

**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 на символ джерела відкритого тексту**

**Виконав:  
Студент 3 курсу  
Живодьоров А.С.**

**Київ – 2021**

## 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:

Написати програму для підрахування частоти входження символів та біграм в російськомовний текст більше 1мб розміром. З отриманих даних розрахувати ентропію та надлишковість. Оцінити  $H^{10}$ ,  $H^{20}$ ,  $H^{30}$  за допомогою програми CoolPinkProgram.

## Хід роботи

Для підрахунку було створено зв'язний список, кожний вузол якого відповідав окремій букві або біграмі.

Частота букв без пробілів, та з пробілами

а	0.0655
б	0.0174
в	0.0457
г	0.0152
д	0.0334
е	0.0893
ж	0.0102
з	0.0168
и	0.0727
й	0.011
к	0.0299
л	0.0354
м	0.0371
н	0.066
о	0.1051
п	0.0244
р	0.0414
с	0.0549
т	0.0686
у	0.0314
ф	0.0016
х	0.0114
ц	0.0032
ч	0.017
ш	0.0096
щ	0.005
ъ	0.0037
ы	0.0215
ь	0.0161
э	0.005
ю	0.0089
я	0.0241

	0.1535
а	0.0554
б	0.0147
в	0.0387
г	0.0129
д	0.0283
е	0.0756
ж	0.0086
з	0.0142
и	0.0615
й	0.0093
к	0.0253
л	0.03
м	0.0314
н	0.0559
о	0.089
п	0.0206
р	0.035
с	0.0465
т	0.0581
у	0.0266
ф	0.0013
х	0.0097
ц	0.0027
ч	0.0144
ш	0.0081
щ	0.0042
ъ	0.0031
ы	0.0182
ь	0.0136
э	0.0042
ю	0.0075
я	0.0204

