МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інформаційної Безпеки

Криптографія

Комп’ютерний практикум №1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

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.

Перевірив:
_____

Виконали:
студенти II курсу
групи ФБ-01
Приходько І.Ю.
та Сахній Н.Р.

Київ 2022

Постановка задачі:

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:

1. **Таблиці частот букв і біграм тексту, а також значення H_1 та H_2 та оцінки надлишковості R російської мови у різних моделях відкритого тексту.**

1.1. Отримані результати для тексту, у якому присутні пробіли

Таблиця частот букв у тексті			
Номер по частоті використання	**Буква**	**Частота**	**У відсотках**
1	" "	0,15856	15,856%
2	о	0,09311	9,311%
3	а	0,07269	7,269%
4	е	0,06840	6,840%
5	и	0,05757	5,757%
6	н	0,05395	5,395%
7	т	0,05074	5,074%
8	л	0,04421	4,421%
9	с	0,04264	4,264%
10	р	0,03994	3,994%
11	в	0,03963	3,963%
12	к	0,03078	3,078%
13	у	0,02529	2,529%
14	м	0,02525	2,525%

15	п	0,02392	2,392%
16	д	0,02365	2,365%
17	г	0,01612	1,612%
18	я	0,01604	1,604%
19	з	0,01496	1,496%
20	ь	0,01496	1,496%
21	ы	0,01456	1,456%
22	ч	0,01338	1,338%
23	б	0,01303	1,303%
24	й	0,00986	0,986%
25	ж	0,00758	0,758%
26	ш	0,00735	0,735%
27	х	0,00692	0,692%
28	ю	0,00444	0,444%
29	щ	0,00298	0,298%
30	ц	0,00279	0,279%
31	э	0,00259	0,259%
32	ф	0,00182	0,182%
33	ъ	0,00027	0,027%

$H_1 \rightarrow 4.377865166149289$

$R \rightarrow 0.1321326084834017$

Таблиця Топ-10 найчастіших біграм в тексті			
Номер по частоті використання	**Буква**	**Частота**	**У відсотках**
1	"о "	0,02064	2,064%
2	"а "	0,01786	1,786%
3	" п"	0,01703	1,703%
4	"и "	0,01670	1,670%
5	" в"	0,01626	1,626%
6	"е "	0,01606	1,606%
7	" н"	0,01532	1,532%
8	" с"	0,01479	1,479%
9	"то"	0,01340	1,340%
10	"но"	0,00995	0,995%

$H_2 \rightarrow 3.987135744624616$

$R \rightarrow 0.20959075554316509$

Таблиця Топ-10 найчастіших перехресних біграм в тексті			
Номер по частоті використання	Буква	Частота	У відсотках
1	"о "	0,02091	2,091%
2	"а "	0,01788	1,788%
3	" п"	0,01693	1,693%
4	" в"	0,01630	1,630%
5	"и "	0,01620	1,620%
6	"е "	0,01604	1,604%
7	" н"	0,01516	1,516%
8	" с"	0,01475	1,475%
9	"то"	0,01325	1,325%
10	"и"	0,01109	1,109%

$H_2 \rightarrow 3.9875214560036625$

$R \rightarrow 0.20951429217215967$

1.2. Отримані результати для тексту, у якому пробіли відсутні

Таблиця частот букв у тексті			
Номер по частоті	Буква	Частота	У відсотках
1	о	0,10662	10,662%
2	а	0,08638	8,638%
3	е	0,08129	8,129%
4	и	0,06842	6,842%
5	н	0,06412	6,412%
6	т	0,06030	6,030%
7	л	0,05255	5,255%
8	с	0,05068	5,068%
9	р	0,04747	4,747%
10	в	0,04710	4,710%
11	к	0,03658	3,658%
12	у	0,03006	3,006%
13	м	0,03001	3,001%
14	п	0,02843	2,843%

15	д	0,02811	2,811%
16	г	0,01915	1,915%
17	я	0,01907	1,907%
18	з	0,01778	1,778%
19	ы	0,01777	1,777%
20	ъ	0,01730	1,730%
21	ч	0,01591	1,591%
22	б	0,01549	1,549%
23	й	0,01172	1,172%
24	ж	0,00901	0,901%
25	ш	0,00873	0,873%
26	х	0,00823	0,823%
27	ю	0,00528	0,528%
28	щ	0,00354	0,354%
29	ц	0,00332	0,332%
30	э	0,00307	0,307%
31	ф	0,00216	0,216%
32	ь	0,00032	0,032%

