

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

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

Виконала:  
студентка гр. ФБ-83  
Григор’єва Ольга

Перевірив:  
Чорний О.М.

Київ – 2020

**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.

**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.

$$H_0 = \log_2 33 = 5.044$$

ENTROPY FOR LETTERS WITH SPACES  $H_1 = 4.38425$

$$\text{Redundancy} = 1 - (\text{ENTROPY FOR LETTERS WITH SPACES } H_1) / H_0 = 0.13808$$

$$H_0 = \log_2 32 = 5$$

ENTROPY FOR LETTERS WITHOUT SPACES  $H_1 = 4.46072$

$$\text{Redundancy} = 1 - (\text{ENTROPY FOR LETTERS WITHOUT SPACES } H_1) / H_0 = 0.107856$$

**1)** ENTROPY FOR LETTERS WITH SPACES  $H_1 = 4.3844$

**2)** ENTROPY FOR LETTERS WITHOut SPACES  $H_1 = 4.46072$

**3)** TEXT WITH SPACES ENTROPY FOR BIGRAMS  $H_2 = 3.99795$

**4)** TEXT WITHOUT SPACES ENTROPY FOR BIGRAMS  $H_2 = 4.15912$

**5)** TEXT WITH SPACES AND MOVES ENTROPY FOR BIGRAMS  $H_2 = 3.99779$

**6)** TEXT WITHOUT SPACES AND MOVES ENTROPY FOR BIGRAMS  $H_2 = 4.15941$

ДОСЛІД	H	R
Літери, з пробілами	4.3844	0.1308
Літери, без пробілів	4.46072	0.1078
Біграми, з пробілами	3.99795	0.20738
Біграми, без пробілів	4.15912	0.1682
Біграми, з пробілами та зсувом	3.99779	0.20741
Біграми, без пробілів та з зсувом	4.15941	0.1681

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
ую книгу потому что все то о чем я собираюсь говорить здесь не имеет к ним

Использованные буквы:  
в.

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: п

Символ по счету: 2

Номер эксперимента: 63

Неравенство для энтропии:  
 $1.91804884653838 < H < 2.75870467464924$

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000	▲
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

q[1]	= 0,4761904
q[2]	= 0,1746031
q[3]	= 0,0476190
q[4]	= 0,0476190
q[5]	= 0,0317460
q[6]	= 0
q[7]	= 0,0317460
q[8]	= 0,0317460
q[9]	= 0
q[10]	= 0,015873
q[11]	= 0
q[12]	= 0
q[13]	= 0
q[14]	= 0
q[15]	= 0
q[16]	= 0,015873
q[17]	= 0,031746
q[18]	= 0,015873
q[19]	= 0
q[20]	= 0,015873
q[21]	= 0
q[22]	= 0
q[23]	= 0,015873
q[24]	= 0
q[25]	= 0,015873
q[26]	= 0,015873
q[27]	= 0,015873
q[28]	= 0
q[29]	= 0
q[30]	= 0
q[31]	= 0
q[32]	= 0

Поле ввода символов:  
п

Продолжить Другой

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

2. За

допомогою  
програми  
CoolPinkProgr  
am оцінити  
значення (10)  
H, (20) H,  
(30) H.

$$1.9181 < H^{(10)} < 2.7587$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 1.9181 \backslash H_0 = 0.6038$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 2.7587 \backslash H_0 = 0.44826$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
ится под действием нескольких различных законов и среди них имеется только

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ: н

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 64

Неравенство для энтропии:  
 $1.32162408043222 < H < 2.01586299499698$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000010000000000000000000000	▲
10000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

q[1]	= 0,59375
q[2]	= 0,171875
q[3]	= 0,09375
q[4]	= 0
q[5]	= 0
q[6]	= 0
q[7]	= 0,015625
q[8]	= 0,015625
q[9]	= 0
q[10]	= 0,03125
q[11]	= 0
q[12]	= 0,015625
q[13]	= 0
q[14]	= 0
q[15]	= 0,015625
q[16]	= 0
q[17]	= 0
q[18]	= 0
q[19]	= 0
q[20]	= 0
q[21]	= 0
q[22]	= 0,015625
q[23]	= 0,015625
q[24]	= 0
q[25]	= 0
q[26]	= 0,015625
q[27]	= 0
q[28]	= 0
q[29]	= 0
q[30]	= 0
q[31]	= 0
q[32]	= 0

