



Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Фізико-технічний інститут

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

З дисципліни «Криптографія»

«Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого
тексту»

Виконали:

студенти 3 курсу ФТІ

групи ФБ-73

Дем'яненко Д.

Проноза А.

Перевірив:

Чорний О.

Мета роботи:

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

Порядок виконання роботи:

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграмах 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:

1)Прочитали методичні вказівки до виконання лабораторної роботи.

2) За допомогою програми CoolPinkProgram оцінили значення $H^{(10)}$, $H^{(20)}$, $H^{(30)}$ і запустили відповідні скріншоти на github (пункт 2).

3)Створили додаток у IntelliJ IDEA для виконання завдання 1: написати програму для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H_1 та H_2 за безпосереднім означенням.

4)Запустили код на github

5) Використовуючи отримані значення ентропії, оцінили надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Ентропія	
Для 1 символу з пробілом	$H_1=4.384479655591922$
Для 1 символу без пробілу	$H_1=4.462782106749086$
Для біграми з пробілом з кроком 2	$H_2=3.9815947603632704$
Для біграми без пробілу з кроком 2	$H_2= 4.145346121275769$
Для біграми з пробілом з кроком 1	$H_2=3.9815564729306763$
Для біграми без пробілу з кроком 1	$H_2= 4.145375747460906$

Надлишковість російської мови	
Для символів з пробілами	R=0.792114042384381
Для символів без пробілів	R=0.7858595525711539
Для біграм з пробілами з кроком 2	R=0.8112164487889033
Для біграм без пробілів з кроком 2	R=0.8010912807472781
Для біграм з пробілами з кроком 1	R= 0.8112182641513213
Для біграм без пробілу з кроком 1	R= 0.8010898591756241

Частоти літер		
	З пробілом	Без пробілу
О	0,159306574	
О	0,093166256	0,110820726
Е	0,071908723	0,085535013
А	0,069836969	0,083070673
Т	0,053201592	0,063282988
Н	0,053071744	0,063128534
И	0,052689810	0,062674227
С	0,045863812	0,054554741
Л	0,041706871	0,049610084
Р	0,038422153	0,045702931
В	0,037241428	0,044298465
М	0,028416212	0,033800921
К	0,028182932	0,033523436
Д	0,027149518	0,032294195
У	0,023826293	0,028341239
П	0,021819463	0,025954126
Я	0,017310588	0,020590845
Ь	0,017146263	0,020395381
Ы	0,015892106	0,018903569
Г	0,015790914	0,018783201
Б	0,014485713	0,017230672
З	0,014226016	0,016921764
Ч	0,012566642	0,014947949
Й	0,008880738	0,010563587
Ж	0,008871783	0,010552935
Ш	0,006717642	0,007990596
Х	0,005439306	0,006470024
Ю	0,005008568	0,005957663
Э	0,003522027	0,004189431
Ц	0,003069796	0,003651505
Ф	0,002652938	0,003155654
Щ	0,002608610	0,003102927

Частота біграм з пробілом і кроком 2

	0	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о
0	0,00000	0,00215	0,00636	0,01705	0,00445	0,00802	0,00393	0,00197	0,00411	0,00826	0,00000	0,00887	0,00237	0,00807	0,01358	0,01078
а	0,01503	0,00002	0,00074	0,00260	0,00075	0,00225	0,00144	0,00110	0,00433	0,00014	0,00077	0,00441	0,00892	0,00319	0,00527	0,00008
б	0,00021	0,00111	0,00021	0,00006	0,00000	0,00001	0,00225	0,00001	0,00000	0,00074	0,00000	0,00013	0,00081	0,00005	0,00025	0,00204
в	0,00526	0,00608	0,00001	0,00005	0,00001	0,00026	0,00519	0,00000	0,00060	0,00334	0,00000	0,00011	0,00070	0,00015	0,00073	0,00614
г	0,00065	0,00096	0,00000	0,00001	0,00000	0,00114	0,00022	0,00014	0,00000	0,00053	0,00000	0,00008	0,00162	0,00001	0,00027	0,00803
д	0,00085	0,00554	0,00005	0,00101	0,00001	0,00003	0,00506	0,00010	0,00005	0,00234	0,00000	0,00021	0,00064	0,00018	0,00182	0,00387
е	0,01771	0,00024	0,00104	0,00114	0,00036	0,00312	0,00118	0,00073	0,00115	0,00012	0,00173	0,00166	0,00597	0,00407	0,00729	0,00024
ж	0,00025	0,00150	0,00004	0,00001	0,00001	0,00086	0,00353	0,00001	0,00000	0,00134	0,00000	0,00007	0,00001	0,00000	0,00082	0,00004
з	0,00141	0,00561	0,00017	0,00078	0,00038	0,00062	0,00036	0,00009	0,00004	0,00033	0,00000	0,00006	0,00020	0,00027	0,00172	0,00056
и	0,01532	0,00032	0,00058	0,00135	0,00036	0,00154	0,00196	0,00039	0,00190	0,00055	0,00091	0,00183	0,00555	0,00284	0,00373	0,00021
й	0,00675	0,00001	0,00000	0,00001	0,00000	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00003	0,00005	0,00042	0,00005
к	0,00449	0,00777	0,00000	0,00009	0,00000	0,00000	0,00043	0,00002	0,00001	0,00213	0,00000	0,00005	0,00069	0,00001	0,00053	0,00765
л	0,00821	0,00537	0,00005	0,00005	0,00011	0,00005	0,00386	0,00046	0,00001	0,00656	0,00000	0,00019	0,00017	0,00007	0,00043	0,00511
м	0,00779	0,00241	0,00003	0,00003	0,00002	0,00001	0,00400	0,00000	0,00000	0,00264	0,00000	0,00009	0,00017	0,00010	0,00173	0,00508
н	0,00447	0,00995	0,00001	0,00001	0,00055	0,00042	0,00892	0,00004	0,00001	0,00664	0,00000	0,00041	0,00001	0,00006	0,00213	0,00844
о	0,02005	0,00003	0,00325	0,00584	0,00445	0,00467	0,00215	0,00192	0,00122	0,00092	0,00370	0,00201	0,00527	0,00528	0,00638	0,00015
п	0,00005	0,00144	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00172	0,00000	0,00000	0,00099	0,00000	0,00005	0,00058	0,00000	0,00011	0,00876
р	0,00189	0,00783	0,00006	0,00036	0,00012	0,00041	0,00580	0,00029	0,00004	0,00508	0,00000	0,00026	0,00011	0,00025	0,00090	0,00692
с	0,00334	0,00145	0,00004	0,00158	0,00002	0,00029	0,00349	0,00004	0,00000	0,00164	0,00000	0,00435	0,00315	0,00070	0,00083	0,00229
т	0,00540	0,00520	0,00002	0,00253	0,00001	0,00012	0,00666	0,00000	0,00001	0,00339	0,00000	0,00052	0,00026	0,00003	0,00110	0,01365
у	0,00655	0,00035	0,00058	0,00073	0,00106	0,00205	0,00023	0,00134	0,00041	0,00012	0,00009	0,00077	0,00147	0,00112	0,00023	0,00003
ф	0,00056	0,00031	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00018	0,00000	0,00000	0,00023	0,00000	0,00000	0,00005	0,00000	0,00001	0,00061
х	0,00270	0,00034	0,00000	0,00017	0,00001	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00012	0,00000	0,00000	0,00008	0,00002	0,00009	0,00170
ц	0,00058	0,00077	0,00000	0,00006	0,00000	0,00000	0,00067	0,00000	0,00000	0,00027	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00022
ч	0,00022	0,00227	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00336	0,00000	0,00000	0,00125	0,00000	0,00016	0,00003	0,00000	0,00064	0,00013
ш	0,00013	0,00116	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00215	0,00000	0,00000	0,00141	0,00000	0,00036	0,00040	0,00001	0,00025	0,00019
щ	0,00002	0,00044	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00130	0,00000	0,00000	0,00071	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00007	0,00000
ъ	0,00554	0,00000	0,00027	0,00069	0,00006	0,00009	0,00095	0,00001	0,00006	0,00002	0,00173	0,00016	0,00163	0,00101	0,00034	0,00001
ы	0,00996	0,00001	0,00056	0,00006	0,00007	0,00009	0,00064	0,00000	0,00012	0,00014	0,00000	0,00111	0,00000	0,00035	0,00098	0,00006
э	0,00010	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00017	0,00000	0,00007	0,00001	0,00000	0,00001	0,00010	0,00007	0,00004	0,00001	0,00000
ю	0,00273	0,00000	0,00036	0,00002	0,00001	0,00031	0,00004	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00006	0,00005	0,00007	0,00001
я	0,01085	0,00001	0,00003	0,00036	0,00008	0,00041	0,00015	0,00012	0,00018	0,00010	0,00002	0,00020	0,00075	0,00033	0,00062	0,00001