$H_1 \rightarrow 4.4531050182728436$

$R \rightarrow 0.10937899634543125$

Таблиця Топ-10 найчастіших біграм в тексті			
Номер по частоті використання	**Буква**	**Частота**	**У відсотках**
1	'то'	0,01604	1,604%
2	'но'	0,01201	1,201%
3	'ст'	0,01120	1,120%
4	'ов'	0,01102	1,102%
5	'на'	0,01088	1,088%
6	'по'	0,01072	1,072%
7	'ал'	0,01055	1,055%
8	'не'	0,01038	1,038%
9	'ко'	0,00994	0,994%
10	'ро'	0,00941	0,941%

$H_2 \rightarrow 4.147634299400495$

$R \rightarrow 0.1704731401199011$

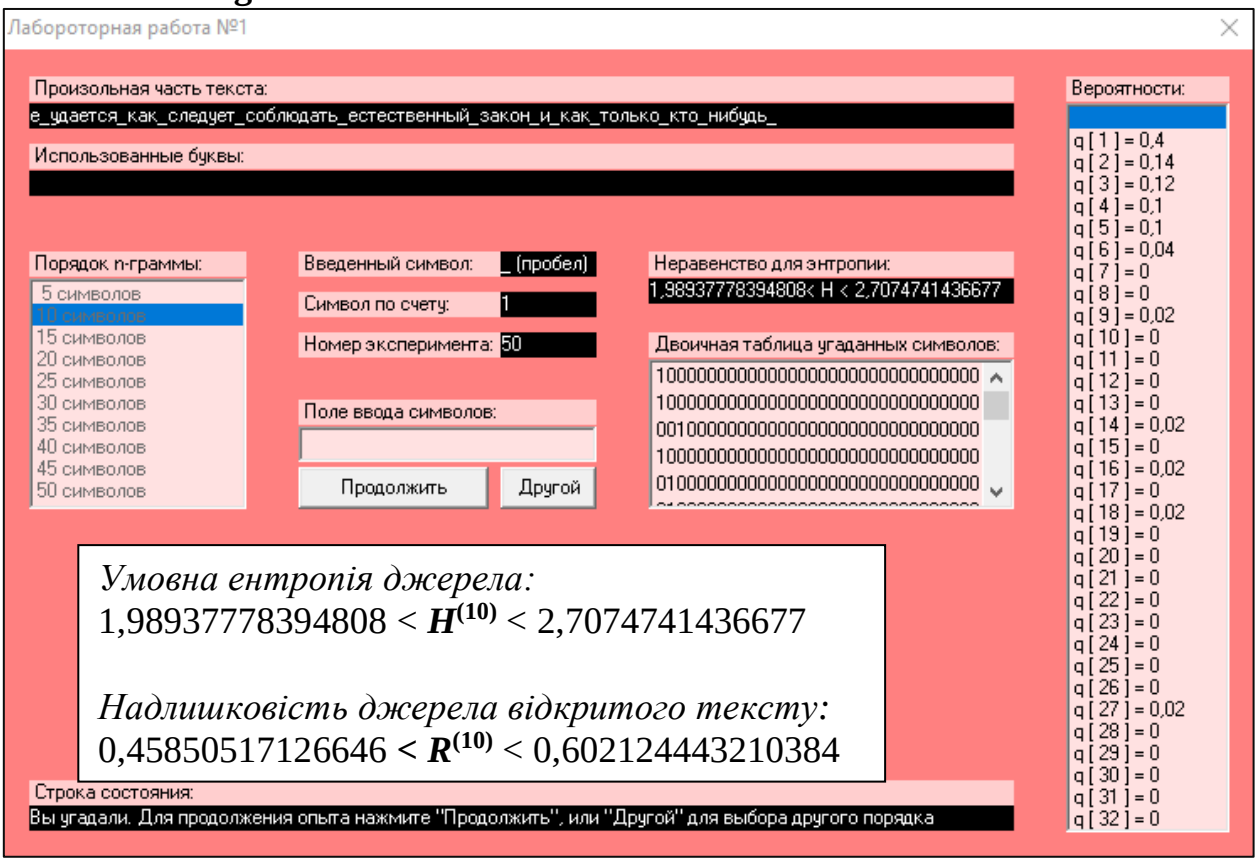
Таблиця Топ-10 найчастіших перехресних біграм в тексті			
Номер по частоті використання	Буква	Частота	У відсотках
1	'то'	0,01623	1,623%
2	'но'	0,01182	1,182%
3	'ст'	0,01118	1,118%
4	'на'	0,01097	1,097%
5	'по'	0,01090	1,090%
6	'ов'	0,01082	1,082%
7	'ал'	0,01069	1,069%
8	'не'	0,01051	1,051%
9	'ко'	0,01025	1,025%
10	'ро'	0,00955	0,955%