## Частота біграм з кроком 1

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ь	ы	э	ю	я	
а	4.95862e-000177	0.004078	0.006623	0.001929	0.003539	0.001351	0.004132	0.001020	0.000694	0.006061	0.004185	0.004020	0.005880	0.000797	0.001694	0.001714	0.005037	0.004999	0.000826	0.000140	0.001404	0.000904	0.001644	0.001789	0.000421	0	0	0	0.000367	0.003016	0.00207435	
б	0.000243	0	0.75805e-0	0.413218e	0.001520	0	8.26436e-000061	0	7.02471e-0000871	8.29535e-0000586	0.002946	4.13218e	0.001057	0.000454	4.13218e	0.000822	0	0.000144	0	0	4.13218e	0.000367	0.006276	0.003367	1.23965e-0000758	4.13218e	0.000421482	0	0	0.000553	0.000607	0.00378921
в	0.000683	0.000136	0.000495	0.000214	0.000954	0.004049	0.000115	0.000342	0.003805	0	0.000814	0.002144	0.000644	0.003198	0.007760	0.000991	0.001442	0.003714	0.000694	0.001070	0.19827e-0000177	4.95862e	0.000144	0.000380	4.13218e	0	0.003656	9.50401e-0000376	0	0.000487597	0	
г	0.001198	2.47931e-0	5.37183e	8.26436e	0.001772	0.000326	4.13218e	1.65287e-0002347	0	0.000132	0.000938	6.1149e-0000194	0.006190	0.19827e-0001181	7.02471e-0	2.47931e-0	0.000665	0	0	4.13218e	7.02471e-0	4.13218e	0	0	0	0	0	0	8.26436e-0	1.23965e-0	8.26436e-0e	
д	0.001198	0.75805e-0000983	0.000111	0.000144	0.004702	0.000144	1.65287e-0002867	0	0.000181	0.010553	5.78050e-0000378	0.001504	0.003078	0.006954	0.000760	0.000123	0.003592	0	0.000107	0.000123	7.02471e-0	6.61149e-0	0	1.23965e-0000758	0.000318	2.06609e-0000822304	0	0	0	0.000212304	0	
е	0.000466	0.001652	0.002834	0.002528	0.004487	0.002103	0.001045	0.001553	0.001392	0.003557	0.008235	0.006417	0.007400	0.012070	0.002416	0.002694	0.006218	0.000849	0.000751	0.000595	0.000144	0.000681	0.000210	0.002407	0.000644	0.000599	0	0	0.000417	0.0000252	0.000640488	
ж	0.000595	1.23965e-0	4.13218e	0	0.001371	0.003603	4.13218e	0	0.002636	8.26436e-0	4.13218e	0.0010120	7.02471e-0	2.47931e-0	8.26436e-0	4.13218e	0	0.000371	0	0	0.75805e-0	0	0	0	8.26436e-0	0	0	0	0	0	0	0
з	0.003822	0.000111	0.001045	0.000177	0.000863	0.001049	8.67758e-0000103	0.000904	0	0.002002	0.004029	0.006984	0.004210	0.000809	0.000115	0.000351	0.002332	8.26436e-0000528	4.13218e	0	1.23965e-0	3.71896e-0	1.65287e-0	0.165287e-0000752	0.000181	7.85114e-0	0	0	0.00013305	0	0	
и	0.000400	0.001358	0.000400	0.000847	0.003231	0.004314	0.000673	0.004681	0.003128	0.000999	0.002442	0.003322	0.005875	0.004950	0.001743	0.002152	0.002929	0.004553	0.002651	0.000508	0.000194	0.003495	0.000363	0.002805	0.000388	0.000152	0	0	0.000553	0.000607	0.00378921	
й	7.05114e-0000140	0.000140	0.000644	0.000363	0.006698	6.19827e-0000760	0.000140	0.000512	0	0.000553	0.000118	0.000636	0.000652	0.000475	0.000793	0.000206	0.001512	0.000524	0.000325	0.000128	3.30574e-0000107	0.000107	0.000384	0.000177	4.13218e	0	0	0	0.0001247	0	0.000115569	
к	0.005867	0.000128	0.000574	4.95862e	0.000253	0.000462	0.000371	6.19827e-00002859	0	0.000243	0.000793	0.000235	0.000504	0.000953	0.000256	0.001148	0.000363	0.000241	0.000888	2.06609e-0	3.30574e-0000103	0.000103	8.67758e-0	1.65287e-0	0	0	0	0	0.0001440	0	0.000119833	
л	0.003801	7.43792e-0000206	0.000111	8.67758e-000539e	0.000623	7.43792e-000680	0	0	0.000206	0.000253	0.000152	0.000549	0.004214	0.000111	4.95862e-0000475	8.26436e-00001553	2.06609e-0	1.23965e-0	8.26436e-0000206	4.13218e	0	0.000644	0.004937	0.000177	0.001475	0.00257435	0	0	0	0	0	
м	0.002289	0.000293	0.000925	0.000185	0.000541	0.005909	7.43792e-0000190	0.005392	0	0.000640	0.001024	0.000892	0.002776	0.006103	0.001140	0.000202	0.001314	0.000442	0.000127	4.13218e	3.71896e-0	4.95862e-0000561	1.23965e-0	0	0.002181	9.0908e-0000247	0	0	0.000051229	0	0	
н	0.011408	0.000128	0.000731	0.000132	0.000483	0.007880	3.30574e-0000152	0.012090	0	0.001028	4.27981e-0000243	0.000243	0.003783	0.012826	0.000830	0.000235	0.000138	0.001904	0.001909	0.000152	0.000214	0.000334	0.000586	1.23965e-0000144	0	0.005561	0.001074	0.000115	5.78050e-000029915	0	0	
о	0.000103	0.005880	0.010421	0.006148	0.006739	0.003429	0.002487	0.002499	0.002533	0.004425	0.002818	0.005553	0.007313	0.006008	0.001991	0.003752	0.006223	0.008958	0.008078	0.000665	0.000157	0.000404	0.000450	0.002698	0.001227	0.000528	0	0	0.000657	0.000285	0.00171899	
