НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

Криптографія

КОМП’ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

«Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту»

ФБ-32 Дорошенко Ілля

Мета: 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 H1 та H2 за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H1 та H2 на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення H1 та H2 на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.

2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення (10) H , (20) H , (30) H .

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

Хід роботи:

Завдання 1:

Для дослідження було обрано текст російською мовою «TEXT.txt». Згідно з методичними вказівками, текст пройшов попередню фільтрацію:

- Усі символи, крім літер, були вилучені або замінені на пробіли.
- Прописні літери замінені на відповідні рядкові.
- Послідовності пробілів трактуються як один пробіл.
- Буква «ё» замінена на «е», а «ъ» на «ь».
- Алфавіт дослідження склав 32 літери (без пробілу) або 33 символи (з пробілом).

При підрахунку біграм було реалізовано два підходи:

1. **Крок 1:** пари букв, що перетинаються (більш точна статистика).
2. **Крок 2:** пари букв, що не перетинаються.

На основі роботи програми було отримано такі значення ентропії та надлишковості:

A	B	C
Параметр	**З пробілами**	**Без пробілів**
H1	4,383006841	4,468568723
H2 (step 1)	3,975230577	4,150663708
H2 (step 2)	3,974254627	4,149794329
R (H1)	0,123398632	0,098023485
R (H2 step 1)	0,204953885	0,162192322

Таблиці частот символів:

(З пробілом)

Символ	Частота
	0,162346
о	0,095222
а	0,070264
е	0,066722
и	0,055668
н	0,054587
т	0,047573
с	0,043704
л	0,042398
в	0,03856
р	0,038175
к	0,030044
д	0,025471
м	0,024757
у	0,024013
п	0,021519
я	0,019391
г	0,017368
ь	0,016753
ы	0,015897
з	0,014918
б	0,014467
ч	0,011416
й	0,009648
ж	0,008485
ш	0,00791
х	0,007145
ю	0,005433
ц	0,003388
э	0,002533
щ	0,002349
ф	0,001875

(Без пробілу)

Символ	Частота
о	0,113677
а	0,083882
е	0,079653
и	0,066457
н	0,065167
т	0,056793
с	0,052174
л	0,050615
в	0,046034
р	0,045574
к	0,035867
д	0,030408
м	0,029556
у	0,028667
п	0,025689
я	0,02315
г	0,020735
ь	0,02
ы	0,018979
з	0,017809
б	0,017271
ч	0,013629
й	0,011518
ж	0,01013
ш	0,009443
х	0,00853
ю	0,006486
ц	0,004045
э	0,003024
щ	0,002805
ф	0,002239

