343	0	0	0.116	0	0.007	0.004	0	0.13	0.009	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.002
з	0.533	0.008	0.078	0.039	0.068	0.056	0.003	0.01	0.036	0	0.014	0.029	0.05	0.194	0.073	0.001	0.036	0	0.002	0.052	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.131	0.001	0.035	0.007
и	0.018	0.058	0.156	0.078	0.129	0.202	0.02	0.247	0.079	0.093	0.226	0.466	0.27	0.334	0.067	0.021	0.163	0.285	0.469	0.01	0.013	0.14	0.056	0.112	0.068	0.011	0.001	0.039	0.156	1.728	0	0	0
й	0.001	0	0.005	0	0.016	0.001	0	0.001	0	0	0.006	0.007	0.01	0.055	0.001	0.009	0.002	0.038	0.039	0	0	0	0.006	0.017	0.009	0	0	0	0	0.613	0	0	0
к	0.571	0	0.064	0.035	0	0.039	0.006	0.002	0.223	0	0.008	0.094	0.001	0.053	0.801	0	0.148	0.022	0.091	0.156	0	0.001	0.006	0	0	0	0	0	0	0.361	0	0	0
л	0.527	0.003	0.002	0.012	0.044	0.337	0.044	0.002	0.671	0	0.031	0.138	0.002	0.059	0.528	0.002	0	0.142	0.005	0.141	0.021	0	0	0.012	0.031	0	0.002	0.091	0.168	0.722	0	0.076	0.427
м	0.374	0.032	0	0.006	0.001	0.356	0	0	0.301	0	0.01	0.011	0.008	0.163	0.389	0.01	0.007	0.012	0.012	0.174	0.001	0	0	0.004	0	0	0.001	0	0.038	0.72	0	0.113	0.014
н	0.982	0	0.003	0.016	0.068	0.984	0	0.003	0.796	0	0.026	0	0.005	0.223	0.967	0	0.005	0.07	0.093	0.283	0.006	0	0.034	0.015	0.001	0.003	0	0.008	0.133	0.26	0	0.342	0.078
о	0.001	0.385	0.606	0.449	0.388	0.165	0.243	0.137	0.118	0.314	0.187	0.563	0.459	0.57	0.028	0.137	0.581	0.602	0.733	0.012	0.086	0.061	0.012	0.201	0.092	0.024	0.01	0.02	0.075	2.189	0	0	0
п	0.141	0	0	0	0	0.182	0	0	0.078	0	0.007	0.067	0	0.015	0.992	0.006	0.797	0.003	0.011	0.064	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0.021	0.008	0	0.042	0.002
р	0.83	0.003	0.053	0.018	0.048	0.623	0.029	0.002	0.69	0	0.018	0.012	0.071	0.078	0.806	0.005	0.33	0.027	0.073	0.213	0.002	0.013	0.005	0.005	0.023	0.002	0.004	0.009	0.082	0.251	0	0.147	0.045
с	0.143	0.004	0.094	0.005	0.039	0.263	0.004	0	0.137	0	0.291	0.374	0.106	0.127	0.349	0.188	0.029	0.15	1.015	0.07	0.016	0.02	0.004	0.034	0.007	0	0.002	0.008	0.391	0.354	0.001	0.021	0.238
