

Звіт до лабораторної роботи 1 з Симетричної Криптографії

ФІ-03 Буржимський Ростислав, Неждодій Максим

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.

Варіантів немає у цій роботі.

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.

Хід роботи і основні проблеми

Для підрахунку символів в текстах використовували мову програмування C++. Через погану підтримку кирилиці у цій мові програмування, довелось застосовувати тип даних *wchar_t*, та *wstring*, які були нам не знайомі і не зручні у використанні. Також різниця коду символу 'я'-'а' давала результат 31, що унеможливлювало використання звичайних масивів. Тому довелось застосовувати *map(словник)*, що в подальшому дозволило полегшити пошук кількості біграм.

Отримані таблиці з результатами

Верхній індекс i означає 'з перетином', ni — 'без перетину', s — 'з пробілом', ns — 'без пробілу'

Частота літер у вихідному тексті з пробілом.

' '	0,161732	'а'	0,0701816	'б'	0,0141493	'в'	0,0368391	'г'	0,0151861
'д'	0,0262822	'е'	0,072351	'ж'	0,0102793	'з'	0,0133676	'и'	0,0510777
'й'	0,00892025	'к'	0,0300405	'л'	0,0401762	'м'	0,0269139	'н'	0,0540575
'о'	0,094674	'п'	0,0234938	'р'	0,035681	'с'	0,0441546	'т'	0,0533046
'у'	0,0234779	'ф'	0,00313294	'х'	0,00563737	'ц'	0,00266395	'ч'	0,0127902
'ш'	0,00643815	'щ'	0,00262248	'ъ'	0,000181851	'ы'	0,0147235	'ь'	0,0174991
'э'	0,00298937	'ю'	0,0065881	'я'	0,0183924				

$$H_1^s = 4.38301$$

Частота літер у вихідному тексті без пробілів.

'а'	0,0837222	'б'	0,0168792	'в'	0,0439467	'г'	0,0181161	'д'	0,031353
'е'	0,0863102	'ж'	0,0122626	'з'	0,0159467	'и'	0,0609324	'й'	0,0106413
'к'	0,0358363	'л'	0,0479277	'м'	0,0321066	'н'	0,0644872	'о'	0,11294
'п'	0,0280266	'р'	0,0425652	'с'	0,0526736	'т'	0,063589	'у'	0,0280076
'ф'	0,00373739	'х'	0,00672502	'ц'	0,00317793	'ч'	0,0152578	'ш'	0,0076803
'щ'	0,00312845	'ъ'	0,000216936	'ы'	0,0175642	'ь'	0,0208754	'э'	0,00356613
'ю'	0,00785918	'я'	0,021941						

$$H_1^{ns} = 4.46704$$

Частоти біграм з перетином літер з пробілом

	—	а	б	в	г	д	е	ё	ж
—	0	0.002753	0.006467	0.016557	0.003394	0.006901	0.004358	0	0.003133
а	0.015244	0	0.000641	0.002543	0.000890	0.002750	0.001873	0	0.001203
б	0.000341	0.001222	0.000156	0.000038	0.000003	0.000016	0.002000	0	0.000003
в	0.005411	0.006260	0	0.000019	0.000003	0.000309	0.004565	0	0
г	0.000871	0.001589	0	0.000003	0	0.000973	0.000211	0	0
д	0.001397	0.004065	0.000032	0.000887	0.000022	0.000038	0.004766	0	0.000083
е	0.018613	0.000108	0.001267	0.001066	0.003959	0.003213	0.001378	0	0.000619
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0.000185	0.001417	0.000006	0	0.000006	0.000785	0.003934	0	0.000013
з	0.001595	0.004747	0.000118	0.000855	0.000306	0.000648	0.000597	0	0.000054
и	0.013186	0.000160	0.000479	0.002048	0.000734	0.001914	0.001924	0	0.000431
й	0.007134	0	0	0	0	0.000153	0	0	0
к	0.004553	0.008464	0	0.000150	0	0	0.000577	0	0.000048
л	0.006901	0.006071	0.000038	0.000010	0.000096	0.000019	0.004374	0	0.000584
м	0.008786	0.002824	0.000032	0.000006	0.000019	0	0.003953	0	0
н	0.004664	0.009603	0.000013	0.000045	0.000099	0.000443	0.009265	0	0.000051
о	0.022100	0	0.003720	0.005874	0.004243	0.004856	0.002045	0	0.002227
п	0.000048	0.001397	0	0	0	0	0.002048	0	0
р	0.000976	0.007172	0.000061	0.000440	0.000223	0.000459	0.005816	0	0.000319
с	0.003972	0.001598	0.000045	0.001905	0.000019	0.000281	0.003238	0	0.000038
т	0.006247	0.005637	0.000010	0.002064	0	0.000080	0.005692	0	0
у	0.006161	0.000664	0.000495	0.000912	0.000932	0.001522	0.000306	0	0.001381
ф	0.000102	0.000351	0	0	0	0	0.000147	0	0
х	0.002575	0.000338	0	0.000230	0.000006	0	0.000045	0	0
ц	0.000287	0.000552	0	0.000073	0.000003	0	0.000731	0	0
ч	0.000083	0.001940	0	0.000016	0	0	0.003468	0	0
ш	0.000077	0.000804	0	0.000006	0	0	0.002326	0	0
щ	0.000025	0.000443	0	0	0	0	0.001263	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000041	0	0
ы	0.005025	0	0.000156	0.000708	0.000061	0.000169	0.000813	0	0.000022
ь	0.010056	0	0.000019	0.000041	0.000054	0.000077	0.000370	0	0
э	0.000029	0	0.000029	0.000003	0	0	0	0	0
ю	0.002833	0.000003	0.000351	0.000010	0.000010	0.000223	0	0	0.000010
я	0.012257	0	0.000016	0.000329	0.000102	0.000453	0.000227	0	0.000061

