



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 -> 0.0618232	1. а -> 0.080568
2. б -> 0.0124837	2. б -> 0.0162687
3. в -> 0.0342569	3. в -> 0.0446436
4. г -> 0.0147624	4. г -> 0.0192384
5. д -> 0.02264	5. д -> 0.0295045
6. е+ё -> 0.0631728	6. е+ё -> 0.0823269
7. ж -> 0.00810807	7. ж -> 0.0105664
8. з -> 0.0130522	8. з -> 0.0170096
9. и -> 0.0515028	9. и -> 0.0671185
10. й -> 0.008543	10. й -> 0.0111332
11. к -> 0.0247568	11. к -> 0.032263
12. л -> 0.0385147	12. л -> 0.0501924
13. м -> 0.0216568	13. м -> 0.0282232
14. н -> 0.0477913	14. н -> 0.0622816
15. о -> 0.0873656	15. о -> 0.113855
16. п -> 0.0185202	16. п -> 0.0241356
17. р -> 0.0333535	17. р -> 0.0434663
18. с -> 0.0402585	18. с -> 0.0524649

19. т -> 0.044293

20. у -> 0.0207445

21. ф -> 0.00147086

22. х -> 0.00653379

23. ц -> 0.00275132

24. ч -> 0.0107957

25. ш -> 0.00706015

26. щ -> 0.00225407

27. ы -> 0.0148443

28. Ъ+ъ -> 0.0152966

29. э -> 0.00205579

30. ю -> 0.00467766

31. я -> 0.0165497

32. ' - 0.232287

Энтропія: 4.14752

Надлишковість: 0.170496

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

Энтропія: 4.39316

Надлишковість: 0.1132446668

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	0.000964676	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	0.000225795	1.14153e-05	8.62998e-05	0.000655011	0	0	0.000264835
в	0.00164358	2.73968e-06	0.0118738	1.38135e-05	9.65736e-05	0.00131802	0	0.000155248	0.00093697	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	2.2374e-05	0.00040841	1.14153e-06	7.6805e-05	0.00264866	0	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-06	0.000334241	0.000453188	0.00102669	0.000775557	0.0216882	0.000313465	0.000367573	5.13689e-05	0.00073332	0.00028447	0.00182371	0.00117898	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	0.000189551	1.27852e-05	4.56613
з	0.00157257	4.97708e-05	0.000237895	0.000112898	0.000208091	6.57523e-05	5.11486e-05	0.004428	9.86284e-05	0	3.81272e-05	6.23277e-05	8.28752e-05	0.00048401	0.000158887	6.59806
и	2.16891e-05	0.000121459	0.0000771447	0.000149541	0.000465517	0.000821903	0.00011461	0.000584236	0.017549	0.000367117	1.78079e-05	0.000570994	0.00141048	0.000895418	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	1.14153e-05	0.000183651	2.96798e-06	7.59486
к	0.00218695	0.000183195	4.56613e-07	2.05476e-06	0.000132189	3.4246e-06	1.36984e-06	0.000738089	0	0.00055556	0.00013468	6.84919e-07	0.000447471	0.000247085	0	0.00046
л	0.00204311	6.16427e-06	2.73968e-06	3.53875e-05	7.51128e-05	0.00122281	0.000115066	1.14153e-06	0.00187371	0	0.000161869	0.0129201	1.59815e-06	8.94961e-05	0.000183946	5.70766e-05
м	0.000613456	4.18952e-06	2.28306e-07	1.43833e-05	0	0.000634917	0	6.04919e-07	0.00059344	0	3.26761e-05	0.000762292	0.000937814	5.34237e-05	1.07384	1.07384
н	0.00313401	2.51137e-06	7.38581e-06	2.85383e-05	0.000254105	0.00266182	4.79443e-06	5.25105e-06	0.002339	0	6.00446e-05	6.84919e-07	0.0173568	0.00268863	1.82645e-06	1.36344
о	9.13226e-07	0.00108082	0.00232781	0.00143331	0.00143217	0.000742224	0.000516201	0.000282643	0.000240407	0.00109496	0.000476247	0.000283124	0.00149723	0.00197143	0.0295882	0.00186
п	0.00033972	0	4.08669e-05	8.81263e-05	0.000101596	0.00179312	9.93133e-05	9.58887e-06	0.00151139	0	7.53411e-05	8.42451e-05	0.000184928	0.00196663	1.08362e-05	0.01132
р	0.000245452	1.4155e-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
с	0.00165888	7.38581e-06	0.000778068	3.6529e-06	4.58896e-05	0.00128148	0	0.00128148	0.00128148	0.0012327	8.26498e-05	7.53411e-06	0.000298177	0.00041662	2.00915e-05	0.00079
т	3.6529e-06	0.000168947	0.000267119	0.000374423	0.000516355	0.000516355	0.000384925	0.000241892	0.46571e-05	0	0.000237895	0.000369828	0.000369828	7.94586e-06	0.000192691	0.00016
ф	4.17801e-05	0	0	3.83555e-05	2.28306e-07	4.56613e-07	8.21903e-06	0	0.000168718	0	9.13226e-07	2.19174e-05	1.52965e-05	3.05931e-05	0.00065113	0.262552
