Криптографія

Комп'ютерний практикум № 1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

Виконали Студенти 3-го курсу Групи ФБ-02 Замрій Денис та Гнатюк Максим

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:

- 1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку Н 1 та Н 2 за безпосереднім означенням.
- 2. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H_1 та H_2 на добровільно вибраному тексті російською мового, достатньої довжини, де імовірності замінити відповідними частотам.

Також одержати значення Н_1 та Н_2 на тому ж тексті у якому вилучені всі пробіли.

- 3. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення H¹0, H²0, H³0
- 4. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Формули, які використовували в лабораторній роботі:

Надлишковість:

$$R = 1 - \frac{H_{\infty}}{H_0}$$

Ентроппія:

$$\sum_{i=1}^{m-1} i(q_i^{(n)} - q_{i+1}^{(n)}) \log_2 i + m q_m^{(n)} \log_2 m \le H^{(n)} \le -\sum_{i=1}^m q_i^{(n)} \log_2 q_i^{(n)}$$

Ентропія символів в тексті з пробілами

```
('o', 0.11299019607843137)

('e', 0.08412990196078432)

('u', 0.07549019607843137)

('a', 0.0739583333333333333)

('h', 0.06752450980392156)

('T', 0.0616421568627451)

('c', 0.050490196078431374)

('n', 0.04356617647058823)

('B', 0.04344362745098039)

('p', 0.04295343137254902)
```