Поле ввода символов:  
н

Продолжить Другой

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

$$1.3216 < H^{(20)} < 2.0159$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 1.3216 \backslash H_0 = 0.73568$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 2.0159 \backslash H_0 = 0.59682$$

$$0.9591 < H^{(30)} < 1.6866$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 0.9591/H_0 = 0.8082$$

$$\text{Redundancy} = 1 - 1.6866/H_0 = 0.66268$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
\_другой\_очень\_редко\_отвечает\_

Использованные буквы:  
н, и, о, е,

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: е

Символ по счету: 4

Номер эксперимента: 65

Неравенство для энтропии:  
 $0.959083344103055 < H < 1.6865446768409$

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Вероятности:

q[1] = 0.65625
q[2] = 0.15625
q[3] = 0.078125
q[4] = 0.046875
q[5] = 0
q[6] = 0.015625
q[7] = 0.015625
q[8] = 0
q[9] = 0.015625
q[10] = 0
q[11] = 0
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0.015625
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
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Строка состояния:  
Вы не угадали. Введите другую букву

3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

ДОСЛІД	H	R
Літери, з пробілами	4.3844	0.1308
Літери, без пробілів	4.46072	0.1078
Біграми, з пробілами	3.99795	0.20738
Біграми, без пробілів	4.15912	0.1682
Біграми, з пробілами та зсувом	3.99779	0.20741
Біграми, без пробілів та з зсувом	4.15941	0.1681

R for Hmin	Hmin	H	Hmax	R for Hmax
0.6038	1.9181	$< H^{(10)} <$	2.7587	0.44826
0.73568	1.3216	$< H^{(20)} <$	2.0159	0.59682
0.8082	0.9591	$< H^{(30)} <$	1.6866	0.66268

## Висновки:

У даній роботі я навчилася визначати ентропію для літер та біграм тексту, в залежності від вигляду джерела (текст з пробілами або без), перевірила на реальному прикладі тексту достатньо великого обсягу, що текст без пробілів є більш змістовним, ніж з пробілами (тобто ентропія, обрахована на тексті з пробілами буде завжди менша за ту, що обрахована на тому ж тексті, але з вилученими пробілами, і ця закономірність зберігається незалежно від того, рахуємо ми ентропії монограм чи біграм). Також за різних форматів вибору біграм з джерела (тобто якщо брати пари букв, що перетинаються і ті, що не перетинаються) ентропія майже не буде змінюватись, але дані все ж таки будуть дещо точніші для випадку, коли пари літер перетинаються, бо тоді утвориться більша кількість біграм, а отже й точність обрахунку буде вищою. Ще я спробувала обраховувати умовну ентропію за допомогою CoolPinkProgram при різних довжинах тексту, що береться для дослідю. З цього дослідю я помітила як зменшується ентропія (тобто інформативність) кожної літери зі збільшенням досліджуваного шматка, бо чим більше літер відомо, тим простіше здогадатися, якої не вистачає. За результатами усіх обчислених ентропій я знайшла надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