х	0.000253877	0	6.62089e-06	2.28306e-06	0	0.000278543	0	6.87202e-05	0	3.1278e-05	2.78534e-05	1.52965e-05	1.82645e-06	9.88567e-05	0	0
ц	0.000181047	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
ч	0.000685925	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	0.00018946	0	0	0	9.81718e-06	2.28306e-07	0	6.84919
ь	0	0.000109587	0.000321912	2.5342e-05	3.01364e-05	0.000328305	5.93597e-06	1.58682e-05	5.25185e-06	0.000415518	5.25185e-06	0.000719394	0.000450905	7.53411e-05	0	3.19629e-05
ы	0	2.92232e-05	2.28306e-06	5.25185e-06	1.23285e-05	0.000439718	0	3.90404e-05	3.51592e-05	0	0.000322597	0	8.35602e-05	0.00032967	1.23285e-05	0
я	0	0	1.82645e-06	1.14153e-06	0	0	0	9.13226e-07	0	4.33782e-06	1.46116e-05	2.88817e-05	1.14153e-06	6.62089e-06	1.36984e-06	4.33782
ь+ь	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	0.000184815	1.34701
я	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	0	0	0
	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ь	ы	ь+ь	э	ю	я	
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	5.78766e-05	0.000240178	1.32418e-05	0	2.51137e-06	0	8.90395e-06	0.00038669	1.59815e-06	0.000731494	5.28539e-05	2.28306e-07	0	5.88163e-05	в
г	1.82645e-05	4.56613e-07	0.000189723	0	0	0.000189723	0	2.96798e-06	0	0	0	0	0	0	0	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	0.000118312	0.000185613	0.000175339	2.28306e-07	1.25569e-05	0.000126482	д
е+є	0.00113582	0.00186299	2.19174e-05	2.73968e-06	0.000282643	6.02729e-05	0.000291776	0.000118312	0.000118312	0.000118312	0.000183102	0	1.32418e-05	0	9.58887e-06	0.000187378
ж	7.53411e-06	0	4.56613e-05	0	0	1.14153e-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ж
з	4.86293e-05	5.47935e-06	7.62543e-05	0	0	6.84919e-07	5.82274e-06	3.19629e-06	3.19629e-06	0.000166664	0.000187211	0	1.84928e-05	0.000136527	0	з
и	0.000855693	0.000948651	1.14153e-06	7.76242e-06	0.000538054	0.000362551	0.000376706	0.000104793	3.69856e-05	0	0	0	0	0.00010114	0.000556839	и
й	0.000201366	6.23277e-05	0	0.000438348	0	2.28306e-07	7.76242e-06	1.75796e-05	2.92232e-05	2.28306e-07	0	0	0	0	0	й
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	2.05476e-06	0.000715956	1.36984e-06	0	4.44734e-06	7.53411e-06	1.59815e-06	9.13226e-07	0.000242461	1.1187e-05	4.56613e-07	9.36856e-06	0.000127852	0	м
н	0.00019804	0.000119661	0.000671449	1.14153e-06	1.14153e-06	0.000108134	5.34237e-05	5.25185e-06	3.17346e-05	0.000963225	0.000303419	4.56613e-07	4.65745e-05	0.000796625	0	н
о	0.00210179	0.00280185	1.88494e-05	8.85829e-05	0.000152052	2.32873e-05	0.000382413	0.000316433	4.5433e-05	0	0	6.62089e-06	0.000148627	0.000184944	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	0.000180227	0.000180227	0	п
р	6.1871e-05	0.000169175	0.00063912	6.16427e-06	2.55783e-05	1.32418e-05	2.00915e-05	5.88162e-05	1.39276e-05	0.00044604	0.000249428	2.28306e-07	3.53875e-05	0.000305017	0	р
с	0.0139208	0.00035579	0.00025795	3.19629e-06	4.86293e-05	6.39256e-06	0.000186391	2.78545e-04	5.13689e-05	0.00018014	2.28306e-07	0.000090521	0.00006621	0.00006621	0	с
т	0.00026858	0.00043702	2.80843702	3.88121e-07	3.88121e-07	3.88121e-07	3.88121e-07	3.88121e-07	3.88121e-07	0.000439129	0.000165728	0.000165728	1.27852e-05	0.000165728	0	т
у	0.000386523	0.000401363	0.00694417	2.73968e-06	9.65736e-05	2.28306e-06	0.00022922	0.000125293	8.12771e-05	0	3.246e-06	0.0002831	2.87795e-05	0	0	у
ф	2.28306e-06	3.88121e-06	2.42085e-05	0.000521452	0	64.56613e-07	0	0	3.88121e-06	6.84919e-07	2.28306e-07	6.84919e-07	0	0	0	ф
х	2.86362e-05	7.38581e-06	0	2.28306e-07	0.000162786	0	2.73968e-06	0	0	4.26933e-05	0	0	0	6.84919e-07	0	х
ц	0	0.00110934	0	0.000192006	0	0.00019618	0	0.00037464	2.5342e-05	0	0	5.25185e-05	0	0	0	ц
ч	2.28306e-07	2.88017e-05	0.06377e-05	8e-05	2.28306e-07	0	0.00236137	0	0	0	0.00053183	0	1.9629e-06	2.28306e-07	0	ч
ш	0.000235156	0.000212782	1.14153e-06	0.0000315291	1.82654e-06	5.662e-05	0.000413448	2.28306e-07	0.00495356	0	0	0	0	4.56613e-07	0	ш
щ	0.000243146	1.75796e-05	0	6.84919e-07	2.28306e-07	4.56613e										

