

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”
Фізико-технічний інститут

Лабораторна робота № 1
з предмету «Криптографія»
«Експериментальна оцінка ентропії на символ
джерела
відкритого тексту»

Виконали:
Студенти 3 курсу,
ФТІ, групи ФБ-74
Харламова Катерина, Стурчак 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.

Постановка задачі:

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 $(10) H$, $(20) H$, $(30) H$.
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

	Без пробелов	С пробелами
Результат монограммы	4.4777346	4.379388
Избыточность монограммы	0.11233451	0.13183075
Результат биграммы	4.1740627	4.002138
Избыточность биграммы	0.17253438	0.20661668
Результат биграммы с наложением	4.167492	3.9974957
Избыточность биграммы с наложением	0.17383698	0.20753701

Монограмма

Алфавит	Без пробелов	С пробелами
а	0,078743	0,065932
б	0,016092	0,013474
в	0,041650	0,034874
г	0,017944	0,015024
д	0,032278	0,027026
е	0,081415	0,068169
ж	0,010002	0,008375
з	0,015993	0,013391
и	0,065375	0,054738
й	0,011819	0,009896
к	0,034455	0,028849
л	0,053226	0,044566
м	0,033671	0,028193
н	0,064813	0,054268
о	0,111743	0,093563
п	0,028701	0,024031
р	0,044508	0,037267
с	0,051117	0,042800
т	0,062265	0,052135
у	0,029419	0,024633
ф	0,002225	0,001863
х	0,007929	0,006639
ц	0,003511	0,002940
ч	0,015593	0,013056
ш	0,008854	0,007413
щ	0,003373	0,002824
ъ	0,000298	0,000250
ы	0,017203	0,014404
ь	0,019868	0,016636
э	0,004700	0,003936
ю	0,006300	0,005275
я	0,024918	0,020864
пробел		0,162695