	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	б	в	з	и	к
	0,01497	0,00320	0,01567	0,00655	0,00439	0,00097	0,00103	0,00029	0,00555	0,00064	0,00005	0,00000	0,00000	0,00314	0,00009	0,00301
	0,00078	0,00322	0,00400	0,00435	0,00006	0,00086	0,00069	0,00006	0,00069	0,00119	0,00025	0,00000	0,00000	0,00006	0,00103	0,00162
	0,00000	0,00103	0,00013	0,00000	0,00121	0,00000	0,00004	0,00001	0,00000	0,00001	0,00013	0,00354	0,00013	0,00000	0,00001	0,00039
	0,00021	0,00071	0,00227	0,00025	0,00062	0,00000	0,00004	0,00002	0,00007	0,00062	0,00001	0,00335	0,00017	0,00000	0,00000	0,00025
	0,00000	0,00140	0,00001	0,00001	0,00049	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00012	0,00136	0,00029	0,00010	0,00154	0,00000	0,00004	0,00040	0,00002	0,00005	0,00000	0,00047	0,00062	0,00003	0,00002	0,00028
	0,00076	0,00614	0,00513	0,00540	0,00010	0,00002	0,00047	0,00044	0,00109	0,00069	0,00066	0,00000	0,00000	0,00001	0,00016	0,00017
	0,00000	0,00001	0,00003	0,00000	0,00024	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00006	0,00000	0,00004	0,00000
	0,00001	0,00031	0,00004	0,00001	0,00037	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00036	0,00016	0,00000	0,00000	0,00029
	0,00026	0,00062	0,00279	0,00435	0,00006	0,00005	0,00122	0,00069	0,00082	0,00042	0,00023	0,00000	0,00000	0,00001	0,00026	0,00109
	0,00002	0,00000	0,00040	0,00049	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00009	0,00009	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00000	0,00204	0,00022	0,00054	0,00131	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00005	0,00000	0,00132	0,00005	0,00147	0,00000	0,00000	0,00000	0,00012	0,00001	0,00001	0,00072	0,00467	0,00000	0,00097	0,00154
	0,00014	0,00011	0,00017	0,00003	0,00240	0,00001	0,00000	0,00002	0,00004	0,00000	0,00007	0,00091	0,00013	0,00001	0,00000	0,00036
	0,00000	0,00003	0,00036	0,00179	0,00278	0,00002	0,00000	0,00056	0,00013	0,00000	0,00009	0,00300	0,00093	0,00000	0,00016	0,00180
	0,00097	0,00675	0,00657	0,00716	0,00004	0,00009	0,00040	0,00008	0,00156	0,00113	0,00022	0,00000	0,00000	0,00009	0,00026	0,00064
	0,00006	0,00665	0,00001	0,00011	0,00064	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000	0,00000	0,00025	0,00007	0,00001	0,00000	0,00033
	0,00009	0,00045	0,00059	0,00084	0,00249	0,00002	0,00007	0,00007	0,00007	0,00017	0,00003	0,00162	0,00068	0,00010	0,00014	0,00078
	0,00227	0,00020	0,00081	0,01063	0,00091	0,00001	0,00019	0,00004	0,00056	0,00008	0,00000	0,00038	0,00266	0,00001	0,00013	0,00366
	0,00007	0,00248	0,00114	0,00010	0,00134	0,00000	0,00001	0,00018	0,00014	0,00001	0,00003	0,00132	0,00612	0,00000	0,00016	0,00042
	0,00070	0,00039	0,00130	0,00132	0,00000	0,00001	0,00028	0,00001	0,00096	0,00058	0,00021	0,00000	0,00000	0,00004	0,00089	0,00005
	0,00000	0,00059	0,00001	0,00000	0,00011	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00000	0,00011	0,00003	0,00003	0,00007	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00026	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00013	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00000	0,00002	0,00000	0,00355	0,00048	0,00000	0,00000	0,00000	0,00008	0,00010	0,00000	0,00000	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00001	0,00000	0,00000	0,00003	0,00031	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00031	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00008	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00015	0,00029	0,00071	0,00071	0,00000	0,00000	0,00070	0,00000	0,00014	0,00045	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00003	0,00001	0,00104	0,00018	0,00001	0,00053	0,00000	0,00006	0,00005	0,00037	0,00002	0,00000	0,00000	0,00001	0,00045	0,00043
	0,00005	0,00003	0,00003	0,00276	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	0,00002	0,00013	0,00023	0,00042	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001	0,00009	0,00001	0,00036	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00000
	0,00005	0,00004	0,00048	0,00146	0,00000	0,00000	0,00015	0,00010	0,00027	0,00001	0,00020	0,00000	0,00000	0,00000	0,00017	0,00008