	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
—	0.004211	0.007248	0.000003	0.009645	0.003394	0.006110	0.014956	0.011575	0.016574
а	0.002926	0.000131	0.000686	0.004409	0.007491	0.003340	0.004658	0.000003	0.001136
б	0	0.000597	0	0.000077	0.000932	0.000054	0.000351	0.001972	0
в	0.000408	0.002980	0	0.000198	0.000813	0.000198	0.000759	0.006346	0.000211
г	0.000003	0.000456	0	0.000252	0.000992	0.000003	0.000169	0.008014	0
д	0.000329	0.002999	0	0.000188	0.000670	0.000029	0.001681	0.003966	0.000179
е	0.001340	0.000096	0.001905	0.001097	0.004945	0.004476	0.006853	0.000207	0.000890
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.001468	0	0.000185	0.000010	0.000003	0.000916	0.000057	0
з	0.000013	0.000360	0	0.000147	0.000223	0.000325	0.001608	0.000495	0
и	0.002032	0.000536	0.001002	0.002303	0.004173	0.003216	0.002894	0.001142	0.000230
й	0.000010	0	0	0.000061	0.000022	0.000045	0.000427	0.000010	0
к	0.000035	0.002300	0	0.000048	0.000743	0.000048	0.000833	0.008388	0
л	0.000006	0.005452	0	0.000338	0.000150	0.000003	0.000303	0.004859	0.000029
м	0	0.002150	0	0.000070	0.000083	0.000067	0.001755	0.003465	0.000131
н	0.000025	0.007293	0	0.000424	0.000003	0	0.002472	0.009019	0
о	0.001123	0.000794	0.003573	0.002004	0.005672	0.005092	0.006904	0.000188	0.001094
п	0	0.000957	0	0.000080	0.000833	0	0.000233	0.009498	0.000054
р	0.000041	0.004926	0	0.000281	0.000045	0.000351	0.000836	0.006910	0.000077
с	0.000006	0.001152	0	0.003334	0.002839	0.000632	0.000845	0.002565	0.001716
т	0.000006	0.004406	0	0.000657	0.000153	0	0.001273	0.013569	0.000064
у	0.000376	0.000045	0.000083	0.000951	0.001535	0.001024	0.000160	0.000019	0.000782
ф	0	0.000415	0	0.000922	0.000584	0.000003	0	0.000131	0
х	0	0.000160	0	0	0.000086	0.000038	0.000108	0.001809	0
ц	0	0.000472	0	0.000025	0	0	0	0.000153	0
ч	0	0.001643	0	0.000373	0.000029	0	0.000635	0.000086	0
ш	0	0.001327	0	0.000376	0.000360	0.000016	0.000252	0.000211	0.000016
щ	0	0.000667	0	0	0	0	0.000061	0.000003	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000077	0.000006	0.001605	0.000131	0.001618	0.001254	0.000268	0	0.000153
ь	0.000195	0.000035	0	0.001148	0	0.000236	0.001139	0.000016	0.000013
э	0.000006	0	0.000010	0.000029	0.000048	0.000003	0.000041	0	0.000013
ю	0.000003	0.000003	0	0.000038	0.001002	0.000022	0.000054	0	0
я	0.000195	0.000003	0.000054	0.000249	0.000727	0.000325	0.000613	0	0.000134

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш
—	0.003589	0.015228	0.007102	0.004144	0.001177	0.001014	0.000421	0.005293	0.000810
а	0.003586	0.003918	0.005082	0.000121	0.001630	0.000845	0.000153	0.000810	0.000887
б	0.001050	0.000115	0	0.001101	0	0.000041	0.000006	0.000013	0.000010
в	0.000766	0.002224	0.000357	0.000479	0	0.000025	0.000006	0.000070	0.000753
г	0.001094	0.000019	0.000025	0.000459	0	0	0	0.000032	0.000006
д	0.001260	0.000274	0.000077	0.001551	0	0.000022	0.000246	0.000051	0.000045
е	0.006014	0.004489	0.006039	0.000160	0.000077	0.000389	0.000303	0.000999	0.000731
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.000016	0.000003	0.000207	0	0	0	0.000016	0
з	0.000249	0.000067	0.000003	0.000287	0	0	0.000003	0.000013	0.000003
и	0.000581	0.002693	0.004323	0.000016	0.000038	0.001273	0.000689	0.000963	0.000600
й	0	0.000319	0.000472	0	0.000003	0	0.000045	0.000144	0.000077
к	0.001736	0.000061	0.000421	0.001547	0	0.000003	0.000029	0	0.000003
л	0	0.001442	0.000035	0.001337	0.000019	0	0	0.000144	0.000003
м	0.000038	0.000086	0	0.002083	0.000006	0.000003	0.000003	0.000025	0.000003
н	0.000041	0.000402	0.001043	0.002562	0.000032	0.000003	0.000329	0.000156	0
о	0.005248	0.006081	0.006942	0.000057	0.000070	0.000552	0.000105	0.002004	0.000794
п	0.006665	0.000038	0.000150	0.000737	0	0	0.000003	0.000016	0
р	0.000025	0.000140	0.000616	0.002288	0	0.000077	0.000048	0.000089	0.000172
с	0.000169	0.001101	0.010238	0.001145	0.000003	0.000191	0.000038	0.000360	0.000073
т	0.002354	0.001117	0.000112	0.001474	0.000022	0.000016	0.000102	0.000239	0.000006
у	0.000386	0.001113	0.001410	0	0.000045	0.000360	0.000006	0.000903	0.000440
ф	0.000271	0	0.000016	0.000150	0.000003	0	0	0.000003	0
х	0.000124	0.000016	0.000006	0.000089	0	0	0	0	0
ц	0	0.000003	0	0.000230	0	0	0.000022	0	0
ч	0.000054	0	0.003478	0.000577	0	0.000003	0	0.000003	0.000160
ш	0	0	0.000022	0.000274	0.000003	0	0	0	0
щ	0	0	0	0.000115	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000204	0.000501	0.000775	0.000003	0	0.000667	0.000006	0.000112	0.000354
ь	0	0.001046	0.000176	0.000284	0.000003	0	0.000067	0.000054	0.000498
э	0.000006	0.000003	0.002769	0	0	0	0	0	0
ю	0.000105	0.001155	0.000300	0	0	0.000010	0.000006	0.000102	0
я	0.000064	0.000488	0.001311	0	0	0.000140	0.000025	0.000176	0.000010

