Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Фізико-технічний інститут

КОМП’ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

Виконали: Савченко Є. ФБ-25
Заєць М. ФБ-25

Київ 2023

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.

Код

```
import re
from collections import Counter, defaultdict
import math
import pandas as pd


def filter_text(text, no_space=False):
text = re.sub(r'\s+', ' ', text).lower()
if no_space:
return re.sub(r'[^а-яА-Я]', '', text)

return re.sub(r'[^а-яА-Я ]', '', text)

def letter_freq(text):
freq = Counter(text)
return freq

def bigrams_freq(text, overlp=False):
step = 1
if not overlp:
step = 2

bigram = defaultdict(int)
```

```
for i in range(0, len(text) - 1, step):
bigram[text[i:i+2]] += 1

return bigram

def entropy(values):
total = sum(values)
return -sum((count / total) * math.log2(count / total) for count in values)

def calcBigrams(text, overlp = False, space = False):
bigrams_freq = bigrams_freq(text, overlp)

ALPHABET = ' абвгдеёжзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя'
if not space:
ALPHABET = ALPHABET[1:]
bmatrix = pd.DataFrame(0.0, index=list(ALPHABET),
columns=list(ALPHABET))
values = bigrams_freq.values()
sum_bigram_overlap_spaces = sum(values)
alphabet_size = len(values)
max_entropy = math.log2(alphabet_size) if alphabet_size > 0 else 0
ev = entropy(values)

redundancy = max_entropy - ev
for letter1 in ALPHABET:
for letter2 in ALPHABET:
freq = bigrams_freq.get(letter1 + letter2, 0)
bmatrix.at[letter1, letter2] = freq / sum_bigram_overlap_spaces
return bmatrix, ev, redundancy

def calcForText(text, spaces = False):
text_len = len(text)
letters_freq_items = letter_freq(text)

letters_freq = defaultdict(float)
```

```
for letter, count in letters_freq_items.items():
letters_freq[letter] = count / text_len

bigrams_overlap, bigrams_overlap_entropy, r_overlap = calcBigrams(text,
True, spaces)
bigrams_no_overlap, bigrams_no_overlap_entropy, r_overlap_no =
calcBigrams(text, False, spaces)

bigrams_overlap.loc["Entropy"] = [str(bigrams_overlap_entropy)] + [""] *
(len(bigrams_overlap.columns) - 1)
bigrams_overlap.loc["R"] = [str(r_overlap)] + [""] *
(len(bigrams_overlap.columns) - 1)

bigrams_no_overlap.loc["Entropy"] = [str(bigrams_no_overlap_entropy)] + [""]
* (len(bigrams_no_overlap.columns) - 1)
bigrams_no_overlap.loc["R"] = [str(r_overlap_no)] + [""] *
(len(bigrams_no_overlap.columns) - 1)
letters_entropy = entropy(letters_freq_items.values())
alphabet_size = len(letters_freq)
max_entropy = math.log2(alphabet_size) if alphabet_size > 0 else 0

redundancy = max_entropy - letters_entropy

return letters_freq, bigrams_overlap, bigrams_no_overlap, letters_entropy,
redundancy

def main():
with open('text.txt', "r")
 as file:
text = file.read()

text_with_spaces = filter_text(text)
text_wo_spaces = filter_text(text, True)
```

```
letters_freq_spaces, bigrams_overlap_spaces, bigrams_no_overlap_spaces,
letters_entropy_spaces, redundancy_spaces = calcForText(text_with_spaces,
True)
letters_freq_wo_spaces, bigrams_overlap_wo_spaces,
bigrams_no_overlap_wo_spaces, letters_entropy_wo_spaces,
redundancy_wo_spaces = calcForText(text_wo_spaces)

letters_stats = "WITH SPACES:\n"
for letter, freq in sorted(letters_freq_spaces.items(), key = lambda x: x[1],
reverse=True):
letters_stats += f"{letter}: {freq}\n"
letters_stats += f"Entropy: {letters_entropy_spaces}\n"
letters_stats += f"R: {redundancy_spaces}\n"

letters_stats += "\n\nWITHOUT SPACES:\n"
for letter, freq in sorted(letters_freq_wo_spaces.items(), key = lambda x: x[1],
reverse=True):
letters_stats += f"{letter}: {freq}\n"
letters_stats += f"Entropy: {letters_entropy_wo_spaces}\n"
letters_stats += f"R: {redundancy_wo_spaces}\n"

bigrams_overlap_spaces.to_csv("bigrams_overlap_spaces.csv")
bigrams_no_overlap_spaces.to_csv("bigrams_no_overlap_spaces.csv")
bigrams_overlap_wo_spaces.to_csv("bigrams_overlap_wo_spaces.csv")
bigrams_no_overlap_wo_spaces.to_csv("bigrams_no_overlap_wo_spaces.csv")
with open('result_letters.txt', 'w') as file:
file.write(letters_stats)

if __name__ == "__main__":
main()
```