Частота біграм без пробілу і кроком 2

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0,00024	0,00155	0,00478	0,00146	0,00374	0,00226	0,00155	0,00563	0,00113	0,00089	0,00644	0,01063	0,00467	0,00779	0,00131	0,00250
б	0,00132	0,00027	0,00008	0,00000	0,00002	0,00272	0,00001	0,00001	0,00087	0,00000	0,00018	0,00098	0,00006	0,00033	0,00241	0,00001
в	0,00737	0,00019	0,00037	0,00029	0,00062	0,00633	0,00004	0,00084	0,00432	0,00000	0,00068	0,00096	0,00045	0,00127	0,00773	0,00093
г	0,00115	0,00006	0,00008	0,00002	0,00137	0,00032	0,00019	0,00003	0,00066	0,00000	0,00016	0,00196	0,00008	0,00039	0,00953	0,00007
д	0,00665	0,00009	0,00129	0,00004	0,00008	0,00601	0,00012	0,00009	0,00285	0,00000	0,00028	0,00078	0,00025	0,00228	0,00458	0,00022
е	0,00045	0,00217	0,00356	0,00451	0,00466	0,00176	0,00112	0,00209	0,00111	0,00209	0,00292	0,00742	0,00611	0,01025	0,00153	0,00290
ж	0,00174	0,00005	0,00004	0,00002	0,00114	0,00425	0,00001	0,00002	0,00164	0,00000	0,00009	0,00001	0,00001	0,00095	0,00006	0,00002
з	0,00664	0,00022	0,00116	0,00049	0,00082	0,00047	0,00014	0,00008	0,00042	0,00000	0,00022	0,00030	0,00040	0,00221	0,00080	0,00017
и	0,00062	0,00162	0,00420	0,00086	0,00269	0,00277	0,00063	0,00269	0,00152	0,00116	0,00323	0,00690	0,00414	0,00591	0,00156	0,00215
й	0,00017	0,00029	0,00075	0,00029	0,00086	0,00010	0,00017	0,00017	0,00051	0,00000	0,00062	0,00016	0,00048	0,00104	0,00057	0,00075
к	0,00933	0,00025	0,00075	0,00018	0,00024	0,00060	0,00015	0,00010	0,00283	0,00000	0,00040	0,00090	0,00025	0,00107	0,00957	0,00036
л	0,00661	0,00049	0,00104	0,00054	0,00058	0,00519	0,00059	0,00024	0,00831	0,00000	0,00087	0,00031	0,00085	0,00117	0,00678	0,00065
м	0,00305	0,00034	0,00091	0,00032	0,00055	0,00500	0,00013	0,00023	0,00385	0,00000	0,00066	0,00034	0,00050	0,00275	0,00672	0,00103
н	0,01096	0,00032	0,00058	0,00073	0,00088	0,01089	0,00008	0,00018	0,00811	0,00000	0,00068	0,00006	0,00027	0,00311	0,01030	0,00068
о	0,00024	0,00489	0,00995	0,00607	0,00661	0,00316	0,00266	0,00200	0,00211	0,00420	0,00350	0,00666	0,00741	0,00953	0,00205	0,00346
п	0,00166	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00207	0,00000	0,00000	0,00118	0,00000	0,00006	0,00071	0,00000	0,00014	0,01051	0,00010
р	0,00924	0,00016	0,00066	0,00018	0,00062	0,00697	0,00032	0,00010	0,00606	0,00000	0,00045	0,00013	0,00035	0,00129	0,00837	0,00040
с	0,00187	0,00018	0,00220	0,00017	0,00050	0,00425	0,00016	0,00009	0,00211	0,00000	0,00521	0,00385	0,00100	0,00149	0,00284	0,00310
т	0,00631	0,00034	0,00385	0,00019	0,00046	0,00809	0,00008	0,00013	0,00508	0,00000	0,00097	0,00041	0,00034	0,00183	0,01679	0,00067
у	0,00058	0,00092	0,00164	0,00140	0,00275	0,00044	0,00166	0,00062	0,00069	0,00010	0,00146	0,00180	0,00182	0,00108	0,00048	0,00147
ф	0,00034	0,00001	0,00008	0,00001	0,00003	0,00021	0,00000	0,00001	0,00031	0,00000	0,00002	0,00005	0,00008	0,00007	0,00077	0,00006
х	0,00045	0,00012	0,00044	0,00010	0,00019	0,00007	0,00003	0,00007	0,00034	0,00000	0,00019	0,00021	0,00017	0,00030	0,00222	0,00040
ц	0,00098	0,00003	0,00014	0,00001	0,00004	0,00085	0,00001	0,00001	0,00037	0,00000	0,00004	0,00001	0,00002	0,00007	0,00032	0,00010
ч	0,00274	0,00000	0,00002	0,00000	0,00001	0,00395	0,00000	0,00001	0,00149	0,00000	0,00021	0,00006	0,00000	0,00083	0,00015	0,00002
ш	0,00134	0,00002	0,00003	0,00001	0,00001	0,00255	0,00000	0,00000	0,00163	0,00000	0,00038	0,00050	0,00001	0,00029	0,00024	0,00003
щ	0,00057	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00154	0,00000	0,00000	0,00079	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00007	0,00001	0,00000
ы	0,00008	0,00056	0,00151	0,00023	0,00042	0,00129	0,00010	0,00032	0,00043	0,00205	0,00043	0,00207	0,00158	0,00107	0,00046	0,00090
ь	0,00015	0,00096	0,00152	0,00029	0,00067	0,00120	0,00010	0,00047	0,00086	0,00000	0,00194	0,00020	0,00107	0,00205	0,00078	0,00102
э	0,00000	0,00000	0,00002	0,00002	0,00021	0,00000	0,00007	0,00001	0,00001	0,00001	0,00013	0,00009	0,00005	0,00002	0,00001	0,00008
ю	0,00005	0,00052	0,00044	0,00010	0,00054	0,00011	0,00008	0,00009	0,00023	0,00001	0,00024	0,00012	0,00020	0,00032	0,00021	0,00026
я	0,00015	0,00056	0,00205	0,00040	0,00113	0,00049	0,00029	0,00061	0,00077	0,00003	0,00098	0,00107	0,00090	0,00224	0,00078	0,00127