п	0.001181	0	1.23965e-0	0.826436e	0.002161	0	0	0.000623	0	3.30574e-0000929	8.26436e-0000285	0.008338	0.000599	0.008012	8.26436e-0	0.19827e-0000537	0	0	2.47931e-0	4.13218e	0	0	0.000818	4.13218e	0	0	0	0	0	0.000818	4.13218e	0
р	0.007929	4.13218e	0.000417	0.000541	0.000206	0.007115	0.000239	2.47931e-0004152	0	0.000272	9.91723e-0000595	0.000582	0.007801	0.001367	7.02471e-0000148	0.000148	0.000495	0.003706	0	0.000181	9.50401e-0	4.5454e-0000388	8.26436e-0	0	0.001785	0.000285	6.19827e-0	5.78050e-0000669413	0	0	0	
с	0.001165	0.000111	0.002995	7.43792e-0000404	0.003161	4.5454e-0000781	0.001566	0	0.003756	0.003578	0.001057	0.001264	0.003991	0.002144	0.000147	0.001673	0.013599	0.007409	0.000123	0.000433	0.000157	0.000371	0.000190	0	0	0.000355	0.001880	0.000115	8.26436e-00051151	0	0	
т	0.006458	0.000421	0.005719	0.000227	0.001342	0.007582	0.000107	0.000260	0.005437	0	0.01053	0.004067	0.000867	0.000280	0.0017074	0.001363	0.000384	0.004309	0.000541	0.002180	4.95862e-0	5.37183e-0	4.5454e-0000566	1.65287e-0	3.30574e-0	4.13218e	0.001318	0.006896	0.0000417	1.23965e-000104544	0	
у	0.000131	0.001235	0.001378	0.001528	0.001716	0.006085	0.001169	0.005533	0.000355	5.37183e-000640	0.004682	0.001685	0.000561	0.00247	0.001595	0.000760	0.001305	0.001900	0.000111	2.06609e-0001590	1.23965e-0002471	0.002962	0.001223	0	0	0	0	0.000190	0.001640	0.0020235534		
ф	0.001132	0	0	0	4.13218e	0.000181	0	0	0.000628	4.13218e-0	4.13218e	0	4.13218e	0.000450	0	3.71896e-0	8.26436e-0	0	5.37183e-0	4.95862e-0	0	0	0	0	0	0	4.13218e-0	0	4.13218e-0	0	0	0
х	0.000305	0.000111	0.000524	0.000231	0.000524	8.67758e-0000305	0.000136	0.000446	0	0.000334	0.000190	0.000413	0.000232	0.000648	0.000338	0.000867	0.000169	0.000231	0.000111	2.47931e-0	4.5454e-0000115	4.13218e-0	4.13218e-0	4.13218e-0	0	0	0	0.950401e-0	0	4.95862e-05		
ц	0.000314	0	0.000169	4.13218e-0	4.13218e-0	0.001045	4.13218e-0	0.001413	0	0	0	0	8.26436e-0	7.43792e-0	8.26436e-0	0	0	4.5454e-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.78050e-0	0	4.13218e-0	
ч	0.00615	0	0	0	0	4.13218e-0	0.00413	0	0.002070	0	0.000107	0.000190	0	0.001615	1.23965e-0	4.13218e-0	4.13218e-0	0.004363	0.000859	0	0	0	0	0.000198	0	0	0	0	0.000190	0	0	
ш	0.001309	1.23965e-0	9.50401e-0	1.65287e-0	2.47931e-00002929	8.26436e-0	4.13218e	0.000288	0	0.000268	0.000528	2.47931e-0000239	0.00367	4.13218e	3.30574e-0	4.95862e-0	5.78050e-0000351	0	8.26436e-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.91723e-0	1.23965e-0	8.26436e-0e	
щ	0.000822	0	0	0	0	0.0002454	0	0	0.001235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.91723e-0	4.13218e-0e	0
ь	0	0	0	0	0	0.000995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000144626	0	0
ы	2.06609e-000685	0.002433	0.000276	0.000450	0.002586	0.000115	0.000276	0.000595	0.001442	0.000454	0.001190	0.002099	0.000929	0.000561	0.000995	0.000355	0.001483	0.001318	0.000210	2.89253e-0001809	2.06609e-0000429	0.000239	4.13218e-0	0	0	0	0	8.26436e-0	0	0.000243799	0	
э	2.06609e-000285	0.001260	0.00103	0.000462	0.000396	7.43792e-0000347	0.000718	0	0.001173	0.001610	0.000528	0.003156	0.000648	0.000752	0.000165	0.002152	0.000603	0.001483	0.000538	0.000458	0.000892	0	0	0.000202	0.000557	0.000318178	0	0	0.000202	0.000557	0.000318178	
ю	0	4.13218e-0	2.89253e-0	9.0908e-0	0	0	0	1.23965e-0	4.13218e-0	0.000119	0.00107	0.000103	0.000549	4.13218e-0	1.23965e-0000115	0.000128	0.003462	0	5.37183e-0	4.13218e-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.26436e-0e	0	0
я	3.30574e-0000318	0.000223	8.26436e-0	0.001152	5.78050e-0000157	7.43792e-0000326	3.71896e-0000219	2.06609e-0000136	0.001718	0.000177	0.000256	0.000128	0.000768	0.002520	4.13218e-0	2.47931e-0	2.06609e-0	4.13218e-0	0.000466	8.26436e-0000148	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000185	2.06609e-0	4.13218e-05	
я	7.43792e-0000466	0.002615	0.000301	0.001351	0.001090	0.000252	0.000938	0.000900	4.13218e-0000706	0.000512	0.001438	0.000211	0.000958	0.001516	0.000508	0.001859	0.002252	0.000483	4.95862e-0000822	7.85114e-0000574	4.5454e-0000380	0	0	0	0	0	0	0.000219	0.000623	0.000260327		