Приклад виконання

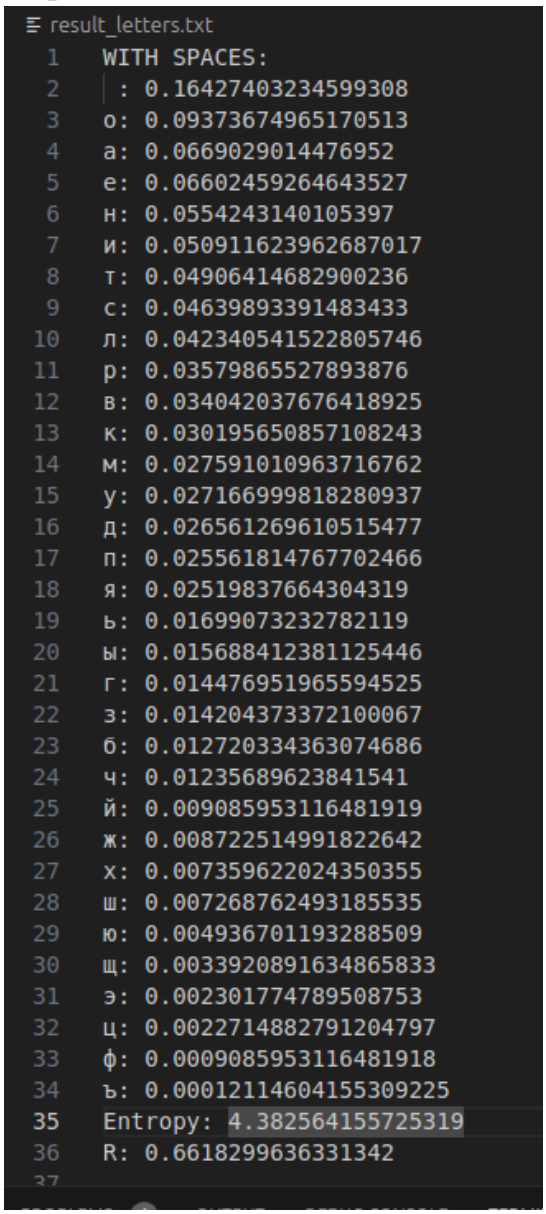
Без пробілів

		а	б	в	г	д	е
	0.00745048155551517	0.00345266218426313	0.00502756072445333	0.0129020534254043	0.00321037010115694	0.00817735780483373	0.00
а	0.0139923677993822	0.000181719062329638	0.00102974135320128	0.0023623478102853	0.000545157186988915	0.00193833666484948	0.000
б	6.05730207765461E-05	0.000848022290871646	0	0	0	0	0.00
в	0.00557271791144224	0.00611787509843116	0	0	0	0.000302865103882731	0.00
г	0.000908595311648192	0.000969168332424738	0	0	0	0.000908595311648192	6.057
д	0.000484584166212369	0.00448240353746441	0	0.00109031437397783	0.000242292083106185	0	0.00
е	0.0172027379005391	0.000121146041553092	0.00115088739475438	0.00102974135320128	0.00399781937125204	0.00321037010115694	0.00
ё	0	0	0	0	0	0	
ж	6.05730207765461E-05	0.00109031437397783	0	0	0	0.00115088739475438	0.00
з	0.00133260645708401	0.0055121448906657	0	0.000969168332424738	0.000424011145435823	0.0007874492700951	
и	0.013750075716276	0.000181719062329638	0.000424011145435823	0.00230177478950875	0.000666303228542007	0.00133260645708401	0.00
й	0.00769277363862136	0	0	0	0	6.05730207765461E-05	
к	0.0047246956205706	0.00581500999454843	0	0.000121146041553092	0	0	0.00
л	0.00745048155551517	0.00569386395299534	0	0	0.000302865103882731	6.05730207765461E-05	0.00
м	0.00702647041007935	0.00224120176873221	0	0.000121146041553092	0	0	0.00
н	0.00266521291416803	0.00975225634502393	0	0	0	0.00193833666484948	0.0
о	0.0218668605003332	0	0.00363438124659277	0.0062995941607608	0.00381610030892241	0.00369495426736931	0.00
п	6.05730207765461E-05	0.00242292083106185	0	0	0	0	0.00
р	0.000484584166212369	0.00702647041007935	6.05730207765461E-05	0.000302865103882731	6.05730207765461E-05	6.05730207765461E-05	0.0
с	0.00339208916348658	0.0015748985401902	0	0.00121146041553092	0	0.000302865103882731	0.00
т	0.00424011145435823	0.00484584166212369	0.000121146041553092	0.0015748985401902	0	0.000121146041553092	0.00
у	0.00611787509843116	6.05730207765461E-05	0.0007874492700951	0.00109031437397783	0.000726876249318554	0.00175661760251984	6.057
ф	0	0.000181719062329638	0	0	0	0	0.000
х	0.00327094312193349	0.000424011145435823	0	0.000545157186988915	0	0	6.057
ц	0.00036438124659277	0.000424011145435823	0	6.05730207765461E-05	0	0	0.000
ч	6.05730207765461E-05	0.00187776364407293	0	0	0	0	0.00
ш	0.000181719062329638	0.000666303228542007	0	6.05730207765461E-05	0	0	0.00
щ	0	0.000181719062329638	0	0	0	0	0.00
ъ	0	0	0	0	0	0	
ы	0.00436125749591132	0	0.000302865103882731	0.00121146041553092	6.05730207765461E-05	0	0.00
ь	0.00938881822036465	0	0	0	0	0	0.000
э	0	0	0	0	0	0	
ю	0.000302865103882731	0	0.000121146041553092	0	0	0.000181719062329638	
я	0.01841419831607	0	0	0.000242292083106185	0.00036438124659277	0.000666303228542007	6.057
Entropy	7.93763965416403						
R	1.19421730644476						