Частоти біграм у тексті без пробілів з кроком 2:

	а	б	в	г	д	є+е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р
а	0.00016379	0.000770303	0.00276523	0.000752897	0.00155598	0.000835015	0.000773427	0.00254164	0.000801989	0.000370424	0.00308121	0.00539703	0.00200743	0.00379082	0.000776551	0.0014085	0.00195
б	0.000571702	7.1407e-06	4.77534e-05	6.6944e-06	1.42814e-05	0.00121927	4.81664e-06	2.23147e-06	0.000419962	0	0.000125408	0.000457005	2.5885e-05	0.000175393	0.00129247	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	0.00078812	0.000236536	0.000927398	0.00046101	0.000560991	0.00048
г	0.000561083	1.87443e-05	5.6233e-05	1.11573e-05	0.000605424	0.000306157	4.90923e-06	2.05295e-05	0.000436116	0	6.82029e-05	0.000067595	8.47956e-06	0.000196369	0.000512473	5.31008e-05	0.00071
д	0.00253227	4.19516e-05	0.000625703	3.07943e-05	3.07943e-05	0.00266794	1.16036e-05	2.54387e-05	0.00148214	0	0.000160219	0.000477088	8.34569e-05	0.00106575	0.00217747	0.00012407	0.00112
є+е	9.55068e-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	0.0011532	0.00159282	0.00410
ж	0.000792171	5.35961e-05	9.81846e-06	1.20499e-05	0.000443616	0.00210639	1.33888e-05	3.12405e-06	0.00080913	0	5.71256e-05	4.46294e-06	1.38351e-05	0.000700714	2.59017e-05	7.1407e-06	2.23147
з	0.00314815	0.000121838	0.000521717	0.000261528	0.000426657	0.000142814	0.000100416	6.56051e-05	0.000221088	0	0.000146384	0.000139244	0.000204402	0.00101978	0.000419516	0.000104433	0.00014
и	0.000160219	0.00072812	0.00262644	0.000611422	0.00142769	0.00186506	0.00033115	0.0014509	0.00211927	0.000731921	0.0017343	0.00292144	0.00201457	0.00294197	0.00100907	0.00134379	0.00062
й	7.85477e-05	0.000176286	0.000367746	0.000312005	0.000550787	6.56051e-05	7.63162e-05	8.61346e-05	0.000334274	4.46293e-07	0.000345431	0.000116483	0.000195477	0.000525302	0.000309326	0.000412688	0.00018
к	0.00422417	0.000231626	0.000376225	7.31921e-05	0.000133442	0.000266074	0.000114251	4.81667e-05	0.00164236	0	0.000180303	0.00025528	9.81846e-05	0.00110809	0.000505588	0.000154504	0.00095
л	0.00410367	0.000155756	0.000404342	0.000193245	0.000328472	0.00267776	0.000326982	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	0.000717377	0.000392292	0.000186551	0.000199399	0.001716	7.1407e-05	8.39052e-05	0.00229216	4.46293e-07	0.00032267	0.000153525	0.000155227	0.000972474	0.00234259	0.000504758	0.00012
н	0.00623784	0.000159327	0.000278933	0.000130764	0.000563306	0.00525668	2.63313e-05	9.37216e-05	0.00474365	0	0.000217791	2.36536e-05	5.13238e-05	0.00187443	0.000516091	0.000217859	9.37216
о	0.000106218	0.00274024	0.00581699	0.00387407	0.00334051	0.00175393	0.00122463	0.000832327	0.00212329	0.00219389	0.001529	0.00417731	0.0033057	0.00515692	0.00122106	0.00187042	0.00389