### Частота біграм з кроком 2 з пробілами

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я				
а	0.021346	0.018633	0.001980	0.003710	0.007785	0.001963	0.015927	0.000358	0.001620	0.007568	0.000141	0.001322	0.004146	0.002580	0.005825	0.024026	0.001676	0.009986	0.004540	0.010188	0.007318	0.000132	0.009666	0.000155	0.000818	0.000115	0.000418	1.749611	0.006097	7.523326	0.000388	0.008625558	0.00021		
б	0.008427	0.003497	0.000098	0.001499	0.000195	0.001072	0.003619	0.000439	0.000829	0.000743	0	0.000820	0.001530	0.004146	0.002529	0.003964	0.001270	0.000743	0.002486	0.005628	0.000810	0.648552	0.000164	0.000393	0.000267	0.000486	1.049777	0.000904	0.003273	0.000037	1.924575	0.0006			
в	0.001075	0.001019	0.274496	0.000304	0.000138	0.006839	0.000305	0.002029	0.000264	0.000468	0.000181	8.23217e-17	0.002075	7.1734e-17	0.000564	0.000565	1.124736	0.000454	0.000548	0.000188	9.62285e-17	0.274496	0	0.000313	0.698446	1.39969e-17	0.000141	0	8.23217e-17	0.001546	0.0006	0.0006			
г	0.003837	0.005566	0.000586	0.000831	0.000408	0.001980	0.000182	0.000578	0.001126	0.001377	0.000491	0.002109	0.001380	0.001037	0.001807	0.001785	0.001043	0.001962	0.002011	0.003612	0.000556	5.42379e-17	0.000260	0.0241e-16	0.000698	0.000774	0.000117	0.000598	1.749611	0.000279	0.0019176	0.00017			
д	0.002401	0.001772	0.50787e-16	0.000463	0.54899e-16	0.000821	0.000989	0.24883e-16	2.4494e-16	0.000349	0.000491	0.001137	4.37402e-16	0.000239	0.000321	0.0011701	0.002051	0.000208	0.000260	0.000145	0.000661	0.000725	0	0.000279	8.74805e-1107	0.000117	0.26244e-16	0.274496	0	0.874805e-16	0.000369	0.00073			
е	0.005137	0.006639	0.000390	0.000943	0.36041e-16	7.9782e-16	0.000515	0.000190	0.0001	0.000983	0.000747	0.000162	0.002156	0.001187	0.001469	0.001013	0.000001	0.000446	0.000735	0.002591	0.001369	0.99844e-16	0.01277	2.4494e-16	0.000167	0.002282	0.000390	0.000010	0	1.92457e-16	0.000426905	0.0002			
ж	0.001151	0.003831	0.000050	0.000132	0.000711	0.000019	0.000191	0.0001	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191	0.000191			
з	0.001172	0.000739	1.749611	0.000303	0.439922	0.000128	0.000558	1.39969e-16	0.001521	0.000103	0.62986e-16	4.72395e-16	0.000505	0.000160	0.000166	0.000741	0.99844e-16	0.524883e-16	0.000023	0.000095	0.000237	1.049777e-16	0	0.524883e-16	0.349922	0.50787e-16	0.000381	0	0	0.000117	0.224794e-16	0.00017			
и	0.001131	0.002054	0.000204	0.000199	0.000979	7.523326	0.000398	0.000169	1.39969e-16	1.049777e-16	0.001779	7.1734e-16	0.000304	0.000142	0.001292	0.000962	0.000764	0.000232	0.000395	0.000176	0.000557	0.000240	0.74805e-16	0.72395e-16	0.000384	0.274496	0.46364e-16	0.000022	0.000299	0.648552	0.72395e-16	0.0002			
й	0.014541	0.004220	0.00692	0.002294	0.000335	0.001354	0.002057	0.000194	0.000554	0.000493	0.82348e-16	0.000438	0.000880	0.001583	0.000497	0.000380	0.001899	0.000664	0.002404	0.001471	0.001931	0.000167	0.000505	0.000120	0.000587	0.000167	0.349922	0.524883e-16	0.000836	0.001830	0.00424	1.924575	0.0007		
к	0.004092	0.00285	0.00145	0.000549	0.000209	0.000460	0.000305	0.000593	0.0001	0.00117	0.000724	0	0.000416	0.79782e-16	0.000552	0.000337	0.000540	0.000692	0.000234	0.000486	0.000598	0.000215	0.000104	0.349922	0.647356e-16	0.000160	0.14906e-14	0.9992e-16	0.16236e-13	0.1493e-16	0.002001	0			
л	0.009997	0.006631	0.000115	0.007775	0.001205	0.000372	0.001397	0.000545	0.000923	0.000409	0.000747	0.000239	0.000609	0.000156	0.001193	0.001090	0.000345	0.000554	0.000234	0.000483	0.001920	0.000540	0.62441e-16	0.000048	0.349922	0.000274	0.20953e-16	0.000348	0	0.000143	0.000366543	0.0002			
м	0.00978	0.000234	0.00572	0.001515	0.000544	0.001624	0.001495	0.000509	0.000330	0.000290	0.000388	0.000937	0.000222	0.000699	0.000251	0.000356	0.000150	0.000218	0.000188	0.000191	0.000195	0.000095	0.000232	2.4494e-16	0.000260	0.000211	0.000194	0.000590	0.000092	0.000232	0.16236e-13	0	0.54867e-16	0.000596517	0.00006
