



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**Кафедра Інформаційної Безпеки**

**Лабораторна робота №1 дисципліни**

# **”КРИПТОГРАФІЯ”**

**Підготували:**

**студенти групи ФБ-03**

**Борох Іван**

**Жигун Анастасія**

**Київ 2022**

**Тема роботи:** Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

**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

Для виконання даного лабораторного практикуму було вибрано книгу Джорджа Мартіна "Полум'я та кров. Кров драконів" розміром 1,05 МБ.

#### 1. Програми для підрахунку

##### 1. Частоти букв:

\*whitespace - пробіл, \*intersecting/non-intersecting - пересічні/непересічні (біграми).

```
Table of letter's with whitespace:
Probability
0.157673
о 0.093792
е 0.076806
а 0.068440
и 0.058849
н 0.053085
р 0.047529
с 0.047041
л 0.045121
т 0.043605
в 0.038900
д 0.028464
м 0.027058
к 0.025147
п 0.020575
у 0.019246
г 0.015694
ы 0.015570
ь 0.015459
й 0.013608
```

```
я 0.013589
б 0.013497
з 0.013085
ч 0.010028
х 0.008836
ж 0.008494
ш 0.006367
ю 0.004527
ц 0.004408
э 0.002643
щ 0.002146
ф 0.000720
```

Table of letter's without whitespace: Probability	
о	0.111349
е	0.091183
а	0.081251
и	0.069864
н	0.063022
р	0.056425
с	0.055847
л	0.053568
т	0.051767
в	0.046181
д	0.033792
м	0.032123
к	0.029854
п	0.024426
у	0.022849
г	0.018631
ы	0.018485
ь	0.018353
й	0.016155

я	0.016133
б	0.016023
з	0.015534
ч	0.011905
х	0.010490
ж	0.010084
ш	0.007559
ю	0.005375
ц	0.005233
э	0.003138
щ	0.002547
ф	0.000855