Частота біграм у тексті без пробілів

								1 4		1		- 100					-						200	- 11	-	-	-	2 1 2		1 4	1	1 .
	-	0.00000	0.005535	0.001225	0.003481	0.009922	-	0.000963	0.00404	0.000346	0.000345	0.00578	0.008211		0.007955	0.000795	0.009921	0.003064	0.008147	0.006175	0.000813	0.000033	n necessar	0.000345	0.005718	0.00049	0.00048		0	0 0.000123	5 0.00025	0.0038
6	0.000225		0.000745	D		0.003819		0 0.000129		0.000225		0.000368			II.ODDSAR			0.001471			0.000348			0			D.000245	0.000	Dea DONNE			0.0000
			0.000368	a annese				0 6		0.002819		5.00094									0.000858	- 0	0.000245	. 0	0.000068	0.000858				23 0.000245		A STATE OF
	0.000100		0.000123		0.002083			0 0		0.000715	. 0		0.001471			0.000049		0.001716			0.000715				4	0		0	d	6 1	0 /	
	0.00527		0.001961			0.00576		0 0		0.000186		0.000755				0.004412			0.000811					0.000025	0.000125	0.000025		0.000	858 0.0006	11	0	0 0.000
			0.008481	0.00521				0.0009473				0.002206									0.000785	0.000125					0.000858	D	0	0 0.000345		
			4	. 0	0			0 6			0		0		0	0		0	0.000123	. 0				0		0	0	.0	0	8	3	8
	0.000595				0.001593	0.004412		0 0.000123		0.000186	0		0.000125		0.000613	. 0			- 4	. 0	0.000245			. 0	0.000123	. D		0	0 0.0000	45	3 /	0
3	0.00527	0.000368	0.001981	0.00049	0.001346	0.000968		0 0.000123	0.00012	0.000368		0.00049	. 0	0.000368	0.003309	0.000345		0.000125	0.000568	0	0.00049	0.000125				0.000023	. 0	0.0000	343	0 1	4	0.00
	0.000245	0.000858	0.005515	0.001961	0.003064	0.008554		0 0.001109	0.00282	0.002328	0.001308	0.004902	0.004534	0.008485	0.006005	0.001716	0.004567	0.001736	0.004779	2.008456	0.00049		0.002088	0.000658	0.005509	0.000658	0.000615		0	0.000045	5 0.00024	5 0.00
		0,000123	0,00049	0,000045	0.000795	0,000123		0 0,000128	0.00036	0.00098	0	0.001235	0		0,001103	0.000795	0,000858	0.000613	0.003451	0.000123	0,000068	0,000345	0,000245	0,000125	0,000245	0,000068		0	0	8	3	6
	0.009436	0.00049	0.000858	0,000025		0.001225		0 0		0.003554	.0	0,000368	0.00098	. 0	0.001471	0.009069	0.000125	0.002574	0.000613	0.001225	0.002528	0.000125	0.000245	. 0	0.00049		0	0	0	0.0.000123	5 7	0
	0,004412	0,000568	0,00049	0.00048	0.000613	0,004901		0.0000248		0,010662	0	0,000125	0,000023	0,000125	0,000858	0.005147	0,00048	0,000125	0,003961	0,000125	0,002206		0,000368	0	0,00049		0	0 0,000	795 0,0050	17 1	0 0,000960	1 0,00
	0.002941	0,000615	0,000795	0,000615	0,00049	0.002941		0 0,000245		0,005637	0	0.000245	0,000245	0.000245	0.001716	5,004044	0,000856	0.000368	0.001108	0.000586	0.009922	0	0,000125	0,000023	0,000619	- 0		0 0.001	109 0,0001	25 0.000125	3 1	0.00
	0.009314	0,000968	0,000858	0,000045	0,001961	0,009681		0 1	0,00012	0,011275	. 0	0,00049	0,000123	0,000123	0,004289	0,002132	0,000735	0,00049	0,0000858	0,001225	0,002451	0,000123	0,000123	0,000245	0,000245		ů.	0 0,000	882 0,0020	23 (3	0.00
	0	0,005393	0,009559	0,004903	0.007553	0,009064		0 0,000453	0.00233	0,000064	0,004412	0,004289	0,007966	0,008948	0,010172	0,002574	0,009064	0,006824	0,008948	0,00674	0,000599	0,000345	0.005225	0,000125	0,005676	0,001471	0.000245	0	0	0 0,0004	9 0,000735	5 0,0
	0.000838					0,003186		0 0		0,000838	0		0.000755		0,000243	0.003805	t	0,006638	0,000123		0,000615				0.000125		0	0 0,000	125 0,0000	15 (3 1	0,00
	0,008701		0,000795	0,00045	0,00049	0,005025		0.000245		0.005147	.0	0,000245	. 0	0,000795	0,000858	0,008088	0.000345	0	0,000613	0,000368	0.002574	. 0	0,000245	. 0		0	0	0 0.001	471 0,0001	10 (9 1	0 0,00
	0,00096		0,001961	0,00049	0,000045	0,005147	0,00085	8 0	0,00012	0,002206	0	0,002453	0,003819	0,001225	0,000735	0,003431	0,002941	0,000368	0,000066	0,013948	0,000696		0,000133	0	0,000066	0,000735	. 0	0.0,000	725 0,0038	19 (3 /	0.00
	0,006127	0,00046	0,002574	0,000245	0,00049	0,007108		0 0,000245	0,00012	0,009576	0	0,000755	0,000345	0,00049	0,003451	0,005725	0,000613	0,005392	0,002528	0,000755	0,003188			0,000045	0,000366	0,000245	. 0	0 0,000	635 0,0069	63 0,000123	5 0,0004	9. 0,0
		0,001595	0,001471	0,001225	0.003431	0.0000008		0 0,002574	0,0004	0.00098	.0	0.000473	0,001548	0,000960	0,001103	0,000388	0,001225	0,00008	0.005473	0.002839	0,000245	0,000125	0,0000615		0.001856	0,001225	0,00049	0	0	0 1	0 0,00047	1
17	896000,0	- (. 0	0			0 0		0,000128	0		0,00049		. 0	0.000245		. 0		- 0		- 0	- 1	- 0		. 0		0	0	0 1	3 1	0
	0,000613	0,000045		0,0000.23	0,000123	0,000123		0 0,000133	0,00012	0,000,096	.0	0,000133	0,00049	- 0	0,000068	0,000554	0,00049	0,000368	0,000368	0	0.00048	0,000121		.0	0,000123			. 0	0	0 0,000040	5 7	0
	0,000735		0,000133	. 10		0,001548		0 0		0,000123	.0		. 0		D	0,000858		0	. 0		0,000735							0 0,000	145	0 7	3 19	0
	0,002574		0,000245			0.004657		0 0	()	0,002574	. 0	0,000368	. 0	. 0	0,001225	0,000345		0,000123		0.004289	0,000366			0,000125		0,000128	. 0	. 0	0 0,0009	58 7	3 1	0
	0,000858		0.000123			0,001471		0 0		0,002574	. 0	0.00049	0,000785	- 1	0,000858	0,000123	0,000129	0		. 0	0,00096#	- 0	- 4	. 0	- 0	0		0	0	0 1	3	6
77	0,000054			. 0		0,000858		0 0	0.00	0,000103	. 0		0	- 0	0	- 0		. 0	. 0	. 0	0,000245	. 0	- 4		- 0	0		. 0	0	0 (3 3	0
								0 0			. 0		0					0	. 0			. 0				D	. 0	.0	0	0 7	3 9	0,0,0
	0.000129	8,900125	0,002328	0,000045	0,000368	0,001598		0 0	0,0004	0.00098	0,003386	0,00045	0,001716	0,002338	0,000615	0.000345	0,00045	0.000735	0.00096	0,000345	0,000123		0,001838	0,000123	0,000368	0,000028	0,000123	D	0	0 1	3 1	0
	0,000245	0,000968	0,00098	0,000128	0.000345	0,00094		0 4	0,00006	0,001348	0	0,002206	0,000129	0,000613	0,004289	0.001109	0,00049	0,000045	0,001103	0,000345	0,000368	0		0,000129	0,000795	0,000613		0	0	0 (0 0,000241	6.00
				. 0	. 0	. 0		0 0	1		: 0		. 0		D	. 0		. 0		0,002083				. 0		D	. 0	.0	0	0 (3 /	0
0	0,000123	0,000048	0.000125	0,000025	0,000245	. 0		0 0,000125		0,000368	0	0,00040	0,000066	0,000245	0,000248	. 0	0,000568	0,000815	0,000568	0,00008	0,000125			. 0	0,000125	D	0,000858	. 0	0	0 0	2 1	0
	0.000123	0.000125	0.001471	0.000245	0.001103	0.001348		0:0.000245	0.00024	0.000888	0.000368	0,000615	0,0000868	0.001225	0.001348	0.001103	0.000858	0.000123	0.000735	0.002986	0.000345		0.000123	0.000245	0.000745	0.0			a	6 0.000129	4 7	0.0.00