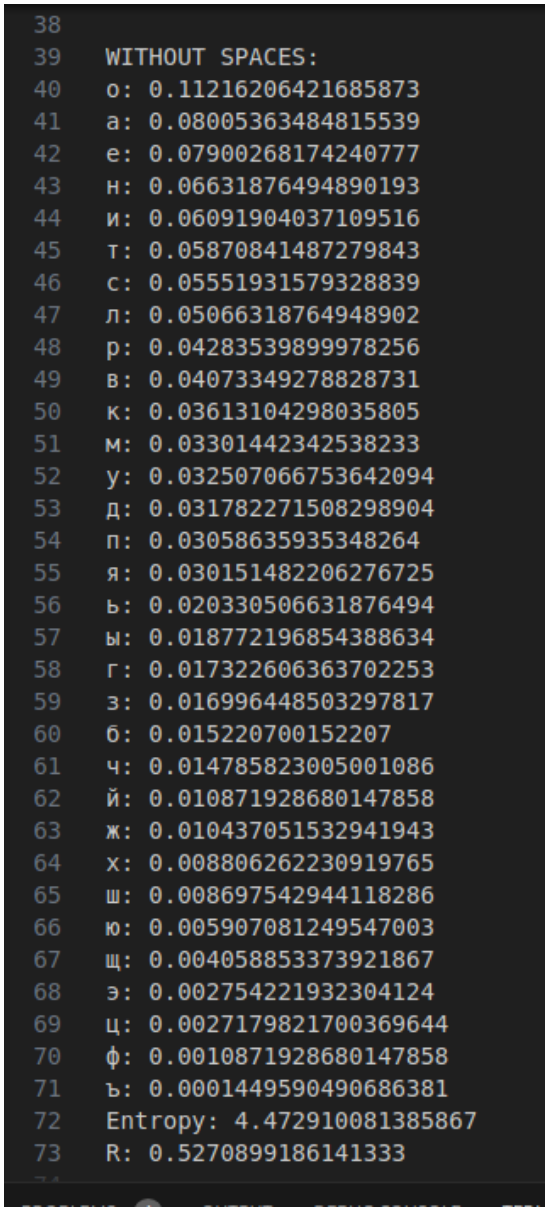
З пробілами

		а	б	в	г	д	е
	0.0072992700729927	0.00354362903958567	0.00527001241784535	0.0130235939061695	0.00305903019656541	0.00787473119907926	0.00
а	0.0131447436169246	0.000151437138443832	0.00102977254141806	0.00242299421510131	0.000696610836841627	0.00202925765514735	0.000
б	0.000181724566132598	0.000696610836841627	0	0	3.02874276887664E-05	0	0.00
в	0.00517915013477905	0.00602719811006451	0	0	0	0.000181724566132598	0.00
г	0.000696610836841627	0.000969197686040525	0	0	0	0.000787473119907926	0.000
д	0.000787473119907926	0.00517915013477905	3.02874276887664E-05	0.000848047975285459	0.000121149710755066	0	0.0
е	0.0174455583487294	0.000121149710755066	0.00118120967986189	0.00118120967986189	0.0039676530272284	0.00293788048581034	0.00
ё	0	0	0	0	0	0	
ж	9.08622830662992E-05	0.00106005996910682	3.02874276887664E-05	0	0	0.000938910258351758	0.00
з	0.00145379652906079	0.00572432383317685	0.000151437138443832	0.000938910258351758	0.000393736559953963	0.000878335402974225	9.086
и	0.013871641881455	0.000121149710755066	0.00033316170457643	0.00266529363661144	0.000726898264530394	0.00133264681830572	0.00
й	0.00732955750068147	0	0	0	0	6.05748553775328E-05	
к	0.00430081473180483	0.00608777296544205	0	0.000121149710755066	0	0	0.000
л	0.00829875518672199	0.00502771299633522	0	3.02874276887664E-05	0.000151437138443832	3.02874276887664E-05	0.00
м	0.00732955750068147	0.00257443135354514	0	6.05748553775328E-05	3.02874276887664E-05	0	0.00