т	0.528	0.002	0.251	0.001	0.008	0.621	0	0	0.354	0	0.064	0.025	0.031	0.105	1.405	0.007	0.252	0.147	0.083	0.098	0.002	0	0.008	0.009	0.001	0.002	0	0.001	0.046	0.581	0	0.16	0.733
у	0.005	0.048	0.058	0.086	0.177	0.026	0.118	0.023	0.007	0.021	0.074	0.192	0.126	0.038	0	0.066	0.072	0.12	0.135	0.001	0.009	0.03	0.001	0.17	0.032	0.038	0.003	0.091	0.006	0.549	0	0	0
ф	0.019	0	0	0	0	0.1	0	0	0.041	0	0	0.007	0	0	0.04	0	0.015	0	0	0.003	0.022	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0.002	0	0.001	0
х	0.032	0	0.013	0	0	0.005	0	0	0.017	0	0	0.008	0.012	0.024	0.22	0.001	0.012	0.002	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.288	0	0	0
ц	0.05	0	0.004	0	0	0.07	0	0	0.065	0	0.002	0	0	0	0.02	0	0	0	0.001	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.015	0
ч	0.192	0.001	0	0	0	0.319	0	0	0.206	0	0.042	0.004	0.012	0.119	0.004	0	0.008	0	0.4	0.044	0	0	0	0	0.016	0	0	0	0	0.006	0	0	0.017
ш	0.073	0	0	0	0	0.181	0	0	0.123	0	0.037	0.063	0.002	0.023	0.025	0.004	0.002	0	0.006	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0.085
щ	0.036	0	0	0	0	0.089	0	0	0.082	0	0.001	0.002	0	0.008	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.045	0	0	0.006
ъ	0	0	0	0	0	0.006	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.019	0	0	0	0
ы	0	0.031	0.074	0.016	0.012	0.1	0.01	0.006	0.003	0.144	0.011	0.163	0.122	0.01	0	0.011	0.027	0.067	0.084	0.001	0	0.087	0	0.018	0.038	0	0	0	0.005	0.542	0	0	0
ь	0	0.006	0.001	0.004	0.003	0.017	0	0.043	0.005	0	0.092	0	0.017	0.154	0.002	0	0	0.11	0.025	0	0.002	0	0.01	0.027	0.047	0	0	0.038	0.014	1.102	0	0	0
э	0	0.002	0.006	0.001	0	0	0	0	0.003	0.018	0.005	0.005	0.006	0	0.001	0.004	0	0.246	0	0.003	0.001	0	0	0.001	0	0.003	0	0	0.004	0	0	0	0
ю	0	0.018	0	0	0.029	0	0.001	0.004	0	0	0.003	0.001	0.006	0.005	0	0	0.002	0.019	0.05	0	0	0.001	0.007	0.014	0.001	0.047	0	0.002	0	0.232	0	0	0
я	0	0.002	0.033	0.008	0.052	0.016	0.01	0.019	0.001	0.004	0.011	0.067	0.034	0.041	0	0.013	0.007	0.049	0.145	0	0	0.011	0.005	0.005	0.002	0.025	0	0.019	0.007	1.047	0	0	0