Частота біграм в тексті з пробілами

				1 1	-1	A						H			M		. 0								14.			44					100		-
3		0,0004	45 0,0028		662 0	159300,	0,002518		0,00456			0.00018	6 0,004193	0,006121	0,000431	0,001289		0,001087	0,003135	0,003054	0,00074			0,000532	9,885-05	0,000988	0,000094	0,000086					g 0,0007es		
	0,000693		0 9,555-	35	0		0,002174		0 4,948-0	5	0 0,0007	41	0,000047	0,000693	- 0	0,000296	0,002349	- 0	0,001136	4,945-05	9 0	0,00094	10	4,946-05	. 0	. 0	- 0	0,000648	4,94545	0,002767	0,000296		3 6	0 0,000047	7: 0,0003
	0,008436		0	0	0.0	,000247	0,004101		œ ·	0,0004	419 0,001E	76 .1	0,000048	0,000643		D/GOOGET	0,006226	0,000247	0,00084	0,008113	9,886-01	0,000844	2 1	0,000188		8,880-09	0.000741	0,000048		0,002174	8,888-09		4 9	0 4,848-05	8 0,00M
1	0,000791		0: 9,5054	35	0.0	001580	0,000889		0	0	0 0,0000	95	4,945-05	0,001000	- 0	0,000296	0,000303	- 0	0,001584	. 0	1	0,000593		0 0	0	- 0	- 4	. 0	. 0		0.		0 0	0 1	0 0,000:
A	0,004498	4,3464	1,000,0 80	4,549	149	0	0,004151		0.4,948-0	9, 4,948	09 0,0025	22 (0,000449	0,00084	0,000999	0,002322	0,003250	4,946-08	0,000858	0,000296	0,000141	0,001827		4,948-09	0,000048	4,940-05	0,000156	. 0		0,000692	0,000599		0 1	0,000743	4 0,0000
	4,942-05	0,0010	87 0,0011	0,0	062 (0,00252	0,000988		0.00079	5,00015	81 4,865	0,0018	0,000886	0,005188	0,004248	0,007264	0,000186	0,00084	0,001496	0,000447	0,005921	0,000098	9,885-0	0,00045	0,000296	0,001628	0,000642	0,000494			0		0,000146	6 9,980-01	6 0,008
	0		0	0	0	. 0	0		0	9	0	0 (1 0			0			. 0		1		0	0 0	0	0		. 0	0		0		0 0	6 F	0 0,000
	0,001334	4,941	08		0.0	001100	0,000213		0.915-0		0 0,0018	22 (0,000048	0,000348	- 0	0,000693	9,335-01			- 6		0,000048	C 1			4,845-09		. 0			0,000548		6 5	p 1	D 0,000
2	0,003607	0,0001	98 0,0000	8 0,000	195 0	.006433	0,000546		0.555.0	5 4,945	05 0,00002	95	0,000247	. 0	0,000346	0,001576	0,000346	. 0	0,000198			0,000595		0 0		0	4		0	0,000247	0		0 1	0 0,000494	4 9,000
16	4,948-09	0,0003	48 0,0000	0,00	0 480	001482	0,002572		0.00014	7 0,0021	72 0,0003	48 0,000,081	0,002868	0,003212	0.000718	0,002618	9,100-01		0.00084	0,002004	0,000121		4,848-0	0.000488	0,001584	0,002006	0,000944	0,000449					0,000188	6 0,000mm	8 0,000
A	. 0		6	6	0 4	945-05	. 0		0	8	0	0 (0,000544		4,945-05	0,000494		. 0	0	0,000093	9,880-01			0 0	4,945-05	- 6	4,945-05	. 0	ò		0		0 /	0 0	0 0,007
	0,007412		0.0001	18	0		0,000692		0	0	0.0,0026	LP (0.000544		0,000642	0,007145		0.00168		0.000494	0.001186	0.00	0	4,948-03	0		. 0	0		0		0 9	6	0 0,004
	0,003759	4,945-	08	0. 9,880	-db 0	000296	0,6042		0,00034	9	0 0,0068	19 (9,888-05	9,885-01		0,000048	0,000680	8,885-00	. 0	0,000000		0,003433		9 6	6	4,880-05			0	0,000988	0,001289		0.000481	£ 0,001410	3 0,004
*	0,002555		0	0	0		0,000316		0	0	0 0,0036	87	0,000148	4,945-05	4,945-05	0,00084	0,002224		9,885-05	4,945-05	4,945-05	0,002965		0	. 0	. 0		. 0	0	0,00084	4,945-05	- 1	0 0	0,000443	6 0,008
	0,007969		0: 4,848+	28	0.0	0000148	0,008188		0		0.0,0000	ar c	0,000041			0,002866	0,01008		0,000098	4,948-09	0,000490	0,001818	4,846-0		0,000047	0,000348		4,848-08		0.002989	0,001728		0 7	0,000889	9 0,009
	. 0	0,0002	12 0,0054	65 0,003	706 0	005732	0,000075		0.00148	2 0,0011	34 0,0006	42 0,00570	0,002224	0,006226	0,00588	0,005929	0,000346	0,001285	0,006226	0,005534	0,004	4,945-05		0,000395	4,945-05	0,002075	0,00084	0,000048	. 0	. 0	0		0 0,000494	4 0,000897	6 0.021