Биграмма без накладывания

С пробелами			Без пробела			
зс 0,000003	пн 0,000129	шт 0,000188	аа 0,000356	эф 0,000049	ою 0,000169	ця 0,000008
эт 0,000021	по 0,009622	шу 0,000243	аб 0,001700	зх 0,000008	па 0,001918	чб 0,000004
зу 0,000403	пп 0,000096	шц 0,000005	ав 0,005431	зц 0,000021	оя 0,001836	чв 0,000012
зч 0,000007	пр 0,006200	шч 0,000002	аг 0,001445	зч 0,000064	пб 0,000010	чд 0,000014
зш 0,000002	пс 0,000040	шь 0,000713	ад 0,003383	зш 0,000029	пв 0,000019	че 0,003832
зъ 0,000009	пт 0,000084	шэ 0,000002	ае 0,001681	зщ 0,000002	пд 0,000004	чз 0,000002
зы 0,000433	пу 0,000851	шю 0,000002	аж 0,001233	зъ 0,000010	пе 0,002297	чи 0,002221
зъ 0,000093	пч 0,000016	ща 0,000338	аз 0,003795	зы 0,000517	пз 0,000010	чк 0,000622
зя 0,000188	пш 0,000016	ще 0,001351	аи 0,001247	зъ 0,000111	пи 0,001350	чл 0,000021
иа 0,000200	пы 0,000379	щи 0,000851	ай 0,001074	зэ 0,000043	пк 0,000163	чм 0,000023
иб 0,000450	пъ 0,000083	щн 0,000021	ак 0,006083	зю 0,000002	пл 0,001192	чн 0,001327
ив 0,001880	пэ 0,000003	що 0,000003	ал 0,011078	из 0,000442	пм 0,000004	чо 0,000093
иг 0,000620	пю 0,000028	щр 0,000003	ам 0,004412	зя 0,000278	пн 0,000183	чп 0,000014
ид 0,001441	ра 0,007106	иб 0,001198	ан 0,006013	из 0,001255	по 0,011488	чр 0,000012
ие 0,001682	ря 0,000545	щъ 0,000022	ао 0,001190	ив 0,004167	пп 0,000134	чс 0,000016
иж 0,000291	рб 0,000045	ье 0,000150	ап 0,003083	ий 0,001157	пр 0,007409	чт 0,003955
из 0,002035	рв 0,000424	ья 0,000088	ар 0,003818	ид 0,002830	пс 0,000051	чу 0,000739
ии 0,000551	рг 0,000190	ыа 0,000002	ас 0,005911	ие 0,002435	пт 0,000107	чф 0,000002
ий 0,001142	рд 0,000400	ыб 0,000357	ат 0,006320	иж 0,000451	пу 0,001025	чх 0,000002
ик 0,001973	ре 0,005630	ыв 0,000906	ау 0,000661	из 0,002939	пч 0,000019	чи 0,000179
ил 0,005910	рж 0,000319	ыг 0,000195	аф 0,000354	ин 0,001663	пш 0,000019	чы 0,000317
им 0,002304	рз 0,000041	ыд 0,000105	ах 0,001239	ий 0,001369	пы 0,000451	ша 0,000920
ин 0,003943	ри 0,004751	ые 0,001010	ац 0,000300	ик 0,003488	пъ 0,000099	чы 0,000002
ио 0,000334	рк 0,000536	ыж 0,000033	ач 0,001406	ио 0,007339	пэ 0,000004	шб 0,000006
ип 0,000314	рл 0,000190	ыз 0,000105	аш 0,000990	им 0,003593	пю 0,000033	шв 0,000041
ир 0,000943	рм 0,000355	ии 0,000052	ащ 0,000331	ин 0,006544	ра 0,008598	шг 0,000006
ис 0,002962	рн 0,001006	ий 0,001565	аз 0,000461	ио 0,001854	пя 0,000652	шд 0,000014
ит 0,003825	ро 0,007112	ык 0,000198	аю 0,001264	ип 0,002525	рб 0,000088	ше 0,002463
иу 0,000003	рп 0,000072	ыл 0,000694	ая 0,002422	ир 0,001585	рв 0,000609	шз 0,000002
иф 0,000053	рр 0,000476	ым 0,001170	ба 0,001115	ис 0,005225	рг 0,000263	ши 0,001622
их 0,001148	рс 0,000377	ын 0,000121	бб 0,000082	ит 0,005452	рд 0,000560	шк 0,000794
иц 0,000743	рт 0,000905	ыо 0,000007	бв 0,000047	иу 0,000533	ре 0,006738	шл 0,000823
ич 0,001167	ру 0,002568	ып 0,000196	бг 0,000008	иф 0,000198	рж 0,000391	шм 0,000016
иш 0,000679	рф 0,000014	ыр 0,000281	бд 0,000021	их 0,001560	рз 0,000082	шн 0,000220
ищ 0,000198	рх 0,000105	ыс 0,000545	бе 0,002177	иц 0,000924	ри 0,005775	шо 0,000403
из 0,000014	рц 0,000021	ыт 0,000600	бж 0,000014	ич 0,001893	рк 0,000747	шп 0,000039
ию 0,000338	рч 0,000084	ыу 0,000007	бз 0,000023	иш 0,000971	рл 0,000253	шр 0,000021
ия 0,000096	рш 0,000219	ыф 0,000002	би 0,001517	ищ 0,000247	рм 0,000457	шс 0,000012
йа 0,000016	рщ 0,000096	ых 0,000832	бк 0,000230	из 0,000358	рн 0,001272	шт 0,000224
йб 0,000024	ры 0,001442	ыц 0,000005	бл 0,001058	ию 0,000414	ро 0,008561	шу 0,000290
йв 0,000016	рь 0,000472	ыч 0,000129	бм 0,000019	ин 0,001902	рп 0,000216	шф 0,000002
йг 0,000002	рз 0,000246	ыш 0,000500	бн 0,000346	йа 0,000179	рр 0,000593	шц 0,000006
йд 0,000258	рю 0,000133	ыщ 0,000014	бо 0,002914	йб 0,000338	рс 0,000510	шч 0,000004
йе 0,000010	са 0,001391	ыэ 0,000003	бп 0,000019	йв 0,000634	рт 0,001144	шш 0,000004
йз 0,000048	ря 0,000803	ыя 0,000047	бр 0,001389	ий 0,000268	ру 0,003091	шь 0,000854
йи 0,000014	сб 0,000165	ба 0,000003	бс 0,000214	ид 0,000854	рф 0,000035	шэ 0,000002
йй 0,000003	св 0,000960	бб 0,000005	бт 0,000004	ие 0,000080	рх 0,000142	шю 0,000002
йк 0,000374	сг 0,000031	бв 0,000095	бу 0,001313	иж 0,000144	рц 0,000027	шы 0,000002
йл 0,000060	сд 0,000248	бг 0,000102	бф 0,000006	из 0,000294	рч 0,000111	шя 0,000401
йм 0,000109	се 0,003155	бд 0,000383	бх 0,000072	ий 0,000447	рш 0,000276	щд 0,000002
йн 0,000343	сж 0,000019	бэ 0,000362	бц 0,000004	иу 0,000004	рщ 0,000117	ще 0,001605
йо 0,000052	сз 0,000007	бз 0,000136	бч 0,000006	ик 0,001115	ры 0,001725	щи 0,001021
йп 0,000014	си 0,001554	би 0,000053	бш 0,000010	йл 0,000218	рь 0,000564	шм 0,000002