бк. 0.000065	дз. 0.000040	эл. 0.000377	кр. 0.002321	нт. 0.000808	пр. 0.000126	уг. 0.000941	ч. 0.000427	ш. 0.000005
бл. 0.000159	дл. 0.002092	зм. 0.000249	лж. 0.000218	нр. 0.003678	рс. 0.000194	уд. 0.001826	ча. 0.002248	ш. 0.000002
бл. 0.000588	дк. 0.000318	зн. 0.001342	кт. 0.000707	нф. 0.000050	рт. 0.000975	у. 0.000164	чв. 0.000003	с. 0.000704
бм. 0.000038	дл. 0.000363	зн. 0.000643	ку. 0.002011	нх. 0.000002	р. 0.000249	уж. 0.001210	ч. 0.003709	ш. 0.000227
бн. 0.000330	дм. 0.000100	лп. 0.000402	кх. 0.000007	нц. 0.000289	рф. 0.000003	у. 0.000311	чи. 0.001472	ш. 0.000010
бо. 0.002146	дн. 0.001835	зр. 0.002242	кц. 0.000014	нч. 0.000175	рх. 0.000228	у. 0.000016	чл. 0.000503	ш. 0.000123
бр. 0.001172	до. 0.003201	эс. 0.000014	кш. 0.000017	нш. 0.000005	рц. 0.000073	уй. 0.000161	чл. 0.000022	ш. 0.000081
бс. 0.000104	дп. 0.001005	эт. 0.000016	кэ. 0.000002	нщ. 0.000128	рч. 0.000182	ук. 0.001076	чм. 0.000003	ш. 0.000031
бт. 0.000005	др. 0.000967	з. 0.000394	л. 0.000002	ны. 0.003827	рш. 0.000399	ул. 0.002359	чн. 0.000749	ш. 0.000055
бу. 0.001197	дс. 0.000344	эл. 0.000010	л. 0.007897	н. 0.001020	рш. 0.000055	ун. 0.000996	ч. 0.000083	ш. 0.000002
бх. 0.000002	ду. 0.000190	ж. 0.000036	ла. 0.007199	но. 0.000183	ры. 0.001397	у. 0.000482	ч. 0.000050	ш. 0.000005
бх. 0.000035	д. 0.001472	лш. 0.000003	лб. 0.000107	ня. 0.001380	р. 0.000581	у. 0.000003	ч. 0.002692	ш. 0.000342
бч. 0.000002	дх. 0.000042	з. 0.000024	лв. 0.000035	о. 0.001981	р. 0.000237	у. 0.000014	ч. 0.000526	ш. 0.000294
бч. 0.000002	дх. 0.000268	зы. 0.000365	л. 0.000111	оа. 0.000005	р. 0.001055	ур. 0.001293	чш. 0.000085	ш. 0.000028
бш. 0.000014	дч. 0.000062	зы. 0.000125	л. 0.000057	об. 0.002730	с. 0.000319	ус. 0.001238	ч. 0.000311	ш. 0.000001
бш. 0.000126	дш. 0.000131	з. 0.000002	ле. 0.000495	ов. 0.007400	са. 0.001902	ут. 0.001669	ш. 0.000080	ш. 0.000002
б. 0.000109	д. 0.000062	з. 0.000211	лж. 0.000171	ог. 0.004225	сб. 0.000067	у. 0.000016	ш. 0.001063	ш. 0.000003
бы. 0.002684	ды. 0.000496	и. 0.017510	лз. 0.000048	од. 0.004531	св. 0.001406	уф. 0.000130	ш. 0.000061	ш. 0.000005
б. 0.000066	д. 0.000512	и. 0.000190	л. 0.006670	ое. 0.001527	с. 0.000026	у. 0.000804	ш. 0.002181	ш. 0.000031
б. 0.000016	д. 0.000014	мб. 0.000482	лж. 0.000968	ож. 0.001624	сд. 0.000223	у. 0.000010	ш. 0.001717	ш. 0.000029
б. 0.000292	д. 0.000380	мб. 0.002385	л. 0.000346	оз. 0.001411	с. 0.001125	у. 0.000706	ш. 0.000403	ш. 0.000007
в. 0.006872	е. 0.015848	лг. 0.000521	лм. 0.000047	он. 0.000593	сж. 0.000035	уш. 0.000711	ш. 0.000602	ш. 0.000024
ва. 0.006097	е. 0.000099	лд. 0.001373	лн. 0.000417	ой. 0.003925	сз. 0.000028	уш. 0.000268	ш. 0.000017	ш. 0.000010
вб. 0.000019	еб. 0.000825	м. 0.001639	л. 0.006232	ок. 0.002519	сн. 0.002028	у. 0.000021	ш. 0.000372	ш. 0.000010
вг. 0.000123	ев. 0.002210	лж. 0.000258	л. 0.000071	ол. 0.006588	с. 0.004147	у. 0.001057	ш. 0.000027	ш. 0.000016
вг. 0.000016	е. 0.002841	из. 0.002134	лс. 0.001830	ом. 0.005489	сл. 0.002492	у. 0.000095	ш. 0.000076	ш. 0.000210
вд. 0.000292	ед. 0.002525	л. 0.000495	лт. 0.000182	он. 0.005259	см. 0.000600	ф. 0.000035	ш. 0.000016	ш. 0.000007
ве. 0.005457</								