	0,001729		0	0.	0		0,000224		g .	0	0 0,0008	59 (1,555-05	0,000989		0,000048	0,000179		0,005139	4,548-05		0,000844		9 0	. 0	4,540-05		D		0,000148	0,000048		0 0	0,000089	8
	0,007461	4,945	0,0000	6 0,000	206 0	000247	0,004941		0,00018	8 4,945	es 0,000	36 .0	0,000087	9,888-01	0,000346	0,000593	0,000918	0,000148	6,946-05	0,000247	0,00016	0,002075		0.986-06	. 0		0,000148	. 0		0,000136	0,000791		0 0,000247	7 0,001480	0,00
	0,000791		6 0,0004	55 0,000	148 9	.88E-05	0.003508	6,00039	5	0	0 0,0017	29	0,002224	0,000224	0.000542	0,000494	0,002787	0.001779	0.000648	0,000294	0.000960	0.001433		0.000148	. 0	0.000198	0.000395	. 0	0	0.000445	0,002174		0 9,886-05	5 0,003701	6 0,000
1	0,001881	4,848-	0,0012	ni.	0.0	000148	0,005088		a	0 4,948	05. 0,0034	71 4	0,000046	0,000188	- 2	0,001581	0,010136	4,945-66	0,004407	0,001180	4,945-01	0,001716			4,945-03	4,800-01				0,000438	0,004595		0,000184	6 0,000086	6 0,008
¥	0	0,0000	87 0,0005	3 0,000	959 0	002125	0,000298		0.00232	2 0,0000	98	0 (0,000494	0,001285	0.001334	0,000646		0,000642	0,000642	0,000959	0,0018		4,945-0	0,000346	0	0,001196	0,000889	0,000247	. 0		0		0 0,000083	1 4,945-01	6 0,0070
	0,000198			0	0				0		0 0,0001	28 1		0,000484			0,000348		. 0		1	4,848-09									0		0 7	B 9	D
	0,000741		0 4,945	35	0		. 0		0	0	0 0,0004	45		0,000347	- 0	4,945-05	0,002475		4,946-03	. 0	4	0,000046		0 0		. 0	- 4	. 0	0		.0		6 /	6 7	0 0,00
14.	0,000484		0	0	0	0	0,000136		0	0	0. 5,880	95 (4,948-05			0	0,000191	- 0	. 0		1	0,000546		0			- 4	. 0		0,000096	. 0		0 0	6 F	0 0,000
4	0,002273		0	0	0		0,003508		0.	0	0 0,0012	73 (0,000048		- 4	0,001186	0,000247	. 0	6,946-05	- 0	0,000004	0,000090		0 0	. 0	. 0	4,942-01	. 0			0,00048		4 7	6 7	0,0000
21	0,000741		0 4,9454	78	0	0	0,001729		0	0	0 0,0016	51.	0.000546	0,000544	- 0	0.000642	0,000296	4,945-05	0		4,945-05	0,000698		9 0	0	. 0		. 0	. 0		4,945-05		0 1	5 7	0
44	0,000819		0	0	0		0,0000318		0	0	0. 0,0007	22 (4,848-09					1 1	0,000548		0 0							D		0 7	g	0
2	0		0	0	0	. 0	. 0		0	0	0	0 (- 4	0	- 6		. 0		1			0 0	. 0		4	. 0	0		0	- 1	0 7	0 4,945-05	6
bi		0,0003	47 0,0013	54.	0.0	.000148	0,000334		0.888-0	9,880	Ot .	0 0,00012	0,000000	0,001255	0.001435	0,000648		4,948-09	0,000944	0,000993	0.00014		. 1	0.000483	. 0	0,000347	0.000347	4,948-03	. 0		. 0		0	0 1	0 0,000
	0	4.945	06	0 4,945	-05		0,000445		0	0 9,300	4,845	05	0,000988		0,000198	0,00053	- 6		. 0	0,000741	9,005-00			0 0	9,886-05	0,000148	0.000195		ò		0	- 1	0.00009	6 0,000s9	0,009
9			0	0	0	0	. 0		0	0	0	0 (0			. 0		0,00160			0 0	. 0			0	. 0		0		0 /	5 1	0
80		0.00031	10	0	0.0	000045			0	0	0	0 0		0,000128	6,882-05				0,000099	9,885-01	0,00004			0 0		4,845-05		0,000094			0		0	a 7	0 0,000
	. 0	4.9454	05 0,0005	25	0 0	.000595	0,000595		0.00024	7 0,0000	98	0 0.00034	0.000595	0.000195	0.000346	0,000642			4,945-05	0.000494	0.00163			0.000346	9,585-05	0.000198		9,585-05			0		0 9,555-01	6 4,945-05	5 0,007
	3.001136	0.0061	76 0.0188	14 0.002	988 C	DOMETE	0.005208		0.000012	* p.cons	93 G.0647	14 6	0.008800	0.003040	in process	0.014817	0.001881	T CO SHAPE	0.003845	of the area	I DOMEST	0.006127	0.000118	n necons	n monare	0.000100	n nones	n monage				0.00348	4	0 0.0000044	e 7.79