Частота біграм з перекриттям 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	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
а	7,77E-06	0,000661	0,003407	0,000944	0,002102	0,000851	0,001186	0,00397	0,00012	0,000757	0,004262	0,008812	0,002665	0,005077	4,66E-06	0,000718	0,002668	0,003705	0,00462	0,000134	0,000504	0,000962	8,55E-05	0,000728	0,000969	0,000235	0	0	0	0,000773	0,002766	0,016571
б	0,001138	2,49E-05	3,73E-05	1,71E-05	1,4E-05	0,001965	4,66E-06	1,55E-06	0,000732	0	0,000246	0,000753	6,06E-05	0,000249	0,002155	0	0,001169	6,84E-05	7,77E-06	0,001141	0	4,66E-05	6,22E-06	2,49E-05	4,66E-06	0,000162	0,003541	0,000117	0	6,22E-06	0,000462	0,000313
в	0,005755	9,33E-06	2,18E-05	2,18E-05	0,000272	0,004159	0	0,000508	0,003258	0	0,000124	0,000927	0,000138	0,001339	0,006952	0,000305	0,000468	0,002959	0,000197	0,00079	0	3,89E-05	1,4E-05	2,95E-05	0,001236	6,22E-06	0,00264	0,000177	1,55E-06	0	0,000124	0,006088
г	0,001003	0	7,46E-05	0	0,00086	0,000555	0	0	0,000807	0	0,000104	0,001612	1,09E-05	0,000285	0,008917	0	0,001343	3,73E-05	3,11E-06	0,000771	0	0	0	2,18E-05	6,22E-06	0	0	0	0	0	0	0,000956
д	0,004005	3,42E-05	0,000911	9,33E-06	2,02E-05	0,004256	1,24E-05	4,66E-06	0,002709	0	0,000205	0,000608	8,71E-05	0,00163	0,003478	9,49E-05	0,002025	0,000264	0,000289	0,001595	1,24E-05	5,13E-05	0,000162	2,18E-05	0,000103	0	0,000653	0,000765	0	1,4E-05	0,000359	0,001092
е	9,33E-06	0,001039	0,001315	0,003323	0,002401	0,001437	0,000927	0,001078	0,000162	0,00228	0,000973	0,005913	0,003715	0,00666	0,000244	0,000933	0,006737	0,003416	0,003505	6,53E-05	1,4E-05	0,001028	0,000269	0,000886	0,000715	0,000642	0	0	0	0,000339	0,000367	0,01633
ж	0,001334	4,98E-05	0	2,33E-05	0,000622	0,00369	1,24E-05	0	0,00109	0	8,4E-05	1,55E-06	1,09E-05	0,001018	3,42E-05	0	0	2,02E-05	0	0,000188	0	0	0	4,66E-05	0	0	0	3,42E-05	0	2,02E-05	0	0,000205
з	0,005403	0,000143	0,000745	0,000429	0,000659	0,000207	0,000171	6,22E-06	0,000311	0	0,000162	0,000176	0,000255	0,001505	0,000684	0	0,000145	0,000146	1,09E-05	0,000257	0	0	3,11E-06	1,24E-05	1,24E-05	0	0,000529	0,001098	0	0,000112	0,000507	0,00123
и	7E-05	0,000482	0,00258	0,000474	0,001709	0,002325	0,000384	0,00164	0,000619	0,00141	0,001644	0,004876	0,002804	0,003163	0,000271	0,000215	0,000662	0,002771	0,003267	1,55E-06	1,55E-05	0,001662	0,001412	0,001162	0,000353	0,000104	0	0	0	0,000288	0,001564	0,017742
й	0	4,66E-06	0	0	0,000179	1,09E-05	0	0	0	0	3,89E-05	0,000224	4,35E-05	0,000336	1,24E-05	0	5,6E-05	0,000648	0,000267	0	0	0	3,58E-05	5,44E-05	8,09E-05	1,55E-06	0	0	0	0	0	0,007653
к	0,007478	0	0,000166	3,11E-06	1,87E-05	0,000473	1,09E-05	6,22E-06	0,002489	0	9,33E-06	0,000356	0	0,002256	0,008174	0	0,001707	6,69E-05	0,000375	0,001511	0	3,11E-06	1,09E-05	3,11E-06	6,22E-06	0	0	0	0	1,55E-05	0	0,004904
л	0,006375	2,33E-05	9,33E-06	0,000146	0,000327	0,003643	0,00033	6,22E-06	0,006296	0	0,000779	0,000114	4,66E-06	0,000249	0,006215	0,000103	0	0,001342	4,2E-05	0,001169	7,77E-06	0	0	0,000208	1,55E-06	1,55E-06	0,001208	0,00345	0	0,000818	0,001706	0,007845
м	0,002737	3,11E-06	0	5,91E-05	0	0,002685	0	3,11E-06	0,003427	0	6,69E-05	7,46E-05	1,55E-05	0,001106	0,003489	0,000222	4,2E-05	0,000131	1,55E-05	0,002164	1,55E-06	0	3,42E-05	2,64E-05	6,22E-06	1,55E-06	0,000614	2,33E-05	0	6,06E-05	0,000429	0,007319
н	0,010179	1,09E-05	9,33E-06	0,000165	0,001116	0,008616	2,33E-05	1,71E-05	0,00654	0	0,000218	3,11E-06	1,55E-06	0,002842	0,008294	9,33E-06	4,04E-05	0,000397	0,000589	0,002626	9,33E-06	0	0,000564	0,000188	3,58E-05	0,000143	0,003023	0,000992	0	0,000149	0,003323	0,004463
о	1,55E-06	0,003018	0,007949	0,004587	0,004413	0,00209	0,00158	0,000868	0,00077	0,003569	0,001656	0,006703	0,004802	0,006557	0,00016	0,001068	0,006116	0,00643	0,006389	4,82E-05	0,000435	0,000535	8,55E-05	0,001303	0,00128	0,000123	0	0	2,02E-05	0,000731	0,000614	0,021323