н	0.00284701820274404	0.00917709058969622	0	0	3.02874276887664E-05	0.00227155707665748	0.00
о	0.0206863131114274	0	0.00330132961807554	0.00593633582699821	0.0037859284610958	0.0039676530272284	0.00
п	6.05748553775328E-05	0.00245328164279008	0	0	0	0	0.00
р	0.000666323409152861	0.00666323409152861	3.02874276887664E-05	0.000484598843020262	6.05748553775328E-05	9.08622830662992E-05	0.00
с	0.00311960505194294	0.00151437138443832	3.02874276887664E-05	0.00112063482448436	3.02874276887664E-05	0.000212011993821365	0.00
т	0.00411909016567223	0.00548202441166672	9.08622830662992E-05	0.00181724566132598	0	9.08622830662992E-05	0.00
у	0.00687524608534997	6.05748553775328E-05	0.000605748553775328	0.00112063482448436	0.000938910258351758	0.00190810794439228	0.000
ф	0	0.000242299421510131	0	0	0	0	0.000
х	0.00284701820274404	0.000393736559953963	0	0.000545173698397795	0	0	6.057
ц	0.00042402398764273	0.000302874276887664	0	0.000121149710755066	0	0	0.000
ч	6.05748553775328E-05	0.00236241935972378	0	0	0	0	0.00
ш	0.000181724566132598	0.000636035981464094	0	3.02874276887664E-05	0	0	0.00
щ	0	0.00033316170457643	0	0	0	0	0.00
ъ	0	0	0	0	0	0	3.028
ы	0.00402822788260593	0	0.000454311415331496	0.00115092225217312	0.000121149710755066	0.000121149710755066	0.00
ь	0.00969197686040525	0	3.02874276887664E-05	0	0	0	0.000
э	3.02874276887664E-05	0	0	0	0	0	
ю	0.00299845534118787	0	0.000151437138443832	0	0	0.000121149710755066	
я	0.0182027440409486	0	0	0.00042402398764273	0.00033316170457643	0.000726898264530394	9.086
Entropy	7.95070419981045						
R	1.27811449068543						