## 2. Частоти біграм:

- пересічні 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	ъ	ь	э	я				
а	0.000060	0.0128	0.00554	0.00162	0.0043	0.00001	0.00099	0.00458	0.00015	0.0	0.00506	0.00726	0.00236	0.0108	0.00001	0.00096	0.00828	0.02259	0.0056	0.000020	0.0001	0.00082	0.00151	0.0014	0.00062	0.00035	0.000010	0.0	0.000020	0.00216			
б	0.00058	0.0	0.0	0.000020	0.0106	0.00008	0.00015	0.00057	0.000020	0.0	0.00001	0.00002	0.00001	0.00298	0.0	0.00011	0.00011	0.0001	0.00047	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00026	0.00024	0.0	0.00078	0.000020	0.00443			
в	0.00318	0.00007	0.00004	0.00014	0.00103	0.00352	0.0	0.00083	0.0019	0.00008	0.00014	0.00007	0.00003	0.00001	0.00489	0.0	0.00054	0.00202	0.00222	0.00036	0.0	0.00018	0.000050	0.0	0.00001	0.0	0.000030	0.00074	0.0	0.00002	0.00443		
г	0.00074	0.0	0.0	0.00004	0.00010	0.00007	0.00000	0.00034	0.0041	0.000040	0.0	0.00017	0.00010	0.00011	0.00446	0.0	0.00051	0.00004	0.000010	0.00087	0.0	0.00010	0.0	0.0	0.0	0.00001	0.00008	0.00001	0.00020	0.00015	0.00379		
д	0.000214	0.000020	0.00023	0.00008	0.000090	0.00307	0.00008	0.00072	0.00007	0.00002	0.00001	0.00008	0.000020	0.0046	0.00485	0.0	0.00207	0.00021	0.00011	0.00151	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.0	0.000070	0.00012	0.000080	0.00037	0.00035	0.00914		
е	0.00056	0.00104	0.00548	0.00034	0.00479	0.01166	0.00401	0.00056	0.00206	0.0004	0.00441	0.00464	0.00796	0.0122	0.0172	0.00015	0.00451	0.00494	0.00011	0.00015	0.00056	0.00122	0.0025	0.00199	0.00098	0.00131	0.00226	0.000010	0.0	0.00046	0.0036		
ж	0.0009	0.000010	0.0	0.0	0.00076	0.00075	0.000010	0.00017	0.00015	0.0	0.00013	0.0002	0.00001	0.000010	0.00164	0.0	0.00024	0.000040	0.0	0.00134	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00012	0.0	0.00017	0.00459			
з	0.00259	0.000010	0.00033	0.0	0.000030	0.0127	0.0	0.000040	0.00218	0.000010	0.0	0.000020	0.0	0.000030	0.00118	0.0	0.00005	0.00001	0.000010	0.0003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00011	0.000080	0.0	0.00017	0.00459		
и	0.00014	0.00001	0.00089	0.00096	0.00215	0.00012	0.00124	0.00026	0.00045	0.000020	0.002	0.00094	0.00309	0.00756	0.00119	0.00089	0.00073	0.00149	0.00039	0.00003	0.00000	0.0001	0.00019	0.00166	0.00165	0.00068	0.00002	0.000020	0.0	0.000020	0.0108		
й	0.00062	0.0	0.0	0.0	0.00015	0.0	0.0	0.0014	0.0	0.0	0.0014	0.0	0.0	0.00375	0.0	0.0	0.0	0.000030	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00036	0.00093	0.000010	0.00014	0.00001		
к	0.00408	0.000060	0.00012	0.00012	0.00017	0.00078	0.00000	0.00033	0.00204	0.00014	0.000010	0.00017	0.00036	0.00024	0.00014	0.000070	0.00027	0.00076	0.00041	0.00042	0.0	0.00001	0.000010	0.00023	0.00022	0.0	0.00108	0.00009	0.00002	0.00007	0.00043	0.00962	
л	0.00891	0.00079	0.00062	0.00001	0.00057	0.00054	0.0	0.00024	0.00054	0.0001	0.00054	0.00058	0.00035	0.0	0.00008	0.00001	0.00051	0.00039	0.0002	0.0007	0.00011	0.000080	0.0	0.0	0.00048	0.00086	0.0	0.0	0.00149	0.00015	0.000010	0.00087	0.00443
м	0.00412	0.000030	0.00022	0.00001	0.000080	0.00438	0.0	0.00024	0.00241	0.00012	0.0	0.00015	0.000040	0.0	0.00499	0.0	0.00041	0.00057	0.00013	0.00072	0.0	0.000020	0.0	0.000030	0.0	0.00025	0.00143	0.00004	0.000040	0.00049	0.00023		
н	0.00331	0.00021	0.00085	0.00004	0.00022	0.00765	0.00057	0.000151	0.00354	0.00083	0.00016	0.0002	0.00126	0.0027	0.00079	0.000090	0.00135	0.00094	0.000119	0.00034	0.0	0.000050	0.0	0.000062	0.00064	0.000020	0.00067	0.00068	0.000010	0.00018	0.00064	0.01355	
о	0.00040	0.00027	0.00704	0.00083	0.00435	0.00205	0.00018	0.00056	0.00441	0.000010	0.00029	0.00069	0.00035	0.00025	0.000080	0.00735	0.0107	0.00018	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
п	0.00056	0.00001	0.0004	0.0	0.00019	0.00122	0.0	0.0001	0.00007	0.0	0.00004	0.00009	0.000010	0.00104	0.00001	0.000090	0.00109	0.00022	0.00069	0.0	0.000010	0.0	0.000020	0.0	0.000020	0.0	0.00003	0.000090	0.00001	0.000030	0.01495		