Довільний текст(без пробілів) code/mytext\_without\_spaces:  
частоти букв :

о	11.196
а	8.03
е	7.937
и	6.771
т	6.547
н	6.408
р	5.353
с	5.312
л	5.027
в	3.999
м	3.268
к	3.178
д	2.919
п	2.891
у	2.755
г	2.124
ь	2.037
я	1.935
ы	1.874
з	1.75
б	1.655
ч	1.65
й	0.992
ж	0.981
ш	0.777
х	0.766
ю	0.526
э	0.366
щ	0.333
ц	0.315
ф	0.298
ъ	0.032

частоти біграм(без перетинання):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	э	ю	я	ъ	ы	ь
а	0.029	0.159	0.436	0.264	0.25	0.208	0.16	0.458	0.112	0.081	0.717	0.98	0.442	0.627	0.126	0.288	0.558	0.592	0.678	0.074	0.015	0.105	0.039	0.16	0.083	0.039	0.032	0.12	0.197	0	0	0
б	0.077	0.006	0.005	0.001	0.003	0.173	0.001	0.001	0.084	0	0.02	0.113	0.008	0.096	0.231	0.001	0.111	0.024	0.001	0.161	0	0.007	0	0	0	0.025	0.016	0.001	0.06	0.028	0.397	0.003
в	0.645	0.015	0.039	0.039	0.06	0.492	0.007	0.082	0.426	0	0.087	0.091	0.043	0.166	0.636	0.092	0.14	0.33	0.071	0.084	0.002	0.017	0.004	0.02	0.05	0.001	0.02	0	0.023	0	0.301	0.014
г	0.485	0.009	0.034	0.005	0.129	0.081	0	0.002	0.121	0	0.022	0.165	0.003	0.041	0.755	0.011	0.134	0.01	0.023	0.082	0	0.001	0	0.006	0	0	0.002	0	0	0	0	0
д	0.511	0.006	0.084	0.007	0.013	0.472	0.052	0.007	0.265	0	0.026	0.091	0.019	0.19	0.44	0.024	0.225	0.044	0.047	0.215	0	0.007	0.022	0.007	0.013	0	0.002	0.001	0.023	0	0.048	0.057
е	0.028	0.252	0.382	0.354	0.429	0.131	0.069	0.199	0.101	0.222	0.207	0.63	0.506	0.911	0.152	0.335	0.903	0.815	0.683	0.079	0.009	0.063	0.045	0.161	0.12	0.076	0.023	0.013	0.037	0	0	0
ж	0.12	0.003	0.002	0.002	0.084	0.406	0.001	0.001	0.138	0	0.011	0.006	0.001	0.159	0.012	0.002	0.001	0.002	0.002	0.021	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0.003
з	0.633	0.015	0.104	0.053	0.086	0.068	0.005	0.015	0.046	0	0.033	0.037	0.07	0.25	0.094	0.016	0.046	0.016	0.009	0.065	0	0.003	0.001	0.005	0.002	0	0.003	0	0.025	0.002	0.042	0.008
и	0.042	0.15	0.372	0.155	0.25	0.293	0.031	0.357	0.2	0.11	0.366	0.577	0.406	0.592	0.218	0.301	0.235	0.52	0.649	0.078	0.02	0.185	0.068	0.186	0.088	0.015	0.037	0.047	0.22	0	0	0
й	0.012	0.024	0.072	0.03	0.055	0.015	0.012	0.018	0.045	0	0.048	0.028	0.054	0.109	0.043	0.088	0.028	0.119	0.073	0.02	0.008	0.005	0.009	0.038	0.019	0.001	0.01	0	0.008	0	0	0
к	0.681	0.023	0.109	0.056	0.02	0.055	0.014	0.012	0.293	0	0.029	0.117	0.021	0.101	0.973	0.038	0.188	0.062	0.135	0.196	0	0.004	0.008	0.024	0.002	0	0.009	0	0.006	0	0	0
л	0.632	0.026	0.07	0.101	0.111	0.432	0.054	0.024	0.835	0	0.079	0.173	0.03	0.146	0.679	0.094	0.021	0.236	0.034	0.186	0.028	0.004	0.001	0.062	0.041	0	0.017	0.108	0.207	0	0.09	0.506
м	0.454	0.06	0.066	0.041	0.056	0.438	0.008	0.025	0.412	0	0.056	0.031	0.045	0.274	0.518	0.096	0.028	0.1	0.046	0.232	0.005	0.009	0.001	0.039	0.005	0.001	0.012	0	0.057	0	0.133	0.017
н	1.166	0.021	0.03	0.026	0.095	1.171	0.002	0.015	0.966	0	0.042	0.004	0.017	0.3	1.162	0.043	0.011	0.111	0.121	0.346	0.008	0.005	0.04	0.027	0.003	0.004	0.004	0.01	0.162	0	0.405	0.092