йр 0,000014	ск 0,002816	бк 0,001013	бщ 0,000148	йм 0,000613	рэ 0,000331	шн 0,000027
йс 0,000501	сл 0,003043	бл 0,000003	бъ 0,000132	ин 0,000990	рю 0,000158	шр 0,000004
йт 0,000364	см 0,000858	бм 0,000298	бы 0,002527	йо 0,000506	ря 0,001008	шп 0,000004
йу 0,000003	сн 0,000870	бн 0,001384	бь 0,000072	ип 0,001039	са 0,001710	шу 0,000239
йф 0,000014	со 0,002835	бо 0,000034	бэ 0,000117	ир 0,000403	сб 0,000315	шх 0,000002
йх 0,000007	сп 0,001397	бп 0,000029	бю 0,000023	ис 0,001457	св 0,000136	шы 0,000027
йц 0,000033	сс 0,000817	бр 0,000005	ва 0,006559	ит 0,000757	сг 0,000144	шь 0,000179
йч 0,000095	ст 0,009658	бс 0,001017	бя 0,000403	иу 0,000284	сд 0,000584	ша 0,000054
йш 0,000055	су 0,000639	бт 0,000152	вб 0,000241	иф 0,000107	се 0,003838	шя 0,000105
йъ 0,000016	сф 0,000033	бу 0,000005	вв 0,000414	их 0,000072	сж 0,000084	ыб 0,000562
ка 0,006212	сх 0,000133	бф 0,000017	вг 0,000436	иц 0,000088	сз 0,000082	ыв 0,001655
кя 0,000022	цд 0,000074	вд 0,000862	вд 0,000862	ич 0,000387	си 0,002002	ыг 0,000340
кб 0,000005	сч 0,000262	вч 0,000091	ве 0,005271	йш 0,000208	ск 0,003639	ыд 0,000391
кв 0,000196	сш 0,000095	вж 0,000080	вж 0,000080	ищ 0,000012	сл 0,003702	ые 0,001346
кг 0,000003	сь 0,000045	вз 0,000051	вз 0,000051	из 0,000099	см 0,001206	ыж 0,000078
кд 0,000024	сы 0,000322	ви 0,003920	ви 0,003920	ию 0,000006	сн 0,001463	ыз 0,000362
ке 0,001130	сь 0,002905	вк 0,001097	вк 0,001097	ка 0,007503	со 0,003575	ыи 0,000436
кж 0,000047	ся 0,000043	вл 0,000871	вл 0,000871	йя 0,000191	сп 0,002048	ый 0,001869
кз 0,000016	сю 0,000121	вм 0,000543	вм 0,000543	кб 0,000196	ср 0,000383	ык 0,000455
ки 0,002633	та 0,005852	вн 0,001766	вн 0,001766	кв 0,000617	сс 0,0001251	ыл 0,000873
кк 0,000050	ся 0,004913	во 0,006361	во 0,006361	кг 0,000105	сч 0,001759	ым 0,001671
кл 0,000896	тб 0,000162	вп 0,001017	вп 0,001017	кд 0,000342	сш 0,000891	ын 0,000747
км 0,000047	тв 0,001752	вр 0,001117	вр 0,001117	ке 0,001426	сф 0,000080	ыо 0,000370
кн 0,000412	тг 0,000029	вс 0,002848	вс 0,002848	кж 0,000117	ск 0,000183	ып 0,000918
ко 0,008085	тд 0,000122	вт 0,001066	вт 0,001066	кз 0,000144	сц 0,000097	ыр 0,000416
кп 0,000002	те 0,005021	ву 0,000891	ву 0,000891	ки 0,003474	сч 0,000403	ыс 0,001183
кр 0,001780	тж 0,000002	вф 0,000086	вф 0,000086	кк 0,000253	сш 0,000134	ыт 0,000938
кс 0,000289	ти 0,003612	вх 0,000103	кл 0,001155	ка 0,001155	сь 0,000054	ыу 0,000189
кт 0,000636	тк 0,000836	вц 0,000066	км 0,000313	км 0,000313	сы 0,000385	ыф 0,000012
ку 0,002164	тл 0,000212	вч 0,000187	кн 0,000871	кн 0,000871	съ 0,003468	ых 0,001089
кф 0,000002	тм 0,000090	вш 0,000887	ко 0,009977	ко 0,009977	сэ 0,000169	ыц 0,000010
кх 0,000002	тн 0,001134	вщ 0,000023	кп 0,000424	кп 0,000424	сю 0,000146	ыч 0,000253
кц 0,000033	то 0,013713	въ 0,000008	кр 0,002235	кр 0,002235	та 0,007090	ыш 0,000617
кч 0,000003	тп 0,000202	вы 0,003159	кс 0,000737	кс 0,000737	ся 0,005923	ыщ 0,000016
кш 0,000002	тр 0,002860	вь 0,000358	кт 0,001050	кт 0,001050	тв 0,000360	ыз 0,000126
кщ 0,000009	тс 0,001148	вэ 0,000259	ку 0,002702	ку 0,002702	тв 0,002793	ыю 0,000002
кь 0,000009	тт 0,000283	зв 0,000002	кф 0,000070	кф 0,000070	тг 0,000179	ыэ 0,000179
кз 0,000017	ту 0,001463	га 0,001807	кх 0,000025	кх 0,000025	тд 0,000541	ыя 0,000198
кю 0,000009	тф 0,000043	зб 0,000005	кц 0,000056	кц 0,000056	те 0,006123	ыб 0,000391
ла 0,005450	тх 0,000009	юб 0,000246	кч 0,000185	кч 0,000185	тж 0,000148	ыв 0,001311
ля 0,000007	тц 0,000090	юв 0,000009	кш 0,000014	кш 0,000014	ти 0,000154	ыг 0,000290
лб 0,000047	тч 0,000124	юг 0,000028	кщ 0,000014	кщ 0,000014	тз 0,004653	ыд 0,001058
лв 0,000022	тш 0,000009	юд 0,000364	кь 0,000010	кь 0,000010	тк 0,001301	ые 0,000846
лг 0,000133	тщ 0,000007	юе 0,000003	кз 0,000150	кз 0,000150	тл 0,000358	ыж 0,000097
лд 0,000078	тъ 0,000010	юж 0,000031	кю 0,000021	кю 0,000021	тм 0,000420	ыз 0,000517
ле 0,004396	ты 0,001728	юз 0,000009	ла 0,006596	ла 0,006596	тн 0,001937	ыи 0,000774
лж 0,000219	ть 0,005569	юи 0,000034	лб 0,000208	лб 0,000208	то 0,016764	ык 0,001803
лз 0,000048	тэ 0,000005	юй 0,000029	лв 0,000366	лв 0,000366	тп 0,000846	ыл 0,000245
ли 0,006669	тю 0,000047	юк 0,000060	лг 0,001702	лг 0,001702	тр 0,003602	ым 0,000910
лк 0,000405	тя 0,000644	юл 0,000028	лз 0,000037	лз 0,000037	тс 0,001856	ын 0,002778
лл 0,000787	яа 0,000155	юм 0,000048	лд 0,000331	лд 0,000331	тд 0,000584	ыо 0,000741
лм 0,000053	yb 0,000782	юн 0,000064	ле 0,000818	ле 0,000818	ту 0,001893	ып 0,001134
лн 0,000352	уа 0,000774	юп 0,000005	лж 0,000311	лж 0,000311	тф 0,000093	ыр 0,000220
ло 0,005487	уг 0,000763	юр 0,000078	лз 0,001126	лз 0,001126	тх 0,000060	ыс 0,002151
лп 0,000036	уд 0,001520	юс 0,0000219				