р	0.00471	0.00167	0.0006	0.00008	0.00193	0.0746	0.00001	0.00029	0.00146	0.000030	0.015	0.0	0.00006	0.000050	0.0109	0.00083	0.00052	0.00037	0.00037	0.00034	0.00011	0.00017	0.0	0.00002	0.00001	0.00001	0.000010	0.00019	0.00015	0.00003	0.000050	0.0436	
с	0.00053	0.00014	0.00087	0.000020	0.00023	0.00477	0.000020	0.0	0.00475	0.0166	0.000080	0.0132	0.0001	0.00036	0.00013	0.000010	0.00032	0.00166	0.00003	0.00082	0.0	0.000050	0.0	0.0	0.0	0.00066	0.00057	0.00003	0.00000	0.00011	0.01712		
т	0.00397	0.0	0.0002	0.000020	0.00011	0.0041	0.00001	0.000010	0.00316	0.00056	0.00035	0.00012	0.000020	0.00044	0.00044	0.00059	0.00078	0.01159	0.00011	0.00121	0.00017	0.00002	0.000010	0.00237	0.00018	0.0	0.000040	0.00043	0.00125	0.00037	0.0013	0.00674	
у	0.00025	0.00074	0.00066	0.0003	0.0015	0.0013	0.00011	0.00033	0.000010	0.0	0.00099	0.00126	0.00178	0.002	0.0002	0.00058	0.00011	0.00085	0.00114	0.0	0.000002	0.0001	0.000023	0.00034	0.00017	0.000050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00341		
ф	0.000020	0.0	0.0	0.000010	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.00019	0.000010	0.0	0.0	0.00001	0.00007	0.000060	0.0	0.000004	0.000010	0.0	0.0	0.000002	0.0	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.000030	0.0	0.0	0.0	0.00025		
х	0.00087	0.00002	0.000080	0.0	0.000030	0.0127	0.0	0.0	0.00018	0.00001	0.000040	0.0	0.000010	0.00011	0.00036	0.0	0.00032	0.00021	0.000040	0.00032	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000010	0.00033	0.0	0.00013	0.00051	0.0014		
ц	0.00008	0.00007	0.000040	0.0	0.000001	0.00004	0.0	0.0	0.000010	0.00094	0.00052	0.0	0.0	0.000010	0.00199	0.00009	0.00000	0.00000	0.00025	0.0002	0.000010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00011	0.00036	0.0	0.0	0.00000	0.00082	
ч	0.00074	0.0	0.00001	0.00003	0.000060	0.0009	0.00016	0.000010	0.00065	0.000050	0.0	0.00006	0.000040	0.00019	0.00156	0.00003	0.000040	0.00058	0.00000	0.00069	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00011	0.00017	0.0	0.00018	0.00041	0.00392	
ш	0.00054	0.000050	0.00008	0.000010	0.00039	0.00059	0.0	0.000010	0.00071	0.00032	0.000010	0.0	0.0	0.00005	0.000020	0.00034	0.00014	0.000040	0.00039	0.0	0.000010	0.0	0.000022	0.0	0.0	0.0	0.00004	0.0006	0.00002	0.00005	0.000030	0.00065	
щ	0.00026	0.00009	0.000030	0.0	0.00009	0.0	0.0	0.00018	0.000020	0.0	0.00001	0.00010	0.00018	0.00017	0.0	0.000010	0.0	0.000010	0.00003	0.00018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.000010	0.0	0.00045	0.00033	0.00008	
ъ	0.00129	0.0	0.0	0.00047	0.0	0.0	0.0	0.00000	0.0001	0.0	0.0	0.000343	0.00011	0.00131	0.0	0.00014	0.00037	0.00283	0.00053	0.0001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00053	0.00042	0.000020	0.0	0.0	0.00000		
ь	0.0	0.00242	0.00236	0.0	0.00082	0.0	0.0	0.0004	0.0	0.0	0.0	0.00068	0.00087	0.000417	0.0	0.00021	0.00164	0.00085	0.00098	0.0	0.000010	0.0	0.00036	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
э	0.00004	0.0	0.0	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.00002	0.000020	0.0	0.0	0.00002	0.000020	0.0	0.00003	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.0	0.000010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000010	0.00003	0.0	0.000030	0.00331	
я	0.00042	0.0	0.0	0.0	0.0001	0.00012	0.0	0.0	0.00059	0.0	0.0	0.00115	0.0	0.00018	0.00031	0.0	0.000080	0.0001	0.000040	0.0019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00093	0.0	0.0	0.000030	0.00026		
а	0.00149	0.00005	0.00001	0.0	0.00034	0.00021	0.0	0.00023	0.00093	0.0	0.0	0.00015	0.00052	0.00012	0.00003	0.00004	0.00007	0.00003	0.00054	0.000050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00143	0.00001	0.000010	0.0	0.00005		
б	0.0191	0.00035	0.0022	0.00047	0.00181	0.01373	0.00015	0.00158	0.01044	0.00804	0.00342	0.00638	0.00816	0.00138	0.001583	0.000030	0.00169	0.00358	0.004025	0.00050	0.00001	0.00447	0.0006	0.00									

