



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра інформаційної безпеки

Комп'ютерний практикум №1

з дисципліни

Криптографія

на тему:

**«ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ЕНТРОПІЇ НА СИМВОЛ ДЖЕРЕЛА ВІДКРИТОГО
ТЕКСТУ»**

Виконав:

Студент групи ФБ-91

Шостак А. А.

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.

Порядок виконання роботи:

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

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H_1 та H_2 за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H_1 та H_2 на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення H_1 та H_2 на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.

2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення $H^{(10)}$, $H^{(20)}$, $H^{(30)}$.

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

Хід роботи:

- Насамперед, мною було написано код програми на мові **c++** в середовищі "Microsoft Visual Studio". Дана програма виконує такі завдання як:
- Підготовка тексту до роботи з ним: створення двох файлів, в один з яких заноситься текст з заміною символів «ё» на «е», «ъ» на «ь», великих символів на малі та будь-яких інших символів, які не належать до російського алфавіту на пробіли; та другий, в який заноситься текст з заміною символів «ё» на «е», «ъ» на «ь», великих символів на малі та виключенням будь-яких інших символів, що не належать до російського алфавіту (включаючи пробіли).
- Підрахунок кількості входжень кожного з символів в текст в обох файлах, підрахунок частоти їх входження
- Підрахунок частоти входження біграм у тексти
- Обчислення значень ентропії H_1 та H_2 для обох текстів.

Частоти символів у тексті:

З пробілами	Без пробілів
1. а -> 0.0674375	1. а -> 0.080568
2. б -> 0.0136174	2. б -> 0.0162687
3. в -> 0.0373679	3. в -> 0.0446436
4. г -> 0.016103	4. г -> 0.0192384
5. д -> 0.024696	5. д -> 0.0295045
6. е+ё -> 0.0689097	6. е+ё -> 0.0823269
7. ж -> 0.00884439	7. ж -> 0.0105664
8. з -> 0.0142375	8. з -> 0.0170096
9. и -> 0.05618	9. и -> 0.0671185
10. й -> 0.00931881	10. й -> 0.0111332
11. к -> 0.027005	11. к -> 0.032263
12. л -> 0.0420123	12. л -> 0.0501924
13. м -> 0.0236235	13. м -> 0.0282232
14. н -> 0.0521313	14. н -> 0.0622816
15. о -> 0.0952995	15. о -> 0.113855
16. п -> 0.0202021	16. п -> 0.0241356
17. р -> 0.0363824	17. р -> 0.0434663
18. с -> 0.0439145	18. с -> 0.0524649

19. т -> 0.0483154
20. у -> 0.0226284
21. ф -> 0.00160444
22. х -> 0.00712714
23. ц -> 0.00300118
24. ч -> 0.0117761
25. ш -> 0.0077013
26. щ -> 0.00245877
27. ы -> 0.0161923
28. Ъ+ъ -> 0.0166858
29. э -> 0.00224248
30. ю -> 0.00510245
31. я -> 0.0180526

and 'space' - 0.162974

Ентропія: 4.31424

Надлишковість: 0.144745

19. т -> 0.0577227
20. у -> 0.0270342
21. ф -> 0.00191683
22. х -> 0.00851483
23. ц -> 0.00358552
24. ч -> 0.014069
25. ш -> 0.00920079
26. щ -> 0.0029375
27. ы -> 0.019345
28. Ъ+ъ -> 0.0199346
29. э -> 0.0026791
30. ю -> 0.00609592
31. я -> 0.0215676

Ентропія: 4.39316

Надлишковість: 0.121368

Частоти біграм у тексті з пробілами з кроком 1:

	а	б	в	г	д	е+є	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
а	0.0218184	0.00017123	0.000966476	0.000246571	0.000564145	0.000266662	0.000345428	0.0012866	3.47026e-05	0.000192919	0.00123468	0.00269927	0.000841081	0.00136847	1.82645e-06	0.000264835
б	0.000282872	0.00443257	2.42005e-05	2.28306e-06	7.53411e-06	0.000622135	2.28306e-06	0.000216435	6.75787e-05	0.00025795	1.14153e-05	8.62998e-05	0.000655811	0	0	0.000264835
в	0.00164358	2.73968e-06	0.0118738	1.38135e-05	9.65736e-05	0.00131802	0	0.000155248	0.00083697	0	4.17801e-05	0.000318259	3.98404e-05	0.000334469	0.00228727	7.26014e-05
г	0.000278534	0	1.14153e-05	0.00095379	0.000319629	0.000147943	0	0.000218042	0.0002374e-05	0	1.14153e-06	0.000440831	7.68056e-05	0.00268466	0	0.00034
д	0.00128674	9.81718e-06	0.000298862	2.51137e-06	0.00785922	0.00136162	3.6529e-06	6.84919e-07	0.000745649	0	5.22822e-05	0.000237667	3.67573e-05	0.000502959	0.00111025	0.00054
е+є	7.53411e-05	0.000334241	0.000453188	0.00102669	0.000775557	0.0216882	0.000313465	0.000367573	5.13689e-05	0.00073332	0.00028447	0.00182371	0.00117986	0.00220772	0.000152737	0.000285611
ж	0.000404331	1.59814e-05	4.56613e-06	0.000216663	0.00113149	0.00273625	0	0.00040844	2.10042e-05	9.13226e-07	2.28306e-06	9.13226e-07	1.56344e-05	0.000105551	1.27852e-05	4.56613
з	0.00157257	4.97708e-05	0.000237895	0.000112898	0.000208901	6.57523e-05	5.11486e-05	0.004428	9.86284e-05	0	3.81272e-05	6.23277e-05	8.28752e-05	0.00048401	0.00015887	6.59806
и	2.16891e-05	0.000121459	0.000771447	0.000149541	0.000465517	0.000821903	0.00011461	0.000584236	0.017549	0.000367117	0.00079094	0.00141048	0.000895418	0.000923956	4.8401e-05	5.28539e-05
й	0	2.28306e-07	0	4.45198e-05	1.14153e-06	0	0	0	0	0.00284515	1.78079e-05	1.96344e-05	0.000105551	2.28306e-06	0	4.79443
к	0.00218695	0.000183195	4.56613e-07	2.05476e-06	0.000132189	3.4246e-06	1.36984e-06	0.000738089	0	0.00055556	0.000134668	6.84919e-07	0.000444741	0.00247805	0	0.00046
л	0.00204311	6.16427e-06	2.73968e-06	3.53875e-05	7.51128e-05	0.00122281	0.000115066	0.00187371	0	0.000161869	0.0129201	1.59815e-06	8.94961e-05	0.00183946	5.70766e-05	0
м	0.000613456	4.18952e-06	2.28306e-07	1.43833e-05	0	0.000624917	0	0.000595944	0	2.16891e-05	0.00762292	0.000320542	0.000978014	5.34237e-05	1.07384	1.07384
н	0.00313401	2.51137e-06	7.38581e-06	2.85383e-05	0.000254105	0.00356182	4.79443e-06	5.25105e-06	0.002339	6.00446e-05	6.84919e-07	2.28306e-07	0.0173568	0.00268863	1.82645e-06	1.96344
о	9.13226e-07	0.0010802	0.00232781	0.00143331	0.00143217	0.000742224	0.000516201	0.000282643	0.000240407	0.00109496	0.000476247	0.00283124	0.00149723	0.00197143	0.0295882	0.000373281
п	0.00033972	0	4.08669e-05	8.81263e-05	0	0.000747204	0	0.00022785	0	2.21457e-05	0.000217348	0	1.91777e-05	0.00057621	0.00674257	0.00189