0.0000123	жж. 0.000076	дд. 0.000629	зз. 0.000012	кк. 0.010286	нн. 0.010037	рр. 0.009277	тг. 0.000080	хх. 0.000027	щш. 0.001469
дд. 0.000717	жж. 0.000569	зз. 0.000010	кк. 0.000444	нн. 0.000090	рр. 0.000526	тг. 0.000045	хх. 0.000012	щш. 0.001208	
бб. 0.004289	дд. 0.000025	зз. 0.000084	кк. 0.002604	нн. 0.000189	рр. 0.000841	тг. 0.000023	хх. 0.000111	щш. 0.000004	
вв. 0.000002	дд. 0.000018	зз. 0.000033	кк. 0.000775	нн. 0.000894	рр. 0.000919	тг. 0.000047	хх. 0.000072	щш. 0.000002	
жж. 0.001091	дд. 0.000499	зз. 0.000051	кк. 0.001112	нн. 0.000723	рр. 0.000370	тг. 0.000047	хх. 0.000004	щш. 0.000084	
вв. 0.000886	жж. 0.000399	зз. 0.000436	кк. 0.002555	нн. 0.000041	рр. 0.000581	тг. 0.000016	хх. 0.000010	щш. 0.000021	
дд. 0.000452	жж. 0.001975	зз. 0.000019	кк. 0.000016	нн. 0.000103	рр. 0.000316	тг. 0.000008	хх. 0.000062	щш. 0.000004	
вв. 0.001788	жж. 0.004474	зз. 0.000025	кк. 0.000033	нн. 0.003940	рр. 0.000129	тг. 0.002020	хх. 0.000008	щш. 0.000006	
дд. 0.007637	жж. 0.003821	зз. 0.000002	кк. 0.000025	нн. 0.011673	рр. 0.006361	тг. 0.005140	хх. 0.000025	щш. 0.000002	
вв. 0.001048	жж. 0.003617	зз. 0.000280	кк. 0.000203	нн. 0.000524	рр. 0.000559	тг. 0.000125	хх. 0.000771	щш. 0.000002	
жж. 0.001023	жж. 0.001638	зз. 0.000536	кк. 0.000066	нн. 0.000113	рр. 0.000243	тг. 0.000070	хх. 0.000012	щш. 0.000191	
вв. 0.003562	жж. 0.001198	зз. 0.000137	кк. 0.000004	нн. 0.001075	рр. 0.000386	тг. 0.000682	хх. 0.000123	щш. 0.000027	
жж. 0.001017	жж. 0.002458	зз. 0.000520	кк. 0.000078	нн. 0.001120	рр. 0.001529	тг. 0.000282	хх. 0.000016	щш. 0.000002	
дд. 0.000943	жж. 0.001449	зз. 0.001346	кк. 0.000008	нн. 0.004704	рр. 0.000984	тг. 0.001056	хх. 0.000008	щш. 0.000111	
жж. 0.000043	жж. 0.002139	зз. 0.000247	кк. 0.000062	нн. 0.000026	рр. 0.000294	тг. 0.001630	хх. 0.000195	щш. 0.000010	
вв. 0.000078	жж. 0.002672	зз. 0.002324	кк. 0.000864	нн. 0.000027	рр. 0.000181	тг. 0.001252	хх. 0.000092	щш. 0.000144	
жж. 0.000066	жж. 0.007721	зз. 0.000489	кк. 0.000491	нн. 0.000358	рр. 0.000469	тг. 0.002429	хх. 0.000004	щш. 0.000121	
жж. 0.000294	жж. 0.005082	зз. 0.003202	кк. 0.001217	нн. 0.000294	рр. 0.001264	тг. 0.000306	хх. 0.000386	щш. 0.000469	
жж. 0.001060	жж. 0.009312	зз. 0.001743	кк. 0.000491	нн. 0.000335	рр. 0.000360	тг. 0.001480	хх. 0.000072	щш. 0.001426	
жж. 0.000039	жж. 0.001284	зз. 0.001977	кк. 0.000304	нн. 0.000187	рр. 0.000086	тг. 0.000565	хх. 0.000008	щш. 0.000255	
жж. 0.000088	жж. 0.003525	зз. 0.000494	кк. 0.000165	нн. 0.004614	рр. 0.000288	тг. 0.000789	хх. 0.000010	щш. 0.000323	
жж. 0.003132	жж. 0.008502	зз. 0.000691	кк. 0.000255	нн. 0.001188	рр. 0.000608	тг. 0.000216	хх. 0.000033	щш. 0.001494	
жж. 0.000407	жж. 0.006500	зз. 0.003514	кк. 0.000228	нн. 0.000035	рр. 0.000226	тг. 0.001702	хх. 0.000360	щш. 0.000117	
жж. 0.000189	жж. 0.007092	зз. 0.000694	кк. 0.000846	нн. 0.000222	рр. 0.000499	тг. 0.002881	хх. 0.000049	щш. 0.000255	
жж. 0.000088	жж. 0.000821	зз. 0.001772	кк. 0.001821	нн. 0.001613	рр. 0.000606	тг. 0.001474	хх. 0.000021	щш. 0.000419	
жж									