лр 0,000009	уе 0,000133	ют 0,000348	гт 0,000043	лк 0,001099	тч 0,000356	ьу 0,000309
лс 0,002304	уж 0,001230	юх 0,000029	гү 0,000741	лл 0,001078	тш 0,000088	ьф 0,000076
лт 0,000183	уз 0,000238	юц 0,000007	гх 0,000012	лм 0,000634	тщ 0,000010	ьх 0,000109
лу 0,001334	уй 0,000176	юч 0,000210	гч 0,000054	лн 0,001408	ты 0,000012	ьц 0,000218
лф 0,000031	уй 0,000105	юш 0,000016	гш 0,000006	ло 0,007125	ты 0,002062	ьч 0,000568
лх 0,000003	ук 0,000813	ющ 0,000512	гэ 0,000016	лп 0,000914	ть 0,006656	ьш 0,000844
лч 0,000053	ул 0,002018	юэ 0,000009	гя 0,000037	лр 0,000327	тэ 0,000142	ьщ 0,000006
лш 0,000007	ум 0,001229	юю 0,000038	да 0,005520	лс 0,003443	тю 0,000060	ьэ 0,000202
лы 0,000877	ун 0,000341	юя 0,000014	дб 0,000115	лт 0,000652	тя 0,000916	ью 0,000731
ль 0,004267	уо 0,000093	яа 0,000005	дв 0,001389	лу 0,001786	ya 0,000303	ья 0,000652
лэ 0,000026	уп 0,000817	яб 0,000119	дг 0,000064	лф 0,000103	yb 0,001107	эб 0,000006
лю 0,001024	ур 0,000560	яв 0,000272	дд 0,000138	лх 0,000060	yb 0,001601	эв 0,000012
ля 0,001673	ус 0,001353	яг 0,000074	де 0,006437	лц 0,000023	yg 0,001027	эг 0,000008
ма 0,003022	ут 0,001653	яд 0,000555	дж 0,000875	лч 0,000786	yd 0,002188	эд 0,000074
мб 0,000243	уу 0,000009	яе 0,000059	дз 0,000084	лш 0,000066	ye 0,000257	эе 0,000004
мв 0,000014	уф 0,000048	яж 0,000096	ди 0,002933	лщ 0,000006	yj 0,001527	эз 0,000004
мг 0,000024	ух 0,000443	яз 0,000214	дк 0,000342	лы 0,001048	yz 0,000449	эй 0,000070
ме 0,004175	уц 0,000002	яи 0,000016	дл 0,000885	ль 0,005094	yi 0,000720	эк 0,000093
мж 0,000002	уч 0,001101	яй 0,000041	дм 0,000132	лэ 0,000253	yj 0,000123	эл 0,000848
ми 0,003143	уш 0,000486	як 0,000164	дн 0,002321	лю 0,001227	yk 0,001325	эм 0,000072
мк 0,000083	ущ 0,000312	ял 0,001084	до 0,004458	ля 0,002474	yl 0,002527	эн 0,000506
мл 0,000119	уэ 0,000041	ям 0,000302	дп 0,000346	лз 0,003748	ym 0,001930	эп 0,000070
мн 0,000098	юю 0,001173	ян 0,000665	др 0,000130	мб 0,000517	yn 0,001204	эр 0,000093
мо 0,001882	ул 0,000083	юо 0,000016	дс 0,000498	мв 0,000766	yo 0,000539	эс 0,000031
мю 0,004304	фа 0,000200	юп 0,000121	дт 0,000247	мг 0,000309	yp 0,001609	эт 0,002688
мп 0,000240	фе 0,000248	юр 0,000102	дү 0,001988	мд 0,000418	yr 0,000827	эф 0,000045
мр 0,000040	фи 0,000264	кс 0,000424	дф 0,000012	ме 0,005091	ys 0,002190	эк 0,000004
мс 0,000150	фк 0,000007	ят 0,001851	дх 0,000086	мж 0,000084	yt 0,002276	эш 0,000006
мт 0,000078	фл 0,000060	яу 0,000002	дц 0,000440	мз 0,000189	yy 0,000154	ээ 0,000002
му 0,001792	фм 0,000002	як 0,000140	дч 0,000054	ми 0,004252	yф 0,000095	юа 0,000041
мф 0,000007	фн 0,000007	яц 0,000071	дш 0,000082	мк 0,000562	yk 0,000576	яа 0,000006
мх 0,000002	фо 0,000383	яч 0,000159	дъ 0,000076	мл 0,000272	yc 0,000016	юб 0,000368
мц 0,000019	фп 0,000005	яш 0,000017	ды 0,000681	мм 0,000508	yd 0,001906	юв 0,000265
мч 0,000024	фр 0,000381	ящ 0,000160	ды 0,000426	мн 0,003075	ys 0,000628	юг 0,000099
мш 0,000005	фт 0,000029	яз 0,000007	дэ 0,000043	мо 0,005701	yt 0,000379	юд 0,000626
мщ 0,000002	фу 0,000140	яю 0,000090	дю 0,000058	мп 0,001208	yz 0,000185	юе 0,000070
мы 0,000748	фф 0,000053	яя 0,000115	еа 0,000377	мр 0,000294	yю 0,001401	юж 0,000113
мь 0,000212	фч 0,000003	Пробел 0,003653	дя 0,000354	мс 0,000992	ya 0,000286	юз 0,000068
мэ 0,000138	фы 0,000017		еб 0,001998	мт 0,000393	fb 0,000237	юи 0,000228
мю 0,000002	фы 0,000009		ев 0,003704	му 0,002402	fd 0,000004	юй 0,000035
на 0,009767	ха 0,000579		ег 0,003499	мф 0,000056	fe 0,000298	юк 0,000331
ня 0,000453	хб 0,000002		ед 0,003933	мх 0,000074	fi 0,000317	юл 0,000093
нб 0,000017	хв 0,000264		ее 0,001725	мц 0,000037	fk 0,000014	юм 0,000214
нв 0,000062	хг 0,000003		еж 0,000996	мч 0,000327	fl 0,000068	юн 0,000364
нг 0,000593	хд 0,000003		ез 0,002227	мш 0,000058	fm 0,000002	юо 0,000208
нд 0,000420	хе 0,000053		ей 0,001037	мщ 0,000016	fn 0,000010	юп 0,000321
не 0,009076	хж 0,000002		ей 0,002282	мы 0,000897	fo 0,000453	юр 0,000189
нж 0,000034	хз 0,000002		ек 0,002468	мь 0,000253	fp 0,000008	юс 0,000566
нз 0,000053	хи 0,000186		ел 0,006824	мэ 0,000272	fr 0,000455	ют 0,000541
ни 0,006827	хк 0,000005		ем 0,005147	мя 0,000010	fs 0,000002	юу 0,000058
нк 0,000589	хл 0,000150		ен 0,010601	на 0,011694	ft 0,000037	юф 0,000031
нл 0,000076	хм 0,000045		ео 0,001474	ня 0,000827	fy 0,000163	юх 0,000064
нм 0,000002	хн 0,000233		еп 0,003215	нб 0,000144	ff 0,000064	юц 0,000025
нн 0,002595	хо 0,002066		ер 0,008572	нв 0,000438	fc 0,000004	юч 0,000428
но 0,009422	хп 0,000005		ес 0,007102	нг 0,000766	fy 0,000021	юш 0,000066
нп 0,000005	хр 0,000169		ет 0,006903	нд 0,000648	fb 0,000010	ющ 0,000613
нр 0,000134	хс 0,000045		еу 0,000729	не 0,010895	ха 0,000733	юэ 0,000062
нс 0,000601	хт 0,000024		еф 0,000181	нж 0,000070	fy 0,000002	юю 0,000049
нт 0,000968	ху 0,000129		ех 0,000998	нз 0,000206	xb 0,000115	юя 0,000115
нү 0,002790	хх 0,000002		ец 0,000354	ни 0,008401	xv 0,000578	яа 0,000183
нф 0,000081	хч 0,000007		еч 0,001797	нк 0,000838	xg 0,000088	яб 0,000619
нх 0,000047	хш 0,000014		еш 0,001229	нл 0,000134	xd 0,000167	яв 0,002056
нц 0,000286	хъ 0,000005		ец 0,000772	нм 0,000158	xe 0,000103	яг 0,000331
нч 0,000240	хь 0,000009		еэ 0,000288	нн 0,003488	xj 0,000033	яд 0,001531
нш 0,000016	хэ 0,000065		ею 0,000136	но 0,011490	xz 0,000093	яе 0,000383
нщ 0,000128	хя 0,000012		жа 0,001517	нп 0,000576	xi 0,000385	яж 0,000282
ны 0,002929	ца 0,000657		ея 0,000784	нр 0,000245	xk 0,000224	яз 0,000943
нь 0,001249	цб 0,000096		жб 0,000025	нс 0,001031	xl 0,000268	яи 0,000838
нэ 0,000005	цг 0,000003		жв 0,000033	нт 0,001288	xm 0,000204	яй 0,000049
ню 0,000209	цд 0,000003		жг 0,000010	нү 0,003492	xn 0,000506	як 0,001006
ня 0,001894	це 0,000898		жд 0,000770	нф 0,000111	xo 0,002628	ял 0,001469
оа 0,000017	цз 0,000002		же 0,003484	нх 0,000113	xp 0,000327	ям 0,001017
об 0,003472	ци 0,000505		жж 0,000004	нц 0,000356	xr 0,000280	ян 0,002715
ов 0,006112	цк 0,000014		жз 0,000012	нч 0,000356	xs 0,000319	яо 0,000998
ог 0,004758	цн 0,000002		жи 0,001801	нш 0,000039	xt 0,000150	яп 0,002328
од 0,005101	цо 0,000171		жк 0,000228	нщ 0,000154	xy 0,000243	яр 0,000508
ое 0,001804	цп 0,000002		жл 0,000023	ны 0,003499	xf 0,000023	яс 0,001910
ож 0,002026	цр 0,000005		жм 0,000025	нь 0,001490	xx 0,000041	ят 0,002854
оз 0,001268	цт 0,000009		жн 0,001037	нэ 0,000058	xц 0,000012	яу 0,000624
ои 0,000619	цу 0,000133		жо 0,000366	ню 0,000251	xч 0,000084	яф 0,000051
ой 0,004130	цш 0,000002		жп 0,000037	ня 0,002319	xш 0,000051	ях 0,000354
ок 0,002164	цы 0,000177		жр 0,000008	об 0,000220	xъ 0,000006	яц 0,000109
ол 0,006012	ча 0,001775		жс 0,000039	ог 0,004875	xb 0,000010	яч 0,000640
ом 0,006133	чв 0,000002		жт 0,000025	оа 0,009473	xз 0,000111	яш 0,000084
он 0,005605	че 0,003209		жу 0,000276	ог 0,006164	xa 0,000093	ящ 0,000196
оо 0,000174	чи 0,001839		жч 0,000158	од 0,007129	cb 0,000796	яз 0,000286
оп 0,001272	чк 0,000515		жэ 0,000037	ое 0,002616	cd 0,000006	яю 0,000113
ор 0,005276	чл 0,000017		жэ 0,000012	ож 0,002710	ce 0,000136	яя 0,000377
ос 0,006047	чм 0,000012		за 0,005618	оз 0,002243	cf 0,000012	
от 0,007261	чн 0,001105		жа 0,000025	он 0,001657	cd 0,000019	
оу 0,000214	чо 0,000067		зб 0,000158	ой 0,004929	ce 0,001072	
оф 0,000124	чр 0,000009		зв 0,001004	ок 0,003636	cz 0,000010	
ох 0,000553	чт 0,000326		зг 0,000379	ол 0,007569	cf 0,000638	
оц 0,000103	чу 0,000619		зд 0,001066	ом 0,008633	ck 0,000025	
оч 0,001956	чу 0,000150		зе 0,000393	он 0,008796	cl 0,000002	
ош 0,000941	чы 0,000265		зж 0,000142	оо 0,001712	cm 0,000012	
ощ 0,000238	ша 0,000769		зз 0,000111	оп 0,003830	cn 0,000023	
оз 0,000088	ча 0,000002		зи 0,000714	ор 0,006880	co 0,000226	
ою 0,000134	шв 0,000029		зк 0,000315	ос 0,009168	cp 0,000029	
па 0,001596	ше 0,002056		зл 0,000202	от 0,009864	cr 0,000016	
оя 0,000819	ши 0,001341		зм 0,000689	оу 0,000920	cs 0,000021	
пб 0,000007	шк 0,000667		зн 0,001856	оф 0,000276	ct 0,000019	
пв 0,000003	шл 0,000686		зо 0,000805	ох 0,000866	cy 0,000173	
пе 0,001920	шм 0,000007		зп 0,000222	оц 0,000173	cf 0,000004	
пи 0,001124	шн 0,000172		зр 0,000270	оч 0,003141	cw 0,000002	
пк 0,000122	шо 0,000333		зс 0,000163	ош 0,001257	cy 0,000212	
пл 0,000998	шп 0,000016		зт 0,000117	ощ 0,000305	ca 0,000002	
пм 0,000002	шр 0,000014		зү 0,000574	оз 0,000634	ca 0,002128	