р	0.000245452	0	0.00045452	8.67564e-05	0.000101596	0.00179312	9.93133e-05	9.58887e-06	0.00151139	7.53411e-05	2.2374e-05	8.42451e-05	0.000184928	0.00196663	1.00362e-05	0.01132
с	0.000422824	1.41555e-05	0.000563232	3.88121e-06	9.15509e-05	0.00107943	6.16427e-06	9.36056e-06	0.00044885	0.00139815	0.000734918	0.000285155	0.000353384	0.000867793	0.000505242	8.60715
т	0.00165888	7.38581e-06	0.000778068	3.6529e-06	4.58896e-05	0.00128148	0	0.00102464	0.00012327	0.00012327	8.26469e-05	7.53411e-06	0.000298177	0.00441682	2.0091e-05	0.00079
у	3.6529e-06	0.000168947	0.000267119	0.000374423	0.000516355	6.05012e-05	0.000384925	0	0.000241892	4.46571e-05	0.000237895	0.000369828	0.000380214	7.94586e-05	0.000192691	0.00016
ф	4.17801e-05	0	0	0	0	3.81272e-05	0	0	0.000168718	0	9.13226e-07	2.19174e-05	6.84919e-07	0	1.73513e-05	0.00014
х	0.000253877	0	3.83555e-05	2.28306e-07	4.56613e-07	8.21903e-06	0	4.52847e-05	0	4.52847e-05	0	2.78534e-05	1.52965e-05	0.00065113	0	2.62552
ц	0.000181047	0	6.62889e-06	2.28306e-06	0	0.000278543	0	6.87202e-05	0	3.1278e-05	0	4.56613e-07	0	1.82645e-06	9.88567e-05	0
ч	0.000685925	0	1.82645e-06	0	0	0.000693034	0	0.000424878	0	6.91769e-05	9.81718e-06	2.05476e-06	0.000147486	0.000147486	1.71233e-05	4.56613
ш	0.000467343	0	2.96798e-06	0	0	0.000699074	0	0.000559579	0	0.000119404	0.00012945	4.33782e-06	0.00012945	0.00012945	7.44279e-05	9.81718e-06
щ	0.00013468	0	2.28306e-07	0	0.000374423	0	0.000374423	0.00018946	0	0.00018946	0	0	9.81718e-06	2.28306e-07	0	6.84919
ь	0	0.000189587	0.000321912	2.5342e-05	3.01364e-05	0.000328305	5.93597e-06	1.58682e-05	0	0.000415518	5.25105e-05	0.000719394	0.000450905	7.53411e-05	3.19629e-05	1.14153
ы	0	2.92232e-05	2.28306e-06	5.25105e-06	1.23285e-05	0.000439718	0	3.90404e-05	3.51592e-05	0	0.00032597	0	8.35602e-05	0.00032967	1.23285e-05	0
э	0	0	0	1.82645e-06	1.14153e-06	0	0	9.13226e-07	0	4.33782e-06	1.46116e-05	2.88817e-05	1.14153e-06	6.62889e-06	0	1.36984e-06
ю	0.000124199	0	1.14153e-06	0.00012418	0	1.36984e-06	6.16427e-06	2.28306e-07	2.28306e-07	4.33782e-06	1.07384e-05	3.78989e-05	0.000265864	0.000188217	0.000184015	1.57531
я	0	1.09587e-05	8.99527e-05	3.9497e-05	0.000185613	3.26478e-05	0.000152965	0.000289949	4.33782e-06	0	0	0	0	0	7.38581e-06	1.57531
а	0.00106436	0.00143628	3.76786e-05	0.000153422	0.000298406	1.64381e-05	0.000223055	0.000376706	6.71221e-05	0	6.71221e-05	0	2.28306e-07	0.000217576	0.000728307	а
б	2.16891e-05	2.28306e-06	0.000304789	0	3.03648e-05	1.14153e-06	2.28306e-06	7.38581e-06	2.28306e-06	5.7068e-05	0.00121893	4.42914e-05	0	1.59815e-06	0.000128308	б
в	0.000930349	5.78765e-05	0.000240178	1.32418e-05	2.51137e-06	0	8.90395e-06	2.96798e-06	0	0.00031494	5.28539e-05	2.28306e-07	0	0	5.38163e-05	в