н	0.006509	0.000240	0.000188	0.000813	0.001055	0.000719	0.002480	0.001321	0.000237	0.001275	0.000231	0.000509	0.000642	0.000149	0.002864	0.001382	0.000797	0.001989	0.001395	0.001262	0.000295	0.73878e-1105	0.000215	0.000764	0.000138	0.000292	0.000138	1.749611	0.000155	0.00064611	0.00006	0.0002			
о	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		
п	0.01857	0.004204	0.000904	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		
р	0.001081	0.001070	0.00103	0.000297	0.000104	0.000930	0.0001491	0.98639e-16	0.000279	0.001990	0.543779e-16	0.000596	0.0001047	0.000580	0.000644	0.000536	0.000160	0.001452	0.000585	0.000125	0.000275	0.000260	0	0.000129	0.000313	0.647356e-16	0.000487	0.82348e-16	0.34914e-16	0.000321	0	0.796072	0.1493e-16	0.0001	
с	0.002001	0.000666	0.000942	0.002360	0.001571	0.002857	0.001008	0.000838	0.000217	0.001700	0.000500	0.000731	0.000643	0.001981	0.000363	0.000663	0.000804	0.000306	0.000252	0.001340	0.000239	0.647356e-16	0.000584	0.000037	0.000577	0.000100	0.000028	0.748922	0.000299	0.332426e-16	0.124736e-16	0.000548	0.0006		
т	0.003722	0.001035	0.001386	0.000409	0.000425	0.000534	0.000434	0.000115	0.000506	0.000349	0.000220	0.000743	0.000100	0.001206	0.000867	0.000703	0.000430	0.001900	0.000612	0.000801	0.001123	0.14906e-16	0.000237	0.46364e-16	0.000124	0.124736e-16	0.000691	0	0.000542	0.001495	0.72739e-16	0.1493e-16	0.0005		
у	0.016199	0.001646	0.000954	0.000264	0.000109	0.000813	0.000240	0.000248	0.00128	0.001066	0.000614	0.000127	0.000354	0.0002715	0.001886	0.002852	0.001421	0.003471	0.002217	0.001737	0.001041	0.99844e-16	0.000489	0.001108	0.001018	0.000214	0.124736e-16	0.000295	1.749611e-16	0.000005	0.000388	0.00013			
ф	0.001758	0.002830	0.000103	0.000480	0.2986e-16	0.000432	0.000210	0.79782e-16	7.523326	0.000313	0	0.000424	0.000399	0.000399	0.001103	0.002574	0.000939	0.000447	0.001011	0.001097	0.000591	1.224736e-16	0.274496	0.94788e-16	0.000174	0.000313	0.000209	0.000285	0.000621	0.823021e-16	0.524883e-16	0.0001			
х	6.26441e-16	4.72395e-16	0.000222	1.749611e-16	0.000777	1.749611e-16	0.367148e-16	1.749611e-16	0.000350	2.79938e-16	3.49922e-16	0.000150	4.63647e-16	3.49922e-16	0.03615e-16	2.4494e-16	0	0.000451	2.79938e-16	1.39969e-16	0	0	3.49922e-16	1.39969e-16	0.47020e-16	0	0	0.99844e-16	0	0.874805e-16	0.00016	0.0002			
ц	0.000310	0.000178	9.27293e-16	0.0001530	0.000277	0.001767	0.000215	0.000093	0.000125	0.000188	2.79938e-16	0.000286	0.000181	0.000344	0.000236	0.000990	0.000519	0.000493	0.000675	0.000540	0.000194	7.3486e-16	4.72395e-16	2.4494e-16	0.000239	0.69844e-16	1.39969e-16	0	0	0.62986e-16	0.524883e-16	0.0001			
ш	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		
щ	0.000622	0.001731	0.367148e-16	0.000018	0.000101	0.543777e-16	0.000783	0.000398	0.000798	1.749611e-16	0.000271	0.000009	0.000088	0.000568	0.001172	0.000448	0.000748	0.000037	0.000124	0.00081	0.59875e-16	0	1.049777e-16	1.749611e-16	1.39969e-16	0.46364e-16	0	0	0.74805e-16	0.000104	0.000064	0.0001			
ъ	0.000083	0.69282e-16	7.3486e-16	0.000190	0.000316	0.57477e-16	0.000341	0.524883e-16	0.99844e-16	0.00148	0.00017	8.15309e-16	0.000126	0.000572	0.000117	0.000411	0.0241e-16	0.72739e-16	0.000227	0.000326	0.648552e-16	0.000078	0	1.749611e-16	0	0	0	0	0.000115	0	0.874805e-16	0.00124228	0.7530e-16		
ы	0.000491	0	0	0.69844e-16	0.000313	0.69844e-16	0.000440	0	0	0.874805e-16	0.000567	0.69844e-16	7.523326	0.000356	0.000556	7.1734e-16	1.049777e-16	0.000692	0.000188	0	0	0.000274	0	0	0	0	0	0.92825e-16	0.000477e-16	0	0.000036182	0.0001	0.0002		
ь	0	0	0	0.349922e-16	0	0.50787e-16	0	0	0	0.874805e-16	0	0	0.002960	0	0.124736e-16	0.524883e-16	0	0	0	0.000111	0.349922e-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
э	0.006121	0.001789	0.000215	0.000936	0.000132	0.000365	0.000166	0.16236e-13	0.000173	0.000173	0.000483	0</																							