Биграмма с накладыванием

пробелами						Без пробелов						
аа 0,000095	въ 0,000300	ол 0,006014	уо 0,000093	юз 0,000009	аа 0,000358	жя 0,000025	от 0,009874	хш 0,000051	яв 0,002062			
ав 0,000987	вз 0,000002	ом 0,006136	уп 0,000819	юз 0,000034	аб 0,001704	зб 0,000158	тг 0,009920	хъ 0,000006	яг 0,000331			
ав 0,003369	ав 0,000002	он 0,005614	ур 0,000562	ий 0,000031	ав 0,005437	зв 0,001006	тк 0,000276	хэ 0,000010	яд 0,001533			
аг 0,000855	вя 0,000333	оо 0,000174	ус 0,001354	юл 0,000060	аг 0,001445	зг 0,000379	тл 0,000866	хэ 0,000113	яе 0,000383			
ад 0,002028	га 0,001504	оп 0,001273	ут 0,001654	юл 0,000028	ад 0,003383	зд 0,001066	тм 0,000173	ха 0,000083	жз 0,000282			
ае 0,001074	гб 0,000009	ор 0,005283	уу 0,000009	юм 0,000048	ае 0,001686	зе 0,000397	тн 0,003415	ца 0,000803	жз 0,000945			
аж 0,000941	гв 0,000012	ос 0,006048	уф 0,000048	юн 0,000064	аж 0,001233	жж 0,000142	тш 0,001257	цб 0,000006	жи 0,000840			
аз 0,002766	гг 0,000081	от 0,007261	ух 0,000443	юп 0,000005	аз 0,003795	зз 0,000111	тц 0,000305	цв 0,000142	жй 0,000049			
ай 0,000091	гд 0,001273	оу 0,000214	уц 0,000002	юр 0,000083	аи 0,001247	зи 0,000718	тч 0,000634	цг 0,000012	жл 0,001010			
аи 0,000898	ге 0,000264	оф 0,001124	уч 0,001103	юс 0,000222	ай 0,001074	зк 0,000315	тш 0,000169	цд 0,000229	жл 0,001471			
ак 0,004151	гк 0,000610	оц 0,000555	уш 0,000488	ют 0,000350	ак 0,000686	зл 0,000204	па 0,001920	це 0,001093	жм 0,001023			
ал 0,009033	гк 0,000078	оц 0,000103	ущ 0,000314	юу 0,000029	ал 0,011084	зм 0,000689	пи 0,001836	цз 0,000010	жн 0,002727			
ам 0,002795	гл 0,001430	оц 0,001956	уэ 0,000041	юц 0,000007	ам 0,004412	зн 0,001860	пб 0,000010	ци 0,000045	жо 0,001000			
ан 0,003631	гм 0,000002	оу 0,000941	ую 0,001177	юо 0,000210	ан 0,006024	зо 0,000807	пв 0,000019	цк 0,000026	жр 0,002342			
ао 0,000067	гн 0,000202	оу 0,000238	фа 0,000205	юш 0,000016	ао 0,001190	зп 0,000222	пд 0,000004	цл 0,000002	жр 0,000508			
ап 0,000955	го 0,007091	оз 0,000088	фг 0,000083	ющ 0,000512	ап 0,003085	зр 0,000270	пе 0,002305	цм 0,000012	жс 0,001916			
ар 0,002805	гп 0,000003	оа 0,000134	фе 0,000257	юю 0,000009	ар 0,003820	зс 0,000163	пз 0,000010	цн 0,000023	ят 0,002857			
ас 0,003582	гр 0,000925	па 0,001599	па 0,000267	юз 0,000038	ас 0,005915	зт 0,000117	пи 0,001354	цп 0,000226	яг 0,000624			
ат 0,004453	гс 0,000024	он 0,000819	фк 0,000009	юя 0,000014	ат 0,006330	зу 0,000574	пк 0,001613	цр 0,000029	яф 0,000051			
ау 0,000136	гт 0,000016	пб 0,000007	фл 0,000062	юя 0,000005	аф 0,000661	аф 0,000049	пк 0,001194	цр 0,000016	яф 0,000354			
аф 0,000174	гу 0,000577	пв 0,000003	фм 0,000002	яб 0,000119	аф 0,000354	зх 0,000008	пм 0,000004	цс 0,000021	яц 0,000109			
ак 0,000886	гч 0,000033	пс 0,001927	фн 0,000007	яб 0,000274	ак 0,001241	зц 0,000021	пи 0,000183	цт 0,000019	яч 0,000640			
ач 0,000191	гш 0,000003	пи 0,001125	фо 0,000388	яг 0,000074	ач 0,000300	зч 0,000064	по 0,011512	цу 0,001713	яш 0,000084			
ац 0,000817	гэ 0,000003	пк 0,001124	фп 0,000007	яд 0,000555	ач 0,001406	ш 0,000029	пп 0,000136	цш 0,000002	ящ 0,000196			
аш 0,000679	да 0,004606	пл 0,000999	фр 0,000386	юс 0,000059	аш 0,000992	щ 0,000002	пр 0,007423	цщ 0,000002	яэ 0,000286			
ащ 0,000269	гя 0,000	пл 0,000002	фт 0,000029	жк 0,000096	ащ 0,000333	щ 0,000010	пс 0,000054	цщ 0,000216	яэ 0,000113			
аэ 0,000017	дб 0,000062	пл 0,001299	фу 0,000140	яз 0,000214	ээ 0,000461	зы 0,000517	пт 0,001007	цэ 0,000004	яя 0,000377			
аю 0,001037	дв 0,001087	по 0,009634	фф 0,000055	ий 0,000016	аю 0,00126	зы 0,000111	ты 0,001025	ча 0,002136				
ая 0,001527	дг 0,000031	пл 0,000098	фч 0,000003	ий 0,000041	ая 0,002424	ээ 0,000043	пч 0,000019	ча 0,000008				
ба 0,000925	да 0,000052	пр 0,006212	фы 0,000017	як 0,000165	ба 0,001117	зю 0,000004	пч 0,000019	цб 0,000004				
бб 0,000067	де 0,005385	пс 0,000041	фы 0,000009	ял 0,001086	бб 0,000082	иа 0,000445	пы 0,000453	чв 0,000012				
бв 0,000033	дж 0,000729	пс 0,000084	ха 0,000584	ям 0,000305	бв 0,000047	ил 0,000280	пы 0,000099	чд 0,000014				
бг 0,000003	дз 0,000007	пу 0,000856	хб 0,000002	юо 0,000665	бг 0,000008	иб 0,001257	пз 0,000004	чз 0,003844				
бд 0,000014	ди 0,002406	пк 0,000016	хв 0,000269	яо 0,000016	бд 0,000021	ид 0,004172	пю 0,000033	чэ 0,000002				
бе 0,001830	дк 0,000221	пш 0,000016	хг 0,000003	яп 0,000122	бе 0,002192	иг 0,001159	ра 0,008617	чи 0,002231				
бж 0,000012	дл 0,000707	пш 0,000379	хд 0,000003	яр 0,000102	бж 0,000014	ид 0,002830	ри 0,006552	чк 0,000622				
бз 0,000016	дм 0,000050	пэ 0,000083	хе 0,000055	яс 0,000427	бз 0,000023	ие 0,002437	рб 0,000088	чл 0,000021				
бй 0,001263	дн 0,001827	пэ 0,000003	жж 0,000002	ят 0,001854	бй 0,001521	иж 0,000451	рв 0,000609	чм 0,000023				
бк 0,000191	до 0,003703	пю 0,000028	хз 0,000002	яу 0,000002	бк 0,000233	из 0,002647	рг 0,000263	чн 0,001327				