Частота біграм в тексті без пробілів, з кроком 2

				r	A			*	3				A	M.				p	6		y		- 8	- 4	- 4	-	9.1	3	M				
	0	0,00098	0,005515	0,001225	0,002453	0,003922	0	0,001961	0,004044	0,001348	0,000245	0,00576	0,008211	0,003186	0,007353	0,000735	0,003922	0,003064	0,005147	0,006373	0,000613	0,000123	0,001838	0,000245	0,001716	0,00049	0,00049	0	0	0	0,000123	0,000735	0,003676
6	0,001225	0	0,000245	0		0,002839	0	0,000128	0	0,001225	0	0,000368	0,00098	0	896000,0	0,003676	0	0,001471	0,000128	0	0,001348	0	0	0		0	0,000245	0	0,009064	0,000613	0	0	0,000968
			0,000968				0	0		0,002819	0	0,00098					0,001225		0,004167	0,000368	0,000858	0	0,000245	0	0,000368	0,000858	0,000245	0	0,002819	0,000125	0,000245	0	0
r	0,001100	0	0,000123	0	0,002083	0,001100	0	0	0	0,000735	0	0	0,001471	0	0,000368	0,010049	0	0,001716	0		0,000735	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
A	0,00527		0,001961	0		0,00576	0		0,000125	0,005188	0	0,000735	0,001225	0,00098	0,005451	0,004412	0,000125	0,001595	0,000615	0,000125	0,001838	0	0	0,000123	0,000123	0,000125	0	0	0,000858	0,000613	0	0	0,000755
e	0,000125	0,002065	0,003431	0,00527	0,005309	0,001471	0	0,001471	0,002696	0,001838	0,001961	0,002206	0,00674	0,005882	0,000907	0,002206	0,003064	0,006373	0,008824	0,007475	0,000735	0,000123	0,00098	0,000613	0,005064	0,000613	0,000858	0	0	0	0,000245	0,000245	0,000125
ě	٥	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0,000123		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	0,001595	0	0	0	0,000595	0,004412		0,000123		0,005188	0	0	0,000123	0	0,000613	0	0	0			0,000245	0	0	0	0,000125	0	0	0	0	0,000245	0	0	0
,	0,00527	0,000368	0,001961	0,00049	0,001348	0,000368		0,000123			0	0,00049		0,000068				0,000123			0,00049	0,000123	0	0		0,000123	0	0	0,000245		0		0,00049
	0,000245	0,000858	0,005515	0,001961	0,005064	0,003554		0,001103			0,001103	0,004902	0,004534	0,008481	0,006005	0,001736	0,004367	0,001716	0,004779	0,008456	0,00049	0	0,002083	0,000858	0,005309	0,000858	0,000613	0	0	0	0,000245	0,000245	0,001225
ě			0,00049				0	0,000123				0,001225	0											0,000123	0,000245	0,000368	0	0	0	0	0	0	0
K	0,009436	0,00049	0,000858	0,000129	0	0,001225	0	0	0	0,009554	0	0,000368	0,00098	0	0,001471	0,009069	0,000128	0,002574	0,000613	0,001225	0,002328	0,000123	0,000245	0	0,00049	0	0	0	0	0	0,000123	0	0
A		0,000368			0,000613	0,004902		0,000245		0,030662		0,000125											0,000968		0,00049	0	0		0,000755			0,001961	
M	0,002941	0,000613	0,000735	0,000613	0,00049	0,002941	0	0,000245		0,005637	0	0,000345	0,000245	0,000245	0,001716	0,004044	0,000858	0,000068	0,000103	0,000368	0,000922	0	0,000123	0,000123	0,000613	0	0			0,000123	0,000123		0,000068
H			0,000858				0		0,000123			0,00049														0	0	0	0,005882	0,002083	0		0,000858
0		0,005392	0,009559	0,004902			0	0,002451			0,004412	0,004289	0,007966	0,008946	0,000172	0,002574				0,00674	0,001595	0,000245	0,001225			0,001471	0,000345	0	0	0	0,00049	0,000735	
	0,001838	0	0	0		0,003186	0	0		0,000858	0		0,000735		0,000245			0,006618			0,000613	0	0	0	0,000123	0	0		0,000123		0		0,000245
ρ	0,008701		0,000755			0,005025		0,000243		0,005147		0,000245				0,008088				0,000368			0,000245	0		0	0		0,000471		0		0,002083
e	0,00098	0	0,001961	0,00049	0,000245	0,005147	0,000858	0	0,000123	0,002206	0	0,002451	0,002819	0,001225	0,000735	0,003431	0,002941	0,000968	0,000368	0,013948	0,002696	0	0,000123		0,000368		0	0	0,000735		0		0,004779
	0,006127		0,002574			0,007108		0,000245				0,000785										0			0,000368		0	0	868200,0	0,006863	0,000123		0,000245
Y		0,001595	0,001471	0,001225	0,005431	0,000368	0	0,002574			0	0,001471		0,000961			0,001225	0,00098	0,000471	0,002819	0,000245	0,000125	0,000613	0	0,001838	0,001225	0,00049	0	0	0	0	0,001471	0
	0,000368	0	0	0		0	0	0		0,000123	0		0,00049	0		0,000245	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
	0,000615			0,000125	0,000123		0	0,000125			0	0,000125	0,00049	0	0,000368		0,00049	0,000988	0,000968			0,000123	0	0	0,000123	0	0	0	0		0,000245		
	0,000735		0,000125			0,001348	0			0,000123		0	0	0		0,000858	0	0			0,000735	0		0		0	0	0	0,000245	0	0		
- 4	0,002574		0,000245	p		0,004657	ġ.	0		0,002574		0,000368	D		0,001225			0,000128	P	0,004289		Û	. 0	0,000128	0	0,000123	0	D	0	896000,0	Ģ	. 0	D
La	0,000858	0	0,000125	0		0,001471	0	0		0,002574	0	0,00049	0,000735	0	0,000858	0,000125	0,000123	0			0,000368	0	0	0		0	0	0	0		0	0	
	0,000858	0	0			0,000858	0			0,001103	0	0	0	0		0	0	0	0		0,000245	0				0	0	0	0		0	0	0
- N	0	0	0	0		9	0		0		9	0	0	0		0	0		0		9	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0,000128
			0,002528				0	0	0,00049		0,005186			0,002528						0,000245		0			0,000368		0,000125	0	0	0	0	0	0
	0,000245	0,000368	0,00098	0,000128	0,000245	0,00098	0	0	0,000368	0,001348	0	0,002206	0,000128	0,000613	0,004289	0,001108	0,00049	0,000245		0,000245	0,000368	0		0,000129	0,000735	0,000613	0	0	0	0	0	0,000245	0,000245
_	0	0	0			0	0	0				0	0	0		0	0			0,002083	0	0				0	0	0			0		
			0,000123					0,000123		0,000368	0			0,000245			0,000368					0	0		0,000123	0	0,000858	0	0		0	0	0
	0,000125	0,000123	0,001471	0,000245	0,001108	0,001348	0	0,000245	0,000245	0,001838	0,000368	0,000813	0,000968	0,000225	0,001348	0,001108	0,000858	0,000028	0,000755	0,002696	0,000245	0	0,000128	0,000245	0,000735	0	0	0	0	0	0,000123	0	0,000128