	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
—	0.000057	0	0	0	0.002859	0.000083	0.002674
а	0.000319	0	0	0	0	0.000823	0.002083
б	0.000163	0.000115	0.003292	0.000013	0	0.000006	0.000463
в	0.000019	0	0.003104	0.000271	0	0	0.000284
г	0	0	0	0.000006	0	0.000006	0
д	0	0.000016	0.000389	0.000482	0.000003	0.000128	0.000408
е	0.000660	0	0	0	0	0.000147	0.000313
ё	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0	0	0.000025	0	0.001027	0
з	0	0.000025	0.000316	0.000080	0	0	0.000230
и	0.000124	0	0	0	0.000003	0.000329	0.001043
й	0	0	0	0	0	0	0
к	0	0	0	0.000022	0	0.000032	0
л	0	0	0.000482	0.005408	0	0.000641	0.001432
м	0.000013	0	0.000727	0.000038	0.000022	0.000003	0.000520
н	0.000073	0	0.002900	0.001056	0	0.000153	0.001886
о	0.000290	0	0	0	0.000038	0.000309	0.000673
п	0	0	0.000338	0.000061	0	0.000003	0.000335
р	0.000016	0	0.001544	0.000734	0.000025	0.000115	0.000858
с	0	0.000006	0.000281	0.002466	0	0.000092	0.003803
т	0.000022	0.000016	0.001238	0.006189	0	0.000070	0.000469
у	0.000293	0	0	0	0.000003	0.001101	0.000070
ф	0	0	0	0.000003	0.000029	0.000003	0
х	0	0.000003	0	0	0.000003	0	0
ц	0	0	0.000112	0	0	0	0
ч	0	0	0	0.000243	0	0	0
ш	0	0	0	0.000357	0	0.000010	0
щ	0	0	0	0.000045	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000140
ы	0.000032	0	0	0	0	0	0.000003
ь	0.000006	0	0	0	0	0.001353	0.000613
э	0	0	0	0	0	0	0
ю	0.000313	0	0	0	0.000003	0.000032	0
я	0.000220	0	0	0	0	0.000121	0.000092

$$H_2^{is} = 3.9769469$$

Частоти біграм без перетину літер з пробілом

	—	а	б	в	г	д	е	ё	ж
—	0	0.002827	0.006419	0.016398	0.003439	0.007223	0.004243	0	0.002986
а	0.015358	0	0.000670	0.002559	0.000855	0.002616	0.001882	0	0.001212
б	0.000325	0.001091	0.000172	0.000045	0.000006	0.000032	0.001914	0	0
в	0.005277	0.006253	0	0.000025	0	0.000300	0.004632	0	0
г	0.000880	0.001704	0	0	0	0.000983	0.000230	0	0
д	0.001340	0.004122	0.000025	0.000849	0.000013	0.000032	0.004722	0	0.000083
е	0.018766	0.000115	0.001244	0.001117	0.004039	0.003280	0.001436	0	0.000632
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0.000230	0.001327	0.000013	0	0	0.000849	0.004026	0	0.000006
з	0.001557	0.004830	0.000108	0.000849	0.000357	0.000696	0.000581	0	0.000070
и	0.012998	0.000172	0.000453	0.001946	0.000721	0.001850	0.001838	0	0.000447
й	0.007019	0	0	0	0	0.000160	0	0	0
к	0.004715	0.008697	0	0.000128	0	0	0.000574	0	0.000051
л	0.006866	0.006004	0.000051	0.000019	0.000089	0.000025	0.004326	0	0.000587
м	0.008595	0.002808	0.000038	0.000006	0.000019	0	0.004128	0	0
н	0.004684	0.009482	0.000013	0.000032	0.000102	0.000491	0.009252	0	0.000051
о	0.022326	0	0.004013	0.005870	0.004096	0.005092	0.002067	0	0.002246
п	0.000077	0.001468	0	0	0	0	0.002010	0	0
р	0.000995	0.007338	0.000045	0.000459	0.000179	0.000485	0.005819	0	0.000332
с	0.004071	0.001563	0.000057	0.001946	0.000013	0.000274	0.003305	0	0.000038
т	0.006132	0.005641	0.000013	0.002035	0	0.000083	0.005539	0	0
у	0.006062	0.000638	0.000542	0.000887	0.000893	0.001563	0.000319	0	0.001263
ф	0.000108	0.000300	0	0	0	0	0.000160	0	0
х	0.002488	0.000376	0	0.000198	0.000013	0	0.000038	0	0
ц	0.000249	0.000523	0	0.000077	0.000006	0	0.000791	0	0
ч	0.000064	0.001933	0	0.000019	0	0	0.003503	0	0
ш	0.000051	0.000746	0	0	0	0	0.002342	0	0
щ	0.000019	0.000408	0	0	0	0	0.001238	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000051	0	0
ы	0.004958	0	0.000147	0.000753	0.000070	0.000160	0.000842	0	0.000032
ь	0.010133	0	0.000006	0.000051	0.000038	0.000057	0.000383	0	0
э	0.000032	0	0.000025	0	0	0	0	0	0
ю	0.002674	0.000006	0.000345	0.000006	0.000013	0.000179	0	0	0.000006
я	0.012328	0	0.000013	0.000313	0.000083	0.000440	0.000211	0	0.000051

	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
—	0.004039	0.007229	0	0.009782	0.003273	0.005934	0.015052	0.011766	0.016526
а	0.003005	0.000166	0.000632	0.004339	0.007631	0.003509	0.004422	0	0.001155
б	0	0.000606	0	0.000070	0.000938	0.000038	0.000357	0.002099	0
в	0.000472	0.002878	0	0.000223	0.000830	0.000211	0.000715	0.006476	0.000191
г	0	0.000485	0	0.000293	0.001008	0	0.000147	0.008072	0
д	0.000293	0.003012	0	0.000191	0.000683	0.000013	0.001691	0.003733	0.000147
е	0.001340	0.000102	0.001959	0.000976	0.004824	0.004396	0.006942	0.000191	0.000925
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.001346	0	0.000198	0.000019	0.000006	0.000938	0.000057	0
з	0	0.000376	0	0.000102	0.000262	0.000338	0.001691	0.000427	0
и	0.002023	0.000574	0.001078	0.002201	0.004454	0.003229	0.002814	0.001110	0.000204
й	0.000013	0	0	0.000077	0.000025	0.000032	0.000466	0.000019	0
к	0.000051	0.002233	0	0.000051	0.000753	0.000045	0.000830	0.008193	0
л	0.000006	0.005443	0	0.000300	0.000140	0.000006	0.000306	0.004817	0.000045
м	0	0.002233	0	0.000083	0.000096	0.000077	0.001704	0.003599	0.000121
н	0.000013	0.007421	0	0.000402	0	0	0.002367	0.008754	0
о	0.001142	0.000715	0.003605	0.001940	0.005647	0.005156	0.006891	0.000185	0.001008
п	0	0.000963	0	0.000077	0.000791	0	0.000281	0.009673	0.000038
р	0.000051	0.005188	0	0.000332	0.000032	0.000338	0.000817	0.006808	0.000096
с	0.000013	0.001078	0	0.003388	0.002788	0.000632	0.000855	0.002425	0.001672
т	0.000013	0.004320	0	0.000625	0.000166	0	0.001270	0.013368	0.000045
у	0.000351	0.000045	0.000096	0.000893	0.001493	0.001002	0.000153	0	0.000798
ф	0	0.000472	0	0.000919	0.000587	0	0	0.000153	0
х	0	0.000166	0	0	0.000077	0.000045	0.000108	0.001627	0
ц	0	0.000466	0	0.000032	0	0	0	0.000153	0
ч	0	0.001544	0	0.000396	0.000038	0	0.000657	0.000089	0
ш	0	0.001308	0	0.000364	0.000319	0.000013	0.000223	0.000262	0.000025
щ	0	0.000715	0	0	0	0	0.000051	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000083	0.000006	0.001602	0.000121	0.001595	0.001206	0.000268	0	0.000172
ь	0.000179	0.000045	0	0.001231	0	0.000204	0.001212	0.000006	0.000019
э	0.000006	0	0.000006	0.000032	0.000057	0	0.000064	0	0.000006
ю	0	0.000006	0	0.000051	0.000855	0.000006	0.000057	0	0
я	0.000160	0.000006	0.000070	0.000211	0.000810	0.000313	0.000638	0	0.000128