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	0.00050574	2.40998e-05	0.00369
р	0.0041461	0.000115573	0.000252602	0.000185658	0.000220502	0.000340734	0.000178517	4.1059e-05	0.003032944	0	0.000191906	4.64145e-05	0.000104766	0.000400079	0.00391623	0.000120979	2.45461
с	0.000877869	9.46142e-05	0.00117688	7.49373e-05	0.000275363	0.00211502	6.60514e-05	5.3552e-05	0.000309588	0	0.00268877	0.00145224	0.000590818	0.000677473	0.00115809	0.00011	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	7.27450e-05	0.000440045	0.000972617	0.000832784	0.00116215	0.000173608	0.000784138	0.00039123	0.000348109	4.59682e-05	0.000741293	0.000762799	0.000716301	0.000573041	0.000832519	0.000703805	0.00044
ф	7.98056e-05	9.81846e-06	9.81846e-06	2.23147e-06	2.23147e-06	7.76551e-05	8.92587e-07	3.57035e-06	0.000333931	0	6.6944e-06	4.1059e-05	3.57035e-06	5.24811e-06	4.59049e-05	1.29425e-05	0.00029
х	0.000530197	7.85477e-05	0.000263759	7.05144e-05	0.00010354	4.73071e-05	2.00832e-05	4.46293e-05	0.000254834	0	0.000121838	0.00015174	0.000106664	0.000213328	0.00139958	0.000236982	0.00010
ц	0.000347216	5.91020e-06	2.32073e-05	7.58699e-06	6.24811e-06	0.000563222	8.92587e-07	3.57035e-06	0.000144153	0	6.78366e-05	2.23147e-06	1.29425e-05	0.000040489	1.24962e-05	1.33888	
ч	0.00119026	6.6944e-06	2.00832e-05	3.12405e-06	4.46293e-06	0.00106506	4.46293e-07	3.12405e-06	0.000056669	0	0.000136566	2.40998e-05	4.90923e-06	0.000294554	4.01664e-05	1.47277e-05	1.78517
ш	0.000875182	3.12405e-06	1.11573e-05	8.92587e-07	4.46294e-06	0.00130883	8.92587e-07	8.92587e-07	0.00110324	0	0.000237074	0.000253941	1.0711e-05	0.000231626	0.00015888	2.81165e-05	1.78517
щ	0.000221008	0	4.46293e-07	0	4.46293e-07	0.000727458	0	4.46293e-07	0.000430673	0	0	1.33888e-06	0	1.74054e-05	8.92587e-07	4.46293e-07	2.23147
ъ	2.67776e-05	0.000354003	0.000835461	0.000101755	0.000178964	0.000725227	3.39183e-05	0.00010711	0.000252156	0.00082475	0.000225625	0.00145045	0.000595085	0.000434244	0.000173162	0.000311867	0.00024
ы+ь	0.000229641	0.000221362	0.000057837	0.000140136	7.000230287	0.00111335	3.57035e-06	0.000119576	0.000512254	0	0.00103808	7.98056e-05	0.00029057	0.00116001	0.000047466	0.000511899	0.00011
э	0	4.46293e-07	1.78517e-06	2.23147e-06	3.12405e-06	4.46293e-07	0	1.78517e-06	6.6944e-06	2.72239e-05	4.64145e-05	2.23147e-06	1.24962e-05	0	4.46294e-06	1.0711e-05	
я	5.57867e-05	0.00029143	0.000312549	5.40015e-05	0.00033381	3.61498e-05	3.61498e-05	1.58053e-05	0.000156649	0	0.000113359	6.29274e-05	8.79198e-05	0.000149955	0.000124087	0.000412688	9.05076
	0.000144153	0.000266437	0.000796188	0.000294978	0.000647126	0.000258017	0.000362837	0.000727458	0.000507436	2.36536e-05	0.000513684	0.00062942	0.000399879	0.00112287	0.000479012	0.000573933	0.00016