P	C	T	Y	φ	X	U	Y	W	W	H	B	3	0	R
0,00426	0,00645	0,00596	0,00052	0,00119	0,00093	0,00010	0,00127	0,00151	0,00027	0,00000	0,00000	0,00055	0,00122	0,00230
0,00128	0,00016	0,00001	0,00148	0,00000	0,00006	0,00001	0,00000	0,00001	0,00017	0,00414	0,00015	0,00011	0,00001	0,00043
0,00102	0,00347	0,00083	0,00083	0,00003	0,00005	0,00003	0,00025	0,00081	0,00001	0,00392	0,00018	0,00030	0,00000	0,00034
0,00174	0,00009	0,00003	0,00059	0,00000	0,00000	0,00000	0,00004	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00001
0,00161	0,00047	0,00016	0,00182	0,00001	0,00005	0,00046	0,00008	0,00007	0,00000	0,00058	0,00076	0,00006	0,00002	0,00038
0,00777	0,00859	0,00706	0,00082	0,00010	0,00072	0,00054	0,00198	0,00088	0,00079	0,00000	0,00000	0,00041	0,00020	0,00054
0,00001	0,00006	0,00001	0,00030	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00007	0,00001	0,00001
0,00041	0,00018	0,00012	0,00049	0,00002	0,00001	0,00001	0,00005	0,00002	0,00000	0,00043	0,00018	0,00005	0,00000	0,00039
0,00108	0,00511	0,00592	0,00059	0,00018	0,00160	0,00082	0,00147	0,00062	0,00026	0,00000	0,00000	0,00036	0,00031	0,00177
0,00033	0,00123	0,00084	0,00021	0,00007	0,00006	0,00010	0,00043	0,00017	0,00001	0,00000	0,00000	0,00010	0,00001	0,00011
0,00253	0,00078	0,00087	0,00169	0,00004	0,00005	0,00002	0,00019	0,00004	0,00000	0,00000	0,00000	0,00011	0,00001	0,00011
0,00016	0,00236	0,00034	0,00196	0,00015	0,00004	0,00001	0,00056	0,00009	0,00001	0,00085	0,00568	0,00013	0,00113	0,00186
0,00028	0,00124	0,00033	0,00309	0,00005	0,00006	0,00003	0,00043	0,00004	0,00007	0,00109	0,00018	0,00015	0,00001	0,00062
0,00015	0,00098	0,00236	0,00360	0,00004	0,00005	0,00068	0,00028	0,00002	0,00011	0,00346	0,00107	0,00005	0,00020	0,00215
0,00842	0,01023	0,00942	0,00072	0,00027	0,00060	0,00013	0,00275	0,00147	0,00027	0,00000	0,00000	0,00057	0,00033	0,00141
0,00801	0,00002	0,00011	0,00078	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00028	0,00007	0,00001	0,00000	0,00035
0,00057	0,00093	0,00106	0,00302	0,00002	0,00011	0,00009	0,00011	0,00020	0,00004	0,00192	0,00083	0,00014	0,00019	0,00102
0,00029	0,00120	0,01287	0,00127	0,00003	0,00024	0,00004	0,00078	0,00010	0,00001	0,00042	0,00318	0,00010	0,00015	0,00463
0,00311	0,00200	0,00042	0,00181	0,00006	0,00003	0,00019	0,00047	0,00004	0,00004	0,00161	0,00727	0,00013	0,00019	0,00062
0,00059	0,00218	0,00187	0,00016	0,00004	0,00037	0,00002	0,00161	0,00073	0,00026	0,00000	0,00000	0,00015	0,00109	0,00019
0,00073	0,00011	0,00002	0,00015	0,00001	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00002
0,00022	0,00040	0,00014	0,00017	0,00003	0,00002	0,00002	0,00008	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00001	0,00005
0,00001	0,00007	0,00003	0,00035	0,00000	0,00000	0,00003	0,00002	0,00000	0,00000	0,00016	0,00000	0,00002	0,00000	0,00001
0,00003	0,00002	0,00426	0,00061	0,00009	0,00000	0,00000	0,00012	0,00010	0,00000	0,00000	0,00030	0,00000	0,00000	0,00000
0,00001	0,00003	0,00004	0,00035	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00039	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00000	0,00000	0,00009	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00004	0,00000	0,00000	0,00000
0,00047	0,00150	0,00108	0,00024	0,00003	0,00100	0,00001	0,00030	0,00056	0,00001	0,00000	0,00000	0,00011	0,00000	0,00012
0,00020	0,00254	0,00064	0,00031	0,00067	0,00007	0,00008	0,00063	0,00051	0,00002	0,00000	0,00000	0,00027	0,00051	0,00073
0,00004	0,00005	0,00327	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00001	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00022	0,00057	0,00062	0,00007	0,00002	0,00002	0,00002	0,00028	0,00003	0,00047	0,00000	0,00000	0,00006	0,00003	0,00009
0,00031	0,00178	0,00235	0,00043	0,00004	0,00029	0,00012	0,00064	0,00004	0,00026	0,00000	0,00000	0,00000	0,00020	0,00025

	0	a	b	B	r	A	e	ж	з	и	н	к	л	м	и	о
0	0,00000	0,00221	0,00640	0,01699	0,00432	0,00807	0,00391	0,00198	0,00408	0,00830	0,00000	0,00887	0,00236	0,00807	0,01350	0,01068
a	0,01506	0,00002	0,00074	0,00260	0,00076	0,00224	0,00145	0,00113	0,00435	0,00013	0,00077	0,00440	0,00882	0,00319	0,00519	0,00008
b	0,00020	0,00112	0,00021	0,00007	0,00000	0,00001	0,00226	0,00001	0,00000	0,00071	0,00000	0,00013	0,00082	0,00005	0,00025	0,00204
B	0,00528	0,00614	0,00001	0,00004	0,00001	0,00025	0,00513	0,00000	0,00062	0,00338	0,00000	0,00011	0,00069	0,00015	0,00073	0,00616
r	0,00064	0,00098	0,00000	0,00001	0,00000	0,00113	0,00025	0,00015	0,00000	0,00053	0,00000	0,00009	0,00166	0,00001	0,00027	0,00806
A	0,00088	0,00557	0,00004	0,00101	0,00001	0,00004	0,00500	0,00010	0,00004	0,00236	0,00000	0,00021	0,00065	0,00019	0,00181	0,00388
e	0,01768	0,00022	0,00107	0,00117	0,00336	0,00306	0,00115	0,00073	0,00115	0,00012	0,00172	0,00164	0,00593	0,00411	0,00723	0,00023
ж	0,00024	0,00145	0,00003	0,00000	0,00001	0,00088	0,00357	0,00001	0,00000	0,00136	0,00000	0,00006	0,00001	0,00000	0,00080	0,00004
з	0,00137	0,00559	0,00017	0,00082	0,00038	0,00060	0,00038	0,00009	0,00005	0,00033	0,00000	0,00006	0,00020	0,00026	0,00174	0,00057
и	0,01530	0,00032	0,00061	0,00182	0,00037	0,00153	0,00192	0,00039	0,00187	0,00056	0,00094	0,00184	0,00557	0,00288	0,00372	0,00021
й	0,00684	0,00001	0,00000	0,00001	0,00000	0,00024	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00005	0,00003	0,00005	0,00043	0,00005
к	0,00446	0,00782	0,00000	0,00009	0,00000	0,00000	0,00044	0,00002	0,00000	0,00211	0,00000	0,00006	0,00070	0,00001	0,00051	0,00780
л	0,00822	0,00527	0,00005	0,00005	0,00011	0,00004	0,00397	0,00047	0,00001	0,00659	0,00000	0,00018	0,00017	0,00006	0,00040	0,00507
м	0,00774	0,00237	0,00002	0,00003	0,00002	0,00001	0,00400	0,00000	0,00001	0,00268	0,00000	0,00011	0,00016	0,00010	0,00173	0,00504
н	0,00444	0,00913	0,00001	0,00002	0,00053	0,00046	0,00897	0,00004	0,00001	0,00661	0,00000	0,00042	0,00001	0,00006	0,00220	0,00846
о	0,02018	0,00002	0,00324	0,00592	0,00447	0,00464	0,00212	0,00190	0,00120	0,00090	0,00360	0,00203	0,00526	0,00525	0,00636	0,00016
п	0,00005	0,00139	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00171	0,00000	0,00000	0,00099	0,00000	0,00004	0,00059	0,00000	0,00011	0,00879
р	0,00194	0,00782	0,00007	0,00034	0,00011	0,00042	0,00583	0,00027	0,00003	0,00506	0,00000	0,00025	0,00010	0,00025	0,00088	0,00690
с	0,00337	0,00152	0,00003	0,00155	0,00002	0,00029	0,00347	0,00004	0,00000	0,00164	0,00000	0,00425	0,00315	0,00074	0,00082	0,00225
т	0,00548	0,00516	0,00002	0,00259	0,00001	0,00013	0,00669	0,00000	0,00001	0,00400	0,00000	0,00051	0,00025			