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш
—	0.003478	0.015314	0.007312	0.004243	0.001244	0.001046	0.000370	0.005213	0.000932
а	0.003586	0.003873	0.004869	0.000121	0.001602	0.000791	0.000134	0.000791	0.000989
б	0.001053	0.000096	0	0.001078	0	0.000025	0.000006	0.000025	0.000006
в	0.000823	0.002272	0.000345	0.000466	0	0.000032	0.000013	0.000070	0.000817
г	0.001014	0.000019	0.000025	0.000421	0	0	0	0.000025	0.000013
д	0.001142	0.000230	0.000064	0.001493	0	0.000025	0.000223	0.000057	0.000038
е	0.005845	0.004313	0.006043	0.000128	0.000064	0.000351	0.000332	0.001097	0.000727
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.000032	0	0.000198	0	0	0	0.000019	0
з	0.000223	0.000077	0.000006	0.000293	0	0	0	0.000019	0.000006
и	0.000562	0.002591	0.004588	0.000006	0.000019	0.001359	0.000696	0.001014	0.000549
й	0	0.000236	0.000472	0	0	0	0.000038	0.000128	0.000108
к	0.001761	0.000051	0.000421	0.001551	0	0	0.000019	0	0.000006
л	0	0.001391	0.000013	0.001468	0.000019	0	0	0.000147	0.000006
м	0.000038	0.000089	0	0.002086	0.000006	0.000006	0	0.000038	0
н	0.000025	0.000440	0.001206	0.002686	0.000019	0	0.000389	0.000185	0
о	0.005207	0.006221	0.007044	0.000083	0.000051	0.000657	0.000089	0.001819	0.000759
п	0.006617	0.000013	0.000140	0.000772	0	0	0	0.000032	0
р	0.000019	0.000172	0.000696	0.002329	0	0.000077	0.000025	0.000108	0.000160
с	0.000166	0.001104	0.010267	0.001206	0.000006	0.000204	0.000038	0.000383	0.000096
т	0.002431	0.001104	0.000115	0.001551	0	0.000032	0.000115	0.000230	0.000006
у	0.000370	0.001072	0.001359	0	0.000057	0.000389	0.000006	0.000893	0.000415
ф	0.000262	0	0.000006	0.000147	0.000006	0	0	0.000006	0
х	0.000128	0.000013	0.000006	0.000089	0	0	0	0	0
ц	0	0.000006	0	0.000230	0	0	0.000032	0	0
ч	0.000051	0	0.003599	0.000549	0	0	0	0.000006	0.000147
ш	0	0	0	0.000262	0	0	0	0	0
щ	0	0	0	0.000147	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000160	0.000459	0.000785	0	0	0.000727	0.000006	0.000096	0.000338
ь	0	0.001014	0.000191	0.000274	0.000006	0	0.000038	0.000057	0.000434
э	0.000006	0.000006	0.002667	0	0	0	0	0	0
ю	0.000108	0.001289	0.000293	0	0	0.000019	0.000006	0.000140	0
я	0.000057	0.000485	0.001174	0	0	0.000153	0.000032	0.000147	0.000019

	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
—	0.000057	0	0	0	0.002954	0.000057	0.002731
а	0.000370	0	0	0	0	0.000874	0.001978
б	0.000153	0.000108	0.003152	0.000006	0	0	0.000479
в	0.000013	0	0.003203	0.000236	0	0	0.000319
г	0	0	0	0	0	0.000006	0
д	0	0.000006	0.000408	0.000517	0	0.000134	0.000408
е	0.000670	0	0	0	0	0.000121	0.000325
ё	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0	0	0.000025	0	0.001174	0
з	0	0.000025	0.000313	0.000077	0	0	0.000198
и	0.000147	0	0	0	0	0.000313	0.001053
й	0	0	0	0	0	0	0
к	0	0	0	0.000019	0	0.000032	0
л	0	0	0.000523	0.005558	0	0.000612	0.001391
м	0.000019	0	0.000734	0.000051	0.000013	0	0.000491
н	0.000070	0	0.002935	0.001040	0	0.000172	0.001895
о	0.000236	0	0	0	0.000032	0.000345	0.000740
п	0	0	0.000319	0.000064	0	0.000006	0.000325
р	0.000025	0	0.001512	0.000721	0.000025	0.000153	0.000893
с	0	0.000006	0.000274	0.002374	0	0.000147	0.003937
т	0.000019	0.000013	0.001289	0.006247	0	0.000083	0.000421
у	0.000262	0	0	0	0.000006	0.001180	0.000070
ф	0	0	0	0.000006	0.000032	0	0
х	0	0	0	0	0.000006	0	0
ц	0	0	0.000153	0	0	0	0
ч	0	0	0	0.000236	0	0	0
ш	0	0	0	0.000376	0	0.000013	0
щ	0	0	0	0.000038	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000153
ы	0.000038	0	0	0	0	0	0.000006
ь	0.000006	0	0	0	0	0.001200	0.000619
э	0	0	0	0	0	0	0
ю	0.000319	0	0	0	0	0.000025	0
я	0.000223	0	0	0	0	0.000121	0.000083