	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы+ь	э	я	а	б	в	г	
0.00298124	0.00323741	0.000272239	0.000375333	0.000611868	6.64977e-05	0.000707021	0.000744418	0.000145045	0	0	0.000171377	0.000422194	0.00140731	0.000261528	0.000149731	а		
4.73071e-05	3.57035e-06	0.000615439	5.53400e-05	2.23147e-06	1.38351e-05	4.90923e-06	0.000116036	0.00238098	7.58699e-05	1.74054e-05	2.23147e-06	0.000161112	9.32753e-07	0.00014287	0.000134781	б		
0.0024352	0.000396309	0.000551172	1.8298e-05	4.28442e-05	2.32073e-05	0.000115573	0.000728351	4.81664e-06	0.00144287	9.32753e-07	3.57035e-06	1.33888e-06	3.57035e-06	1.33888e-06	3.57035e-06	в		
0.000103986	1.38351e-05	0.000381135	1.33888e-06	1.33888e-06	4.46293e-07	1.78517e-05	4.81664e-06	0	1.33888e-06	8.92587e-07	3.57035e-06	1.33888e-06	1.33888e-06	1.33888e-06	1.33888e-06	г		
0.00023515	0.000173162	0.00059077	1.24962e-05	2.76702e-05	9.46142e-05	3.3471e-05	7.72080e-05	4.46293e-07	0.000756272	0.0003432	1.47277e-05	2.36536e-05	0.000244123	0.000244123	0.000244123	х		
0.00323786	0.00258181	0.00301248	4.81664e-05	0.000648911	0.000416384	0.00002475	0.000041384	0.000351233	0	0.000164682	0.000164682	0.000164682	0.000267776	0.000267776	0.000267776	ц	+	
2.09758e-05	9.81846e-06	8.52421e-05	0	8.92587e-07	0	2.49924e-05	0	2.49924e-05	1.65129e-05	2.2761e-05	5.80182e-06	1.65129e-05	5.35552e-06	5.35552e-06	5.35552e-06	ч		
0.000177625	4.41831e-05	0.00017093	2.67776e-05	2.67776e-06	5.80182e-06	1.8298e-05	0.000269115	1.33888e-06	0.000334274	0.000361498	2.54387e-05	3.70424e-05	0.00074917	0.00074917	0.00074917	ш		
0.00283709	0.00237205	0.000284289	7.76551e-05	0.001831024	0.000692201	0.00104522	0.000269115	9.81513e-05	0.00131586	0	0.000132995	0.000203064	0.00115813	0.00115813	0.00115813	щ		
0.000854652	0.000266803	0.000118268	3.88275e-05	3.3472e-05	3.65961e-05	0.000165575	9.95235e-05	1.33888e-06	0	0	3.52572e-05	8.92587e-07	3.52572e-05	3.52572e-05	3.52572e-05	ъ		
0.000307496	0.000404818	0.000091241	9.37216e-06	1.90369e-05	1.20499e-05	7.40047e-05	1.56203e-05	1.78517e-06	0	9.92587e-07	5.57867e-05	4.46294e-06	3.57035e-05	3.57035e-05	3.57035e-05	ы+ь		
0.00109907	0.000161641	0.000761377	1.78517e-05	2.05295e-05	5.3552e-05	0.000325794	2.72239e-05	3.57035e-06	0.000590983	0.0021373	6.60514e-05	0.000267935	0.00111082	0.00111082	0.00111082	э		
0.000518147	0.000171823	0.00140571	2.85628e-05	3.92738e-05	2.23147e-06	0.00027938	3.65961e-05	3.57035e-06	0.00046236	2.54387e-05	4.06127e-05	1.56203e-05	0.000249554	0.000249554	0.000249554	я		