з пробілами

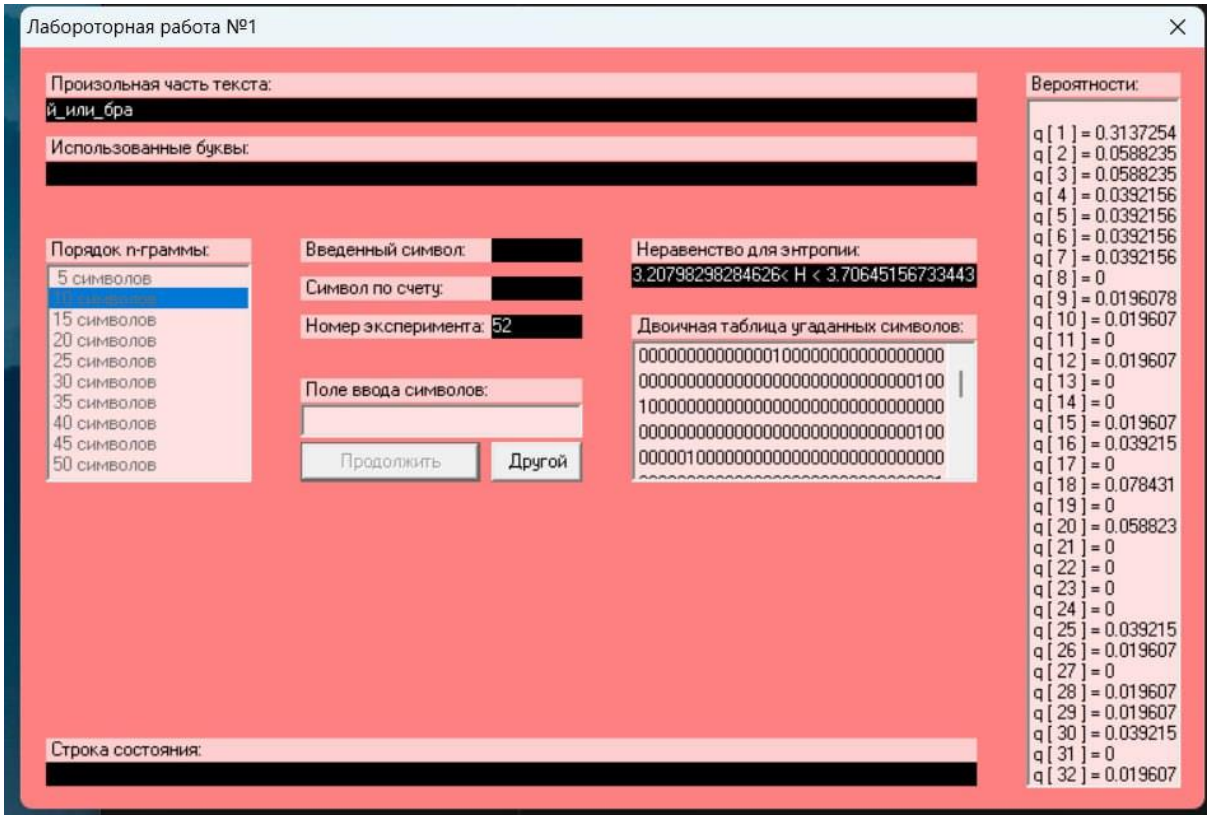


Без пробілів

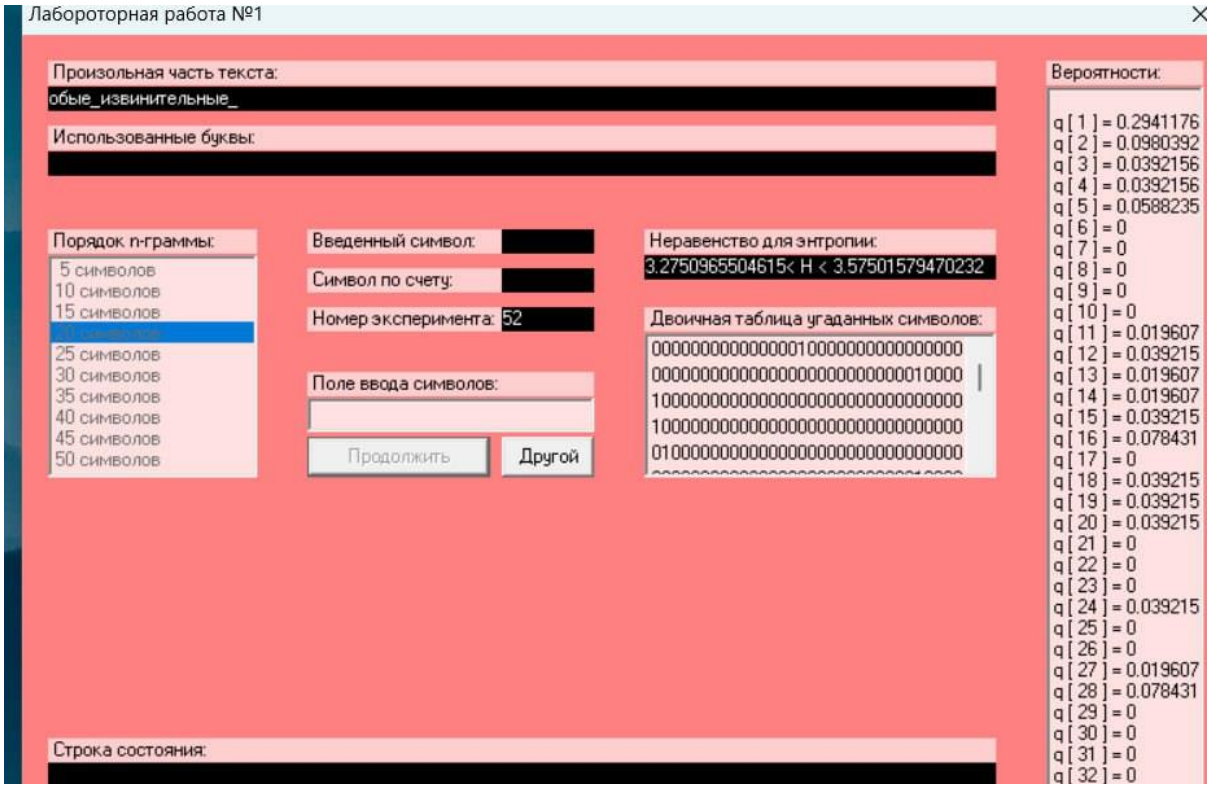


3 Оцінка значень H(10)**,** H(20)**,** H(30) **з використанням програми CoolPinkProgram**