о	0.017	0.566	0.963	0.608	0.561	0.262	0.311	0.245	0.242	0.373	0.331	0.713	0.671	0.922	0.223	0.447	0.746	0.964	0.993	0.099	0.11	0.096	0.018	0.34	0.121	0.031	0.065	0.024	0.137	0	0	0
п	0.167	0	0	0.001	0	0.216	0	0	0.094	0	0.009	0.08	0	0.019	1.176	0.007	0.944	0.004	0.014	0.076	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0.002	0.026	0	0.05	0.002
р	0.988	0.01	0.085	0.033	0.065	0.744	0.036	0.011	0.831	0	0.064	0.016	0.109	0.114	0.967	0.059	0.397	0.054	0.094	0.26	0.004	0.018	0.007	0.01	0.028	0.003	0.007	0.011	0.101	0	0.174	0.053
с	0.174	0.018	0.139	0.034	0.067	0.323	0.009	0.013	0.175	0	0.366	0.449	0.147	0.194	0.437	0.27	0.051	0.206	1.231	0.096	0.02	0.027	0.006	0.051	0.009	0	0.014	0.01	0.467	0.002	0.025	0.282
т	0.634	0.028	0.358	0.023	0.043	0.752	0.01	0.018	0.46	0	0.105	0.045	0.066	0.19	1.709	0.083	0.315	0.239	0.134	0.134	0.005	0.005	0.011	0.041	0.004	0.002	0.012	0.002	0.062	0	0.19	0.869
у	0.014	0.071	0.128	0.128	0.238	0.041	0.148	0.045	0.055	0.025	0.119	0.238	0.19	0.121	0.035	0.143	0.095	0.191	0.192	0.014	0.014	0.041	0.002	0.243	0.04	0.045	0.012	0.108	0.018	0	0	0
ф	0.023	0	0	0	0	0.118	0	0	0.049	0	0	0.008	0.001	0.001	0.047	0	0.018	0	0	0.004	0.026	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.002	0
х	0.043	0.01	0.039	0.011	0.017	0.011	0.003	0.012	0.042	0	0.019	0.017	0.03	0.055	0.281	0.041	0.024	0.044	0.014	0.027	0.003	0.004	0.001	0.009	0.003	0	0.005	0	0.003	0	0	0
ц	0.06	0.001	0.008	0.003	0.002	0.083	0	0.001	0.08	0	0.004	0	0.001	0.004	0.026	0.004	0	0.003	0.002	0.012	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0.017	0
ч	0.228	0.001	0	0.001	0	0.378	0	0	0.244	0	0.051	0.004	0.015	0.142	0.006	0.001	0.01	0.001	0.475	0.052	0	0	0	0	0.019	0	0	0	0	0	0	0.02
ш	0.087	0	0.001	0	0.001	0.214	0	0	0.146	0	0.045	0.075	0.003	0.028	0.03	0.006	0.003	0.001	0.007	0.027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
щ	0.042	0.003	0.004	0.001	0.004	0.106	0.001	0.001	0.099	0	0.003	0.004	0.002	0.022	0.006	0.004	0.003	0.003	0.001	0.014	0	0.002	0	0.002	0.001	0	0	0	0	0	0	0.007
ъ	0	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023	0	0	0
ы	0.007	0.06	0.14	0.039	0.047	0.13	0.017	0.028	0.042	0.171	0.038	0.199	0.171	0.089	0.043	0.09	0.042	0.148	0.129	0.025	0.001	0.113	0.001	0.032	0.046	0.001	0.007	0	0.015	0	0	0
ь	0.015	0.039	0.132	0.044	0.061	0.063	0.007	0.085	0.083	0	0.172	0.026	0.08	0.307	0.084	0.129	0.026	0.254	0.096	0.034	0.006	0.013	0.013	0.104	0.06	0.002	0.027	0.045	0.031	0	0	0
э	0	0.002	0.007	0.001	0.001	0	0	0	0	0.003	0.022	0.006	0.006	0.008	0	0.002	0.005	0.001	0.291	0	0.004	0.001	0	0	0.001	0	0.004	0	0	0	0	0
ю	0.003	0.028	0.024	0.01	0.047	0.006	0.006	0.01	0.014	0	0.021	0.006	0.022	0.025	0.018	0.024	0.01	0.052	0.074	0.007	0.002	0.004	0.009	0.033	0.005	0.056	0.005	0.002	0.004	0	0	0
я	0.014	0.046	0.164	0.052	0.122	0.045	0.021	0.062	0.071	0.005	0.068	0.098	0.09	0.204	0.071	0.151	0.032	0.168	0.23	0.036	0.006	0.024	0.007	0.043	0.014	0.03	0.019	0.023	0.019	0	0	0