# BIGRAMS : TEXT WITHOUT T SPACES WITH MOVES

цб. 0,000003	ык. 0,000487	лож. 0,000052	ф 0.00167283
цз. 0,000004	ыл. 0,002287	юз. 0,000086	х 0.00734751
ця. 0,000009	ым. 0,001829	юи. 0,000207	ц 0.00304395
ча. 0,002773	ын. 0,000753	юй. 0,000007	ч 0.0130118
чб. 0,000029	юо. 0,000273	юк. 0,000275	ш 0.00772011
чв. 0,000057	ып. 0,000695	юл. 0,000097	щ 0.00296442
чг. 0,000012	ыр. 0,000489	юм. 0,000189	ъ 0.000243793
чд. 0,000013	ыс. 0,001257	юн. 0,000414	ы 0.0158111
че. 0,004454	ыт. 0,000910	юо. 0,000154	ь 0.0145999
чж. 0,000003	ыу. 0,000156	юп. 0,000295	э 0.0022875
чз. 0,000028	ыф. 0,000016	юр. 0,000315	ю 0.00457933
чи. 0,001842	ых. 0,001174	юс. 0,000420	я 0.0158197
чк. 0,000638	ыц. 0,000013	ют. 0,000547	0.158503
чл. 0,000042	ыч. 0,000277	юу. 0,000072	
чм. 0,000010	ыш. 0,000849	юф. 0,000033	
чн. 0,000982	ыщ. 0,000014	юх. 0,000078	
чо. 0,000123	ыы. 0,000001	юц. 0,000045	LETTERS
чп. 0,000067	ыэ. 0,000053	юч. 0,000263	WITHOUT
чр. 0,000084	ыю. 0,000003	юш. 0,000075	T SPACES
чс. 0,000043	ыя. 0,000069	ющ. 0,000509	
чт. 0,003219	ба. 0,000179	юз. 0,000018	a 0.0854049
чу. 0,000582	бб. 0,000475	юю. 0,000069	б 0.0158819
чф. 0,000002	бв. 0,001274	юя. 0,000039	в 0.0462638
чх. 0,000001	бг. 0,000309	яа. 0,000206	г 0.0193153
чч. 0,000007	бд. 0,000480	яб. 0,000419	д 0.0276533
чш. 0,000090	бе. 0,001019	яв. 0,001754	е 0.081238
чь. 0,000352	бж. 0,000069	яг. 0,000463	ж 0.00903146
чэ. 0,000002	бз. 0,000448	яд. 0,001028	з 0.0176777
чя. 0,000008	би. 0,000899	яе. 0,000261	и 0.0688882
ша. 0,001212	бк. 0,001741	яж. 0,000294	й 0.0122163
шб. 0,000002	ыл. 0,000164	яз. 0,000618	к 0.0380244
шв. 0,000070	бм. 0,000676	ян. 0,000869	л 0.0533258
шг. 0,000004	бн. 0,002565	яй. 0,000047	м 0.03001
шд. 0,000005	бо. 0,000699	як. 0,000951	н 0.0646852
ше. 0,002594	бп. 0,001012	ял. 0,001138	о 0.10841
шз. 0,000001	бр. 0,000204	ям. 0,000728	п 0.0283683