$H_2 \rightarrow 4.147794075186039$

$R \rightarrow 0.17044118496279226$

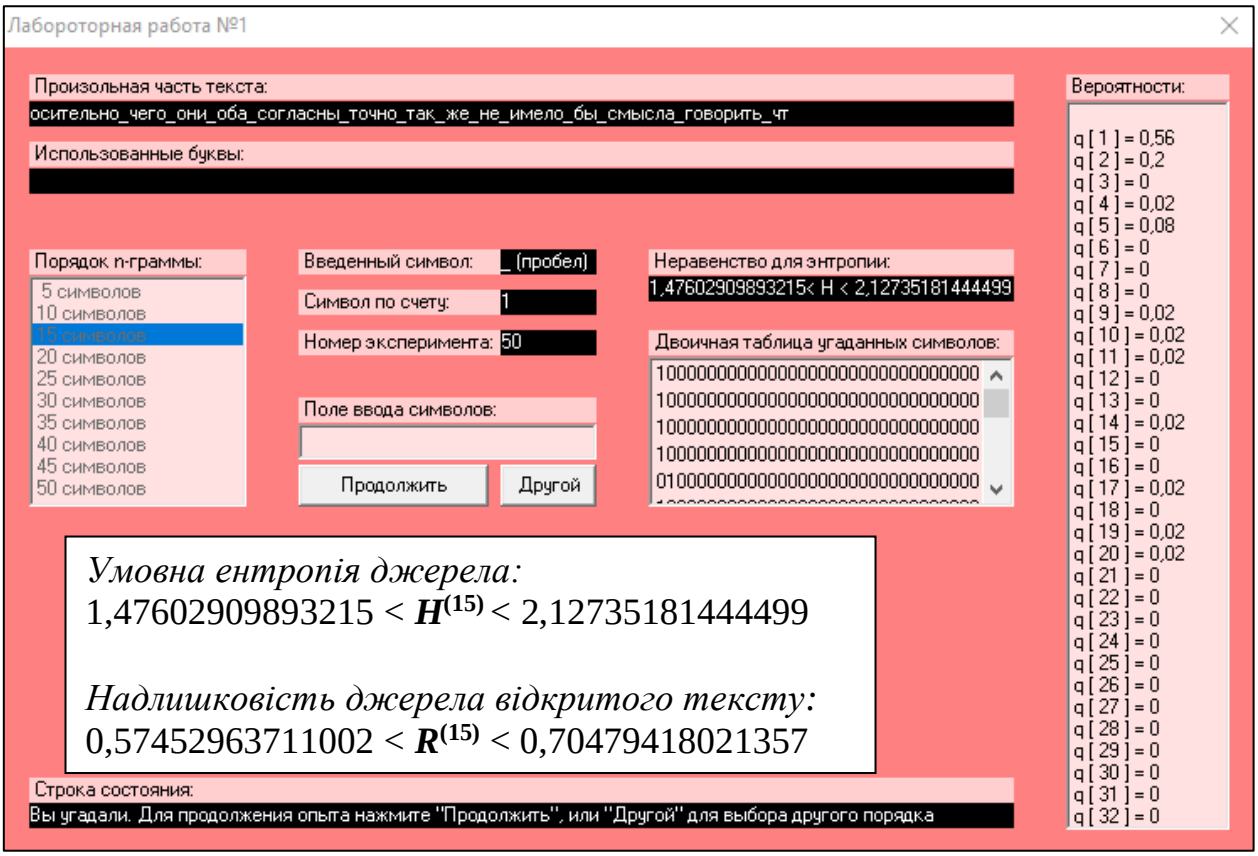
Results			
With spaces			
H1	4,37787	R	0,13213
H2	3,98714	R	0,20959
Cross H2	3,98752	R	0,20951
Without spaces			
H1	4,45311	R	0,10938
H2	4,14763	R	0,17047
Cross H2	4,14779	R	0,17044