бл 0,000884	дп 0,000193	ра 0,007124	хи 0,000186	яю 0,000140	бл 0,001058	ии 0,001693	ри 0,000562	чо 0,000093				
бм 0,000012	др 0,000917	па 0,000545	хк 0,000005	яц 0,000071	бм 0,000019	ий 0,001371	ре 0,006752	чп 0,000014				
бн 0,000276	дс 0,000317	рб 0,000045	хл 0,000150	яш 0,000150	бн 0,000346	ик 0,003488	рж 0,000391	чр 0,000012				
бо 0,002418	дт 0,000153	рв 0,000424	хм 0,000045	ящ 0,000017	бо 0,002931	ил 0,007345	рз 0,000082	чс 0,000106				
бр 0,001167	ду 0,001628	рх 0,000190	хн 0,000233	ящ 0,000160	бр 0,000019	им 0,003595	ри 0,005779	тг 0,003978				
бс 0,000171	дф 0,000002	ра 0,000401	хо 0,002078	яэ 0,000007	бр 0,001395	ин 0,006551	рк 0,000747	чу 0,000741				
бт 0,001091	дх 0,000060	ре 0,005638	хп 0,000005	ре 0,000090	бс 0,000216	ио 0,001856	ри 0,002525	чф 0,000002				
бф 0,000002	дц 0,000362	рж 0,000319	хр 0,000171	яю 0,000115	бт 0,000004	ип 0,002527	рм 0,000457	чх 0,000002				
бх 0,000057	дч 0,000017	рз 0,000041	хс 0,000045	Пробел	бф 0,001319	ир 0,001585	ро 0,001274	чш 0,000179				
бц 0,000002	дш 0,000062	рш 0,004759	хт 0,000026	0,003657	бц 0,000006	ис 0,005229	ро 0,008565	чы 0,000317				
бю 0,000007	дъ 0,000064	рх 0,000536	ху 0,000129		бх 0,000072	ит 0,005458	ри 0,000216	ша 0,000926				
бщ 0,000124	ды 0,000570	рп 0,000191	хх 0,000002		бц 0,000004	иу 0,000533	рп 0,000593	яч 0,000002				
бъ 0,000110	дь 0,000357	рм 0,000355	хч 0,000007		бю 0,000006	иф 0,000198	рс 0,000510	шб 0,000006				
бы 0,002121	дэ 0,000014	рн 0,001008	хш 0,000014		бш 0,000010	их 0,001564	рт 0,001144	шв 0,000043				
бь 0,000060	дю 0,000048	ро 0,007115	хъ 0,000005		бщ 0,000148	иц 0,000926	ры 0,003101	шг 0,000006				
бэ 0,000012	еа 0,000131	рп 0,000072	хю 0,000009		бы 0,000132	ич 0,001897	рф 0,000035	шд 0,000014				
бю 0,000019	дя 0,000267	рт 0,000084	хэ 0,000069		бы 40,002533	иш 0,000971	рх 0,000142	ше 0,002480				
ва 0,005387	еб 0,001063	пу 0,000856	хя 0,000012		бы 0,000072	ищ 0,000247	рц 0,000027	шз 0,000002				
бя 0,000331	ев 0,001491	пк 0,000016	ца 0,000063		бэ 0,000117	рч 0,000358	ри 0,000111	ши 0,001630				
вб 0,000016	ег 0,002549	пш 0,000016	цв 0,000098		бю 0,000023	ию 0,000414	рш 0,000276	шк 0,000807				
вв 0,000078	ед 0,002504	пш 0,000379	цг 0,000003		ва 0,000563	ий 0,001902	ри 0,000117	шл 0,000825				
вг 0,000021	ее 0,001161	пэ 0,000083	цд 0,000003		бв 0,000403	йа 0,000179	ры 0,001727	шм 0,000019				
вд 0,000190	еж 0,000732	пэ 0,000003	це 0,000910		вб 0,000241	йб 0,000340	рш 0,000593	шн 0,000220				
ве 0,004336	ез 0,001215	пю 0,000028	цз 0,000002		вв 0,000414	йв 0,000634	рз 0,000333	шо 0,000405				
вж 0,000003	ей 0,000053	ра 0,007124	цн 0,000512		рг 0,000438	йю 0,000268	рж 0,000158	шп 0,000399				
вз 0,000370	ей 0,001911	па 0,000545	цк 0,000014		вд 0,000862	йд 0,000856	са 0,001716	шр 0,000021				
ви 0,003078	ек 0,001399	рб 0,000045	цм 0,000002		ве 0,005275	ие 0,000084	ри 0,001010	шс 0,000012				
вк 0,000422	ел 0,005468	рв 0,000424	цп 0,000171		вж 0,000080	йж 0,000144	сб 0,000317	шт 0,000226				
вл 0,000582	ем 0,003295	рр 0,000190	цр 0,000002		вз 0,000591	йз 0,000294	св 0,001338	шу 0,000294				
вм 0,000112	ен 0,007375	ра 0,000401	цс 0,000005		ви 0,003927	йи 0,000044	сг 0,000144	шф 0,000002				
вн 0,001065	ео 0,000162	ре 0,005638	цт 0,000009		вк 0,001097	ий 0,000047	сд 0,000584	шц 0,000006				
во 0,004977	еп 0,000719	рж 0,000319	цу 0,000134		вл 0,000873	йк 0,001115	се 0,003840	шч 0,000004				
вп 0,000210	ер 0,006712	рз 0,000041	цш 0,000002		вм 0,000545	йл 0,000220	ск 0,000086	шш 0,000004				
вр 0,000738	ес 0,004332	рш 0,004759	ца 0,000181		вн 0,001770	йм 0,000617	сз 0,000082	шы 0,000854				
вс 0,001816	ет 0,005002	рх 0,000536	ча 0,001789		вб 0,0006374	ин 0,000992	сч 0,000204	шэ 0,000002				
вт 0,000515	еу 0,000055	рп 0,000191	чв 0,000002		вп 0,001019	ио 0,000510	ск 0,003643	шо 0,000002				
ву 0,000646	еф 0,000086	рм 0,000355	чг 0,000327		вр 0,001122	ии 0,001039	сп 0,003706	шц 0,000405				
вх 0,000028	ех 0,000589	рн 0,001008	чи 0,001854		вс 0,002857	ир 0,000403	см 0,001206	шр 0,000002				
вц 0,000024	ец 0,000252	ро 0,007115	чк 0,000517		вт 0,001066	ис 0,001457	си 0,001463	шс 0,000002				
вч 0,000048	еч 0,000941	рп 0,000072	чл 0,000017		ву 0,000891	ит 0,000757	со 0,003581	ше 0,001622				
вш 0,000636	еш 0,000903	рр 0,000476	чм 0,000012		вф 0,000086	йу 0,000284	ср 0,002052	ши 0,001037				
вш 0,000005	еш 0,000632	рс 0,000377	чн 0,001106		вх 0,000103	иф 0,000107	ср 0,000385	шм 0,000002				
вь 0,000007	ез 0,000007	рт 0,000905	чо 0,000067		вх 0,000066	сх 0,001253	сч 0,000027	шн 0,000027				
вы 0,002647	ео 0,000112	пу 0,002576	чр 0,000009		вч 0,000187	иц 0,000088	сг 0,011774	шо 0,000004				
зк 0,000112	жа 0,001225	рп 0,000114	чт 0,003329		вх 0,000889	йч 0,000387						