П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ь	Э	Ю	Я
0,01498	0,00329	0,01565	0,00655	0,00443	0,00098	0,00102	0,00027	0,00548	0,00065	0,00005	0,00000	0,00000	0,00311	0,00009	0,00303
0,00075	0,00327	0,00401	0,00436	0,00006	0,00090	0,00069	0,00006	0,00070	0,00117	0,00025	0,00000	0,00000	0,00006	0,00101	0,00159
0,00000	0,00106	0,00013	0,00000	0,00122	0,00000	0,00005	0,00001	0,00000	0,00001	0,00015	0,00347	0,00014	0,00000	0,00001	0,00037
0,00022	0,00070	0,00227	0,00026	0,00062	0,00000	0,00004	0,00001	0,00006	0,00064	0,00001	0,00333	0,00016	0,00000	0,00000	0,00024
0,00000	0,00145	0,00001	0,00001	0,00050	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00012	0,00133	0,00030	0,00010	0,00152	0,00000	0,00004	0,00039	0,00003	0,00006	0,00000	0,00047	0,00065	0,00004	0,00002	0,00029
0,00076	0,00617	0,00523	0,00537	0,00011	0,00002	0,00048	0,00042	0,00109	0,00069	0,00068	0,00000	0,00000	0,00001	0,00016	0,00017
0,00000	0,00001	0,00003	0,00000	0,00024	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00000	0,00004	0,00000
0,00001	0,00030	0,00004	0,00002	0,00037	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00037	0,00016	0,00000	0,00000	0,00030
0,00025	0,00062	0,00281	0,00425	0,00006	0,00005	0,00126	0,00069	0,00083	0,00043	0,00021	0,00000	0,00000	0,00001	0,00026	0,00109
0,00001	0,00000	0,00038	0,00049	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00011	0,00010	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00205	0,00022	0,00051	0,00132	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000
0,00005	0,00000	0,00136	0,00005	0,00147	0,00000	0,00000	0,00000	0,00012	0,00001	0,00000	0,00069	0,00480	0,00000	0,00095	0,00152
0,00014	0,00012	0,00017	0,00003	0,00237	0,00001	0,00000	0,00001	0,00004	0,00000	0,00006	0,00092	0,00014	0,00001	0,00000	0,00038
0,00001	0,00003	0,00038	0,00185	0,00280	0,00002	0,00000	0,00057	0,00014	0,00000	0,00009	0,00296	0,00091	0,00000	0,00016	0,00178
0,00096	0,00667	0,00657	0,00715	0,00005	0,00009	0,00039	0,00008	0,00156	0,00114	0,00023	0,00000	0,00000	0,00009	0,00028	0,00063
0,00007	0,00666	0,00001	0,00010	0,00063	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00024	0,00006	0,00001	0,00000	0,00033
0,00009	0,00045	0,00056	0,00084	0,00249	0,00001	0,00008	0,00007	0,00006	0,00017	0,00003	0,00160	0,00069	0,00010	0,00015	0,00077
0,00229	0,00019	0,00078	0,01062	0,00091	0,00001	0,00019	0,00004	0,00056	0,00007	0,00000	0,00036	0,00267	0,00000	0,00013	0,00387
0,00008	0,00246	0,00115	0,00011	0,00135	0,00000	0,00001	0,00016	0,00014	0,00001	0,00003	0,00133	0,00613	0,00000	0,00015	0,00042
0,00071	0,00040	0,00131	0,00129	0,00000	0,00001	0,00028	0,00001	0,00095	0,00059	0,00022	0,00000	0,00000	0,00004	0,00092	0,00004
0,00000	0,00059	0,00001	0,00000	0,00010	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00011	0,00004	0,00003	0,00007	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00025	0,00000	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00014	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00002	0,00000	0,00359	0,00049	0,00000	0,00000	0,00000	0,00009	0,00010	0,00000	0,00000	0,00024	0,00000	0,00000	0,00000
0,00002	0,00000	0,00000	0,00003	0,00029	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00032	0,00000	0,00000	0,00000
0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00008	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000
0,00014	0,00027	0,00071	0,00072	0,00000	0,00000	0,00075	0,00000	0,00014	0,00045	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00003	0,00001	0,00102	0,00017	0,00000	0,00052	0,00000	0,00005	0,00005	0,00037	0,00002	0,00000	0,00000	0,00001	0,00044	0,00041
0,00005	0,00003	0,00003	0,00281	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,00002	0,00013	0,00024	0,00040	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001	0,00009	0,00001	0,00036	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00000
0,00005	0,00005	0,00047	0,00148	0,00000	0,00000	0,00015	0,00009	0,00026	0,00001	0,00021	0,00000	0,00000	0,00000	0,00017	0,00008