0.00055537	0.000326241	0.00139065	9.81846e-06	2.72239e-05	0.000354083	0.000147723	1.65129e-05	6.82829e-06	0.000583386	1.96369e-05	8.61346e-05	0.00149687	0.00149687	0.00149687	0.00149687	а		
0.00521271	0.000755083	0.000311959	0.000237428	0.000390953	6.86959e-05	0.00130931	0.000674349	8.83326e-05	0.000199939	0.000199939	0.000199939	0.000199939	0.00052008	0.00052008	0.00052008	б		
6.6944e-06	2.63313e-05	0.000398954	1.11573e-05	4.46293e-07	6.6944e-06	4.46293e-07	3.57035e-06	4.46293e-07	0.000154864	0.000497171	1.78517e-06	0	0.000248469	0.000248469	0.000248469	в		
0.000016936	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	г		
0.00068684	0.00063948	0.000494940	1.56203e-05	9.81846e-05	1.8298e-05	0.000132995	0.000674349	8.83326e-05	0.000211543	0.0017688	2.29047e-05	7.06818e-05	0.00183739	0.00183739	0.00183739	х		
0.000761823	0.00019593	0.000904911	1.33888e-05	2.54387e-05	7.01544e-05	0.000205741	9.37216e-06	1.11573e-05	0.00022118	0.00324402	6.29048e-05	2.85628e-05	0.00036957	0.00036957	0.00036957	ш		
0.000505551	6.56051e-06	2.2761e-05	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	у		
5.5747e-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ф	
0.00260189	8.07791e-05	0.000121838	1.20499e-05	1.02648e-05	6.6944e-06	3.88275e-05	1.65129e-05	4.46293e-07	0.00016343	3.55552e-06	1.33888e-06	4.46293e-07	2.45614e-05	4.46293e-07	9.81846e-06	х		
1.8298e-05	3.53522e-06	0.000282529	4.46293e-07	9.82587e-07	0	3.57035e-06	4.46293e-07	0	8.76272e-05	0	1.78517e-06	0	1.78517e-06	0	1.78517e-06	ц		
0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	ч		
4.81664e-06	5.35522e-06	0.000185212	0	4.46293e-07	2.23147e-06	4.46293e-07	1.78517e-06	0	0	0.000156649	1.78517e-06	0	4.46293e-07	0	4.46293e-07	ш		
0	4.46293e-07	4.61454e-05	0	0	0	0	0	0	0	1.0711e-05	4.46293e-07	0	0	0	0	щ		
0.000677473	0.000018147	0	1.20499e-05	0.000639539	7.58699e-06	0.00015575	0.000207963	7.7677e-06	0	0	3.07943e-05	0	0	0	0	ъ		
0.00105504	0.000304372	0.00011573	1.87434e-05	4.1059e-05	6.2048e-05	0.00060355	0.000239641	5.80182e-06	0	0.000105772	0.000319559	0.000382474	0	0	0	ы+ь		
1.8298e-05	0.0013933	0.0046293e-07	4.81664e-06	0	0	0	0	0	0	4.46293e-07	0	0	0	0	0	э		
0.000307526	0.000307526	0.000307526	1.20499e-05	1.24962e-05	1.78517e-06	0.000115753	0.00024048e-05	0.000280719	0	0	1.65952e-05	0.09758e-05	1.65952e-05	0	0	0	я	
0.000106753	0.00114653	0.000312103	3.3472e-05	0.000143707	3.57035e-05	0.000250605	3.74887e-05	0.000116483	0	0	5.8089e-05	7.05144e-05	1.65952e-05	0.00145492	0.00145492	0.00145492	а	