$$H_2^{nis} = 3.9750899$$

Частоти біграм з перетином літер без пробілу

	—	а	б	в	г	д	е	ё	ж
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0	0.000388	0.001340	0.004818	0.001427	0.004004	0.002797	0	0.001758
б	0	0.001477	0.000190	0.000057	0.000008	0.000027	0.002401	0	0.000004
в	0	0.007589	0.000187	0.000354	0.000255	0.000700	0.005580	0	0.000049
г	0	0.001899	0.000053	0.000080	0.000019	0.001210	0.000274	0	0.000023
д	0	0.004860	0.000084	0.001130	0.000061	0.000099	0.005705	0	0.000118
е	0	0.000362	0.002649	0.003254	0.005195	0.004700	0.002086	0	0.001488
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.001694	0.000019	0.000008	0.000015	0.000940	0.004693	0	0.000019
з	0	0.005682	0.000179	0.001237	0.000411	0.000830	0.000738	0	0.000095
и	0	0.000407	0.001401	0.004246	0.001226	0.002912	0.002702	0	0.000761
й	0	0.000137	0.000293	0.000742	0.000198	0.000738	0.000122	0	0.000137
к	0	0.010196	0.000270	0.000761	0.000114	0.000198	0.000837	0	0.000171
л	0	0.007467	0.000335	0.000826	0.000285	0.000236	0.005842	0	0.000887
м	0	0.003612	0.000377	0.000989	0.000285	0.000487	0.004872	0	0.000217
н	0	0.011517	0.000324	0.000651	0.000225	0.000845	0.011140	0	0.000107
о	0	0.000327	0.005831	0.009975	0.005515	0.006816	0.003068	0	0.003048
п	0	0.001667	0	0.000004	0	0.000008	0.002443	0	0
р	0	0.008586	0.000118	0.000666	0.000301	0.000632	0.006950	0	0.000388
с	0	0.001998	0.000221	0.002714	0.000141	0.000681	0.003970	0	0.000289
т	0	0.006877	0.000301	0.003266	0.000156	0.000377	0.007087	0	0.000118
у	0	0.000967	0.000784	0.001869	0.001241	0.002055	0.000468	0	0.001819
ф	0	0.000419	0	0.000015	0	0.000023	0.000175	0	0.000027
х	0	0.000453	0.000114	0.000487	0.000068	0.000152	0.000129	0	0.000046
ц	0	0.000685	0.000015	0.000107	0.000015	0.000004	0.000879	0	0.000004
ч	0	0.002314	0	0.000034	0	0.000004	0.004137	0	0
ш	0	0.000963	0.000004	0.000019	0.000008	0.000011	0.002775	0	0.000004
щ	0	0.000537	0	0.000004	0	0	0.001507	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000049	0	0
ы	0	0.000103	0.000346	0.001481	0.000202	0.000495	0.001146	0	0.000087
ь	0	0.000152	0.000358	0.001538	0.000251	0.000601	0.001024	0	0.000148
э	0	0	0.000034	0.000008	0	0	0	0	0
ю	0	0.000084	0.000514	0.000384	0.000110	0.000445	0.000057	0	0.000065
я	0	0.000304	0.000540	0.002223	0.000384	0.001123	0.000658	0	0.000384

	з	и	й	к	л	м	н	о	п
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0.003916	0.000932	0.000818	0.006398	0.009275	0.004670	0.007391	0.001336	0.003467
б	0.000019	0.000719	0	0.000118	0.001119	0.000068	0.000430	0.002386	0.000004
в	0.000586	0.003722	0	0.000826	0.001119	0.000400	0.001374	0.007943	0.000951
г	0.000019	0.000567	0	0.000320	0.001207	0.000114	0.000377	0.009644	0.000099
д	0.000430	0.003635	0	0.000346	0.000852	0.000080	0.002131	0.004822	0.000662
е	0.002249	0.001085	0.002272	0.002337	0.006398	0.006580	0.010009	0.001838	0.003395
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0.000004	0.001766	0	0.000232	0.000015	0.000011	0.001149	0.000084	0.000027
з	0.000072	0.000480	0	0.000362	0.000316	0.000472	0.002078	0.000685	0.000217
и	0.002866	0.001404	0.001199	0.003699	0.005245	0.004282	0.004799	0.002531	0.002010
й	0.000202	0.000472	0	0.000696	0.000206	0.000461	0.001054	0.000575	0.000852
к	0.000152	0.003018	0	0.000598	0.000989	0.000266	0.001549	0.010367	0.000304
л	0.000179	0.006809	0	0.000883	0.000415	0.000251	0.001066	0.006504	0.000799
м	0.000225	0.003224	0	0.000708	0.000304	0.000381	0.002988	0.004986	0.001279
н	0.000217	0.008951	0	0.000643	0.000076	0.000141	0.003509	0.011201	0.000731
о	0.002028	0.001983	0.004263	0.003661	0.007277	0.007041	0.010676	0.002173	0.003932
п	0.000004	0.001142	0	0.000099	0.000997	0.000004	0.000282	0.011342	0.000065
р	0.000076	0.005945	0	0.000411	0.000072	0.000438	0.001123	0.008339	0.000190
с	0.000160	0.001488	0	0.004297	0.003471	0.000921	0.001522	0.003311	0.002489
т	0.000225	0.005564	0	0.001199	0.000354	0.000342	0.002265	0.016678	0.000799
у	0.000647	0.000582	0.000099	0.001591	0.001987	0.001526	0.001111	0.000521	0.001538
ф	0.000004	0.000495	0	0.001107	0.000696	0.000004	0.000004	0.000160	0.000015
х	0.000084	0.000339	0	0.000244	0.000202	0.000141	0.000384	0.002371	0.000373
ц	0.000004	0.000571	0	0.000065	0.000008	0.000019	0.000034	0.000221	0.000023
ч	0	0.001960	0	0.000445	0.000038	0	0.000765	0.000114	0.000004
ш	0	0.001591	0	0.000449	0.000430	0.000019	0.000301	0.000251	0.000030
щ	0	0.000799	0	0.000008	0	0	0.000076	0.000004	0.000004
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000247	0.000331	0.001914	0.000381	0.002040	0.001720	0.000951	0.000415	0.000894
ь	0.000544	0.000540	0	0.002093	0.000304	0.000731	0.002577	0.000841	0.000993
э	0.000008	0.000004	0.000011	0.000049	0.000057	0.000004	0.000053	0.000004	0.000019
ю	0.000095	0.000164	0	0.000400	0.001256	0.000156	0.000274	0.000266	0.000297
я	0.000685	0.000651	0.000065	0.001172	0.001203	0.000864	0.002185	0.001028	0.001564