п	0,001151	0	0	1,4E-05	0	0,002415	0	0	0,000743	0	6,06E-05	0,000704	0	5,13E-05	0,008476	7,93E-05	0,005901	3,11E-06	4,82E-05	0,000678	1,55E-06	0	1,55E-06	7,77E-06	1,24E-05	0	0,000194	0,000583	0	0	0,000353	4,04E-05
р	0,008285	0,000121	0,000255	0,000274	0,000397	0,00591	0,000364	3,27E-05	0,005169	0	0,000252	6,06E-05	0,00023	0,000638	0,006801	4,2E-05	4,2E-05	0,000235	0,000636	0,003037	2,02E-05	0,000131	9,49E-05	7,93E-05	0,000232	6,38E-05	0,001421	0,000796	1,55E-06	0,000204	0,001051	0,001301
с	0,001396	4,2E-05	0,001698	7,77E-06	0,000303	0,00332	2,18E-05	4,98E-05	0,001642	0	0,004631	0,002287	0,000967	0,000701	0,002437	0,001672	0,000257	0,000743	0,010358	0,000715	1,71E-05	0,000182	2,02E-05	0,000317	4,98E-05	0	0,000395	0,003292	0	0,000128	0,00302	0,003038
т	0,005344	2,8E-05	0,002094	9,33E-06	0,000129	0,004531	1,55E-06	6,22E-06	0,003332	0	0,000342	0,000269	4,66E-05	0,000869	0,013195	5,91E-05	0,00279	0,000802	0,000104	0,001742	1,4E-05	2,18E-05	0,000118	0,00016	0	1,87E-05	0,001532	0,004904	4,66E-06	5,91E-05	0,000487	0,004559
у	1,87E-05	0,000502	0,00083	0,001222	0,001905	0,000146	0,001249	0,000855	1,71E-05	9,02E-05	0,000972	0,001482	0,000976	0,000295	1,24E-05	0,000543	0,000566	0,001382	0,001385	1,55E-06	6,22E-06	0,000355	1,55E-06	0,000687	0,000751	0,000191	0	0	2,18E-05	0,000992	6,69E-05	0,006489
ф	0,000177	0	0	0	0	0,000137	0	0	0,000627	0	1,09E-05	9,17E-05	4,66E-06	0	5,75E-05	0	0,000476	6,22E-06	6,22E-06	7E-05	4,66E-06	0	0	0	0	0	1,87E-05	1,55E-06	0	0	0	0,000187
х	0,000964	0	0,000128	0	0	3,89E-05	0	0	0,000152	0	0	6,06E-05	5,44E-05	0,000148	0,002236	1,55E-06	7,31E-05	3,73E-05	2,02E-05	0,00012	0	0	0	0	0	0	0	3,11E-06	0	0	0	0,003108
ц	0,000561	0	1,87E-05	2,64E-05	0	0,00107	0	0	0,000222	0	0,000171	4,66E-06	0	2,49E-05	0,000409	0	0	0	0	0,000485	0	0	0	0	0	0	0,000117	0	0	0	0	0,000278
ч	0,002108	0	0	0	0	0,002934	0	0	0,00116	0	0,000222	3,58E-05	0	0,000456	9,33E-05	0	2,02E-05	0	0,003393	0,000569	0	0	0	0	7E-05	0	0	0,000193	1,55E-06	0	0	0,00016
ш	0,001362	0	1,55E-05	0	0	0,002152	0	0	0,001906	0	0,000407	0,000452	1,87E-05	0,000328	0,000327	5,44E-05	3,11E-06	1,55E-06	0,000159	0,000285	0	0	0	0	0	0	0	0,00032	0	0	0	0,000118
щ	0,000404	0	0	0	0	0,001176	0	0	0,000644	0	0	0	0	2,8E-05	0	0	1,55E-06	0	0	6,53E-05	0	0	0	0	0	0	0	1,87E-05	0	0	0	1,24E-05
ы	0	0,000494	0,00106	0,00011	7,93E-05	0,000888	2,8E-05	4,66E-05	1,24E-05	0,001487	0,00018	0,002171	0,001445	0,000344	1,55E-06	0,000123	0,000345	0,00077	0,000529	4,66E-06	0	0,000849	1,55E-06	0,000129	0,000515	1,55E-06	0	0	0	0	0	0,004284
ь	0	0,000104	4,66E-06	4,04E-05	3,42E-05	0,001137	0	0,000129	7,31E-05	0	0,001085	0	0,000337	0,001001	4,35E-05	0	0	0,000871	0,000101	0	6,22E-06	0	8,55E-05	4,04E-05	0,000403	7,77E-06	0	0	0	0,000522	0,000428	0,010298
э	0	0	0	7,77E-06	1,55E-06	0	0	1,55E-06	0	7,77E-06	5,13E-05	8,24E-05	7,77E-06	4,66E-05	0	9,33E-06	4,51E-05	7E-05	0,002152	0	0	4,66E-06	1,55E-06	0	1,55E-06	0	0	0	0	0	0	4,2E-05
ю	0	0,000302	0	1,55E-06	0,000344	0	6,22E-06	2,64E-05	0	0	3,11E-06	3,89E-05	2,49E-05	8,09E-05	0	0	6,53E-05	0,000141	0,000412	0	0	6,22E-06	4,51E-05	5,75E-05	7,15E-05	0,000429	0	0	0	3,58E-05	0	0,003342
я	0	3,27E-05	0,000263	0,000295	0,000707	9,49E-05	0,000507	0,001521	1,09E-05	1,87E-05	7,46E-05	0,000872	0,000323	0,000599	0	1,4E-05	3,89E-05	0,00086	0,001379	0	1,55E-06	0,000138	3,27E-05	0,000118	3,11E-06	0,000145	0	0	0	8,55E-05	0,000199	0,011057
	0,002996	0,007338	0,014968	0,005158	0,006859	0,003811	0,001667	0,004141	0,010628	2,95E-05	0,011009	0,002632	0,005708	0,014706	0,012048	0,015254	0,004372	0,01538	0,007314	0,003778	0,000804	0,00113	0,000303	0,005103	0,000992	7,31E-05	1,24E-05	4,66E-06	0,00248	8,09E-05	0,001566	0