2. Оцінки для значень $H^{(10)}$, (+ $H^{(15)}$), $H^{(20)}$, $H^{(30)}$, з використанням програми CoolPinkProgram



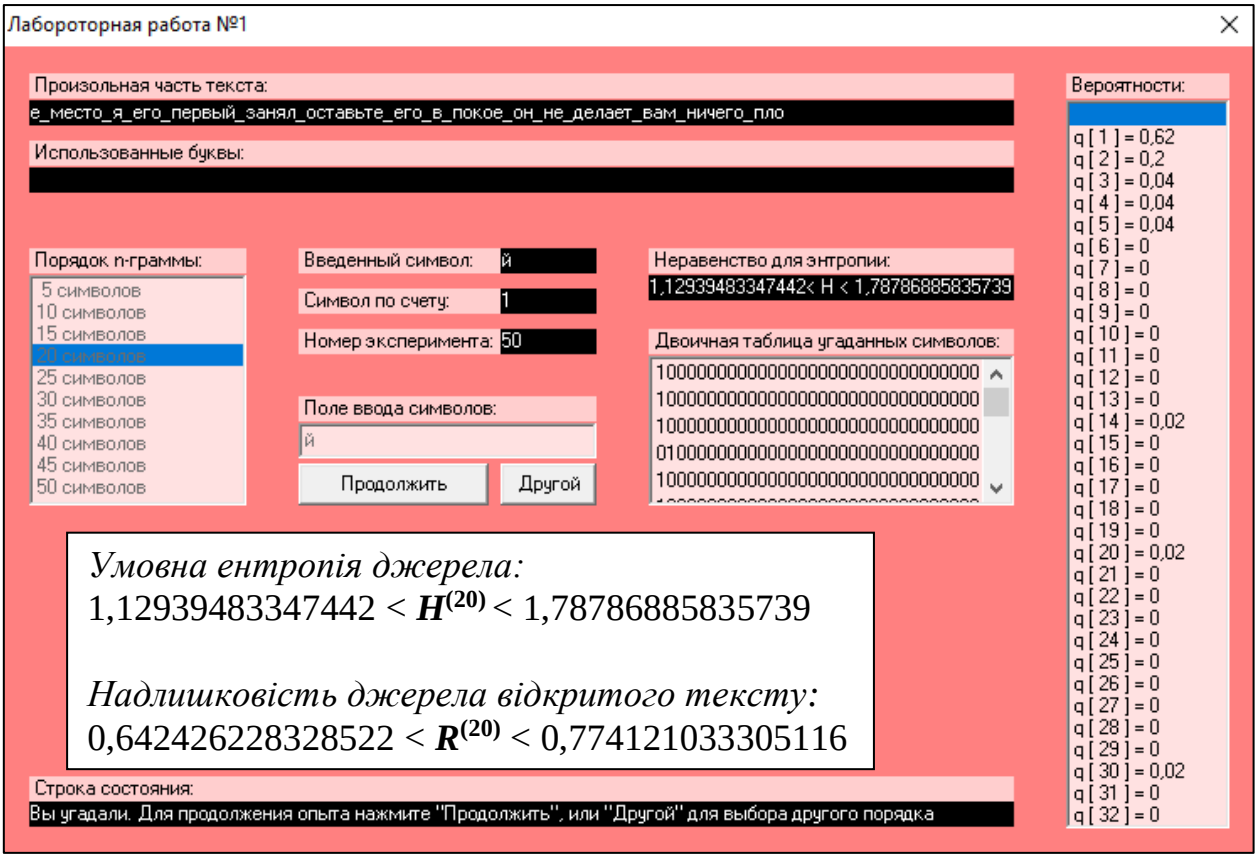
Умовна ентропія джерела:
1,98937778394808 < $H^{(10)}$ < 2,7074741436677

Надлишковість джерела відкритого тексту:
0,45850517126646 < $R^{(10)}$ < 0,602124443210384