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0.004636	0.006223	0.006927	0.000617	0.002089	0.001081	0.000236	0.001496	0.001146
б	0.001256	0.000145	0.000008	0.001332	0	0.000049	0.000008	0.000019	0.000011
в	0.001267	0.003425	0.000940	0.000678	0.000019	0.000065	0.000027	0.000259	0.000963
г	0.001328	0.000114	0.000057	0.000598	0	0.000004	0.000004	0.000053	0.000015
д	0.001560	0.000487	0.000126	0.001884	0.000008	0.000034	0.000297	0.000133	0.000057
е	0.007696	0.007619	0.008152	0.000731	0.000198	0.000658	0.000400	0.001952	0.000974
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.000034	0.000011	0.000255	0	0	0	0.000019	0
з	0.000369	0.000304	0.000091	0.000381	0	0.000011	0.000015	0.000057	0.000019
и	0.001035	0.004582	0.005842	0.000396	0.000148	0.001614	0.000856	0.001526	0.000856
й	0.000324	0.001244	0.000872	0.000206	0.000183	0.000027	0.000087	0.000453	0.000179
к	0.002192	0.000510	0.000784	0.001949	0.000027	0.000042	0.000057	0.000141	0.000030
л	0.000190	0.002421	0.000342	0.001743	0.000175	0.000019	0.000011	0.000487	0.000042
м	0.000225	0.001157	0.000441	0.002775	0.000065	0.000084	0.000019	0.000415	0.000053
н	0.000206	0.001161	0.001404	0.003285	0.000065	0.000084	0.000400	0.000289	0.000027
о	0.006782	0.009640	0.009382	0.000780	0.000301	0.000818	0.000217	0.003555	0.001028
п	0.007950	0.000057	0.000183	0.000879	0	0	0.000004	0.000019	0
р	0.000042	0.000278	0.000773	0.002767	0.000004	0.000095	0.000057	0.000148	0.000209
с	0.000297	0.001618	0.012548	0.001515	0.000019	0.000247	0.000049	0.000506	0.000099
т	0.002938	0.001994	0.000423	0.002013	0.000076	0.000049	0.000152	0.000537	0.000034
у	0.000586	0.002040	0.001972	0.000171	0.000095	0.000472	0.000019	0.001355	0.000540
ф	0.000324	0.000015	0.000023	0.000179	0.000004	0	0	0.000008	0
х	0.000232	0.000365	0.000152	0.000168	0.000019	0	0.000015	0.000065	0.000019
ц	0.000011	0.000034	0.000008	0.000278	0.000004	0	0.000030	0.000015	0
ч	0.000065	0.000008	0.004152	0.000689	0.000042	0.000004	0	0.000004	0.000190
ш	0.000004	0.000015	0.000027	0.000327	0.000008	0	0	0.000008	0
щ	0	0	0	0.000137	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000358	0.001157	0.001199	0.000187	0.000015	0.000875	0.000008	0.000266	0.000441
ь	0.000198	0.002474	0.000754	0.000579	0.000061	0.000049	0.000114	0.000567	0.000636
э	0.000008	0.000004	0.003304	0	0	0	0	0	0
ю	0.000164	0.001671	0.000480	0.000053	0.000027	0.000015	0.000019	0.000289	0.000038
я	0.000324	0.001876	0.002215	0.000461	0.000087	0.000327	0.000076	0.000617	0.000072

	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
—	0	0	0	0	0	0	0
а	0.000381	0	0	0	0.000342	0.001001	0.002813
б	0.000194	0.000137	0.003928	0.000015	0.000187	0.000008	0.000556
в	0.000023	0	0.003703	0.000324	0.000266	0.000004	0.000350
г	0	0	0	0.000008	0.000008	0.000008	0.000015
д	0	0.000019	0.000464	0.000575	0.000046	0.000152	0.000495
е	0.000799	0	0	0	0.000369	0.000183	0.000681
ё	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0	0	0.000030	0.000008	0.001226	0.000004
з	0	0.000030	0.000377	0.000095	0.000049	0.000004	0.000289
и	0.000160	0	0	0	0.000274	0.000396	0.001557
й	0.000004	0	0	0	0.000049	0.000011	0.000118
к	0	0	0	0.000027	0.000126	0.000038	0.000122
л	0.000008	0	0.000575	0.006451	0.000129	0.000769	0.001781
м	0.000027	0	0.000868	0.000046	0.000148	0.000011	0.000841
н	0.000087	0	0.003460	0.001260	0.000030	0.000187	0.002268
о	0.000358	0	0	0	0.000533	0.000381	0.001553
п	0	0	0.000403	0.000072	0	0.000004	0.000400
р	0.000019	0	0.001842	0.000875	0.000034	0.000137	0.001050
с	0	0.000008	0.000335	0.002942	0.000107	0.000122	0.004590
т	0.000030	0.000019	0.001477	0.007384	0.000137	0.000084	0.000636
у	0.000354	0	0	0	0.000084	0.001317	0.000198
ф	0	0	0	0.000004	0.000034	0.000004	0
х	0	0.000004	0	0	0.000046	0	0.000053
ц	0	0	0.000133	0	0	0	0.000011
ч	0	0	0	0.000289	0	0	0
ш	0	0	0	0.000426	0	0.000011	0
щ	0	0	0	0.000053	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000168
ы	0.000038	0	0	0	0.000133	0	0.000133
ь	0.000008	0	0	0	0.000236	0.001614	0.000891
э	0	0	0	0	0	0	0
ю	0.000377	0	0	0	0.000038	0.000038	0.000084
я	0.000263	0	0	0	0.000152	0.000152	0.000285