Частота біграм без пробілу з кроком 1

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а 0,00024	0,00155	0,00489	0,00147	0,00375	0,00220	0,00149	0,00560	0,00112	0,00091	0,00640	0,01076	0,00472	0,00777	0,00131	0,00249
б 0,00133	0,00025	0,00009	0,00000	0,00002	0,00269	0,00001	0,00001	0,00087	0,00000	0,00016	0,00098	0,00006	0,00030	0,00245	0,00001
в 0,00738	0,00018	0,00039	0,00027	0,00062	0,00626	0,00004	0,00085	0,00423	0,00000	0,00065	0,00093	0,00045	0,00125	0,00771	0,00095
г 0,00117	0,00005	0,00009	0,00002	0,00139	0,00032	0,00018	0,00003	0,00067	0,00000	0,00015	0,00198	0,00008	0,00038	0,00964	0,00007
д 0,00664	0,00009	0,00130	0,00004	0,00008	0,00598	0,00013	0,00009	0,00290	0,00000	0,00030	0,00078	0,00026	0,00229	0,00467	0,00023
е 0,00044	0,00219	0,00358	0,00450	0,00465	0,00181	0,00116	0,00209	0,00115	0,00205	0,00288	0,00740	0,00620	0,01023	0,00160	0,00294
ж 0,00174	0,00005	0,00003	0,00002	0,00106	0,00425	0,00001	0,00002	0,00164	0,00000	0,00008	0,00001	0,00001	0,00099	0,00007	0,00003
з 0,00667	0,00024	0,00114	0,00052	0,00082	0,00048	0,00013	0,00008	0,00044	0,00000	0,00021	0,00030	0,00039	0,00221	0,00078	0,00017
и 0,00062	0,00161	0,00430	0,00086	0,00268	0,00275	0,00062	0,00266	0,00156	0,00112	0,00317	0,00689	0,00419	0,00594	0,00159	0,00218
й 0,00016	0,00030	0,00075	0,00030	0,00084	0,00011	0,00016	0,00018	0,00050	0,00000	0,00061	0,00017	0,00049	0,00103	0,00054	0,00076
к 0,00937	0,00027	0,00075	0,00017	0,00025	0,00063	0,00014	0,00011	0,00278	0,00000	0,00040	0,00091	0,00025	0,00110	0,00960	0,00038
л 0,00665	0,00048	0,00103	0,00055	0,00059	0,00522	0,00061	0,00022	0,00827	0,00000	0,00084	0,00030	0,00086	0,00119	0,00682	0,00069
м 0,00296	0,00034	0,00091	0,00031	0,00053	0,00491	0,00013	0,00023	0,00381	0,00000	0,00064	0,00034	0,00049	0,00278	0,00672	0,00105
н 0,01095	0,00030	0,00058	0,00073	0,00087	0,01077	0,00008	0,00017	0,00819	0,00000	0,00070	0,00006	0,00030	0,00310	0,01039	0,00068
о 0,00026	0,00495	0,00984	0,00586	0,00662	0,00312	0,00267	0,00207	0,00211	0,00429	0,00352	0,00661	0,00735	0,00951	0,00201	0,00343
п 0,00166	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00204	0,00000	0,00000	0,00119	0,00000	0,00006	0,00070	0,00000	0,00013	0,01046	0,00009
р 0,00934	0,00017	0,00067	0,00017	0,00061	0,00697	0,00033	0,00010	0,00616	0,00000	0,00044	0,00014	0,00036	0,00126	0,00836	0,00041
с 0,00186	0,00018	0,00227	0,00017	0,00050	0,00422	0,00015	0,00010	0,00210	0,00000	0,00528	0,00381	0,00103	0,00145	0,00291	0,00311
т 0,00624	0,00034	0,00384	0,00019	0,00045	0,00813	0,00009	0,00013	0,00508	0,00000	0,00096	0,00040	0,00035	0,00186	0,01666	0,00063
у 0,00058	0,00091	0,00165	0,00142	0,00275	0,00042	0,00170	0,00063	0,00069	0,00010	0,00144	0,00180	0,00183	0,00109	0,00049	0,00147
ф 0,00036	0,00002	0,00008	0,00001	0,00004	0,00022	0,00000	0,00001	0,00030	0,00000	0,00002	0,00005	0,00008	0,00007	0,00079	0,00006
х 0,00044	0,00012	0,00045	0,00009	0,00019	0,00006	0,00003	0,00007	0,00032	0,00000	0,00018	0,00021	0,00016	0,00030	0,00223	0,00040
ц 0,00095	0,00003	0,00016	0,00001	0,00003	0,00084	0,00000	0,00001	0,00038	0,00000	0,00005	0,00001	0,00003	0,00007	0,00032	0,00009
ч 0,00273	0,00000	0,00002	0,00000	0,00001	0,00395	0,00000	0,00000	0,00148	0,00000	0,00021	0,00006	0,00000	0,00079	0,00016	0,00002
ш 0,00135	0,00001	0,00002	0,00001	0,00002	0,00259	0,00000	0,00000	0,00165	0,00000	0,00041	0,00050	0,00001	0,00030	0,00025	0,00003
щ 0,00054	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00150	0,00000	0,00000	0,00082	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00008	0,00001	0,00000
ы 0,00008	0,00057	0,00149	0,00022	0,00044	0,00131	0,00010	0,00030	0,00042	0,00205	0,00044	0,00204	0,00159	0,00106	0,00046	0,00090
ь 0,00015	0,00097	0,00151	0,00031	0,00066	0,00119	0,00010	0,00044	0,00083	0,00000	0,00196	0,00022	0,00107	0,00206	0,00081	0,00103
э 0,00000	0,00000	0,00001	0,00002	0,00021	0,00000	0,00008	0,00001	0,00001	0,00001	0,00012	0,00008	0,00005	0,00002	0,00001	0,00008
ю 0,00005	0,00051	0,00042	0,00011	0,00052	0,00012	0,00007	0,00008	0,00021	0,00001	0,00025	0,00012	0,00021	0,00032	0,00020	0,00027
я 0,00016	0,00054	0,00202	0,00041	0,00111	0,00048	0,00030	0,00061	0,00080	0,00003	0,00098	0,00105	0,00090	0,00221	0,00079	0,00128

Умовна ентропія джерела для 10 символів:

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
выполнить_обещание_фактически_выглядит_так_что_обе_стороны_имели_в_виду_како

Использованные буквы:
н, в, п, р, м, ч, э, х, е, а, л, ф, й, у, ц, г, ю, б, ь, т, и, с, я, ы.

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: **о**

Символ по счету: **25**

Номер эксперимента: **50**

Неравенство для энтропии:
 $2,82934823920036 < H < 3,48029487968022$

Двоичная таблица угаданных символов:
00100000000000000000000000000000
00000000000000000100000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:
о

Продолжить Другой

Вероятности:
 $q[1] = 0,36$
 $q[2] = 0,1$
 $q[3] = 0,06$
 $q[4] = 0,02$
 $q[5] = 0,06$
 $q[6] = 0,02$
 $q[7] = 0,02$
 $q[8] = 0,02$
 $q[9] = 0$
 $q[10] = 0$
 $q[11] = 0$
 $q[12] = 0,02$
 $q[13] = 0,02$
 $q[14] = 0,02$
 $q[15] = 0,04$
 $q[16] = 0,02$
 $q[17] = 0,02$
 $q[18] = 0,02$
 $q[19] = 0$
 $q[20] = 0$
 $q[21] = 0$
 $q[22] = 0,02$
 $q[23] = 0,02$
 $q[24] = 0$
 $q[25] = 0,08$
 $q[26] = 0,04$
 $q[27] = 0,02$
 $q[28] = 0$
 $q[29] = 0$
 $q[30] = 0$
 $q[31] = 0$
 $q[32] = 0$

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

Надлишковість російської мови 10 символів

$$0,3039412 \leq R \leq 0,4341304$$

Умовна ентропія джерела для 20 символів:

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
момент_вы_увидите_как_этот_же_человек_сам_возвращается_к_отвергнутым_им_при

Использованные буквы:
н, в, п, р, м, ч, э, х, е, а, л, ф, й, у, ц, г, ю, б, ь, т, и, с, я, ы.