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:

c

Символ по счету:

7

Номер эксперимента:

50

Поле ввода символов:

c

Продолжить

Другой

Неравенство для энтропии:

$2,37501704651991 < H < 3,00107688002637$

Двоичная таблица угаданных символов:

00100000000000000000000000000000 ^
100000000000000000000000000000000
100000000000000000000000000000000
00000000000000010000000000000000
000000000000000000000000010000000
01000000000000000000000000000000 v

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 the order of n-grams, with "10 символов" selected. Other options include 5, 10, 15, 20, 25, 35, 40, 45, and 50 symbols.
- Input Section:** Contains 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 letter "а".
- Buttons:** Two buttons, "Продолжить" (Continue) and "Другой" (Other), are located below the input fields.
- Entropy Calculation Section:** Contains a label "Неравенство для энтропии:" and a text box showing the calculated value: $0,913833258670878 < H < 1,5713146886497$.
- Binary Table Section:** A label "Двоичная таблица угаданных символов:" is above a table with 32 rows and 2 columns. The first row is "01000000000000000000000000000000" and the second row is "10000000000000000000000000000000". The table is scrollable.
- Probability List Section:** A list of probabilities $q[1]$ through $q[32]$ is shown on the right. The values are: $q[1] = 0,72$, $q[2] = 0,12$, $q[3] = 0,02$, $q[4] = 0,02$, $q[5] = 0,02$, $q[6] = 0,02$, $q[7] = 0,04$, $q[8] = 0$, $q[9] = 0$, $q[10] = 0$, $q[11] = 0$, $q[12] = 0$, $q[13] = 0$, $q[14] = 0$, $q[15] = 0$, $q[16] = 0$, $q[17] = 0$, $q[18] = 0$, $q[19] = 0$, $q[20] = 0,02$, $q[21] = 0$, $q[22] = 0$, $q[23] = 0$, $q[24] = 0$, $q[25] = 0$, $q[26] = 0$, $q[27] = 0,02$, $q[28] = 0$, $q[29] = 0$, $q[30] = 0$, $q[31] = 0$, $q[32] = 0$.
- Status Bar:** A label "Строка состояния:" is above a text box containing the text "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-грами обчислюване значення $H^{(n)}$ зменшується.