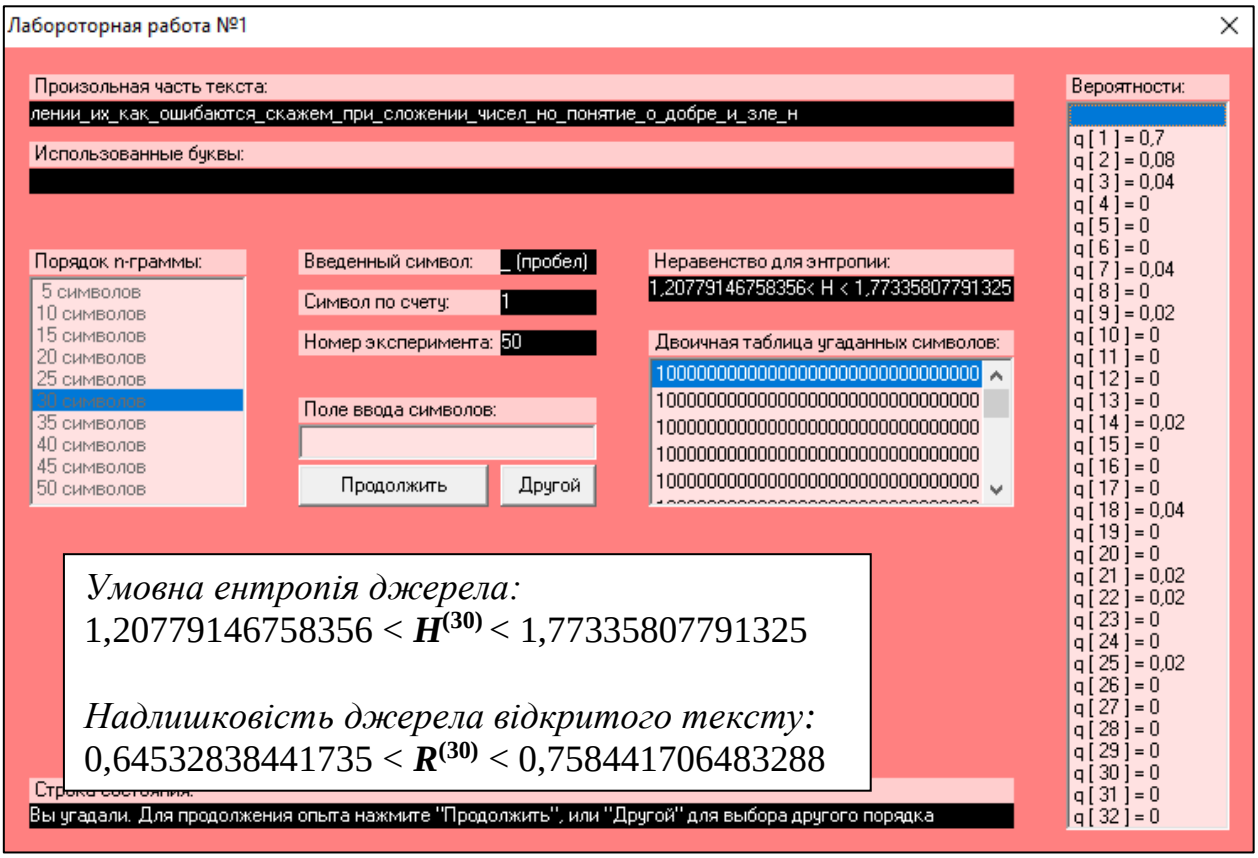
Умовна ентропія джерела:
1,47602909893215 < $H^{(15)}$ < 2,12735181444499

Надлишковість джерела відкритого тексту:
0,57452963711002 < $R^{(15)}$ < 0,70479418021357



Умовна ентропія джерела:
$1{,}12939483347442 < \boldsymbol{H}^{(20)} < 1{,}78786885835739$

Надлишковість джерела відкритого тексту:
$0{,}642426228328522 < \boldsymbol{R}^{(20)} < 0{,}774121033305116$



Умовна ентропія джерела:
$1{,}20779146758356 < \boldsymbol{H}^{(30)} < 1{,}77335807791325$

Надлишковість джерела відкритого тексту:
$0{,}64532838441735 < \boldsymbol{R}^{(30)} < 0{,}758441706483288$

Висновки:

У ході виконання лабораторної роботи було експериментально досліджено, яке значення може приймати ентропія та надлишковість джерела відкритого тексту. Для цього було проведено декілька дослідів, та у результаті яких, знайдено частоту букв та [перехресних] біграм тексту, що дозволило за наявними теоретичними формулами обрахувати кожне значення ентропії та надлишковості. Усі проведені експерименти та обрахунки були необхідними, щоб вивчити та порівняти різні моделі джерела відкритого тексту, а також надлишковість російського письмового тексту згідно наданих даних.