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

Введенный символ: **а**

Символ по счету: **1**

Номер эксперимента: **50**

Неравенство для энтропии:
 $1,98456415689467 < H < 2,71380065575603$

Двоичная таблица угаданных символов:
01000000000000000000000000000000
00000000000000000000000100000000
10000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:
а

Продолжить Другой

Вероятности:
 $q[1] = 0,5$
 $q[2] = 0,14$
 $q[3] = 0,04$
 $q[4] = 0$
 $q[5] = 0,06$
 $q[6] = 0,04$
 $q[7] = 0$
 $q[8] = 0$
 $q[9] = 0$
 $q[10] = 0,02$
 $q[11] = 0,02$
 $q[12] = 0$
 $q[13] = 0,04$
 $q[14] = 0,02$
 $q[15] = 0$
 $q[16] = 0$
 $q[17] = 0$
 $q[18] = 0$
 $q[19] = 0$
 $q[20] = 0,02$
 $q[21] = 0,02$
 $q[22] = 0$
 $q[23] = 0$
 $q[24] = 0,02$
 $q[25] = 0$
 $q[26] = 0$
 $q[27] = 0,02$
 $q[28] = 0,02$
 $q[29] = 0,02$
 $q[30] = 0$
 $q[31] = 0$
 $q[32] = 0$

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

Надлишковість російської мови 20 символів

$$0,45724 \leq R \leq 0,6030872$$

Умовна ентропія джерела для 30 символів:

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
век_постоянно_каждую_секунду_находится_под_действием_нескольких_различных_з

Использованные буквы:
и, м, с, р,

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: 5

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:
 $1,61067194755006 < H < 2,34093396247092$

Двоичная таблица угаданных символов:
00000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Вероятности:
q[1] = 0,58
q[2] = 0,12
q[3] = 0,02
q[4] = 0,04
q[5] = 0,04
q[6] = 0
q[7] = 0,02
q[8] = 0
q[9] = 0
q[10] = 0
q[11] = 0,02
q[12] = 0
q[13] = 0,02
q[14] = 0,02
q[15] = 0,02
q[16] = 0,02
q[17] = 0,06
q[18] = 0
q[19] = 0,02
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:
н

Продолжить Другой

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

Надлишковість російської мови 30 символів

$$0,5318134 \leq R \leq 0,6778658$$

Код

```
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import java.text.DecimalFormat;
import java.util.*;

private static Map<String, Integer>
alphabetForBigrammWithoutSpaceSingleStep = new TreeMap<>();

private static StringBuffer getFileContent(){
    StringBuffer fileData = new StringBuffer();
    try(FileReader reader = new FileReader("graf-monte-kristo.txt")){
        int c;
        while((c=reader.read())!=-1){
            if(((c >= 1072) && (c<=1097))||((c >= 1099)&&(c <= 1103))||((c
            == 32)||((c >= 1040) && (c<=1065))||((c >= 1067)&&(c <= 1071))) {
                if (((c >= 1040) && (c<=1065))||((c >= 1067)&&(c <= 1071)))
                    c += 32;
                if (c == ' '){
                    c = '0';
                    if (fileData.charAt(fileData.length() - 1) == '0')
                        continue;
                }
                fileData.append((char) c);
            }
        }
    }
}
```

```

    }
} catch(IOException ex){
    System.out.println(ex.getMessage());
}

return fileData;
}

private static void initAlphabet(StringBuffer fileData, Map<Character,
Integer> alphabet){
    for (int i=0; i<fileData.length(); i++){
        char symbol = fileData.charAt(i);

        int temp = alphabet.getDefault(symbol, 0);

        temp++;

        alphabet.put(symbol, temp);
    }
}

private static void initAlphabetForBigram(StringBuffer fileData,
Map<String, Integer> alphabet, int step){
    for (int i=0; i<fileData.length()-3; i+=step){
        String bigram = fileData.substring(i, i+2);

        int temp = alphabet.getDefault(bigram, 0);

        temp++;

        alphabet.put(bigram, temp);
    }
}

private static void deleteSpaceFromBuffer(StringBuffer fileData,
StringBuffer fileDataWithouSpace){
    for (int i=0; i<fileData.length(); i++){
        if (fileData.charAt(i) != '0')
            fileDataWithouSpace.append(fileData.charAt(i));
    }
}

private static void printMap(String desc, Map map){
    System.out.println();
    System.out.println(desc);
    System.out.println(map);
}

```

```

private static void printAlphabetMap(String desc, Map<Character,
Integer> map, int total){
    System.out.println();
    System.out.println(desc);

    Map<Character, String> mapFrequency = new TreeMap<>();

    for (Map.Entry<Character, Integer> entry : map.entrySet())
        mapFrequency.put(entry.getKey(), new
DecimalFormat("#0.00000").format((double) entry.getValue()/total));

    System.out.println(mapFrequency);

    List list = new ArrayList(mapFrequency.entrySet());

    list.sort((Comparator<Map.Entry<Character, String>>) (a, b) ->
b.getValue().compareTo(a.getValue()));

    System.out.println("letter frquency sorted by value: " + list);
}

private static void initArray(String[][] array, String[] alpha, Map<String,
Integer> alphabet){
    for(int column = 1; column<array.length; column++){
        array[0][column] = alpha[column-1];
    }

    for(int row = 1; row <array.length; row++){
        array[row][0] = alpha[row-1];
    }

    array[0][0] = "  ";

    for (int row =1; row<array.length; row++){
        for (int column =1; column<array.length; column++){
            String key = array[row][0] + array[0][column];

            String result;

            if (alphabet.get(key) != null)
                result = Integer.toString(alphabet.get(key));
            else
                result = Integer.toString(0);

            array[row][column] = result;
        }
    }
}

private static void showArray(String[][] array, int total){
    System.out.println();
    System.out.print("  ");

    for (int i = 0; i < array.length; i++) {

```



```

        for (int j = 0; j < array.length; j++) {

            if (i >= 1 && j >= 1) {

                String formattedDouble = new
                DecimalFormat("#0.00").format(0.1321231);

                System.out.print(new
                DecimalFormat("#0.00000").format(((double) Integer.parseInt(array[i][j]) /
                total) + "    ");

            }

            else

                System.out.print(array[i][j] + "    ");

        }

        System.out.println();

    }

}

private static int countAmountBigram(StringBuffer fileData, int step){

    int result = 0;

    for (int i=0; i<fileData.length()-3; i+=step){

        result++;

    }

    return result;

}

public static void main(String[] args) {

    StringBuffer fileData;

    fileData = getFileContent();

    initAlphabet(fileData, alphabet);

    int total = fileData.length();

    System.out.println("total: " + total);

    printMap("Alphabet:", alphabet);

    printAlphabetMap("Alphabet frequency:", alphabet, total);

    initAlphabetForBigram(fileData, alphabetForBigramm, 2);

    initAlphabetForBigram(fileData, alphabetForBigrammSingleStep, 1);

    printMap("Bigram: ", alphabetForBigramm);

    StringBuffer fileDataWithoutSpace = new StringBuffer();

    deleteSpaceFromBuffer(fileData, fileDataWithoutSpace);

    initAlphabet(fileDataWithoutSpace, alphabetWithoutSpace);