• пересічні без пробілів

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z							
a	0.00054	0.00152	0.00666	0.00193	0.00514	0.00016	0.00118	0.00545	0.00052	0.00013	0.00607	0.0087	0.00297	0.01287	0.00021	0.00113	0.00987	0.00314	0.0067	0.00018	0.00012	0.00102	0.0018	0.00166	0.00073	0.00041	0.00033	0.00019	0.0	0.00008	0.00012	
b	0.00158	0.00001	0.00037	0.00004	0.00012	0.00012	0.00007	0.00029	0.00158	0.00076	0.00017	0.00025	0.00041	0.00031	0.00439	0.0	0.00027	0.0003	0.00026	0.00084	0.0	0.00028	0.00002	0.0	0.00004	0.00046	0.0	0.00106	0.00034	0.0	0.00008	0.00012
c	0.00587	0.00009	0.00068	0.00002	0.00138	0.006	0.00001	0.00114	0.00456	0.00086	0.00042	0.00077	0.00091	0.00048	0.00106	0.0	0.00082	0.00027	0.00307	0.00111	0.0	0.00081	0.00012	0.00001	0.00002	0.0	0.00117	0.00139	0.0	0.00023	0.00151	
d	0.00126	0.00011	0.00045	0.00006	0.00004	0.00034	0.00030	0.00029	0.00094	0.001	0.00011	0.00039	0.00025	0.00018	0.00066	0.0	0.00067	0.00018	0.00013	0.00118	0.0	0.00019	0.00001	0.00001	0.0	0.0004	0.00026	0.0	0.00027	0.00065		
e	0.00394	0.00002	0.00072	0.00108	0.00019	0.00483	0.00113	0.00105	0.00255	0.00141	0.00024	0.00041	0.00056	0.00073	0.00091	0.0	0.00027	0.00004	0.0004	0.000216	0.0	0.00049	0.00005	0.00001	0.00002	0.0	0.00074	0.00139	0.0	0.00023	0.00092	
f	0.00132	0.00231	0.00663	0.00042	0.00075	0.0024	0.00476	0.00071	0.00306	0.00375	0.00056	0.00065	0.00047	0.00052	0.00246	0.0021	0.00066	0.00044	0.00004	0.00025	0.00018	0.00076	0.00147	0.00297	0.00238	0.00016	0.00037	0.00092	0.00001	0.00005	0.00028	
g	0.00134	0.00002	0.0001	0.0	0.00062	0.00117	0.00001	0.00013	0.00043	0.00029	0.00027	0.00077	0.0002	0.00007	0.00026	0.0	0.00031	0.00012	0.00012	0.00177	0.0	0.00008	0.00001	0.0	0.0	0.00013	0.00022	0.0	0.00013	0.00041		
h	0.00364	0.00002	0.00064	0.00001	0.00015	0.00216	0.00002	0.00015	0.00322	0.00072	0.00011	0.00017	0.00032	0.00016	0.00201	0.0	0.00008	0.00008	0.00016	0.00052	0.0	0.00023	0.00001	0.0	0.0	0.00046	0.00025	0.0	0.00015	0.00044		
i	0.00161	0.00112	0.00392	0.0012	0.00267	0.00117	0.00148	0.00035	0.00185	0.00073	0.00028	0.01097	0.00453	0.00938	0.00238	0.00108	0.00816	0.00197	0.00377	0.00052	0.00007	0.00073	0.00028	0.00199	0.00197	0.00082	0.00191	0.00114	0.0	0.00018	0.00066	
j	0.00023	0.0	0.00001	0.0	0.00012	0.0	0.0	0.00166	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00446	0.0	0.0	0.0	0.00004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0039	0.0011	0.00001	0.00008	0.0	0.0	