ий 0,001144	зг 0,000277	сз 0,000007	щи 0,000868	гг 0,000043	кф 0,000070	то 0,016783	ыу 0,000189
ик 0,001973	зд 0,000772	з 0,004725	щи 0,000021	гү 0,000741	кх 0,000025	тп 0,000846	ыф 0,000012
ил 0,005919	зе 0,000308	си 0,001556	щс 0,000003	гх 0,000012	кц 0,000056	тр 0,003606	ых 0,001093
им 0,002306	зж 0,000102	и 0,008282	щр 0,000003	гч 0,000054	кч 0,000185	тс 0,001858	ыц 0,000010
ин 0,003948	зи 0,000064	ск 0,000284	щт 0,000022	гш 0,000006	кш 0,000014	тт 0,000584	ыч 0,000255
ио 0,000338	зз 0,000550	й 0,000005	щү 0,000022	гэ 0,000016	кщ 0,000014	тү 0,001895	ыш 0,000617
ип 0,000314	лп 0,000038	к 0,008587	ье 0,000160	да 0,005530	кь 0,000010	тф 0,000093	ыщ 0,000016
ир 0,000944	лр 0,000009	сч 0,003045	ьа 0,000090	га 0,000037	кэ 0,000150	тх 0,000060	ыз 0,000126
ис 0,002964	лс 0,002304	си 0,000860	ьб 0,000002	дб 0,000115	кю 0,000021	тц 0,000146	ыю 0,000002
ит 0,003829	лт 0,000183	л 0,002502	ьв 0,000357	дв 0,001391	ла 0,006606	тч 0,000356	ыэ 0,000179
иу 0,000003	лу 0,001337	м 0,008209	ьг 0,000908	дг 0,000064	кя 0,000208	тш 0,000088	ыя 0,000198
иф 0,000053	лф 0,000031	сн 0,000874	ьг 0,000195	дд 0,000138	лб 0,000366	тщ 0,000010	ьб 0,000391
их 0,001149	лх 0,000003	н 0,014768	ьд 0,000105	де 0,006446	лв 0,000938	ты 0,000012	ьв 0,001311
иц 0,000743	лч 0,000053	со 0,002836	ье 0,001010	дж 0,000877	лг 0,000432	ты 0,002064	ьг 0,000292
ич 0,001172	лш 0,000007	о 0,009834	ьж 0,000033	дз 0,000084	лд 0,000510	ты 0,006660	ьд 0,001058
иш 0,000679	лы 0,000877	сп 0,001397	ьз 0,000105	ди 0,002937	ле 0,005694	тэ 0,000142	ье 0,000850
ищ 0,000200	ль 0,004268	п 0,017030	ьн 0,000052	дк 0,000342	лж 0,000311	тю 0,000060	ьж 0,000097
из 0,000014	лэ 0,000026	ср 0,000212	ьй 0,001566	дл 0,000893	лз 0,000298	тя 0,000916	ьз 0,000519
ию 0,000338	лю 0,001027	р 0,004158	ьк 0,000198	дм 0,000132	ли 0,008440	яа 0,000305	ьк 0,000774
ия 0,000996	ля 0,001675	се 0,000817	ьл 0,000696	дн 0,002321	лк 0,001099	yb 0,001109	ьк 0,001805
йа 0,000016	мб 0,003035	ст 0,009669	ьм 0,001170	до 0,004472	лл 0,001080	yb 0,001603	ьл 0,000249
йб 0,000024	мв 0,000243	с 0,013649	ьм 0,000121	дп 0,000346	лм 0,000636	yg 0,001027	ьм 0,000910
йв 0,000016	мг 0,000014	т 0,007237	ью 0,000007	др 0,001138	лн 0,001408	yd 0,002190	ьн 0,002780
йг 0,000002	мг 0,000024	сү 0,000641	ьп 0,000196	дс 0,000500	ло 0,007133	ye 0,000261	ьо 0,000741
йд 0,000262	мк 0,004182	ү 0,004520	ьр 0,000283	дт 0,000249	лп 0,000914	yj 0,001531	ьп 0,001136
йе 0,000010	мк 0,000002	сф 0,000033	ьс 0,000546	дү 0,001990	лр 0,000327	yz 0,000451	ьр 0,000222
йз 0,000048	мн 0,003147	ф 0,001037	ьт 0,000600	дф 0,000012	лс 0,003445	yz 0,000720	ьс 0,002153
йи 0,000014	мн 0,000083	сх 0,000133	ьу 0,000007	дх 0,000086	лт 0,000652	ya 0,000126	ьт 0,000679
йй 0,000003	мл 0,000121	ю 0,001558	ьф 0,000002	дч 0,000440	лү 0,001786	yb 0,001327	ьү 0,000309
йк 0,000374	мм 0,000100	сц 0,000074	ьк 0,000834	дч 0,000034	лф 0,000103	yb 0,002527	ьф 0,000076
йл 0,000062	мн 0,001882	сч 0,000262	ьц 0,000005	дш 0,000082	лх 0,000060	ym 0,001943	ьх 0,000109
йм 0,000110	мо 0,004317	ц 0,000481	ьч 0,000129	дъ 0,000076	лц 0,000023	yn 0,001208	ьц 0,000218
йн 0,000345	мп 0,000240	ч 0,005332	ьш 0,000500	ды 0,000681	лч 0,000786	yo 0,000539	ьч 0,000568
йо 0,000055	мр 0,000040	сш 0,000095	ьщ 0,000014	дь 0,000426	лш 0,000066	yp 0,001611	ьш 0,000844
йп 0,000014	мс 0,000152	ш 0,000129	ьщ 0,000003	дэ 0,000043	лщ 0,000006	yr 0,000827	ьщ 0,000006
йр 0,000014	мт 0,000079	ц 0,000110	ьа 0,000047	дю 0,000058	лы 0,001048	ys 0,002194	ьэ 0,000202
йс 0,000501	му 0,001796	с 0,000045	ьб 0,000003	еа 0,000377	ль 0,000598	yt 0,002280	ью 0,000739
йт 0,000364	мф 0,000007	сб 0,000322	ьб 0,000055	дя 0,000354	лэ 0,000253	yy 0,000154	ья 0,000652
йу 0,000003	мх 0,000002	сб 0,002905	ьв 0,000095	еб 0,001998	лю 0,001233	yф 0,000095	ьб 0,000006
йф 0,000014	мц 0,000019	сз 0,000043	ьг 0,000102	ев 0,003704	ля 0,002474	yk 0,000576	ьв 0,000012
йх 0,000007	мч 0,000024	з 0,000318	ьд 0,000384	ег 0,003505	ма 0,003760	yc 0,000016	ьг 0,000008
йц 0,000033	мш 0,000005	с 0,000121	ье 0,000365	ед 0,003933	мб 0,000517	yd 0,001908	ьд 0,000074
йч 0,000095	мщ 0,000002	сн 0,004923	ьз 0,000136	ее 0,001725	мв 0,000766	yh 0,000632	ье 0,000004
йш 0,000055	мы 0,000751	та 0,005857	ьи 0,000053	еж 0,000996	мг 0,000309	yi 0,000381	ьз 0,000004
йэ 0,000016	мь 0,000212	ю 0,000088	ьк 0,001015	ез 0,002229	мд 0,000418	yz 0,000185	ьй 0,000070
ка 0,006224	мз 0,000138	я 0,004522	ьл 0,000003	еи 0,001037	ме 0,005104	yo 0,001406	ьк 0,000095
кб 0,000022	мю 0,000002	тб 0,000162	ьм 0,000298	ей 0,002282	мж 0,000084	фа 0,000245	ьл 0,000852
кв 0,000005	на 0,009777	тв 0,001752	ьн 0,001384	ек 0,002468	мз 0,000189	ya 0,000286	ьм 0,000080
кв 0,000198	ня 0,000453	тг 0,000029	ьо 0,000034	ел 0,006831	ми 0,004256	fd 0,000004	ьн 0,000510
кг 0,000003	нб 0,000017	тд 0,000122	ьп 0,000029	ем 0,005149	мк 0,000562	fe 0,000307	ьп 0,000072
кд 0,000024	нв 0,000062	те 0,005023	ьр 0,000005	ен 0,010611	мл 0,000274	fi 0,000321	ьр 0,000093
ке 0,001134	нг 0,000594	тн 0,000002	ьс 0,001017	ео 0,001476	мм 0,000508	fk 0,000014	ьс 0,000031
кж 0,000047	нд 0,000422	тк 0,003617	ьт 0,000153	еп 0,003217	мн 0,003083	fl 0,000074	ьт 0,002723
кз 0,000016	не 0,009083	тл 0,000836	ьу 0,000005	ер 0,008576	мо 0,005715	fm 0,000002	ьф 0,000045
ки 0,002638	ни 0,000034	тл 0,000021	ьф 0,000017	ес 0,007121	мп 0,001208	fn 0,000010	ьх 0,000004
кк 0,000050	нз 0,000053	тм 0,000090	ьч 0,000138	ет 0,006909	мр 0,000294	fo 0,000465	ьш 0,000006
кл 0,000896	ня 0,006827	тн 0,001134	ьц 0,000091	еү 0,000729	мс 0,000992	fp 0,000010	ьз 0,000004
км 0,000047	нк 0,000589	то 0,013735	ьщ 0,000660	еф 0,000181	мт 0,000395	fr 0,000463	ью 0,000041
кн 0,000414	нл 0,000076	тп 0,000202	ьщ 0,000005	ех 0,001002	мү 0,002406	fs 0,000002	ья 0,000006
ко 0,008102	нм 0,000002	тр 0,002860	ьэ 0,000005	ец 0,000354	мф 0,000056	ft 0,000037	ьб 0,000372
кп 0,000002	но 0,002595	тс 0,001151	ью 0,000615	еч 0,001799	мх 0,000074	fy 0,000167	ьв 0,000274
кр 0,001780	нп 0,009443	тг 0,000283	ья 0,000281	еш 0,001229	мц 0,000037	ф 0,000066	ьг 0,000099
кс 0,000289	нр 0,000005	тү 0,001465	ьз 0,000005	ещ 0,000772	мч 0,000327	фч 0,000004	ьд 0,000626
кт 0,000638	нр 0,000134	тф 0,000043	ьв 0,000010	ез 0,000288	мш 0,000058	фы 0,000021	ье 0,000072
ку 0,002173	нс 0,000601	тх 0,000009	ьг 0,000007	ею 0,000136	миц 0,000016	фь 0,000010	ьж 0,000115
кф 0,000002	нт 0,000972	тц 0,000090	эд 0,000062	жа 0,001521	мы 0,000897	ха 0,000743	ьз 0,000068
кх 0,000002	нү 0,002795	тч 0,000124	эе 0,000002	ея 0,000784	мь 0,000253	fy 0,000002	ьи 0,000230
кц 0,000033	нф 0,000081	тш 0,000009	ээ 0,000003	жб 0,000025	мэ 0,000274	xb 0,000115	ьй 0,000037
кч 0,000003	нх 0,000047	тщ 0,000007	эй 0,000059	жв 0,000033	мю 0,000010	xb 0,000584	ьк 0,000331
кш 0,000002	нц 0,000286	ты 0,000010	эк 0,000079	жг 0,000010	на 0,011708	yg 0,000088	ьл 0,000093
кщ 0,000009	нч 0,000240	ты 0,001728	эл 0,000713	жд 0,000774	мя 0,000829	xd 0,000167	ьм 0,000216
кь 0,000009	нш 0,000016	тэ 0,005576	эм 0,000067	же 0,003505	нб 0,000144	xe 0,000105	ьн 0,000370
кэ 0,000017	нщ 0,000128	тэ 0,000005	эн 0,000427	жж 0,000004	нв 0,000438	жх 0,000033	ьо 0,000208
кю 0,000009	ны 0,002931	тю 0,000047	эп 0,000053	жз 0,000012	нг 0,000766	жз 0,000093	ьп 0,000327
ла 0,005461	нз 0,001249	тя 0,000644	эр 0,000078	жи 0,001817	нд 0,000650	жн 0,000385	ьр 0,000196
ля 0,000007	нэ 0,000005	яа 0,000155	эс 0,000024	жк 0,000228	не 0,010903	жк 0,000224	ьс 0,000568
лб 0,000047	ню 0,000210	уб 0,000782	эт 0,002278	жл 0,000023	нж 0,000070	жл 0,000270	ьт 0,000545
лв 0,000022	ня 0,001894	уа 0,000775	эф 0,000038	жм 0,000025	нз 0,000206	жм 0,000204	ьү 0,000058
лг 0,000133	оа 0,000017	уг 0,000763	эк 0,000003	жн 0,001039	ни 0,008403	жн 0,000506	ьф 0,000031
лд 0,000078	об 0,003476	уд 0,001525	эш 0,000005	жо 0,000366	нк 0,000840	жс 0,002651	ьх 0,000064
ле 0,004399	ов 0,006114	уе 0,000134	эо 0,000003	жп 0,000037	нл 0,000134	жп 0,000327	ьц 0,000025
лж 0,000219	ог 0,004761	уж 0,001234	юа 0,000005	жр 0,000008	нм 0,000158	жр 0,000286	ьч 0,000428
лз 0,000048	од 0,005101	з 0,000240	эа 0,000005	жс 0,000039	нн 0,003488	жс 0,000319	ьш 0,000066
ли 0,006679	ое 0,001806	уи 0,000176	юб 0,000246	жт 0,000025	но 0,011512	жт 0,000150	ьщ 0,000613
лк 0,000405	ок 0,002026	уй 0,000105	юг 0,000012	жү 0,000278	нп 0,000576	жү 0,000243	ьэ 0,000062
лл 0,000789	оз 0,001270	ул 0,000813	юд 0,000028	жч 0,000158	нр 0,000245	хф 0,000023	ью 0,000049
лм 0,000053	оа 0,000619	ул 0,000202	юд 0,000365	жы 0,000037	нс 0,001033	хх 0,000041	ья 0,000115
лн 0,000352	ой 0,004132	ум 0,001232	юе 0,000003	жэ 0,000012	нт 0,001290	хц 0,000012	ья 0,000183
ло 0,005499	ок 0,002168	ун 0,000345	юж 0,000031	за 0,005657	нү 0,003497	хч 0,000086	ьб 0,000622