$$H_2^{ins} = 4.1478326$$

Частоти біграм без перетину літер без пробілу

	—	а	б	в	г	д	е	ё	ж
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0	0.000365	0.001355	0.004864	0.001347	0.004004	0.002740	0	0.001796
б	0	0.001522	0.000183	0.000061	0.000015	0.000015	0.002383	0	0
в	0	0.007452	0.000175	0.000320	0.000244	0.000769	0.005374	0	0.000023
г	0	0.001819	0.000053	0.000046	0.000015	0.001111	0.000282	0	0
д	0	0.004879	0.000084	0.001142	0.000053	0.000122	0.005701	0	0.000099
е	0	0.000373	0.002657	0.003220	0.005191	0.004461	0.002086	0	0.001469
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.001751	0.000023	0	0.000023	0.001050	0.004521	0	0.000023
з	0	0.005260	0.000175	0.001218	0.000441	0.000822	0.000746	0	0.000122
и	0	0.000381	0.001454	0.004232	0.001294	0.002793	0.002702	0	0.000822
й	0	0.000129	0.000274	0.000746	0.000190	0.000693	0.000145	0	0.000145
к	0	0.010215	0.000289	0.000776	0.000152	0.000236	0.000723	0	0.000168
л	0	0.007559	0.000266	0.000792	0.000259	0.000213	0.005770	0	0.000891
м	0	0.003699	0.000327	0.000967	0.000266	0.000457	0.004971	0	0.000228
н	0	0.011189	0.000335	0.000670	0.000152	0.000875	0.011007	0	0.000122
о	0	0.000365	0.005671	0.009888	0.005481	0.006889	0.002984	0	0.003121
п	0	0.001705	0	0	0	0.000008	0.002504	0	0
р	0	0.008350	0.000129	0.000647	0.000282	0.000708	0.007056	0	0.000365
с	0	0.002139	0.000274	0.002710	0.000168	0.000662	0.003753	0	0.000320
т	0	0.006615	0.000335	0.003425	0.000099	0.000381	0.007132	0	0.000068
у	0	0.000936	0.000746	0.001865	0.001286	0.002124	0.000502	0	0.001933
ф	0	0.000327	0	0.000008	0	0.000038	0.000152	0	0.000015
х	0	0.000464	0.000145	0.000540	0.000068	0.000152	0.000137	0	0.000061
ц	0	0.000693	0.000030	0.000137	0.000015	0.000008	0.000883	0	0
ч	0	0.002367	0	0.000030	0	0	0.004346	0	0
ш	0	0.000929	0	0.000023	0.000008	0.000008	0.002809	0	0.000008
щ	0	0.000533	0	0.000008	0	0	0.001538	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000046	0	0
ы	0	0.000137	0.000320	0.001530	0.000206	0.000472	0.000951	0	0.000084
ь	0	0.000183	0.000365	0.001454	0.000228	0.000502	0.001012	0	0.000137
э	0	0	0.000023	0.000015	0	0	0	0	0
ю	0	0.000091	0.000510	0.000350	0.000068	0.000388	0.000061	0	0.000053
я	0	0.000282	0.000540	0.002215	0.000411	0.001111	0.000624	0	0.000449

	з	и	й	к	л	м	н	о	п
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0.003996	0.001058	0.000868	0.006447	0.009515	0.004605	0.007505	0.001233	0.003479
б	0.000023	0.000670	0	0.000145	0.001172	0.000046	0.000472	0.002436	0.000008
в	0.000594	0.003897	0	0.000784	0.001089	0.000449	0.001416	0.007992	0.000982
г	0.000023	0.000624	0	0.000304	0.001286	0.000084	0.000403	0.009880	0.000099
д	0.000434	0.003593	0	0.000396	0.000852	0.000061	0.002291	0.004773	0.000678
е	0.002306	0.001028	0.002299	0.002246	0.006561	0.006615	0.010443	0.002063	0.003364
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0.000008	0.001682	0	0.000282	0.000008	0.000008	0.001111	0.000091	0.000023
з	0.000107	0.000510	0	0.000335	0.000335	0.000510	0.002116	0.000586	0.000244
и	0.002877	0.001416	0.001218	0.003737	0.005176	0.004453	0.004757	0.002527	0.002070
й	0.000221	0.000480	0	0.000700	0.000221	0.000411	0.001126	0.000579	0.000799
к	0.000137	0.002900	0	0.000632	0.000906	0.000251	0.001682	0.010535	0.000365
л	0.000198	0.006759	0	0.000891	0.000396	0.000251	0.001134	0.006546	0.000913
м	0.000251	0.003334	0	0.000693	0.000312	0.000342	0.002961	0.005062	0.001203
н	0.000206	0.008944	0	0.000723	0.000076	0.000152	0.003334	0.010938	0.000685
о	0.001903	0.002010	0.004232	0.003494	0.006957	0.007368	0.010641	0.002154	0.003707
п	0.000008	0.001210	0	0.000122	0.000906	0.000008	0.000327	0.011372	0.000068
р	0.000107	0.005519	0	0.000381	0.000053	0.000464	0.001134	0.008449	0.000228
с	0.000168	0.001461	0	0.004263	0.003600	0.000822	0.001636	0.003532	0.002238
т	0.000206	0.005488	0	0.001241	0.000358	0.000358	0.002246	0.016609	0.000769
у	0.000670	0.000586	0.000091	0.001538	0.001888	0.001522	0.001089	0.000487	0.001568
ф	0.000008	0.000480	0	0.001111	0.000769	0	0.000008	0.000168	0.000015
х	0.000076	0.000327	0	0.000259	0.000145	0.000137	0.000457	0.002360	0.000419
ц	0	0.000548	0	0.000046	0.000008	0.000030	0.000053	0.000228	0.000030
ч	0	0.002040	0	0.000441	0.000046	0	0.000761	0.000099	0.000008
ш	0	0.001636	0	0.000396	0.000304	0.000023	0.000297	0.000228	0.000030
щ	0	0.000784	0	0.000015	0	0	0.000068	0.000008	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000266	0.000327	0.001994	0.000396	0.002070	0.001682	0.000898	0.000396	0.000982
ь	0.000518	0.000586	0	0.002086	0.000312	0.000662	0.002603	0.000951	0.000921
э	0.000008	0.000008	0	0.000046	0.000061	0	0.000061	0	0.000015
ю	0.000084	0.000129	0	0.000396	0.001439	0.000190	0.000228	0.000342	0.000274
я	0.000776	0.000693	0.000046	0.001119	0.001187	0.000769	0.002101	0.001089	0.001606