	H	R
Букви	4,46846	0,106308
Букви з пробілами	4,37618	0,132398
Біграми з кроком 1	4,15708	0,168584
Біграми з кроком 1 з пробілами	3,98867	0,209224
Біграми з кроком 2	4,14522	0,170956
Біграми з кроком 2 з пробілами	3,97605	0,211726

```

C:\> Консоль отладки Microsoft Visual Studio

3.49922e-06      0.000654354      0      0      0      0.00206804      0      0      0.00112325      0      0
0      0      8.04821e-05      0      0      1.74961e-05      0      0      0.000171462      0      0      0
0      0      0      0      6.2986e-05      0      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0.000780326      0      0      0      0      0      0
0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
0      0.000108476
0.00712091      0      0.000395412      0.00116524      6.64852e-05      6.64852e-05      0.00220451      1.74961e-05      2
.44945e-05      6.99844e-06      0.00118624      8.39813e-05      0.000885303      0.00144168      0.000108476      0      5
.24883e-05      0.000101477      0.000724338      0.000948289      3.49922e-06      0      0.00141718      0      0.000206
454      0.000181959      6.99844e-06      0      0      0      0      3.49922e-05
0.00773328      0      4.54899e-05      3.49922e-06      1.39969e-05      3.49922e-06      0.000139969      3.49922e-06      0
.000181959      5.94867e-05      0      0.000458398      0      0.000146967      0.00212753      3.49922e-06      3.49922e-
-06      0      0.00100428      0.000286936      0      1.39969e-05      0      2.79938e-05      1.04977e-05      0.000773
328      0      0      0      0.000507387      0.000153966
1.74961e-05      0      0      1.39969e-05      7.34836e-05      3.49922e-06      3.49922e-06      0      0      3.49922e-
-06      4.54899e-05      6.2986e-05      9.44789e-05      9.79782e-05      0.000451399      0      1.04977e-05      8.04821e-
-05      9.44789e-05      0.00322278      0      4.19906e-05      0      0      0      2.79938e-05      0      0
0      0      0.04977e-05
0.00293585      3.49922e-06      0.000213452      0      6.99844e-06      0.000797822      0      0      3.49922e-06      0
2.44945e-05      0      3.49922e-06      1.04977e-05      1.39969e-05      0      0      1.74961e-05      0.000251944      0
.00200155      0      0      1.74961e-05      0.000146967      0      0.000965785      0      0      0
6.99844e-06      0
0.013325      0      3.49922e-06      0.000675349      9.09797e-05      0.000286936      0.000692845      9.44789e-05      0
.00036042      1.04977e-05      3.49922e-06      3.49922e-05      0.000237947      0.000612363      0.000461897      0      3
.49922e-06      7.34836e-05      0.000405909      0.00148717      0      0      0.000507387      1.39969e-05      6.2986e-
05      3.49922e-06      0.000346423      0      0      0      0.00049339      8.04821e-05
Entropy 2: 3.97904
716

E:\uchoba3\kript\labs\lab1\Debug\lab1.exe (процесс 3260) завершил работу с кодом 0.