г	1.82645e-05	4.56613e-07	0.000189723	0	0	0	0	2.96798e-06	0	0	0.000185613	0.000175339	2.28306e-07	1.25569e-05	0.000126482	г
д	0.000116665	7.78525e-05	0.000472366	1.59815e-06	1.32418e-05	4.70311e-05	3.97253e-05	2.28306e-07	0.000291776	0.0001183	0.000183102	0	1.32418e-05	0	9.58887e-06	д
е	0.00113582	0.00186299	2.19174e-05	2.73968e-06	0.000282643	6.02729e-05	0.00021183	0.0001183	0	0.0001183	0	0	0	1.84928e-05	0.000187378	е+є
ж	7.53411e-06	0	4.56613e-05	0	0	0	1.14153e-05	0	0	0	0.000166664	0.000187211	0	0	0.00056839	ж
з	4.86293e-05	5.47935e-06	7.62543e-05	0	0	6.84919e-07	5.82274e-06	3.19629e-06	0	0.000166664	0.000187211	0	1.84928e-05	0.000187211	0.000136527	з
и	0.000855693	0.000948051	1.14153e-06	7.76242e-06	0.000368054	0.000362551	0.000376706	0.000104793	3.69856e-05	0	0	0	0	0	0.00018114	0.00055639
й	0.000201366	6.23277e-05	0	0	2.28306e-07	7.76242e-06	1.75796e-05	2.92232e-05	2.28306e-07	0	0	0	0	0	0	0
к	2.76251e-05	0.000123742	0.000438348	0	0	2.73968e-06	4.79443e-06	1.14153e-06	0	0	0	0	0	2.73968e-06	0	к
л	0.000362094	1.27852e-05	0.000346341	1.14153e-06	6.84919e-07	2.28306e-07	5.89031e-05	2.85476e-06	1.36984e-06	0.000319401	0.0018977	2.28306e-07	0.000315748	0.000552273	0	л
м	3.26478e-05	2.95476e-06	0.000715856	1.36984e-06	0	4.44734e-06	7.53411e-06	1.59815e-05	9.13226e-07	0.000242461	1.11877e-05	4.56613e-07	9.36856e-06	0.000127852	0	м
н	0.000149884	0.000119861	0.000671449	1.14153e-06	3.4246e-06	0.000108134	5.34237e-05	5.25105e-06	3.17346e-05	0.000963225	0.000303419	4.56613e-07	4.65745e-05	0.000796025	0	н
о	0.00210179	0.00208105	1.88494e-05	8.85829e-05	0.000152052	2.32873e-05	0.000382413	0.000316433	4.5433e-05	0	0	6.62889e-06	0.000148627	0.00018494	0	о
п	1.36984e-06	1.43833e-05	0.000201595	6.16427e-06	0	3.18629e-06	2.55783e-05	9.13226e-07	4.56613e-07	8.01356e-05	0.00025868	4.56613e-07	0	0.000180227	0	п
р	6.1871e-05	0.000169175	0.00063912	6.16427e-06	2.55783e-05	1.32418e-05	2.0091e-05	8.19629e-05	0	0.000464064	0.000294287	2.28306e-07	3.53875e-05	0.000385017	0	р
с	0.0139208	0.00335679	0.00025795	3.19629e-06	4.86293e-05	6.39258e-06	0.000186391	2.78534e-05	0	0.000184108	0.000901354	2.28306e-07	3.58441e-05	0.00048623	0	с
т	0.000269858	0.014973	0.000437892	2.96798e-06	3.88121e-06	3.10444e-05	5.13689e-05	0	0	3.88121e-06	0.000438129	4.56613e-07	1.27852e-05	0.000168043	0	т
у	0.000385523	0.000401363	0.00094417	2.73968e-06	9.65736e-05	2.28306e-06	0.00022922	0.000215293	8.12771e-05	0	0	0	0	0.0002831	2.87795e-05	у
ф	2.28306e-06	3.88121e-06	2.42005e-05	0.000521452	0	0.56613e-06	0	0	3.88121e-06	6.84919e-07	2.28306e-07	6.84919e-07	0	0	0	ф
х	1.88362e-05	7.38581e-06	3.24195e-05	0	0.000121878	0										