	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш
—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
а	0.004750	0.006135	0.007026	0.000655	0.002169	0.001119	0.000251	0.001469	0.001157
б	0.001286	0.000160	0.000015	0.001393	0	0.000061	0.000008	0.000023	0.000008
в	0.001302	0.003577	0.000951	0.000807	0.000015	0.000053	0.000030	0.000244	0.000921
г	0.001416	0.000145	0.000038	0.000586	0	0	0	0.000030	0.000008
д	0.001591	0.000540	0.000152	0.001758	0.000015	0.000023	0.000327	0.000175	0.000061
е	0.007658	0.007855	0.008289	0.000715	0.000221	0.000632	0.000335	0.002010	0.000951
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0.000046	0.000008	0.000251	0	0	0	0.000023	0
з	0.000342	0.000365	0.000107	0.000411	0	0.000008	0.000008	0.000061	0.000008
и	0.001012	0.004468	0.005914	0.000350	0.000175	0.001583	0.000830	0.001606	0.000891
й	0.000320	0.001218	0.000860	0.000145	0.000175	0.000015	0.000099	0.000419	0.000198
к	0.002101	0.000548	0.000738	0.002017	0.000038	0.000030	0.000053	0.000175	0
л	0.000198	0.002367	0.000304	0.001728	0.000152	0.000038	0.000008	0.000457	0.000068
м	0.000213	0.001058	0.000441	0.002733	0.000053	0.000076	0.000008	0.000396	0.000053
н	0.000152	0.001180	0.001446	0.003220	0.000061	0.000061	0.000342	0.000312	0.000015
о	0.006851	0.009499	0.009553	0.000845	0.000244	0.000784	0.000190	0.003486	0.000967
п	0.007985	0.000068	0.000160	0.000906	0	0	0.000008	0.000015	0
р	0.000030	0.000274	0.000754	0.002687	0.000008	0.000091	0.000076	0.000122	0.000213
с	0.000289	0.001469	0.012636	0.001538	0.000023	0.000228	0.000053	0.000533	0.000099
т	0.003151	0.001918	0.000426	0.002055	0.000061	0.000061	0.000152	0.000579	0.000030
у	0.000518	0.002078	0.001865	0.000198	0.000084	0.000540	0.000015	0.001233	0.000548
ф	0.000358	0.000008	0.000030	0.000213	0	0	0	0.000015	0
х	0.000213	0.000358	0.000137	0.000160	0.000023	0	0.000023	0.000061	0.000023
ц	0.000008	0.000046	0.000015	0.000289	0	0	0.000030	0.000023	0
ч	0.000068	0	0.004072	0.000693	0.000038	0.000008	0	0	0.000198
ш	0.000008	0.000015	0.000030	0.000388	0.000008	0	0	0.000008	0
щ	0	0	0	0.000122	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0.000403	0.001187	0.001180	0.000198	0.000023	0.000830	0.000008	0.000282	0.000502
ь	0.000251	0.002481	0.000776	0.000617	0.000046	0.000046	0.000122	0.000579	0.000670
э	0	0	0.003364	0	0	0	0	0	0
ю	0.000129	0.001423	0.000441	0.000061	0.000015	0.000023	0.000015	0.000228	0.000030
я	0.000320	0.001865	0.002063	0.000441	0.000053	0.000289	0.000091	0.000533	0.000091

	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
—	0	0	0	0	0	0	0
а	0.000472	0	0	0	0.000335	0.001134	0.002885
б	0.000206	0.000168	0.003836	0.000015	0.000175	0.000008	0.000510
в	0.000015	0	0.003547	0.000335	0.000266	0.000008	0.000365
г	0	0	0	0.000008	0	0	0.000008
д	0	0.000015	0.000457	0.000609	0.000023	0.000160	0.000571
е	0.000731	0	0	0	0.000342	0.000198	0.000662
ё	0	0	0	0	0	0	0
ж	0	0	0	0.000023	0	0.001043	0.000008
з	0	0.000030	0.000365	0.000099	0.000068	0.000008	0.000312
и	0.000190	0	0	0	0.000236	0.000419	0.001553
й	0	0	0	0	0.000061	0.000015	0.000152
к	0	0	0	0.000038	0.000122	0.000053	0.000129
л	0.000008	0	0.000617	0.006234	0.000122	0.000852	0.001857
м	0.000030	0	0.000860	0.000038	0.000152	0	0.000754
н	0.000061	0	0.003600	0.001241	0.000038	0.000198	0.002276
о	0.000365	0	0	0	0.000586	0.000388	0.001545
п	0	0	0.000411	0.000076	0	0	0.000396
р	0.000015	0	0.001933	0.000830	0.000038	0.000152	0.001111
с	0	0.000015	0.000441	0.002984	0.000122	0.000129	0.004689
т	0.000023	0.000015	0.001408	0.007338	0.000145	0.000099	0.000594
у	0.000365	0	0	0	0.000091	0.001286	0.000183
ф	0	0	0	0	0.000046	0.000008	0
х	0	0	0	0	0.000053	0	0.000053
ц	0	0	0.000137	0	0	0	0.000015
ч	0	0	0	0.000206	0	0	0
ш	0	0	0	0.000480	0	0.000015	0
щ	0	0	0	0.000038	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0	0.000145
ы	0.000015	0	0	0	0.000091	0	0.000084
ь	0.000015	0	0	0	0.000221	0.001873	0.000944
э	0	0	0	0	0	0	0
ю	0.000350	0	0	0	0.000046	0.000030	0.000091
я	0.000282	0	0	0	0.000152	0.000152	0.000320

$$H_2^{nins} = 4.1476051$$

Результати:

H_2^{is}	H_2^{nis}	H_2^{ins}	H_2^{nins}
3.9769469	3.9750899	4.1478326	4.1476051

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

Лабораторная работа №1

✕

Произвольная часть текста:
кое_он_не_делает_вам_ничего_плохого_почему_я_должен_уступать_тебе_дай_мне_к

Использованные буквы:
в, с,

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: м

Символ по счету: 3

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:
м

ПродолжитьДругой

Неравенство для энтропии:
1,26053173925093< H < 2,05939274380502

Двоичная таблица угаданных символов:
00010000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000001
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000010000000000000000000000000
.....

Вероятности:

q[1] = 0,6274509
q[2] = 0,1176470
q[3] = 0,0392156
q[4] = 0,0588235
q[5] = 0,0392156
q[6] = 0,0196078
q[7] = 0,0196078
q[8] = 0
q[9] = 0,0196078
q[10] = 0
q[11] = 0,019607
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0,019607
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0,019607

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

Оцінка надлишковості

$$R = 1 - \frac{H^{(30)}}{H_0} = 1 - \frac{\frac{1.3291+2.1301}{2}}{5.0444} = 0.6571$$

У цій лабораторній роботі ми пересвідчилися, що наші навички у програмуванні мовою C++ можна розвивати надалі. Ми оновили свої вміння тестувати програмне забезпечення. Під час тестування, було виявлено, що CoolPinkProgram має назву «Лабораторная работа №1», що містить описку у слові «Лабораторная». Також, перевіривши надлишковість російської мови, ми прийшли до висновку, що трошки більше $\frac{2}{3}$ російської мови є зайвою інформацією, що збігається з нашим уявленням. Успішне порівняння кількості символів у тексті точно показало нам, що букви 'ё' немає у нашому тексті. Отримали практичний доказ того, що зі збільшенням кількості символів у тексті ентропія буде знижуватись.