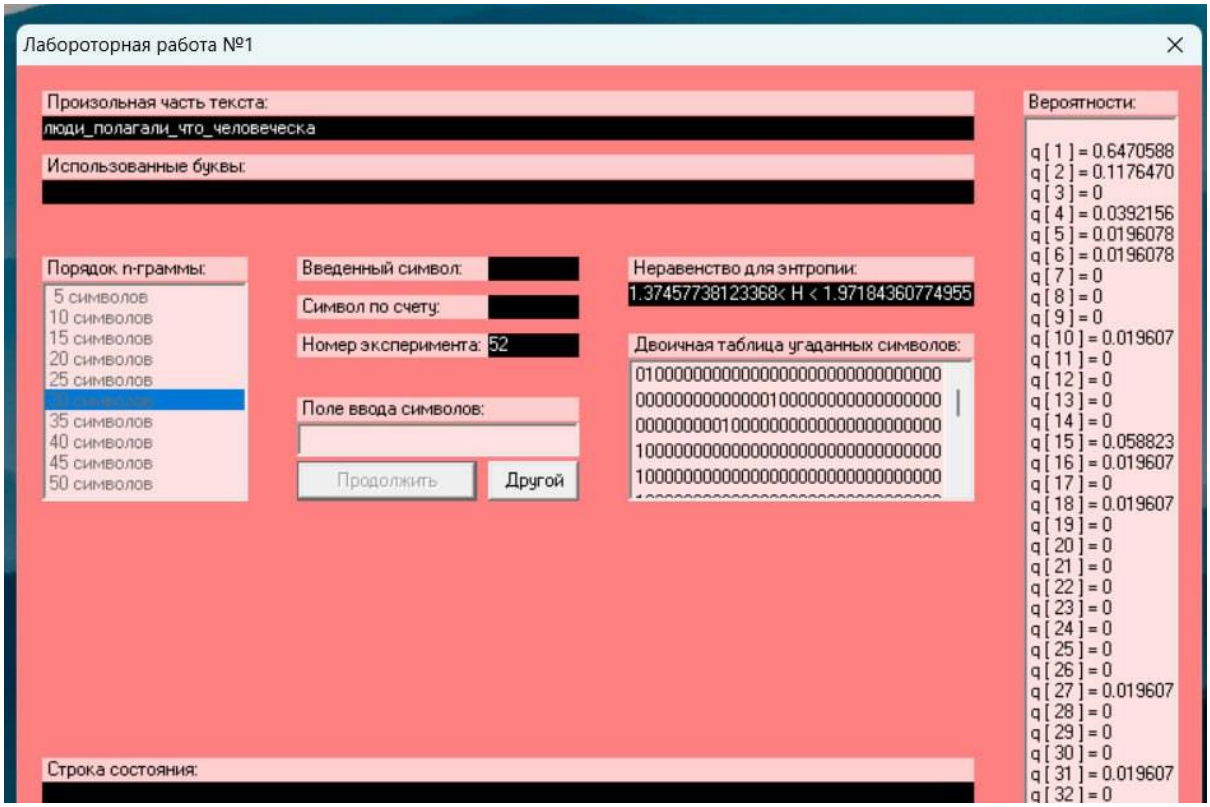
Результати експерименту для H(10)



Результати експерименту для H(20)



Результати експерименту для H(30)



Результати експериментів у наведених таблицях:

	Найвище значення H	Найнижче значення H
H10	3,706	3,207
H20	3,575	3,275
H30	1,971	1,374

Результати з першого та другого завдань

	H	R
літери з пробілами	4.382564155725319	0.6618299636331342
літери без пробілів	4.472910081385867	0.5270899186141333
біграми(перет.) з пробілами	7.95070419981045	1.27811449068543
біграми(не перет.) з пробілами	8.27623382066583	1.15630807972243
біграми(перет.) без пробілів	7.93763965416403	1.19421730644476

біграми(не перет.) без пробілів	8.26283907640888	1.05908901847848

Висновок

У результаті виконання цього практикуму ми ознайомилися з поняттями частоти зустрічі букв і біграм у тексті, а також обрахували ентропію та надлишковість певного текстового джерела (мови). Використовуючи програму CoolPinkProgram, ми провели експерименти, щоб визначити, як кількість букв впливає на ентропію та надлишковість.