k	0.00613	0.00008	0.00081	0.00011	0.00037	0.00179	0.00004	0.0003	0.00389	0.0018	0.0002	0.00064	0.00112	0.00048	0.00322	0.00008	0.00046	0.00382	0.00077	0.00097	0.0	0.00034	0.00005	0.00029	0.00027	0.0	0.00061	0.00085	0.00002	0.00025	0.00091	
l	0.00118	0.00094	0.00092	0.00109	0.00073	0.00707	0.0	0.00032	0.00703	0.00076	0.00076	0.00087	0.00069	0.00013	0.001018	0.00096	0.00036	0.00037	0.00103	0.00007	0.00001	0.00002	0.00007	0.00057	0.0	0.00039	0.00188	0.00017	0.00009	0.00124		
m	0.00071	0.00003	0.00052	0.00010	0.00021	0.00011	0.00001	0.00038	0.00376	0.00068	0.00019	0.00039	0.00045	0.00015	0.00071	0.0	0.00055	0.00088	0.00035	0.00119	0.0	0.00019	0.00003	0.00001	0.00000	0.0	0.00074	0.00188	0.00006	0.00015	0.00088	
n	0.00593	0.00027	0.00158	0.00053	0.00255	0.01052	0.00071	0.00195	0.00624	0.00214	0.00059	0.00082	0.00023	0.00359	0.01088	0.0001	0.00176	0.00158	0.00189	0.00112	0.0	0.00041	0.00006	0.00074	0.00038	0.00004	0.00207	0.00139	0.00001	0.0004	0.00154	
o	0.00145	0.00023	0.00088	0.01051	0.00528	0.00156	0.00021	0.00074	0.01995	0.00048	0.00148	0.00746	0.00448	0.01007	0.00132	0.00073	0.01289	0.00329	0.01119	0.0005	0.00009	0.00242	0.00031	0.0001	0.00024	0.00001	0.00107	0.00071	0.0	0.00016	0.00052	
p	0.00281	0.00002	0.0105	0.00015	0.00048	0.0035	0.00004	0.004	0.00247	0.00171	0.00037	0.00047	0.0006	0.00061	0.0006	0.00020	0.0027	0.00172	0.00073	0.00141	0.0	0.0012	0.00006	0.00001	0.00003	0.00011	0.0006	0.0006	0.0	0.00024	0.00084	
q	0.00629	0.00199	0.00091	0.00081	0.00251	0.00935	0.00002	0.0004	0.00248	0.00073	0.00188	0.00012	0.00025	0.00016	0.0134	0.0001	0.00068	0.00004	0.00378	0.0006	0.00013	0.00038	0.00001	0.00002	0.00001	0.00001	0.00002	0.00038	0.00017	0.00015	0.00025	
r	0.00673	0.00118	0.00421	0.00009	0.00052	0.00791	0.00005	0.00017	0.00792	0.00044	0.00051	0.00233	0.00102	0.00095	0.00096	0.00001	0.00052	0.00179	0.00149	0.00173	0.0	0.00085	0.00011	0.00001	0.00002	0.00004	0.00044	0.00044	0.00044	0.00044	0.00044	
s	0.00642	0.00010	0.00076	0.00003	0.00021	0.00548	0.00010	0.00012	0.00462	0.00125	0.00061	0.00032	0.00023	0.00067	0.00035	0.0007	0.001	0.00403	0.00032	0.00171	0.0001	0.00017	0.00003	0.00283	0.00021	0.0	0.00046	0.00067	0.00149	0.00052	0.00179	
t	0.00088	0.00088	0.00088	0.00038	0.00182	0.00068	0.00014	0.00041	0.00053	0.00023	0.00123	0.00182	0.00029	0.00251	0.00067	0.00067	0.00067	0.00255	0.00144	0.0001	0.00001	0.00023	0.00029	0.0004	0.00021	0.00006	0.00054	0.00038	0.0	0.00005	0.00002	