Частота біграм в тексті з пробілами, з кроком 2

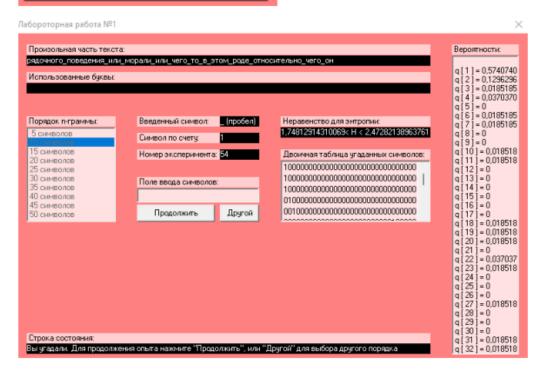
				r	A		e			н	H					0		P	€		Y		N.	4			- 10	ъ	M			10		
2	0	0,00049	0,00516	0,00079	0,00158	0,00227	0	0,00145	0,00227	0	0,0004	0,00425	0,00662	0,00247	0,00435	0	0,00079	0,00195	0,00347	0,00494	0	- 0	0,00138	9,95-05	0,00109	0,0005	0,0005	0	0	0		0,00089	0,00227	0,0133
6	0,00099	0	0,0002			0,00178	g.	a	0	0,00059	0	9,98-09	0,00119	0	0,0004	0,00267	O.	0,00119	0	0	0,00019	0	0	0	0	a	9,98-05	9,98-09	0,00277	0,00049	0		0,0008	0,000
	0,00544	0	0	0	0,0002	0,00474	0	0	0,00049	0,00188	0	9,95-05	0,00059		0,00079	0,00595	0,0004	0,00049	0,00257	9,95-05	0,00059	0	0,0002		9,95-05	0,00079	0,0002	0	0,00188	9,95-05			9,96-05	0,0068
r	0,00009	0	0,0002		0,00188	0,00119	0	0	0	0,0004	0	0	0,00069		0,0004	0,0085	0	0,00158	0	0	0,0003	0		0	0	0	0	0	0	0				9,95-0
A	0,00449	9,96-05	0,00089	9,96-05	0	0,00464	· c	a	0	0,00287	0	0,00089	0,00079	0,00119	0,00188	0,00326	9,96-05	0,00309	0,0002	0	0,00008	0		0,0002	0	0,0004	0	0	0,00069	0,0003	0		0,00069	0,0012
	9,95-05	0,00079	0,00128	0,00566	0,00217	0,00125	0	0,00009	0,00168	0	0,00128	0,00069	0,00464	0,00395	0,00702	9,95-05	0,00099	0,00464	0,00425	0,00721	0,0003	9,95-05	0,00049	0,0004	0,00168	0,00079	0,00059	0	0	0		9,95-05		0,016
ě	0	0	0	0			9	0	0	0	0	0	0		0	9	0	0	0	0	0	0		9	0	0	0	0	0	0	0			0,000
×	0,00128	9,96-05	0		0,00118	0,00247	e e	9,95-05	0	0,00227	0	9,96-05	9,96-05		0,00079	9,95-05	0	0	0	0	0,0002	0		0	9,96-05	a	0	0	0	0,0002	0		0	0,000
3	0,00356	0,0003	0,00109	0,0002	0,00109	0,00049	0	9,95-05	0	0,0003	0	0,0002	0	0,0005	0,00196	0,0004	0	0,0003	0	0	0,00059	0		0	0	0	0	0	0,0002	0			0,00049	0,0013
н	9,98-03	0,0004	0,00516	0,00079	0,00158	0,00208	q	0,0005	0,00247	0,0004	0,00089	0,00257	0,00277	0,00208	0,00287	9,96-09	0	0,00069	0,00208	0,00682	0	9,96-09	0,00109	0,00119	0,00178	0,00009	0,00049	0	0	0		0,0002	0,00109	0,0200
Ĥ	0	0	0				a	0	0	0	0	0,00059		9,95-05	0,0002	0	0	0	0,00089	9,96-05	0	0			0	0	0	0	0	0				0,0075
K	0,00771	0	0,0002	0		0,00069	0	0	0	0,00257	0	0	0,00079		0,00079	0,00768	0	0,00158	0	0,00049	0,00155	0		9,95-05	0	0	0	0	0	0				0,0041
	0,00589	9,98-09	0	9,98-09	0,0004	0,00419	g	0,0005	0	0,00791	0	9,98-09	9,56-09		0,0005	0,00484	9,98-05	0	0,00099	0	0,00138	0	0	0	9,98-05	g	0	0	0,00089	0,00474	0	0,00109	0,00168	0,0048
M	0,00227	0	0			0,00316	0	0	0	0,00316	0	0	9,95-05	9,96-05	0,00099	0,00227	0	0,0002	0	9,96-05	0,00287	0			0	0	0	0	0,00069	9,95-05			0,00069	0,0073
×	0,00662	0	9,95-05	0	9,96-05	0,00731	0	0	0	0,0083	0	0,0004	0		0,00306	0,01067	0	0,0002	9,95-05	0,00089	0,00217	9,96-05		0,0002	9,95-05	0	0	0	0,00595	0,00176			0,00089	0,0059