```



CoolPinkProgram

$1.3718 < H^{10} < 1.9797$

$0,72546 > R^{10} > 0,60406$

Лаборотторная работа №1

Произвольная часть текста:  
оля\_битвы

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:  
Символ по счету:  
Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:  
1,37187191487358< H < 1,97972183240961

Двоичная таблица угаданных символов:  
10000000000000000000000000000000  
00100000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

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

Строка состояния:

$1,5474 < H^{20} < 2,1744$

$0,69052 > R^{20} > 0,56512$

Лаборотторная работа №1

Произвольная часть текста:  
кое\_какие\_важные\_ур

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:  
Символ по счету:  
Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:  
1,54743982311142< H < 2,17442858227981

Двоичная таблица угаданных символов:  
00000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

Вероятности:  
q[1]=0,6  
q[2]=0,12  
q[3]=0,02  
q[4]=0,04  
q[5]=0  
q[6]=0,06  
q[7]=0  
q[8]=0  
q[9]=0,02  
q[10]=0  
q[11]=0  
q[12]=0  
q[13]=0  
q[14]=0,04  
q[15]=0  
q[16]=0,02  
q[17]=0  
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]=0,04  
q[27]=0  
q[28]=0,02  
q[29]=0  
q[30]=0  
q[31]=0  
q[32]=0

Строка состояния:

$$2,2556 < H^{30} < 3,0337$$

$$0,54888 > R^{30} > 0,39326$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
\_обобщил\_в\_одной\_из\_моих\_книг

Использованные буквы:

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

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $2,2556162594801 < H < 3,03378962207784$

Двоичная таблица угаданных символов:

00010000000000000000000000000000	^
10000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	
00000000000000000000000000000000	^

Вероятности:

q[1]	= 0,42
q[2]	= 0,12
q[3]	= 0,08
q[4]	= 0,06
q[5]	= 0,04
q[6]	= 0
q[7]	= 0
q[8]	= 0,02
q[9]	= 0
q[10]	= 0,04
q[11]	= 0,02
q[12]	= 0,04
q[13]	= 0,04
q[14]	= 0
q[15]	= 0
q[16]	= 0
q[17]	= 0,02
q[18]	= 0,04
q[19]	= 0,02
q[20]	= 0
q[21]	= 0,02
q[22]	= 0
q[23]	= 0
q[24]	= 0
q[25]	= 0,02
q[26]	= 0
q[27]	= 0
q[28]	= 0
q[29]	= 0
q[30]	= 0
q[31]	= 0
q[32]	= 0

Строка состояния:

## Висновок.

Після виконання даної лабораторної роботи я навчився вимірювати частоту повторювання букв та біграм у тексті, визначати ентропію та надлишковість мови. У тексті з пробілами ентропія менше ніж у тексті без. Максимальною надлишковістю є 0.725, яку було отримано з  $H^{10}$ .