u	0.00009	0.0	0.00001	0.00002	0.00002	0.00003	0.0	0.00001	0.00007	0.00008	0.00001	0.00001	0.00002	0.00009	0.00008	0.0	0.00007	0.00002	0.0	0.00003	0.00007	0.00004	0.0	0.0	0.0	0.00004	0.00001	0.0	0.00004	0.00001	0.0	0.00002
v	0.0012	0.00002	0.00018	0.00001	0.00008	0.00168	0.00001	0.00004	0.00279	0.00013	0.00008	0.00004	0.00008	0.00018	0.00056	0.0	0.00042	0.0003	0.00008	0.00044	0.0	0.00006	0.00001	0.0	0.0	0.00017	0.00039	0.0	0.00009	0.00037		
w	0.0001	0.00004	0.0001	0.0	0.00051	0.00051	0.0	0.00001	0.00116	0.00069	0.00001	0.00001	0.00003	0.00118	0.00008	0.00002	0.00004	0.00015	0.00024	0.00002	0.0	0.00001	0.0	0.0	0.0	0.00015	0.00045	0.0	0.00005	0.00008		
x	0.00134	0.0	0.00031	0.00002	0.00006	0.0153	0.0002	0.00004	0.0154	0.00039	0.0001	0.0004	0.00041	0.0003	0.00279	0.00002	0.00008	0.00038	0.00032	0.00116	0.0	0.00021	0.00001	0.00001	0.0	0.00084	0.00035	0.0	0.00016	0.00099		
y	0.00074	0.00003	0.0016	0.00010	0.00029	0.00076	0.0	0.00005	0.00096	0.00048	0.00004	0.00002	0.00004	0.0	0.00066	0.00002	0.00041	0.00009	0.00060	0.0006	0.0005	0.0	0.00028	0.0	0.0	0.00079	0.00075	0.00001	0.00008	0.00012	0.0	
z	0.00031	0.0001	0.00002	0.0	0.00001	0.00071	0.0	0.0	0.00025	0.00004	0.0	0.00002	0.00003	0.00019	0.00021	0.0	0.00001	0.0	0.00002	0.00022	0.0	0.00001	0.0	0.0	0.0	0.00002	0.00002	0.0	0.00004	0.00039	0.0	0.0
a	0.0	0.00023	0.00035	0.0	0.00096	0.0	0.0	0.00008	0.0012	0.0	0.0	0.0	0.00407	0.00019	0.00155	0.0	0.00016	0.00044	0.0038	0.00069	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00063	0.0005	0.00003	0.0	0.0	0.0	
b	0.0	0.00287	0.00361	0.0	0.00097	0.0	0.0	0.00048	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00081	0.00019	0.00155	0.0	0.00025	0.00184	0.00117	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00043	0.0	0.0	0.00083	0.0004	0.0	0.0
c	0.00088	0.0001	0.00034	0.0	0.00002	0.00022	0.00001	0.00003	0.00066	0.00009	0.00009	0.00011	0.00014	0.00003	0.00061	0.0	0.00004	0.00011	0.00001	0.00068	0.0	0.00004	0.00007	0.0	0.0	0.00038	0.00013	0.0	0.00005	0.00018	0.0	0.0
d	0.00098	0.0	0.00002	0.0	0.00001	0.00018	0.0	0.0	0.00038	0.00001	0.00002	0.00137	0.00002	0.00022	0.00039	0.0	0.00011	0.00014	0.00005	0.00113	0.0	0.00002	0.0	0.0	0.0	0.00112	0.0	0.0	0.00004	0.00004	0.0	0.0
e	0.00189	0.00041	0.0004	0.0	0.00041	0.00018	0.0	0.00028	0.0012	0.00004	0.00002	0.0018	0.00067	0.00133	0.00054	0.00028	0.00104	0.0038	0.00067	0.00000	0.00000	0.00000	0.0	0.0	0.0	0.00118	0.00004	0.00001	0.00001	0.00012	0.0014	