Частоти біграм у тексті без пробілів з кроком 2:

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р
а	0.00016379	0.000770303	0.00276523	0.000752897	0.0015598	0.000835015	0.000773427	0.00254164	0.000801989	0.000370424	0.00308121	0.00539703	0.00200743	0.00379082	0.000776551	0.014085	0.00195
б	0.000571702	7.1407e-06	4.77534e-06	6.6944e-06	1.42814e-05	0.00121927	4.01664e-06	2.23147e-06	0.000419962	0	0.000125408	0.000457005	2.5885e-05	0.000175393	0.00129427	5.35552e-06	0.00066
в	0.00324857	0.00013121	0.000232965	0.000194138	0.000378903	0.00266839	2.90091e-05	0.000344085	0.00203733	0	0.000399879	0.000678812	0.000236536	0.000927398	0.00046101	0.000568991	0.00048
г	0.000561883	1.87443e-05	5.62334e-05	1.11573e-05	0.00065424	0.000368157	4.90923e-05	2.85295e-05	0.00043616	0	0.000160303	0.000675995	8.47958e-06	0.000196369	0.00532473	5.31809e-05	0.00071
д	0.00253227	4.19516e-05	0.000625703	3.07943e-05	0.00266794	1.16836e-05	2.54387e-05	0.00148214	0.00148214	0	0.000160219	0.000477088	8.34569e-05	0.00108075	0.00217747	0.00012407	0.00112
е	9.55688e-05	0.00115902	0.00183427	0.0023243	0.0020409	0.00114965	0.000751558	0.00100282	0.00076941	0.00146474	0.00105325	0.00373682	0.00208763	0.00513416	0.00151532	0.00159282	0.00410
ж	0.000792171	3.65961e-05	9.81846e-06	1.20499e-05	0.000443616	0.00218639	1.33888e-05	3.12405e-05	0.00080913	0	5.71256e-05	4.46294e-06	1.38351e-05	0.000708714	2.59017e-05	7.1407e-06	2.23147
з	0.00114015	0.000121838	0.00052117	0.000261528	0.000426657	0.000412814	0.000100416	6.56051e-05	0.000218008	0	0.000146364	0.000139244	0.000204402	0.00101978	0.000419516	0.000104433	0.00014
и	0.000160219	0.000727012	0.00262544	0.000611422	0.00142769	0.00186586	0.00033115	0.0014509	0.00121927	0.000731921	0.0017343	0.00292144	0.00201457	0.00294197	0.00100907	0.00134379	0.00062
й	7.85477e-05	0.000176286	0.000367746	0.000162005	0.000350787	6.56051e-05	7.63162e-05	8.61346e-05	0.000334274	4.46293e-07	0.000354531	0.000116483	0.000195477	0.000523502	0.000389326	0.000413268	0.00018
к	0.00422417	0.00021626	0.000376225	7.73121e-05	0.000133442	0.000256074	0.000114251	4.61937e-05	0.00164236	0	0.000100303	0.00025528	9.61846e-05	0.00110809	0.000505588	0.000194584	0.00095
л	0.00410367	0.000155756	0.000404342	0.000193245	0.000328472	0.00267776	0.000235602	7.40847e-05	0.00397558	4.46293e-07	0.000640431	9.46142e-05	7.85477e-05	0.000569024	0.00414428	0.000531536	0.00012
м	0.00162585	0.000171377	0.000392292	0.000186551	0.000199939	0.001716	7.1407e-05	8.39032e-05	0.00229216	4.46293e-07	0.00032267	0.000153525	0.000135227	0.000972474	0.00234259	0.000504758	0.00012
н	0.00623784	0.000159327	0.000274024	0.000130764	0.000583906	0.00525868	2.63313e-05	9.37210e-05	0.00474365	0	0.000217791	2.36536e-05	5.12320e-05	0.00167443	0.00526091	0.000287859	9.37216
о	0.000106218	0.00274024	0.00581699	0.00307407	0.00334051	0.00175393	0.00122453	0.000832337	0.00122329	0.00219309	0.001529	0.00417731	0.0033067	0.00515602	0.00112106	0.00187042	0.00369