частоти біграм(з перетинанням):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	э	ю	я	ь	ы	ь	
а	0.029	0.159	0.436	0.264	0.25	0.208	0.16	0.458	0.112	0.081	0.717	0.98	0.442	0.627	0.126	0.288	0.558	0.592	0.678	0.074	0.015	0.105	0.039	0.16	0.083	0.039	0.032	0.12	0.197	0	0	0	
б	0.077	0.006	0.005	0.001	0.003	0.173	0.001	0.001	0.084	0	0.02	0.113	0.008	0.096	0.231	0.001	0.111	0.024	0.001	0.161	0	0.007	0	0	0	0.025	0.016	0.001	0.06	0.028	0.397	0.003	
в	0.645	0.015	0.039	0.039	0.06	0.492	0.007	0.082	0.426	0	0.087	0.091	0.043	0.166	0.636	0.092	0.14	0.33	0.071	0.084	0.002	0.017	0.004	0.02	0.05	0.001	0.02	0	0.023	0	0.301	0.014	
г	0.485	0.009	0.034	0.005	0.129	0.081	0	0.002	0.121	0	0.022	0.165	0.003	0.041	0.755	0.011	0.134	0.01	0.023	0.082	0	0.001	0	0.006	0	0	0.002	0	0	0	0	0	
д	0.511	0.006	0.084	0.007	0.013	0.472	0.052	0.007	0.265	0	0.026	0.091	0.019	0.19	0.44	0.024	0.225	0.044	0.047	0.215	0	0.007	0.022	0.007	0.013	0	0.002	0.001	0.023	0	0.048	0.057	
е	0.028	0.252	0.382	0.354	0.429	0.131	0.069	0.199	0.101	0.222	0.207	0.63	0.506	0.911	0.152	0.335	0.903	0.815	0.683	0.079	0.009	0.063	0.045	0.161	0.12	0.076	0.023	0.013	0.037	0	0	0	
ж	0.12	0.003	0.002	0.002	0.084	0.406	0.001	0.001	0.138	0	0.011	0.006	0.001	0.159	0.012	0.002	0.001	0.002	0.002	0.021	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0.003	
з	0.633	0.015	0.104	0.053	0.086	0.068	0.005	0.015	0.046	0	0.033	0.037	0.07	0.25	0.094	0.016	0.046	0.016	0.009	0.065	0	0.003	0.001	0.005	0.002	0	0.003	0	0.025	0.002	0.042	0.008	
и	0.042	0.15	0.372	0.155	0.25	0.293	0.031	0.357	0.2	0.11	0.366	0.577	0.406	0.592	0.218	0.301	0.235	0.52	0.649	0.078	0.02	0.185	0.068	0.186	0.088	0.015	0.037	0.047	0.22	0	0	0	
й	0.012	0.024	0.072	0.03	0.055	0.015	0.012	0.018	0.045	0	0.048	0.028	0.054	0.109	0.043	0.088	0.028	0.119	0.073	0.02	0.008	0.005	0.009	0.038	0.019	0.001	0.01	0	0.008	0	0	0	
к	0.681	0.023	0.109	0.056	0.02	0.055	0.014	0.012	0.293	0	0.029	0.117	0.021	0.101	0.973	0.038	0.188	0.062	0.135	0.196	0	0.004	0.008	0.024	0.002	0	0.009	0	0.006	0	0	0	
л	0.632	0.026	0.07	0.101	0.111	0.432	0.054	0.024	0.835	0	0.079	0.173	0.03	0.146	0.679	0.094	0.021	0.236	0.034	0.186	0.028	0.004	0.001	0.062	0.041	0	0.017	0.108	0.207	0	0.09	0.506	
м	0.454	0.06	0.066	0.041	0.056	0.438	0.008	0.025	0.412	0	0.056	0.031	0.045	0.274	0.518	0.096	0.028	0.1	0.046	0.232	0.005	0.009	0.001	0.039	0.005	0.001	0.012	0	0.057	0	0.133	0.017	
н	1.166	0.021	0.03	0.026	0.095	1.171	0.002	0.015	0.966	0	0.042	0.004	0.017	0.3	1.162	0.043	0.011	0.111	0.121	0.346	0.008	0.005	0.04	0.027	0.003	0.004	0.004	0.01	0.162	0	0.405	0.092	
о	0.017	0.566	0.963	0.608	0.561	0.262	0.311	0.245	0.242	0.373	0.331	0.713	0.671	0.922	0.223	0.447	0.746	0.964	0.993	0.099	0.11	0.096	0.018	0.34	0.121	0.031	0.065	0.024	0.137	0	0	0	
п	0.167	0	0	0.001	0	0.216	0	0	0.094	0	0.009	0.08	0	0.019	1.176	0.007	0.944	0.004	0.014	0.076	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0.002	0.026	0	0.05	0.002	
р	0.988	0.01	0.085	0.033	0.065	0.744	0.036	0.011	0.831	0	0.064	0.016	0.109	0.114	0.967	0.059	0.397	0.054	0.094	0.26	0.004	0.018	0.007	0.01	0.028	0.003	0.007	0.011	0.101	0	0.174	0.053	