	0	0,00016	0,00583	0,00876	0,00642	0,00287	a	0,00148	0,00188	0,00079	0,00419	0,000087	0,00064	0,00682	0,00642	0,0004	0,00079	0,00642	0,00904	0,00494	9,96-09	0	0,00049	0	0,00287	0,000099	0	0	0	0	0	0,0008	0,00049	0,0196
	0,00188	0	0			0,00227	0	0	0	0,00119	0	9,95-05	0,00059		9,95-05	0,01038	0	0,00464	0	0	0,00059	0			9,95-05	0	0	0	9,95-05	0,0002			0,0005	
P	0,00751	0	0,0004	0,0002	9,96-05	0,00544	0	0,0005	9,95-05	0,00504	0	0,0003	0,0002	0,0005	0,00059	0,00682	0,0002	9,95-05	0,0004	0,00049	0,00188	0	9,96-05	0	0	9,95-05	0	0	0,00048	0,00069		9,96-05	0,00178	0,0009
¢	0,000099	0	0,00128	0,0002		0,00405	0,0004	a	0	0,00068	0	0,00148	0,00227	0,00049	0,00068	0,00317	0,00188	0	0,0004	0,01196	0,00158	0	0,0002	0	0,0000	9,95-05	0	0	0,0004	0,00027	0	9,96-05	0,00425	0,0034
T	0,00474	0	0,00109		9,95-05	0,00415	0	0	9,95-05	0,00208	0	0,0003	9,95-05		0,00158	0,00968	0	0,00435	0,00548	0	0,00158	0			9,95-05	0	0	0	0,00128	0,00494		0,0003	0,0004	0,0065
y	0	0,00048	0,00059	0,00119	0,00198	0,0005	9	0,00227	9,95-05	0	0	0,0004	0,00119	0,00128	9,98-08	9	0,00099	0,0004	0,00089	0,00158	0	0	9,96-05	9	0,00119	0,00099	0,00049	0	0	0		0,00119	9	0,0064
•	9,95-05	0	0				a	0	0	0,0002	0	0	0,0004		0	9,95-05	0	0	0	0	0	0		0	0	a	0	0	0	0				
ĸ	0,00079	0	0	0			0	0	0	0,00079	0	0	9,95-05		9,95-05	0,00237	0	0	0	0	0,00049	0			0	0	0	0	0	0				0,0041
ц	0,0004	0	0			0,00138	q	0	0	9,98-03	0	0	0			0,0005	0	0	0	0	0,0004	0		0	0	0	0	0	0,0002	0				0,000
*	0,00247	0	0			0,00356	a	0	0	0,00217	0	0,0004			0,00109	0,0000	0	0	0	0,00076	0,00049				0	9,95-05	0	0	0	0,0003				0,0008
	0,00079	0	0	0		0,00196	0	0	0	0,00055	0	0,0003	0,00069		0,00049	9,95-05	9,95-05	0	0	0	0,0002	0		0	0	0	0	0	0	9,95-05				
-	0,00009	0	0			0,00000	g	a	0	0,00069	0	0	0		0	a	0	0	0	0	0,0002	0		0	0	a	0	0	0	0	0		0	
b	0	0	0				0	0	0	0	0	6	6			0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0				
м	0	0,0003	0,00148	0	9,96-05	0,00148	0	9,95-05	0	0	0,00227	0,0002	0,00128	0,00188	0,0002	0	0	0,00069	0,00059	0,0003	0	0	0,00148	0	0,0002	0,0005	9,95-05	0	0	0				0,0040
	0	9,96-05	0	9,96-05	0	0,0004	a	a	0	9,98-05	0	0,00079	0	0,0002	0,00297	a	a	0	0,00069	9,96-05	0	0		9,96-05	0,0000	0,0008	0	0	0	0	0	0,0004	9,86-05	0,008
	0	0	0	0	- 0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0,00138	0	0			0	0	0	0	0	0	0			
100	0	0,0002		0	0,00048		0	0	0	0	0	0	0,0003	9,96-05		0	0	0,0004	0,0002	0,00059	0				0	0	0,00049	0	0	0				0,0025
	0	9,96-05	0,00049	0	0,0008	9,96-05	a	0,0008	0,0003	0	0,0003	0,0003	0,0002	0,0004	0,00049	a	0	0	0,00059	0,00078	0	0	0,0008	9,96-05	0	a	0	0	0	0	0	9,96-05		0,0074
	0.00548	0.00573	0.05403	0.00464	0.00632	0.00366	0	0.00257	0.00425	0.0054	0	0.0082	0.00257	0.00455	0.01581	0.01127	0.01591	0.00296	0.0054	0.00692	0.00613	0.00099	0.00257	0.00069	0.00464	0.00079	0.0004	0	0	0	0.00198		0.0002	0.0359