п	0.000697557	0	1.33888e-06	7.1407e-06	0	0.00144197	0	4.46293e-07	0.000452095	0	3.70424e-05	0.000411036	8.92587e-07	4.59682e-05	0.00059574	2.40998e-05	0.00369
р	0.00481461	0.00011573	0.000252602	0.000185658	0.000228902	0.00348734	0.000178517	4.10595e-05	0.00302944	0	0.000191906	4.64145e-05	0.000184766	0.000440079	0.00391623	0.000128979	2.45461
с	0.000877859	9.46142e-05	0.00117688	0.000275363	0.000212802	6.60514e-05	5.35532e-05	0.000930968	0	0.00266877	0.00145214	0.000599818	0.000677473	0.00077491	0.00115699	0.00022	0.00022
т	0.00324902	0.000163343	0.00177402	7.45311e-05	0.000230287	0.00258449	4.55219e-05	6.15885e-05	0.0021614	0	0.000347663	0.000192352	9.2829e-05	0.000810023	0.000808849	0.000251263	0.00158
у	7.27458e-05	0.000440045	0.0008792617	0.000832784	0.00116215	0.000173608	0.000784138	0.000539123	0.000348109	4.59682e-05	0.000741293	0.000782799	0.000716301	0.000573041	0.000232519	0.000703805	0.00044
ф	7.98865e-05	4.01664e-06	9.81846e-06	2.23147e-06	7.76551e-05	8.92587e-07	3.57035e-06	0.000333881	0	6.6944e-06	4.16595e-05	3.57035e-06	6.24811e-06	4.59049e-05	1.29425e-05	0.00029	0.00029
х	0.000538197	7.85477e-05	0.000263759	7.05144e-05	0.00010354	4.73071e-05	2.00832e-05	4.46293e-05	0.000254034	0	0.000121838	0.00015174	0.000106664	0.00013328	0.000139958	0.000236982	0.00018
ц	0.000347216	5.80182e-06	2.32073e-05	7.58699e-06	6.24811e-06	0.000563222	9.92587e-07	3.57035e-06	0.000144153	0	6.78366e-05	2.23147e-06	2.23147e-06	1.29425e-05	0.000204049	1.42627e-05	1.33888
ч	0.00119026	6.6944e-06	2.00832e-05	3.12405e-05	4.90923e-06	0.00185606	4.46293e-07	3.12405e-05	0.000858669	0	0.000136566	2.40998e-05	4.09923e-06	0.000249554	4.01664e-05	1.47277e-05	1.78517
ш	0.000075182	3.12405e-06	1.11573e-05	8.92587e-07	4.46294e-06	0.00138003	8.92587e-07	8.92587e-07	0.00110324	0	0.000237074	0.000253941	1.0711e-05	0.000123626	0.00015808	2.61165e-05	1.78517
щ	0.000221808	0	4.46293e-07	0	4.46293e-07	0.00072458	0	4.46293e-07	0.000430673	0	1.33888e-06	0	1.74054e-05	8.92587e-07	4.46293e-07	2.23147	0.00024
ъ	2.67775e-05	0.000354803	0.000835461	0.000101755	0.000178964	0.000725227	3.39183e-05	0.00010711	0.000252156	0.00082475	0.000225825	0.00145045	0.000959085	0.00034244	0.000173162	0.000311067	0.00024
ь-ь	0.000229841	0.00021362	0.000657837	0.000140136	0.000230287	0.00113135	3.57035e-05	0.000219576	0.000517254	0	0.00103808	7.98865e-05	0.00029857	0.00116081	0.00047466	0.00051889	0.00011
я	0.00029143	0.000266437	0.000795188	0.000132549	0.000333881	3.61498e-05	3.61498e-05	4.15053e-05	0.000156469	0	0.000113359	6.29274e-05	8.79198e-05	0.000149955	0.00012407	0.000412368	0.00976
ю	0.000144153	0.000249478	0.000796188	0.000249478	0.000647126	0.000258017	0.000362837	0.00072458	0.000507543	2.36536e-05	0.000513684	0.00062942	0.000399879	0.00112287	0.00047912	0.000573933	0.00016