с	0.174	0.018	0.139	0.034	0.067	0.323	0.009	0.013	0.175	0	0.366	0.449	0.147	0.194	0.437	0.27	0.051	0.206	1.231	0.096	0.02	0.027	0.006	0.051	0.009	0	0.014	0.01	0.467	0.002	0.025	0.282	
т	0.634	0.028	0.358	0.023	0.043	0.752	0.01	0.018	0.46	0	0.105	0.045	0.066	0.19	1.709	0.083	0.315	0.239	0.134	0.134	0.005	0.005	0.011	0.041	0.004	0.002	0.012	0.002	0.062	0	0.19	0.869	
у	0.014	0.071	0.128	0.128	0.238	0.041	0.148	0.045	0.055	0.025	0.119	0.238	0.19	0.121	0.035	0.143	0.095	0.191	0.192	0.014	0.014	0.041	0.002	0.243	0.04	0.045	0.012	0.108	0.018	0	0	0	
ф	0.023	0	0	0	0	0.118	0	0	0.049	0	0	0.008	0.001	0.001	0.047	0	0.018	0	0	0.004	0.026	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.002	0	
х	0.043	0.01	0.039	0.011	0.017	0.011	0.003	0.012	0.042	0	0.019	0.017	0.03	0.055	0.281	0.041	0.024	0.044	0.014	0.027	0.003	0.004	0.001	0.009	0.003	0	0.005	0	0.003	0	0	0	
ц	0.06	0.001	0.008	0.003	0.002	0.083	0	0.001	0.08	0	0.004	0	0.001	0.004	0.026	0.004	0	0.003	0.002	0.012	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0.017	0	
ч	0.228	0.001	0	0.001	0	0.378	0	0	0.244	0	0.051	0.004	0.015	0.142	0.006	0.001	0.01	0.001	0.475	0.052	0	0	0	0	0.019	0	0	0	0	0	0	0.02	
ш	0.087	0	0.001	0	0.001	0.214	0	0	0.146	0	0.045	0.075	0.003	0.028	0.03	0.006	0.003	0.001	0.007	0.027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	
щ	0.042	0.003	0.004	0.001	0.004	0.106	0.001	0.001	0.099	0	0.003	0.004	0.002	0.022	0.006	0.004	0.003	0.003	0.001	0.014	0	0.002	0	0.002	0.001	0	0	0	0	0	0	0.007	
ъ	0	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023	0	0	0	
ы	0.007	0.06	0.14	0.039	0.047	0.13	0.017	0.028	0.042	0.171	0.038	0.199	0.171	0.089	0.043	0.09	0.042	0.148	0.129	0.025	0.001	0.113	0.001	0.032	0.046	0.001	0.007	0	0.015	0	0	0	
ь	0.015	0.039	0.132	0.044	0.061	0.063	0.007	0.085	0.083	0	0.172	0.026	0.08	0.307	0.084	0.129	0.026	0.254	0.096	0.034	0.006	0.013	0.013	0.104	0.06	0.002	0.027	0.045	0.031	0	0	0	
э	0	0.002	0.007	0.001	0.001	0	0	0	0	0.003	0.022	0.006	0.006	0.008	0	0.002	0.005	0.001	0.291	0	0.004	0.001	0	0	0.001	0	0.004	0	0	0	0	0	0
ю	0.003	0.028	0.024	0.01	0.047	0.006	0.006	0.01	0.014	0	0.021	0.006	0.022	0.025	0.018	0.024	0.01	0.052	0.074	0.007	0.002	0.004	0.009	0.033	0.005	0.056	0.005	0.002	0.004	0	0	0	
я	0.014	0.046	0.164	0.052	0.122	0.045	0.021	0.062	0.071	0.005	0.068	0.098	0.09	0.204	0.071	0.151	0.032	0.168	0.23	0.036	0.006	0.024	0.007	0.043	0.014	0.03	0.019	0.023	0.019	0	0	0	

Надлишковість російської мови:

ТЕХТ:

$$H^{(10)} = 2.625 \quad R = 0.475$$

$$H^{(20)} = 1.935 \quad R = 0.613$$

$$H^{(30)} = 2.17 \quad R = 0.566$$

Довільний текст(з пробілами) code/mytext\_with\_spaces:

$$H_1 = 4.3906 \quad R = 0.122$$

$$H_2 \text{ без перетинання} = 3.9947 \quad R = 0.202$$

$$H_2 \text{ з перетинанням} = 3.9947 \quad R = 0.202$$

Довільний текст(без пробілів) code/mytext\_without\_spaces:

$$H_1 = 4.4621 \quad R = 0.108$$

$$H_2 \text{ без перетинання} = 4.151869 \quad R = 0.17$$

$$H_2 \text{ з перетинанням} = 4.1518688 \quad R = 0.17$$