Без пробілів:

	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	ъ	ы	ь	э	ю	я
а	0,000388	0,001583	0,005821	0,001719	0,003269	0,001533	0,001533	0,005192	0,001572	0,000906	0,006516	0,010869	0,004093	0,007893	0,001472	0,002712	0,003733	0,00633	0,006404	0,000555	0,000713	0,001277	0,000158	0,001298	0,001275	0,00028	0	0	0,000347	0,000928	0,003512
б	0,001368	3,53E-05	5,94E-05	2,23E-05	2,04E-05	0,002359	9,28E-06	3,71E-06	0,000906	0	0,000303	0,000898	8,17E-05	0,000316	0,002703	5,57E-06	0,001426	9,65E-05	1,11E-05	0,001383	0	5,75E-05	7,43E-06	3,34E-05	7,43E-06	0,000193	0,004227	0,000139	3,34E-05	7,43E-06	0,000559
в	0,006987	0,000249	0,000464	0,000412	0,000707	0,005125	2,97E-05	0,000759	0,004199	0	0,000733	0,001296	0,000349	0,002116	0,008764	0,001062	0,000802	0,004247	0,000796	0,001088	1,67E-05	7,98E-05	7,24E-05	0,000239	0,001548	9,28E-06	0,003154	0,000212	0,00034	5,57E-06	0,000173
г	0,00124	4,27E-05	0,000165	1,3E-05	0,001099	0,000698	0	7,61E-05	0,001034	0	0,000187	0,001927	5,01E-05	0,000444	0,010765	9,84E-05	0,001628	0,000156	4,83E-05	0,000962	7,43E-06	3,71E-06	0	3,34E-05	1,3E-05	0	3,71E-06	0	2,04E-05	1,11E-05	9,28E-06
д	0,004798	9,47E-05	0,001175	9,28E-05	5,57E-05	0,00511	2,23E-05	5,2E-05	0,003328	0	0,000336	0,000743	0,000149	0,002072	0,004217	0,000238	0,00246	0,00046	0,000388	0,001938	3,34E-05	6,5E-05	0,000195	8,17E-05	0,000132	0	0,00078	0,000913	2,04E-05	1,86E-05	0,00044
е	0,000195	0,002196	0,003445	0,004544	0,003724	0,002047	0,001337	0,001964	0,001448	0,002721	0,002189	0,007455	0,005534	0,009441	0,001611	0,003139	0,008539	0,006048	0,005053	0,000583	6,87E-05	0,001427	0,000334	0,001561	0,000963	0,000772	0	0	0,00029	0,000414	0,000611
ж	0,001593	6,68E-05	2,97E-05	3,34E-05	0,000756	0,004418	1,49E-05	9,28E-06	0,001314	0	0,000113	1,86E-06	2,97E-05	0,001244	5,75E-05	1,49E-05	0	3,16E-05	1,3E-05	0,000228	0	5,57E-06	0	5,94E-05	0	0	0	4,08E-05	1,86E-05	2,41E-05	1,3E-05
з	0,006462	0,0002	0,000978	0,000562	0,000869	0,000258	0,000208	0,000115	0,000423	1,86E-06	0,000338	0,000241	0,000347	0,001906	0,000904	0,000191	0,000238	0,000342	7,24E-05	0,00033	3,71E-06	5,57E-06	1,3E-05	4,64E-05	2,97E-05	1,86E-06	0,000631	0,001311	3,34E-05	0,000134	0,000613
и	0,000388	0,001426	0,00525	0,001285	0,002979	0,003271	0,000613	0,002545	0,001992	0,001689	0,003195	0,006128	0,003937	0,005701	0,002072	0,002562	0,001437	0,005352	0,004713	0,000555	0,000145	0,002138	0,00173	0,00197	0,000587	0,000137	0	3,71E-06	0,000256	0,000349	0,002055
й	0,0002	0,000414	0,000739	0,000373	0,000718	0,000126	0,000123	0,000161	0,000601	1,86E-06	0,000802	0,000416	0,00046	0,000967	0,000626	0,000848	0,000416	0,001736	0,00065	0,000247	5,94E-05	5,01E-05	5,94E-05	0,000349	0,000189	1,11E-05	0	0	6,87E-05	1,11E-05	9,28E-05
к	0,009023	0,000644	0,000622	0,00021	0,000299	0,000648	0,000167	9,47E-05	0,003297	1,86E-06	0,000449	0,000497	0,00023	0,003219	0,010191	0,000394	0,002135	0,000624	0,000726	0,001914	2,6E-05	5,01E-05	3,16E-05	0,000156	2,78E-05	3,71E-06	0	0	9,1E-05	2,23E-05	7,43E-05
л	0,00775	0,000416	0,000807	0,000466	0,000807	0,004821	0,000431	0,000191	0,007958	1,86E-06	0,001858	0,000264	0,000128	0,001104	0,008537	0,000924	0,000358	0,002374	0,000369	0,001544	3,53E-05	2,97E-05	5,57E-06	0,000668	7,43E-05	5,57E-06	0,001442	0,004095	9,65E-05	0,000978	0,002073
м	0,003351	0,000295	0,000817	0,000446	0,00036	0,003349	0,000121	0,000199	0,0048	0	0,000709	0,00029	0,000273	0,002029	0,004778	0,00103	0,000252	0,001073	0,00033	0,002794	5,2E-05	9,28E-05	4,64E-05	0,00047	8,17E-05	5,57E-06	0,000737	2,78E-05	7,98E-05	7,61E-05	0,000592
н	0,012224	0,000343	0,000553	0,000343	0,001533	0,010356	5,94E-05	0,000212	0,008182	0	0,00052	3,9E-05	0,000124	0,003969	0,010286	0,000681	0,001169	0,000999	0,000923	0,003326	2,41E-05	5,57E-05	0,000679	0,000317	6,5E-05	0,000173	0,003609	0,001184	3,53E-05	0,00018	0,004002
о	0,00023	0,005042	0,012032	0,006155	0,00628	0,003113	0,002304	0,001658	0,002294	0,00426	0,003223	0,008372	0,006562	0,01043	0,002344	0,003542	0,00788	0,009907	0,00923	0,005598	0,000692	0,000794	0,000149	0,002599	0,00165	0,000158	0	1,86E-06	0,000408	0,000882	0,001088