	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь-ь	ю	я	а	б
0.00298124	0.00323741	0.000272239	0.000375333	0.00061868	6.64977e-05	0.000707821	0.000744418	0.000145045	0	0	0.000171377	0.000422194	0.00149731	0.00021528	0
4.73071e-05	3.57035e-06	0.000616439	5.53040e-05	2.23147e-06	1.38351e-05	4.90923e-06	0.000116036	0.000116036	0.00238098	7.58699e-05	1.74054e-05	2.23147e-06	0.000231528	0	0
0.00224352	0.000396309	0.000955172	1.8298e-05	4.28442e-05	2.32073e-05	0.00011573	0.000728351	4.01664e-06	0.00144287	9.32753e-05	0.00061112	8.92587e-07	0.000134781	0	0
0.000103986	1.38351e-05	0.000381135	1.33888e-06	1.33888e-06	4.46293e-07	1.78517e-05	4.01664e-06	1.33888e-06	8.92587e-07	3.57035e-06	1.33888e-06	3.57035e-06	g	0.000134781	0
0.000293215	0.000173162	0.000959977	1.24962e-05	2.76702e-05	9.46142e-05	3.34721e-05	7.72080e-05	4.46293e-07	0.000376672	0.00043072	1.47277e-05	2.36536e-05	0.000244123	0.000134781	0
0.00323786	0.00258181	0.000301248	4.01664e-05	0.000648911	0.000146384	0.00082475	0.000441384	0.000351233	0	0.000164682	0.000166467	0.000267776	e	0.000134781	+
2.09758e-05	9.81846e-06	8.52421e-05	0	8.92587e-07	0	2.49924e-05	0	0	0	2.2761e-05	5.80182e-06	1.65129e-05	5.35552e-06	ж	0
0.000177625	4.41331e-05	0.00017093	2.67776e-06	2.67776e-06	5.80182e-06	1.8298e-05	1.65129e-05	1.33888e-06	0.000334274	0.000361498	2.54387e-05	3.70424e-05	0.000274917	з	0
0.00237869	0.00237205	0.000264289	7.76551e-05	0.001013524	0.000696201	0.00104522	0.000269115	9.01514e-05	0	0.000131905	0.000103808	0.000139964	0.00115813	и	0
0.00054652	0.000266883	0.000118268	3.88275e-05	3.34721e-05	3.65961e-05	0.000165575	9.95235e-05	1.33888e-06	0	0	3.52572e-05	8.92587e-07	3.52572e-05	й	0
0.000367496	0.000401218	0.000916241	9.37216e-06	1.96369e-05	1.20499e-05	7.40847e-05	1.56203e-05	1.78517e-06	0	8.92587e-07	5.57067e-05	4.46294e-06	3.57035e-05	к	0
0.00160967	0.00160967	0.000761377	1.78517e-05	2.05295e-05	5.35552e-06	0.000325794	2.72239e-05	3.57035e-06	0.000590983	0.00011773	6.60514e-05	0.000027935	0.00111082	л	0
0.000518147	0.000171823	0.00148571	2.85628e-05	3.92738e-05	2.23147e-05	0.00027938	3.65961e-05	3.57035e-06	0.00046236	2.54387e-05	4.06127e-05	1.56203e-05	0.00024554	м	0
0.000585537	0.000326241	0.00139065	9.81846e-06	7.22399e-05	0.000354083	0.000147723	1.65129e-05	6.82829e-05	0.00109943	0.000583306	1.96369e-05	8.61346e-05	0.00149687	н	0
0.00521271	0.00475883	0.000131959	0.000237428	0.000390953	6.06959e-05	0.00130931	0.000674349	8.03328e-05	0	4.46293e-07	0.000199939	0.00029857	0.00050280	о	0
6.6944e-06	2.63313e-05	0.00038054	1.11573e-05	1.24962e-05	4.46293e-07	4.90923e-05	3.57035e-06	4.46293e-07	0.000154864	0.000497171	1.78517e-06	0	0.000204649	п	0
0.000196369	0.000347663	0.00169636	1.24962e-05	6.6944e-05	2.63313e-05	5.44478e-05	0.000179808	2.99017e-05	0.000095265	0.000573933	1.11573e-05	7.80141e-05	0.000594463	р	0
0.000568646	0.00063945	0.000499402	1.56203e-05	9.81846e-05	1.8298e-05	0.000113328	6.06959e-05	8.92587e-07	0.000111543	0.00176688	2.99017e-05	7.08081e-05	0.00183739	с	0
0.000761823	0.00015903	0.000904191	1.33888e-05	2.54387e-05	7.05144e-05	0.000205741	9.37216e-06	1.11573e-05	0.00082118	0.00032402	6.20348e-05	2.85628e-05	0.000336059	т	0
0.001059595	6.56051e-05	2.2761e-05	0.000801275	9.81846e-06	0.00056283	0.000403379	0.000163343	0	0	5.04312e-05	0.000508107	7.22959e-05	0.00058107	у	0
0.0015174e-05	0.0001474e-05	0.000133e-05	0.00014848e-05	0.00014848e-05	0.00014848e-05	0.00014848e-05	0.00014848e-05	0.00014848e-05	5.35552e-05	1.33888e-06	4.46293e-07	4.46293e-07	0.00058107	ф	0
0.000260189	8.07791e-05	0.000121838	1.20499e-05	1.02648e-05	6.6944e-05	3.88275e-05	1.65129e-05	4.46293e-07	0	4.46293e-07	2.5461e-05	4.46293e-07	9.81846e-06	х	0
1.8298e-05	8.03208e-06	0.000292769	4.46293e-07	8.92587e-07	0	3.57035e-06	4.46293e-07	0	8.70272e-05	0	1.78517e-06	0	1.78517e-06	ц	0
0.000171e-05	0.00016812e-05	0.00026812e-05	0.00016812e-05	0.00016812e-05	1.78517e-06	1.78517e-06	1.78517e-06	1.78517e-06	0	0	0.00016812e-05	0.00016812e-05	0.00016812e-05	ч	0
4.1664e-06	5.35552e-05	0.000252127	0.000195712	0.000252127	2.23147e-06	4.46293e-07	1.78517e-06	0	0	0.000156949	1.78517e-06	4.46293e-07	0	ш	0
4.46293e-07	4.64145e-05	0	0	0	0	0	0	0	1.0711e-05	4.46293e-07	0	0	0	щ	0
0.000677473	0.000518147	0.00018147	2.04995e-05	0.000639539	7.58699e-06	0.000155756	0.000307943	6.7776e-06	0	0.07943e-05	0	0	2.3073e-05	ъ	0
0.00105504	0.000304372	0.000111573	1.87432e-05	4.1059e-05	6.20348e-05	0.00026365	0.000293661	5.80182e-06	0	0.000105772	0.000311959	0.000382474	ы-ы	0	0
1.8298e-05	0.0013933	0.0001933	0.0001933	0.0001933	0.0001933	0.0001933	0.0001933	0.0001933	4.46293e-07	0	0.65929e-05	0.07958e-05	1.65952e-05	я	0
0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0.000307526	0	0	0	0	0	а	0
0.000106753	0.000114653	0.000132103	3.34721e-05	0.000143707	3.57035e-05	0.000275065	3.74887e-05	0.000115483	0	0.65809e-05	1.70444e-05	0.000154549	я	0	0