```

```

    int totalWithoutSpace = fileDataWithoutSpace.length();

    System.out.println("total without spaces: " + totalWithoutSpace);

    int totalForBigramDoubleStep = countAmountBigram(fileData, 2);

    System.out.println("total for bigram double step: " +
    totalForBigramDoubleStep);

    int totalForBigramSingleStep = countAmountBigram(fileData, 1);

    System.out.println(" total for bigram single step: " +
    totalForBigramSingleStep);

    int totalForBigramWithoutSpacesDoubleStep =
    countAmountBigram(fileDataWithoutSpace, 2);

    System.out.println("total for bigram without spaces double step: " +
    totalForBigramWithoutSpacesDoubleStep);

    int totalForBigramWithoutSpacesSingleStep =
    countAmountBigram(fileDataWithoutSpace, 1);

    System.out.println("total for bigram without spaces single step: " +
    totalForBigramWithoutSpacesSingleStep);

    printMap("Alphabet without space:", alphabetWithoutSpace);

    printAlphabetMap("Alphabet without space frequency:",
    alphabetWithoutSpace, totalWithoutSpace);

    initAlphabetForBigram(fileDataWithoutSpace,
    alphabetForBigrammWithoutSpace, 2);

    initAlphabetForBigram(fileDataWithoutSpace,
    alphabetForBigrammWithoutSpaceSingleStep, 1);

    printMap("Bigram without space:",
    alphabetForBigrammWithoutSpace);

    String[][] array = new String[33][33];

    String[] alpha
    ={"0","a","б","Б","Г","д","е","ж","з","и","й","к","л","м","н","о","п","р","с",
    ",","т","у","ф","х","ц","ч","ш","щ","ы","ь","э","ю","я"};

    initArray(array, alpha, alphabetForBigramm);

    String[][] arrayWithoutSpaces = new String[32][32];

    String[] alphWithoutSpaces
    ={"a","б","Б","Г","д","е","ж","з","и","й","к","л","л","м","н","н","о","п","п","р","р","с",
    ",","т","у","ф","х","ц","ч","ш","ш","щ","ы","ь","э","ю","я"};

    initArray(arrayWithoutSpaces, alphWithoutSpaces,
    alphabetForBigrammWithoutSpace);

```

```

        System.out.println();

        System.out.println("Array for bigram with spaces for step = 2 : ");
        showArray(array, totalForBigramDoubleStep);
        System.out.println();

        System.out.println("Array for bigram without spaces for step = 2: ");
        showArray(arrayWithoutSpaces,
        totalForBigramWithoutSpacesDoubleStep);
        System.out.println();

        String[][] arraySingleStep = new String[33][33];
        String[][] arrayWithoutSpacesSingleStep = new String[32][32];

        initArray(arraySingleStep, alpha, alphabetForBigrammSingleStep);
        initArray(arrayWithoutSpacesSingleStep, alphWithoutSpaces,
        alphabetForBigrammWithouSpaceSingleStep);

        System.out.println();
        System.out.println("Array for bigram with spaces for step =1 : ");
        showArray(arraySingleStep, totalForBigramSingleStep);
        System.out.println();

        System.out.println("Array for bigram without spaces for step =1: ");
        showArray(arrayWithoutSpacesSingleStep,
        totalForBigramWithoutSpacesSingleStep);
        System.out.println();

        double entropyAlphabet =
        calculateAndShowEntropyAlphabet(alphabet, total, "entropyAlphabet: ");

        double entropyAlphabetWithoutSpace =
        calculateAndShowEntropyAlphabet(alphabetWithoutSpace,
        totalWithoutSpace, "entropyAlphabetWithoutSpace: ");

        double entropyAlphabetForBigram =
        calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(alphabetForBigramm,
        totalForBigramDoubleStep, "entropyAlphabetForBigram: ");

        double entropyAlphabetForBigramWithoutSpace =
        calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(alphabetForBigrammWithouSp
        ace, totalForBigramWithoutSpacesDoubleStep,
        "entropyAlphabetForBigramWithoutSpace: ");

        double entropyAlphabetForBigramSingleStep =
        calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(alphabetForBigrammSingleSte
        p, totalForBigramSingleStep, "entropyAlphabetForBigramSingleStep: ");

        double entropyAlphabetForBigramWithoutSpaceSingleStep =
        calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(alphabetForBigrammWithouSp
        aceSingleStep, totalForBigramWithoutSpacesSingleStep,
        "entropyAlphabetForBigramWithoutSpaceSingleStep: ");

        System.out.println("-----Task_3-----");
        System.out.println();

        double entropyIdeal= Math.log(total)/Math.log(2);
        printDouble("entropyIdeal: ", entropyIdeal);

        double entropyIdealWithoutSpaces =
        Math.log(totalWithoutSpace)/Math.log(2);

        printDouble("entropyIdealWithoutSpaces: ",
        entropyIdealWithoutSpaces);

        double rForAlphabet = 1 - (entropyAlphabet/entropyIdeal);
        printDouble("R for alphabet for text with spaces:", rForAlphabet);

        double rForAlphabetWithoutSpaces = 1 -
        (entropyAlphabetWithoutSpace/entropyIdealWithoutSpaces);

        printDouble("R for alphabet for text without spaces:",
        rForAlphabetWithoutSpaces);

        double rForAlphabetForBigram = 1 -
        (entropyAlphabetForBigram/entropyIdeal);

        printDouble("R for alphabet for bigram for text with spaces:",
        rForAlphabetForBigram);

        double rForAlphabetForBigramWithoutSpaces = 1 -
        (entropyAlphabetForBigramWithoutSpace/entropyIdealWithoutSpaces);

        printDouble("R for alphabet for bigram for text without spaces:",
        rForAlphabetForBigramWithoutSpaces);

        double rForAlphabetForBigramSingleStep = 1 -
        (entropyAlphabetForBigramSingleStep/entropyIdeal);

        printDouble("R for alphabet for bigram single step for text with
        spaces:", rForAlphabetForBigramSingleStep);

        double rForAlphabetForBigramWithoutSpacesSingleStep = 1 -
        (entropyAlphabetForBigramWithoutSpaceSingleStep/entropyIdealWithout
        Spaces);

        printDouble("R for alphabet for bigram single step for text without
        spaces:", rForAlphabetForBigramWithoutSpacesSingleStep);

    }

    private static void printDouble(String desc, double statement){

        System.out.println(desc + statement);

        System.out.println();
    }

```

```

    }

    private static double
    calculateAndShowEntropyAlphabet(Map<Character, Integer> alphabet, int
    total, String desc){

        double entropyAlphabet = 0;

        for (char c : alphabet.keySet()){

            double probability = (double)alphabet.get(c)/total;

            entropyAlphabet +=
            probability*(Math.log(probability)/Math.log(2));

        }

        entropyAlphabet = Math.abs(entropyAlphabet);

        System.out.println(desc + entropyAlphabet);

        System.out.println();

        return entropyAlphabet;

    }

    private static double
    calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(Map<String, Integer> alphabet,
    int total, String desc){

        double entropyAlphabet = 0;

        for (String s : alphabet.keySet()){

            double probability = (double)alphabet.get(s)/total;

            entropyAlphabet +=
            probability*(Math.log(probability)/Math.log(2));

        }

        entropyAlphabet = Math.abs(entropyAlphabet);

        entropyAlphabet /= 2;

        System.out.println(desc + entropyAlphabet);

        System.out.println();

        return entropyAlphabet;

    }

    private static double
    calculateAndShowEntropyAlphabetBigram(Map<String, Integer> alphabet,
    int total, String desc){

```

Проблеми:

Головною проблемою було виведення кількості біграм в тексті у вигляді таблиці, оскільки для цього було використано масив величиною +1 від літер алфавіту для того, щоб створити шапку таблиці. Було проблематично співставити ключ значення біграми з відповідною ячейкою масиву.

Висновок:

Засвоїли поняття ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчили та порівняли різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набули практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.