шни. 0,002043	бс. 0,001683	ян. 0,001964	р 0.0473045
шк. 0,000519	бт. 0,000834	яо. 0,000538	с 0.0509125
шл. 0,000740	бу. 0,000240	яп. 0,001092	т 0.0587245
шм. 0,000020	бф. 0,000046	яр. 0,000336	у 0.0307785
шн. 0,000457	бх. 0,000079	яс. 0,001824	ф 0.00198793
шо. 0,000280	бц. 0,000160	ят. 0,002039	х 0.00873148
шп. 0,000097	бч. 0,000549	яу. 0,000282	ц 0.00361731
шр. 0,000027	ыш. 0,000483	яф. 0,000083	ч 0.0154627
шс. 0,000009	ыщ. 0,000021	ях. 0,000263	ш 0.00917426
шт. 0,000239	бы. 0,000001	яц. 0,000060	щ 0.00352279
шу. 0,000402	бэ. 0,000147	яч. 0,000467	ъ 0.000289714
шх. 0,000002	бю. 0,000433	яш. 0,000115	ы 0.0187893
шч. 0,000002	бя. 0,000463	ящ. 0,000454	ь 0.0173499
шь. 0,000453	эа. 0,000001	яз. 0,000118	э 0.00271838
ша. 0,000514	эб. 0,000001	яю. 0,000167	ю 0.00544189
шб. 0,000003	эв. 0,000001	яя. 0,000227	я 0.0187995
шв. 0,000003	эг. 0,000009		
шд. 0,000001	эд. 0,000004	LETTERS	
ше. 0,001472	эж. 0,000002	WITH	
шн. 0,001198	эз. 0,000004	SPACES	
шк. 0,000002	эн. 0,000001	a 0.0718679	
шл. 0,000001	эй. 0,000016	б 0.0133645	
шн. 0,000074	эк. 0,000039	в 0.0389308	
шо. 0,000027	эл. 0,000046	г 0.0162537	
шп. 0,000003	эм. 0,000008	д 0.0232701	
шр. 0,000003	эн. 0,000028	е 0.0683615	
шс. 0,000002	ео. 0,000001	ж 0.00759994	
шт. 0,000003	еп. 0,000014	з 0.0148757	
шу. 0,000190	эр. 0,000010	и 0.0579691	
шь. 0,000027	эс. 0,000028	й 0.0102799	
шя. 0,000001	эт. 0,002421	к 0.0319974	
ъе. 0,000137	эу. 0,000001	л 0.0448735	
ью. 0,000009	эф. 0,000007	м 0.0252533	
ья. 0,000144	эх. 0,000067	н 0.0544324	
ыа. 0,000107	эч. 0,000001	о 0.091227	
ыб. 0,000465	эш. 0,000004	п 0.0238718	
ыв. 0,001422	ээ. 0,000002	р 0.0398066	
ыг. 0,000280	эя. 0,000001	с 0.0428427	
ыд. 0,000293	юа. 0,000077	т 0.0494165	
ые. 0,001521	юб. 0,000235	у 0.0259	
ыж. 0,000119	юв. 0,000313		
ыз. 0,000255	юг. 0,000149		
ын. 0,000437	юд. 0,000372		
ый. 0,002287	юе. 0,000036		