Оценка энтропии

[illegible]

Избыточность для $H1 = 3.189340 \rightarrow 0.9377738$

Избыточность для H2 = 3.420796 --> 0.9321862

[illegible]

Избыточность для H1 = 1.754870 --> 0.9826057

Избыточность для H2 = 2.421119--> 0.9760018

[illegible]

Избыточность для $H_1 = 1.045372 \rightarrow 0.9930922$

Избыточность для H2 = 1.573794 --> 0.9896003

Код

```
package com.company;
import java.io.*; import java.util.*;
public class Main {
    public static void main(String[] args)
        throws IOException {
        String out = readText("C:\\Users\\kateh\\Documents\\кни\\крипта\\king1.txt") ;
        String Clear = out.toLowerCase();
        String s = Clear.replaceAll("[^а-я]", "");
        int a = s.length();
        // System.out.println( a);
        // System.out.println(s);
        String str = Map(s, 1); // Big(s, a);
    }
    static String readText(String path)
        throws IOException {
        StringBuffer sb = new StringBuffer();
        String res = "";
        try {
            BufferedReader in = new BufferedReader(new FileReader(path));
            String str;
            while ((str = in.readLine()) != null) {
                sb.append(str + " ");
            }
            in.close();
        }
        catch (IOException e)
        {
            e.printStackTrace();
        }
        res = sb.toString();
        return res;
    }
    static String Map(String Text, int gramm) {
        int amount = Text.length();
        System.out.println(amount);
        HashMap<String, Float> Map = new HashMap<>();
        if (gramm == 1) {
            Text = fillMap(Map, Text, amount, 1);
        }
        if (gramm == 2) {
            Text = fillMap(Map, Text, amount / 2, 2);
        }
        return Text;
    }
    static String smaller(int i) {
        StringBuilder s = new StringBuilder();
        s.append("(?<=\\G");
        for (int j = 0; j < i; j++)
            s.append(".");
        s.append(")");
        return s.toString();
    }
    static String fillMap(HashMap<String, Float> map, String Clear, float amount, int gramm)
    {
        // String Clear = Text.toLowerCase().replaceAll("[^а-я]", "");
        // System.out.println(Clear);
        String[] arr = Clear.split(smaller(gramm));
        float sum = 0;
        for (String symb : arr) {
            if (!symb.isEmpty())
                if (map.containsKey(symb)) {
                    map.put(symb, map.compute(symb, (k, v) -> v + 1));
                }
            else { map.put(symb, (float) 1);
            }
        }
        System.out.println(map);
        for (String k : map.keySet()) {
            // if (map.containsKey(k)){
            // map.put(k, map.get(k) / amount);
            }
        }
        System.out.format(k + " " + "%.6f%n", map.get(k) / amount);
    }
    for (float value : map.values()) {
```

```

sum += (-((value / amount) * (Math.log(value / amount)) / Math.log(2)));
}
float red = (float) ((1 - (sum / gramm) / (Math.log(33) / Math.log(2))));
System.out.println("Res = " + (sum / gramm));
System.out.println("Red = " + red);
String s = "";
return (s);
}
static float Big(String text, int Amount) {
float sum = 0;
String Clear = text.toLowerCase().replaceAll("[^a-я]", "");
System.out.println(Clear);
System.out.println(Clear.length());
HashMap<String, Float> map = new HashMap<>();
String[] words = Clear.split("(?!^)");
for (int i = 0; i < Clear.length() - 1; i++) {
String s = words[i];
String s1 = words[i + 1];
String s2 = s + s1;
if (!s2.isEmpty())
if (map.containsKey(s2)) {
map.put(s2, map.compute(s2, (k, v) -> v + 1));
}
else {
map.put(s2, (float) 1); i++;
}
}
System.out.println(map);
for (String k : map.keySet()) {
// if (map.containsKey(k))
// map.put(k, map.get(k) / Amount);
System.out.format(k + " " + "%.6f%n", map.get(k) / Amount); }
for (float value : map.values())
{
sum += (-((value / Amount) * (Math.log(value / Amount)) / Math.log(2)));
}
float red = (float) ((1 - (sum / 2) / (Math.log(33) / Math.log(2))));
System.out.println("Res = " + (sum / 2));
System.out.println("Red = " + red);
}
}

```