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
яющиеся_исключением_я_приношу_им_мои_извинения_этим_людям_я_бы_посоветовал_

Использованные буквы:
_, э, н, м, п, 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: с

Символ по счету: 7

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:
 $2,37501704651991 < H < 3,00107688002637$

Двоичная таблица угаданных символов:

00100000000000000000000000000000	▲
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
00000000000000010000000000000000	
00000000000000000000000001000000	▼

Вероятности:

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

$$0.52499659069 > R(30) > 0.39978462399$$

[illegible]

$$0.7596004749 > R(30) > 0.62585230752$$

The screenshot shows a software interface for a laboratory experiment on entropy. The interface is divided into several sections:

- Top Section:** Contains two text input fields. The first is labeled "Произвольная часть текста:" and contains the text "ми_я_думаю_шила_в_мешке_не_утаишь_и_что_бы_они_ни_говорили_совершенно_ясно_". The second is labeled "Использованные буквы:" and contains the letter "о".
- Order of n-grams Section:** A list box on the left shows options from "5 символов" to "50 символов". The option "10 символов" is currently selected.
- Input Fields:** In the center, there are three input fields: "Введенный символ:" with the value "а", "Символ по счету:" with the value "2", and "Номер эксперимента:" with the value "50". Below these is a "Поле ввода символов:" with the value "а".
- Buttons:** Two buttons are located below the input fields: "Продолжить" (Continue) and "Другой" (Other).
- Entropy Calculation:** A section on the right displays the "Неравенство для энтропии:" (Entropy inequality) with the value $0,913833258670878 < H < 1,5713146886497$.
- Probability Table:** A section on the far right, titled "Вероятности:", shows a list of probabilities for symbols 1 through 32. The probabilities are: $q[1] = 0,72$, $q[2] = 0,12$, $q[3] = 0,02$, $q[4] = 0,02$, $q[5] = 0,02$, $q[6] = 0,02$, $q[7] = 0,04$, $q[8] = 0$, $q[9] = 0$, $q[10] = 0$, $q[11] = 0$, $q[12] = 0$, $q[13] = 0$, $q[14] = 0$, $q[15] = 0$, $q[16] = 0$, $q[17] = 0$, $q[18] = 0$, $q[19] = 0$, $q[20] = 0,02$, $q[21] = 0$, $q[22] = 0$, $q[23] = 0$, $q[24] = 0$, $q[25] = 0$, $q[26] = 0$, $q[27] = 0,02$, $q[28] = 0$, $q[29] = 0$, $q[30] = 0$, $q[31] = 0$, and $q[32] = 0$.
- Status Bar:** At the bottom, a status bar displays the text "Строка состояния: Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите 'Продолжить', или 'Другой' для выбора другого порядка".

$$0.81723334826 > R(30) > 0.68573706227$$

Під час виконання даної лабораторної роботи я набув навичок з вимірювання значень ентропії на символ джерела, його надлишковості, вивчив та порівняв різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії. Була замічена закономірність: якщо до алфавіту входить пробіл, то ентропія менша; разом з збільшенням порядку n-грам обчислюване значення $H^{(n)}$ зменшується.