	Ентропія
Букви без пробілів	4.47983238661954
Біграми без пробілів	4.156467196560542
Біграми без пробілів з кроком 2	4.15516550078667
Букви з пробілами	4.034224557320984
Біграми з пробілами	3.664791134500426
Біграми з пробілами з кроком 2	3.6643626182742146

	Надлишковість
Букви без пробілів	0.11191864064949675
Біграми без пробілів	0.17602251168091476
Біграми без пробілів з кроком 2	0.17628055967301692
Букви з пробілами	0.2070262362192511
Біграми з пробілами	0.2796426728102185
Біграми з пробілами з кроком 2	0.27972690265908084

Для Н^10

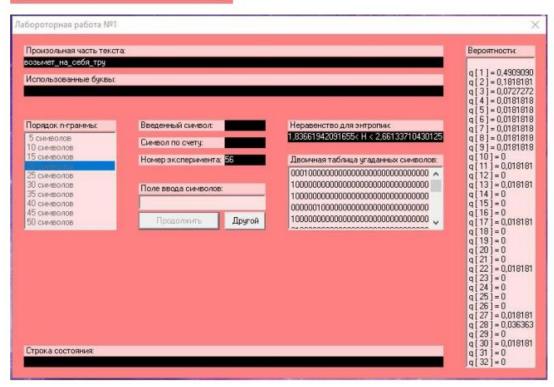
1,74812914310069< H < 2,47282138963761



R_H10: 0.5816196851271386

Для Н^20

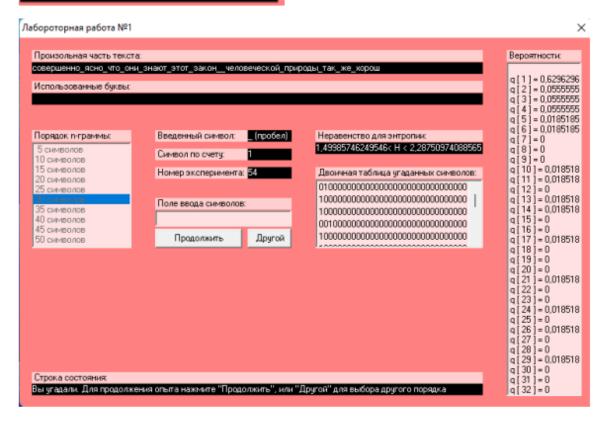
1,83661942091655< H < 2,66133710430125



R_H20: 0.5541628693584265

Для Н^30

1,49985746249546< H < 2,28750974088565



R_H30: 0.6245964321596587

Висновок: На цій лабораторній роботі ми познайомились з поняттями аентропії та надлишковості. Більш поглиблено навчилися працювати з текстом в Python. Також навчилися обраховувати частоти букв і біграм в тексті. В лабораторній роботі використали програму PyCharm і CoolPinkProgram