п	0,001374	1,86E-06	1,86E-06	1,67E-05	1,86E-06	0,002887	0	0	0,000891	0	7,98E-05	0,000845	0	6,31E-05	0,010124	9,47E-05	0,007046	1,11E-05	6,13E-05	0,000809	1,86E-06	0	1,86E-06	9,28E-06	1,49E-05	0	0,000232	0,000696	3,71E-06	0	0,000421
р	0,009937	0,000208	0,000436	0,000368	0,00052	0,007076	0,000438	6,68E-05	0,006284	1,86E-06	0,000408	8,91E-05	0,000306	0,000898	0,008233	0,000243	9,28E-05	0,000477	0,000806	0,003688	4,83E-05	0,000174	0,000115	0,000115	0,000282	7,61E-05	0,001698	0,00095	1,86E-05	0,000247	0,001272
с	0,001736	0,000213	0,002274	0,000134	0,000512	0,004034	0,000106	0,000124	0,002064	1,86E-06	0,005777	0,002809	0,001247	0,001227	0,003087	0,002307	0,000446	0,001273	0,01269	0,00103	5,2E-05	0,00023	2,78E-05	0,000429	9,28E-05	1,86E-06	0,000471	0,00393	6,87E-05	0,000152	0,003627
т	0,006491	0,000321	0,002992	0,00016	0,000407	0,005591	6,5E-05	0,000139	0,004329	3,71E-06	0,000744	0,000395	0,000243	0,00155	0,016072	0,000546	0,003432	0,00145	0,000379	0,002222	4,64E-05	5,94E-05	0,000143	0,000401	2,6E-05	2,6E-05	0,001832	0,005855	0,000145	7,24E-05	0,000655
у	0,000197	0,000839	0,001598	0,001695	0,002599	0,000282	0,001561	0,001175	0,000668	0,000111	0,001858	0,001867	0,001522	0,001181	0,000447	0,001312	0,000843	0,002354	0,002018	0,000167	4,83E-05	0,00047	1,3E-05	0,001203	0,000936	0,000236	0	0	0,000123	0,001188	0,000156
ф	0,000217	3,71E-06	2,6E-05	5,57E-06	5,57E-06	0,000165	0	7,43E-06	0,000772	0	2,78E-05	0,000115	1,11E-05	2,41E-05	7,8E-05	2,23E-05	0,000579	2,97E-05	1,67E-05	9,28E-05	5,57E-06	0	0	1,86E-06	0	0	2,23E-05	1,86E-06	1,86E-06	0	5,57E-06
х	0,001194	0,000165	0,000484	0,000173	0,000152	0,000106	4,27E-05	7,98E-05	0,000483	1,86E-06	0,000251	0,000217	0,000208	0,000408	0,002931	0,000392	0,000219	0,000438	0,000145	0,000221	2,41E-05	9,28E-06	7,43E-06	7,8E-05	2,6E-05	1,86E-06	0	3,71E-06	4,08E-05	0	2,78E-05
ц	0,000674	9,28E-06	5,2E-05	3,9E-05	2,04E-05	0,001288	1,86E-06	9,28E-06	0,000288	0	0,000219	9,28E-06	2,23E-05	5,57E-05	0,000516	3,9E-05	5,57E-06	4,08E-05	1,86E-05	0,000583	0	3,71E-06	0	3,71E-06	0	0	0,000139	0	3,71E-06	0	3,71E-06
ч	0,002525	1,49E-05	1,11E-05	5,57E-06	5,57E-06	0,003503	1,86E-06	5,57E-06	0,001401	0	0,000277	4,27E-05	5,57E-06	0,000555	0,000134	1,3E-05	3,34E-05	2,78E-05	0,00406	0,000679	0	1,86E-06	0	3,71E-06	8,54E-05	0	0	0,00023	3,71E-06	0	3,71E-06
ш	0,00163	1,67E-05	3,16E-05	0	1,3E-05	0,002569	0	1,86E-06	0,002283	0	0,00049	0,000542	3,34E-05	0,000408	0,000395	8,17E-05	5,57E-06	1,3E-05	0,000191	0,00034	1,86E-06	0	1,86E-06	5,57E-06	5,57E-06	0	0	0,000382	0	0	0
щ	0,000483	0	0	0	1,86E-06	0,001403	0	0	0,000772	0	0	0	0	3,53E-05	0	0	3,71E-06	1,86E-06	1,86E-06	7,8E-05	0	0	0	0	0	0	0	2,23E-05	1,86E-06	0	0
ы	7,43E-05	0,000856	0,001732	0,000239	0,000286	0,001169	7,05E-05	0,000238	0,000464	0,001776	0,000538	0,002638	0,001984	0,000932	0,000358	0,000663	0,000518	0,001344	0,000848	0,000124	1,49E-05	0,001066	1,11E-05	0,000256	0,000633	5,57E-06	0	0	7,24E-05	1,86E-06	6,5E-05
ь	0,000681	0,000529	0,001416	0,00036	0,000427	0,001797	7,61E-05	0,000455	0,001012	1,86E-06	0,002163	0,000173	0,000704	0,002278	0,000878	0,001043	0,000271	0,002181	0,000581	0,000232	4,27E-05	0,000121	0,000113	0,000494	0,000516	1,11E-05	0	0	0,000197	0,000626	0,000622
э	0	1,86E-06	7,43E-06	1,11E-05	5,57E-06	0	0	3,71E-06	0	1,3E-05	6,31E-05	0,0001	1,49E-05	5,75E-05	0	1,11E-05	5,94E-05	8,72E-05	0,002577	0	0	5,57E-06	1,86E-06	0	1,86E-06	0	0	0	1,86E-06	0	0
ю	0,000145	0,00049	0,000343	0,000141	0,000572	7,98E-05	7,8E-05	0,000123	0,000353	0	0,000308	0,000128	0,000182	0,000386	0,00023	0,000325	0,000239	0,000496	0,000644	0,0001	2,41E-05	2,23E-05	6,87E-05	0,000234	0,000113	0,000518	0	0	4,46E-05	4,64E-05	5,2E-05
я	0,000329	0,000553	0,001669	0,000711	0,001403	0,00047	0,000718	0,00215	0,001043	2,23E-05	0,001194	0,00121	0,000724	0,002257	0,000867	0,001155	0,000308	0,002176	0,002231	0,000254	5,2E-05	0,000234	5,94E-05	0,000514	6,68E-05	0,000178	0	0	0,000158	0,000111	0,000332