• непересічні без пробілів

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z						
a	0.00063	0.0015	0.0068	0.00189	0.00522	0.00017	0.00127	0.00545	0.0005	0.00012	0.00618	0.00866	0.0028	0.01273	0.00019	0.00112	0.00969	0.00304	0.00652	0.00016	0.00011	0.001	0.00176	0.00164	0.00072	0.00039	0.0004	0.00019	0.0	0.00007	0.00012
b	0.00154	0.00001	0.00037	0.00006	0.00007	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
c	0.00588	0.0001	0.00066	0.00019	0.00127	0.00596	0.00001	0.00108	0.00437	0.00088	0.00043	0.00081	0.00094	0.00052	0.00096	0.0	0.00083	0.00029	0.00306	0.0	0.00006	0.00011	0.00002	0.00001	0.0	0.0012	0.00137	0.0	0.00025	0.00153	
d	0.00189	0.00006	0.00037	0.00001	0.00007	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
e	0.00522	0.00007	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
f	0.00017	0.00027	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
g	0.00127	0.00006	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
h	0.00545	0.00029	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
i	0.0005	0.00012	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
j	0.00618	0.00029	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
k	0.00866	0.00029	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
l	0.0028	0.00043	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
m	0.00019	0.00002	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
n	0.00011	0.00001	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
o	0.001	0.00017	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
p	0.00176	0.00006	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
q	0.00164	0.00006	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
r	0.00072	0.00002	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
s	0.00039	0.00004	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
t	0.0004	0.00004	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
u	0.00019	0.00002	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
v	0.00011	0.00001	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
w	0.001	0.00017	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
x	0.00176	0.00006	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
y	0.00164	0.00006	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034
z	0.00072	0.00002	0.00037	0.00007	0.00012	0.00027	0.00006	0.00029	0.00157	0.00063	0.00015	0.00024	0.00043	0.00031	0.00427	0.0	0.00028	0.00028	0.00026	0.00085	0.0	0.00023	0.00002	0.00001	0.00002	0.0	0.00059	0.00049	0.0	0.00106	0.00034



## 2. CoolPinkProgram

$$1.509 < H^{(10)} < 2.211$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
дей\_закон

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов

15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $1,50382184083976 < H < 2,21134643324939$

Двоичная таблица угаданных символов:  
00010000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000000

Вероятности:

$q[1] = 0,56$   
 $q[2] = 0,12$   
 $q[3] = 0,06$   
 $q[4] = 0,04$   
 $q[5] = 0,08$   
 $q[6] = 0,06$   
 $q[7] = 0$   
 $q[8] = 0$   
 $q[9] = 0$   
 $q[10] = 0$   
 $q[11] = 0$   
 $q[12] = 0$   
 $q[13] = 0$   
 $q[14] = 0$   
 $q[15] = 0,02$   
 $q[16] = 0,02$   
 $q[17] = 0$   
 $q[18] = 0$   
 $q[19] = 0$   
 $q[20] = 0$   
 $q[21] = 0,04$   
 $q[22] = 0$   
 $q[23] = 0$   
 $q[24] = 0$   
 $q[25] = 0$   
 $q[26] = 0$   
 $q[27] = 0$   
 $q[28] = 0$   
 $q[29] = 0$   
 $q[30] = 0$   
 $q[31] = 0$   
 $q[32] = 0$

Строка состояния:

$$1.683 < H^{(20)} < 2.362$$

[illegible]

[illegible]

- 1) Проблеми з підрахунком ентропії n-грами відкритого тексту та звичайних n-грам, але це чисто через неувважність, пізніше перевірили та знайшли загублені моменти.
- 2) Розрахунок надлишковості джерела відкритого тексту: спочатку старались повторити формулу з методички, використовуючи  $H_{\infty}$ , але пізніше уважніше перечитали та відшукали правильне подання формули.

### **Висновки**

В ході виконання даної лабораторної роботи ми навчилися правильно форматовувати текст за допомогою мови програмування Python та на основі цього тексту вираховували значення ентропій для алфавітів з різними умовами, засвоїли поняття ентропії на символ джерела та його надлишковості, здійснили порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, покращили власні навички з користування Git та GitHub та використання різних бібліотек Python.