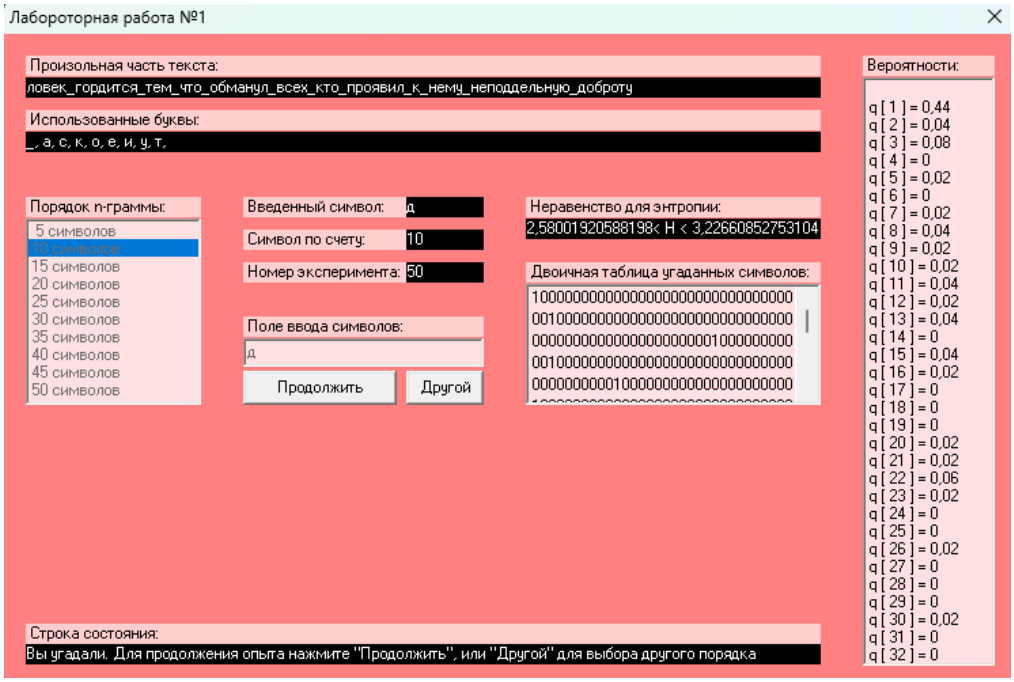
Завдання 2:

Для проведення експерименту використовувалася програма CoolPinkProgram та очищений російський текст.

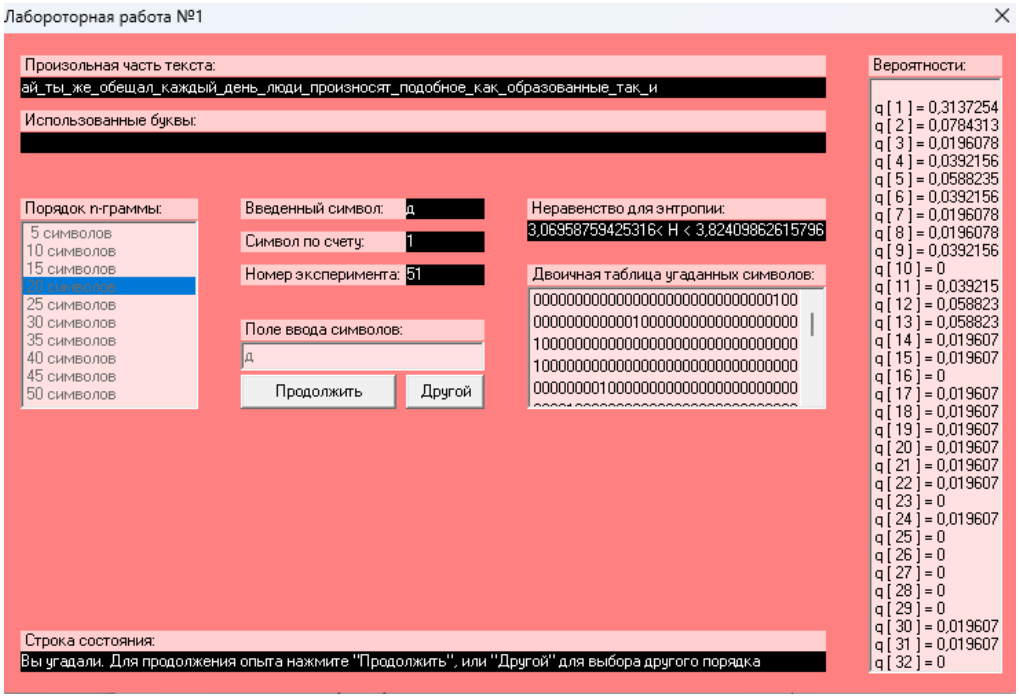
Було проведено по 50 експериментів для кожного порядку n-грами: n=10, 20, 30.

Експерименти із CoolPinkProgram:

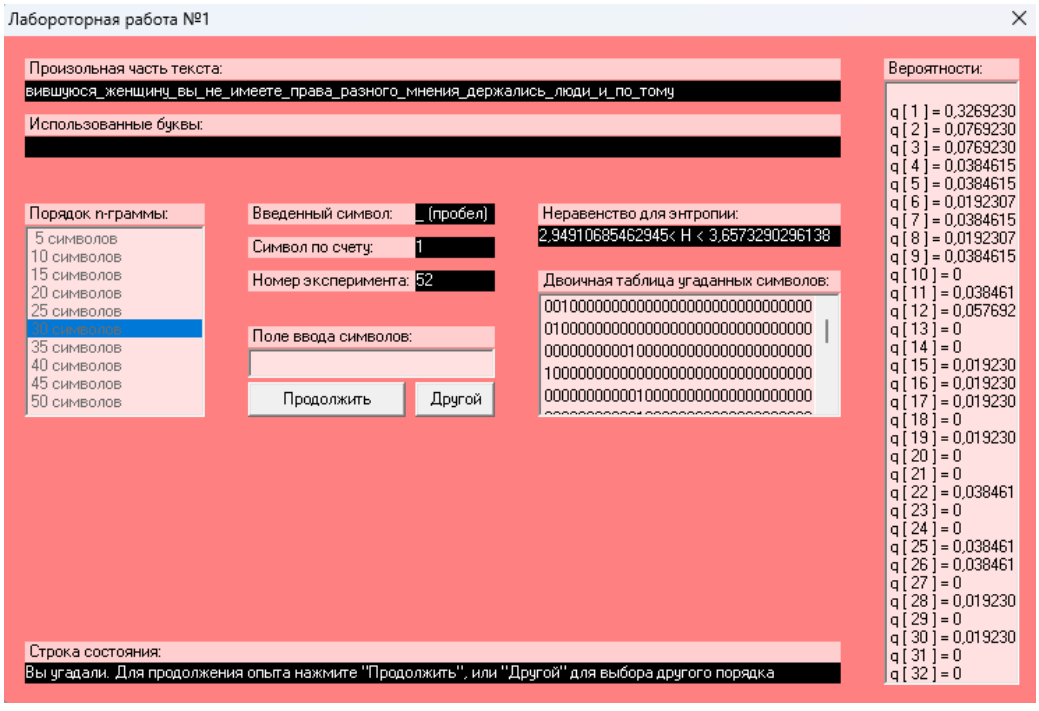
H10



H20


Лабороторная работа №1
Произольная часть текста:
ай_ты_же_обещал_каждый_день_люди_произносят_подобное_как_образованные_так_и
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: д
Символ по счету: 1
Номер эксперимента: 51
Поле ввода символов:
д
Продолжить
Другой
Неравенство для энтропии:
3,06958759425316< H < 3,82409862615796
Двоичная таблица угаданных символов:
Вероятности:
q [1] = 0,3137254
q [2] = 0,0784313
q [3] = 0,0196078
q [4] = 0,0392156
q [5] = 0,0588235
q [6] = 0,0392156
q [7] = 0,0196078
q [8] = 0,0196078
q [9] = 0,0392156
q [10] = 0
q [11] = 0,039215
q [12] = 0,058823
q [13] = 0,058823
q [14] = 0,019607
q [15] = 0,019607
q [16] = 0
q [17] = 0,019607
q [18] = 0,019607
q [19] = 0,019607
q [20] = 0,019607
q [21] = 0,019607
q [22] = 0,019607
q [23] = 0
q [24] = 0,019607
q [25] = 0
q [26] = 0
q [27] = 0
q [28] = 0
q [29] = 0
q [30] = 0,019607
q [31] = 0,019607
q [32] = 0
Строка состояния:
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

H30


Лабороторная работа №1
Произольная часть текста:
вившуюся_женщину_вы_не_имеете_права_разного_мнения_держались_люди_и_по_тому
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: _ (пробел)
Символ по счету: 1
Номер эксперимента: 52
Поле ввода символов:
Продолжить
Другой
Неравенство для энтропии:
2,94910685462945< H < 3,6573290296138
Двоичная таблица угаданных символов:
Вероятности:
q [1] = 0,3269230
q [2] = 0,0769230
q [3] = 0,0769230
q [4] = 0,0384615
q [5] = 0,0384615
q [6] = 0,0192307
q [7] = 0,0384615
q [8] = 0,0192307
q [9] = 0,0384615
q [10] = 0
q [11] = 0,038461
q [12] = 0,057692
q [13] = 0
q [14] = 0
q [15] = 0,019230
q [16] = 0,019230
q [17] = 0,019230
q [18] = 0
q [19] = 0,019230
q [20] = 0
q [21] = 0
q [22] = 0,038461
q [23] = 0
q [24] = 0
q [25] = 0,038461
q [26] = 0,038461
q [27] = 0
q [28] = 0,019230
q [29] = 0
q [30] = 0,019230
q [31] = 0
q [32] = 0
Строка состояния:
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка