

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

КРИПТОГРАФІЯ

Комп'ютерний практикум №1
Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту
Варіант 1

Виконала:
Студентка 3 курсу
Групи ФБ-01
Маковська М. В.

Київ – 2022

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

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

Для подальшої роботи з текстом було обрано “Темні думки кобзаря” Т. Шевченка (російською мовою)

Отримані результати для тексту з пробілами:

Частота букв:

| | | | |
|-----|----------|-----|----------|
| 'ё' | 0.000034 | 'я' | 0.017743 |
| 'ъ' | 0.000167 | 'у' | 0.021872 |
| 'ф' | 0.001987 | 'п' | 0.024327 |
| 'э' | 0.002605 | 'д' | 0.024679 |
| 'щ' | 0.002755 | 'м' | 0.02776 |
| 'ц' | 0.003552 | 'к' | 0.031542 |
| 'ю' | 0.005857 | 'л' | 0.035305 |
| 'ш' | 0.007176 | 'в' | 0.04025 |
| 'х' | 0.007198 | 'р' | 0.042085 |
| 'ж' | 0.007372 | 'т' | 0.045212 |
| 'й' | 0.011375 | 'с' | 0.047214 |
| 'ь' | 0.012433 | 'н' | 0.056367 |
| 'ч' | 0.012843 | 'и' | 0.061689 |
| 'з' | 0.01294 | 'а' | 0.065299 |
| 'ы' | 0.012945 | 'е' | 0.073366 |
| 'б' | 0.014152 | 'о' | 0.092209 |
| 'г' | 0.017298 | ' ' | 0.160392 |

Ентропія: 4.378468487047604

Надлишковість: 0.13936108750594567

Частота біграм:

| | а | б | в | г | д | е | є | з | ж | з | и | ы | й | к | л | м | н | о | п | р | с | т | у | ф | х | ц | ч | ш | щ | ъ | ь | ю | я | | |
|---|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| а | 0,00039 | 0,00078 | 0,003232 | 0,000814 | 0,001803 | 0,000848 | 0 | 0,00001 | 0,000753 | 0,002536 | 0,000313 | 0 | 0,000679 | 0,003891 | 0,005953 | 0,002618 | 0,005557 | 0,000029 | 0,001289 | 0,004273 | 0,003456 | 0,004517 | 0,000148 | 0,000388 | 0,000853 | 0,000148 | 0,00089 | 0,000888 | 0,000133 | 0 | 0 | 0,000819 | 0,001924 | 0,015719 | |
| б | 0,000834 | 0,000017 | 0,000069 | 0,000015 | 0,000008 | 0,00242 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000003 | 0,000081 | 0,000731 | 0,002339 | 0,000003 | 0,000056 | 0,001028 | 0,000002 | 0,000308 | 0,00203 | 0 | 0,001629 | 0,000133 | 0,000002 | 0,001206 | 0 | 0,000062 | 0,00001 | 0,000003 | 0,000001 | 0,000003 | 0,000307 | 0,000079 | 0,000022 | 0,000058 | 0,000457 | |
| в | 0,005169 | 0,000002 | 0,000029 | 0,000201 | 0,000206 | 0,005227 | 0 | 0 | 0,000003 | 0,000212 | 0,003429 | 0,001931 | 0,000003 | 0,0000158 | 0,0009 | 0,000121 | 0,001225 | 0,006394 | 0,000275 | 0,000012 | 0,002667 | 0,000394 | 0,000642 | 0,000003 | 0,00001 | 0,000049 | 0,000873 | 0,000893 | 0,000012 | 0,000007 | 0,000135 | 0,000082 | 0,000763 | | |
| г | 0,001107 | 0,000002 | 0,000004 | 0,000128 | 0,0000649 | 0,000775 | 0,000007 | 0 | 0 | 0,000025 | 0,000002 | 0,000652 | 0 | 0 | 0,000052 | 0,000002 | 0,000805 | 0,000002 | 0,000012 | 0,000187 | 0,000007 | 0,000832 | 0 | 0 | 0,000002 | 0,000012 | 0,000008 | 0 | 0 | 0 | 0,00001 | 0 | 0,000055 | | |
| д | 0,004745 | 0,000017 | 0,000543 | 0,000001 | 0,000029 | 0,004106 | 0 | 0 | 0,000025 | 0,00011 | 0,001837 | 0,000359 | 0,000002 | 0,0000254 | 0,000772 | 0,000101 | 0,002199 | 0,0003862 | 0,000131 | 0,000118 | 0,000576 | 0,000125 | 0,001489 | 0,000012 | 0,000001 | 0,000163 | 0,000004 | 0,0000471 | 0 | 0,000037 | 0,000329 | 0,000013 | 0,0000204 | 0,001461 | |
| е | 0,000227 | 0,000821 | 0,003486 | 0,003119 | 0,000777 | 0,001159 | 0,000003 | 0,000002 | 0,000664 | 0,001178 | 0,000142 | 0 | 0,00232 | 0,001747 | 0,0005831 | 0,000402 | 0,000513 | 0,000265 | 0,001259 | 0,000581 | 0,004622 | 0,000404 | 0,000165 | 0,000081 | 0,000428 | 0,000382 | 0,001324 | 0,000448 | 0,000632 | 0 | 0 | 0,000266 | 0,000202 | 0,015175 | |
| є | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000002 | 0,000005 | 0,000007 | 0 | 0,000003 | 0 | 0,000007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000068 | | |
| з | 0 | 0 | 0,000005 | 0,000015 | 0,000013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000037 | 0 | 0 | 0,000003 | 0,000094 | 0,000019 | 0,000071 | 0,000035 | 0 | 0,000071 | 0,000049 | 0,000057 | 0,002115 | 0,000002 | 0,000005 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,000002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000001 | | |
| ж | 0,000768 | 0,000126 | 0 | 0,000003 | 0,000605 | 0,002974 | 0 | 0 | 0,000005 | 0 | 0,00127 | 0 | 0 | 0,000072 | 0,000025 | 0 | 0,00096 | 0,000029 | 0 | 0,000012 | 0,000061 | 0 | 0,000261 | 0 | 0 | 0,000003 | 0,000012 | 0 | 0 | 0 | 0,000032 | 0,000002 | 0 | 0,000015 | |
| з | 0,00411 | 0,00019 | 0,001063 | 0,000131 | 0,000905 | 0,000548 | 0 | 0 | 0,000069 | 0,000034 | 0,000546 | 0,000472 | 0,000003 | 0,000111 | 0,000153 | 0,000224 | 0,001329 | 0,000000 | 0,000012 | 0,000174 | 0,000059 | 0,000003 | 0,000313 | 0 | 0 | 0,00001 | 0,00002 | 0,000003 | 0 | 0,000019 | 0,000121 | 0,00003 | 0,000305 | 0,0014 | |
| и | 0,00028 | 0,000489 | 0,001983 | 0,000635 | 0,0001131 | 0,002772 | 0,000002 | 0,000008 | 0,000586 | 0,0002415 | 0,00138 | 0 | 0,002463 | 0,002863 | 0,004024 | 0,002994 | 0,000479 | 0,000399 | 0,000207 | 0,00105 | 0,003916 | 0,003621 | 0,000093 | 0,000051 | 0,002012 | 0,001201 | 0,002014 | 0,000497 | 0,000168 | 0 | 0 | 0,000617 | 0,001916 | 0,015825 | |
| ы | 0,000002 | 0,000121 | 0,000679 | 0,000699 | 0,000056 | 0,000979 | 0 | 0 | 0,000013 | 0,00004 | 0,000005 | 0 | 0,001749 | 0,000307 | 0,001334 | 0,000133 | 0,000258 | 0,000002 | 0,000131 | 0,000221 | 0,000418 | 0,000447 | 0,000005 | 0 | 0,000116 | 0,000001 | 0,000089 | 0,000411 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,000001 | 0,0003109 | | |
| й | 0,000905 | 0,000017 | 0,000019 | 0,00001 | 0,000163 | 0,000019 | 0 | 0 | 0,000002 | 0,000012 | 0,00003 | 0 | 0 | 0,000086 | 0,000126 | 0,000072 | 0,000492 | 0,000057 | 0,000002 | 0,000007 | 0,000615 | 0,000175 | 0,000039 | 0,000002 | 0,000008 | 0,000035 | 0,000019 | 0,000012 | 0,000002 | 0 | 0 | 0 | 0,000068 | | |
| к | 0,006 | 0,000002 | 0,00035 | 0,000002 | 0,000008 | 0,000733 | 0 | 0 | 0,000076 | 0,000032 | 0,004069 | 0 | 0,000002 | 0,000032 | 0,000494 | 0,000025 | 0,000566 | 0,010024 | 0,000013 | 0,001931 | 0,000443 | 0,000686 | 0,001575 | 0,000002 | 0,000001 | 0,000049 | 0,000012 | 0,000005 | 0,000002 | 0 | 0,000005 | 0,000003 | 0 | 0,003791 | |
| л | 0,004359 | 0,00004 | 0,000024 | 0,000248 | 0,000185 | 0,004581 | 0,000002 | 0 | 0,000273 | 0,000015 | 0,005306 | 0,000479 | 0 | 0,000477 | 0,000259 | 0,000039 | 0,000329 | 0,004024 | 0,000029 | 0,000003 | 0,001154 | 0,00013 | 0,001432 | 0,000013 | 0,000008 | 0 | 0,000056 | 0,000003 | 0 | 0 | 0,004145 | 0,000957 | 0,001811 | 0,004917 | |
| м | 0,002475 | 0,000057 | 0,000015 | 0,000003 | 0,000005 | 0,003933 | 0 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000019 | 0,003279 | 0,000807 | 0,000003 | 0,000083 | 0,000263 | 0,000074 | 0,001562 | 0,00381 | 0,000293 | 0,000047 | 0,000157 | 0,000034 | 0,002 | 0,000001 | 0,000008 | 0,000034 | 0,000037 | 0 | 0,000003 | 0,000044 | 0,000003 | 0,000489 | 0,00209 | | |
| н | 0,009011 | 0,000152 | 0,000128 | 0,000153 | 0,000768 | 0,008231 | 0,000003 | 0,000002 | 0,000052 | 0,000062 | 0,000478 | 0,003897 | 0,000005 | 0,001176 | 0,000013 | 0,000019 | 0,003311 | 0,00999 | 0,000017 | 0,000115 | 0,001085 | 0,000972 | 0,00156 | 0,000029 | 0,000013 | 0,000034 | 0,000229 | 0,000012 | 0,000052 | 0 | 0,000758 | 0,00012 | 0,001636 | 0,00298 | |
| о | 0,000124 | 0,003535 | 0,008592 | 0,005614 | 0,006025 | 0,002568 | 0 | 0,000561 | 0,001739 | 0,001218 | 0,000942 | 0 | 0,004015 | 0,001567 | 0,003372 | 0,006174 | 0,003878 | 0,000288 | 0,001404 | 0,006022 | 0,006312 | 0,004578 | 0,000012 | 0,000345 | 0,000558 | 0,000118 | 0,001623 | 0,000863 | 0,000157 | 0 | 0 | 0,000765 | 0,000071 | 0,016964 | |
| п | 0,001272 | 0,000163 | 0,000008 | 0,000013 | 0,000003 | 0,002821 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,002142 | 0,000179 | 0 | 0,000184 | 0,000642 | 0 | 0,000194 | 0,000222 | 0,000044 | 0,005934 | 0,00004 | 0,000091 | 0,000721 | 0,000007 | 0 | 0,000019 | 0,000042 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000012 | 0 | 0,000136 | 0,000035 | |
| р | 0,007992 | 0,00043 | 0,000448 | 0,000598 | 0,000394 | 0,006843 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000248 | 0,000074 | 0,004352 | 0,000957 | 0 | 0,000361 | 0,000094 | 0,000334 | 0,001206 | 0,008307 | 0,000104 | 0,000015 | 0,000713 | 0,001008 | 0,000457 | 0,000027 | 0,000174 | 0,000136 | 0,000089 | 0,000243 | 0,000027 | 0 | 0,00064 | 0,000029 | 0,001185 | 0,00318 | |
| с | 0,002019 | 0,000089 | 0,001956 | 0,000022 | 0,001777 | 0,002922 | 0,000005 | 0 | 0,000005 | 0 | 0,001653 | 0,000372 | 0,000002 | 0,006647 | 0,002701 | 0,000667 | 0,001035 | 0,003057 | 0,001158 | 0,000298 | 0,001387 | 0,001199 | 0,000699 | 0,000007 | 0,000009 | 0,000131 | 0,000268 | 0,000091 | 0 | 0,000013 | 0,001928 | 0,000072 | 0,002886 | 0,002426 | |
| т | 0,005658 | 0,000008 | 0,0002679 | 0,000025 | 0,000162 | 0,00509 | 0,000003 | 0,000003 | 0,000005 | 0,000032 | 0,004088 | 0,000922 | 0 | 0,000443 | 0,000322 | 0,000056 | 0,001538 | 0,009193 | 0,000174 | 0,004003 | 0,001104 | 0,000083 | 0,001196 | 0,000002 | 0,000001 | 0,000072 | 0,000016 | 0,000012 | 0,000017 | 0,000008 | 0,003698 | 0,000084 | 0,000504 | 0,003875 | |
| у | 0,000079 | 0,000706 | 0,00049 | 0,000713 | 0,001532 | 0,000243 | 0 | 0,000005 | 0,000974 | 0,000354 | 0,000027 | 0 | 0,000027 | 0,000881 | 0,000004 | 0,000725 | 0,000546 | 0,000003 | 0,000664 | 0,00125 | 0,001567 | 0,001014 | 0,000003 | 0,000013 | 0,000293 | 0,000012 | 0,001083 | 0,000554 | 0,000324 | 0 | 0 | 0,001191 | 0,000039 | 0,0058 | |
| ф | 0,000256 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000413 | 0,000002 | 0 | 0 | 0 | 0,000613 | 0,000005 | 0 | 0 | 0,000054 | 0,000005 | 0,000003 | 0,000184 | 0 | 0,000145 | 0,000015 | 0,000015 | 0,000057 | 0,000005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000027 | 0 | 0,000187 | |
| х | 0,000827 | 0 | 0,000093 | 0,000008 | 0,000005 | 0,000056 | 0 | 0,000003 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000297 | 0 | 0 | 0,000003 | 0,0011 | 0,000039 | 0,000108 | 0,001629 | 0,000002 | 0,000187 | 0,000035 | 0,000047 | 0,000317 | 0 | 0,000003 | 0,000002 | 0,000003 | 0,000005 | 0 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,000003 | 0,000017 | |
| ц | 0,000682 | 0,000003 | 0,000004 | 0 | 0 | 0,001004 | 0 | 0 | 0 | 0,0000538 | 0,000227 | 0 | 0,0000201 | 0 | 0 | 0,000017 | 0 | 0,0000202 | 0 | 0,000002 | 0,000003 | 0,000002 | 0,000231 | 0 | 0 | 0,000003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000015 | 0,000008 | 0,000017 | 0,000037 |
| ч | 0,002381 | 0,000002 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,004108 | 0 | 0 | 0,000002 | 0 | 0,001867 | 0 | 0 | 0,0000297 | 0,000045 | 0,000003 | 0,000249 | 0,000054 | 0,000002 | 0,000052 | 0,000002 | 0,001719 | 0,004001 | 0 | 0,000002 | 0 | 0,000002 | 0,000111 | 0 | 0 | 0,0000238 | 0 | 0 | 0,000726 | |
| ш | 0,000586 | 0 | 0,000025 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,003031 | 0,000002 | 0 | 0 | 0,001415 | 0 | 0 | 0,000386 | 0,000018 | 0,000022 | 0,000389 | 0,000207 | 0,000024 | 0,000032 | 0,000002 | 0,000096 | 0,000246 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000015 | 0,000012 | 0 | 0,000131 | | |
| щ | 0,00031 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,001503 | 0,000002 | 0 | 0 | 0 | 0,00073 | 0 | 0 | 0 | 0,000084 | 0,000022 | 0 | 0,000005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000049 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000027 | 0 | 0,000024 | |
| ъ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000047 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00002 | 0,000099 | 0 |
| ь | 0,000008 | 0,000099 | 0,000054 | 0,000071 | 0,000072 | 0,000618 | 0 | 0,000002 | 0,000002 | 0,000131 | 0,000012 | 0 | 0 | 0,000725 | 0,000002 | 0,000433 | 0,001584 | 0,000066 | 0,000037 | 0 | 0,000807 | 0,000118 | 0,000003 | 0,000017 | 0 | 0,000049 | 0,000045 | 0,000029 | 0,000015 | 0 | 0 | 0,000039 | 0,000425 | 0,006282 | |
| ю | 0,000002 | 0,000433 | 0,000008 | 0,00002 | 0,000226 | 0,000013 | 0 | 0 | 0,000049 | 0,000019 | 0,000007 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-----|----------|-----|----------|
| 'є' | 0.00004 | 'я' | 0.021132 |
| 'ь' | 0.000199 | 'у' | 0.026051 |
| 'ф' | 0.002366 | 'п' | 0.028975 |
| 'э' | 0.003103 | 'д' | 0.029394 |
| 'щ' | 0.003281 | 'м' | 0.033063 |
| 'ц' | 0.00423 | 'к' | 0.037568 |
| 'ю' | 0.006976 | 'л' | 0.042049 |
| 'ш' | 0.008547 | 'в' | 0.047939 |
| 'х' | 0.008573 | 'р' | 0.050125 |
| 'ж' | 0.00878 | 'т' | 0.053849 |
| 'й' | 0.013548 | 'с' | 0.056233 |
| 'ь' | 0.014808 | 'н' | 0.067135 |
| 'ч' | 0.015296 | 'и' | 0.073474 |
| 'э' | 0.015412 | 'а' | 0.077773 |
| 'ы' | 0.015418 | 'е' | 0.087381 |
| 'б' | 0.016855 | 'о' | 0.109824 |
| 'г' | 0.020602 | | |

Ентропія: 4.458284802695269

Надлишковість: 0.12367226222343031

Частота біграм:

| | а | б | в | г | д | е | ё | э | ж | з | и | ы | й | к | л | м | н | о | п | р | с | т | у | ф | х | ц | ч | ш | щ | ъ | ь | ю | я | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| а | 0,00065 | 0,00166 | 0,00057 | 0,00154 | 0,00283 | 0,00134 | 0 | 0,00031 | 0,00107 | 0,00346 | 0,00185 | 0 | 0,00083 | 0,00056 | 0,00738 | 0,00397 | 0,00799 | 0,00119 | 0,00368 | 0,00566 | 0,00591 | 0,00061 | 0,00059 | 0,00061 | 0,00112 | 0,00021 | 0,00147 | 0,00123 | 0,00019 | 0 | 0 | 0,00099 | 0,00266 | |
| б | 0,00101 | 2,6Е-05 | 9,4Е-05 | 2,2Е-05 | 2,4Е-05 | 0,00289 | 2Е-06 | 7,4Е-05 | 4Е-06 | 0,0001 | 0,00092 | 0,00279 | 4Е-06 | 7,8Е-05 | 0,00127 | 3,2Е-05 | 0,00039 | 0,00246 | 3,6Е-05 | 0,00195 | 0,00032 | 4Е-06 | 0,00145 | 0 | 7,4Е-05 | 1,4Е-05 | 0,00001 | 1,4Е-05 | 0,00037 | 9,4Е-05 | 2,6Е-05 | 8Е-06 | 0,00031 | |
| в | 0,00643 | 0,00027 | 0,00056 | 0,00099 | 0,00006 | 0,00635 | 0 | 0,00029 | 9,2Е-05 | 0,00046 | 0,00445 | 0,0023 | 6Е-06 | 0,00095 | 0,00123 | 0,00057 | 0,00201 | 0,00082 | 0,00133 | 0,00145 | 0,00413 | 0,00087 | 0,00099 | 4,4Е-05 | 0,00007 | 0,00011 | 0,00134 | 0,00112 | 1,6Е-05 | 8Е-06 | 0,00016 | 0,00003 | 0,00051 | |
| г | 0,00135 | 4,2Е-05 | 0,00015 | 0,00018 | 0,00083 | 0,00093 | 8Е-06 | 0 | 4,4Е-05 | 0,00003 | 0,00085 | 0 | 0 | 0,00012 | 0,00065 | 0,00005 | 0,00025 | 0,01176 | 0,00012 | 0,0017 | 0,00033 | 3,2Е-05 | 0,00102 | 0,00001 | 8Е-06 | 4Е-06 | 3,8Е-05 | 6,8Е-05 | 0 | 0 | 1,2Е-05 | 1,2Е-05 | | |
| д | 0,00541 | 8,8Е-05 | 0,00081 | 0,00006 | 7,4Е-05 | 0,00497 | 0 | 0,00003 | 5,8Е-05 | 0,00019 | 0,00228 | 0,00043 | 2Е-06 | 0,0004 | 0,00095 | 0,0002 | 0,00277 | 0,00466 | 0,00025 | 0,00171 | 0,00087 | 0,0002 | 0,00182 | 3,4Е-05 | 2,2Е-05 | 0,0002 | 7,8Е-05 | 9,4Е-05 | 0 | 4,4Е-05 | 0,00039 | 0,00002 | 0,00029 | |
| е | 0,00062 | 0,00171 | 0,00601 | 0,00421 | 0,0044 | 0,00164 | 4Е-06 | 0,00025 | 0,00095 | 0,00208 | 0,0014 | 0 | 0,00277 | 0,00283 | 0,00698 | 0,00564 | 0,01284 | 0,0014 | 0,00364 | 0,00827 | 0,00755 | 0,00584 | 0,00068 | 0,00022 | 0,00069 | 0,0005 | 0,00199 | 0,00069 | 0,00078 | 0 | 0 | 0,00034 | 0,00046 | |
| ё | 0 | 2Е-06 | 2Е-06 | 2Е-06 | 2Е-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2Е-06 | 2Е-06 | 6Е-06 | 8Е-06 | 0 | 0 | 4Е-06 | 0 | 8Е-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2Е-06 | |
| э | 2Е-06 | 0 | 6Е-06 | 1,8Е-05 | 1,6Е-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,4Е-05 | 4Е-06 | 0 | 4Е-06 | 0,00011 | 2,2Е-05 | 8,4Е-05 | 4,4Е-05 | 0 | 8,4Е-05 | 5,8Е-05 | 6,8Е-05 | 0,00252 | 2Е-06 | 8Е-06 | 2Е-06 | 0 | 0 | 2Е-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ж | 0,00092 | 0,00016 | 1,4Е-05 | 8Е-06 | 0,00073 | 0,00355 | 0 | 6Е-06 | 8Е-06 | 6Е-06 | 0,00153 | 0 | 0 | 0,00009 | 0,00003 | 4Е-06 | 0,00118 | 4,4Е-05 | 1,8Е-05 | 1,8Е-05 | 9,4Е-05 | 6Е-06 | 0,00031 | 0 | 2Е-06 | 4Е-06 | 1,6Е-05 | 0 | 0 | 0 | 3,8Е-05 | 2Е-06 | 2Е-06 | |
| з | 0,00495 | 0,00028 | 0,00142 | 0,0002 | 0,00117 | 0,00068 | 0 | 4,2Е-05 | 0,00009 | 7,4Е-05 | 0,00069 | 0,00056 | 4Е-06 | 0,00025 | 0,00021 | 0,0004 | 0,00173 | 0,00077 | 0,00023 | 0,00026 | 0,00023 | 7,4Е-05 | 0,00043 | 1,2Е-05 | 1,4Е-05 | 1,8Е-05 | 0,00005 | 1,8Е-05 | 0 | 2,2Е-05 | 0,00014 | 3,8Е-05 | 0,00037 | |
| и | 0,00072 | 0,00132 | 0,00418 | 0,0012 | 0,00234 | 0,00367 | 2Е-06 | 0,00029 | 0,00085 | 0,00339 | 0,0028 | 0 | 0,00294 | 0,00437 | 0,00512 | 0,00445 | 0,00649 | 0,00162 | 0,00245 | 0,0018 | 0,00634 | 0,00512 | 0,00052 | 0,00015 | 0,00265 | 0,00148 | 0,00282 | 0,00074 | 0,00021 | 0 | 0 | 0,00075 | 0,00268 | |
| ы | 0,00012 | 0,00029 | 0,00117 | 0,00017 | 0,00021 | 0,00125 | 0 | 5,8Е-05 | 0,00003 | 0,00016 | 0,00039 | 0 | 0,00208 | 0,00055 | 0,00164 | 0,0017 | 0,00068 | 0,00022 | 0,00054 | 0,00036 | 0,00084 | 0,00067 | 0,00008 | 1,6Е-05 | 0,00141 | 0,00003 | 0,00017 | 0,00051 | 2Е-06 | 0 | 0 | 2Е-06 | 9,8Е-05 | |
| й | 0,00034 | 0,00046 | 0,00083 | 0,00038 | 0,00072 | 0,00014 | 0 | 0,00012 | 0,00023 | 0,00003 | 0,00083 | 0 | 4Е-06 | 0,00078 | 0,00039 | 0,00064 | 0,0013 | 0,00052 | 0,00125 | 0,00048 | 0,00192 | 0,00052 | 0,00022 | 9,2Е-05 | 9,8Е-05 | 0,00011 | 0,00025 | 0,00052 | 6Е-06 | 0 | 0 | 1,4Е-05 | 0,00012 | |
| к | 0,00796 | 0,00025 | 0,00076 | 0,00016 | 0,00017 | 0,00095 | 0 | 8,6Е-05 | 0,00014 | 0,00015 | 0,00521 | 0 | 2Е-06 | 0,0003 | 0,00069 | 0,00025 | 0,00113 | 0,01218 | 0,00042 | 0,00242 | 0,00097 | 0,00095 | 0,00196 | 2,2Е-05 | 4,6Е-05 | 7,4Е-05 | 0,00016 | 3,8Е-05 | 0,00001 | 0 | 6Е-06 | 2,2Е-05 | 0,00011 | |
| л | 0,00529 | 0,00022 | 0,00066 | 0,00037 | 0,0004 | 0,00572 | 2Е-06 | 0,00006 | 0,00037 | 0,00013 | 0,00671 | 0,00057 | 0 | 0,00092 | 0,00039 | 0,00054 | 0,00088 | 0,00051 | 0,00059 | 8,2Е-05 | 0,00195 | 0,00029 | 0,00193 | 5,6Е-05 | 2,8Е-05 | 0,00001 | 0,00024 | 6,6Е-05 | 6Е-06 | 0 | 0,00494 | 0,00112 | 0,00244 | |
| м | 0,00328 | 0,0004 | 0,00096 | 0,00028 | 0,0004 | 0,00482 | 0 | 8,8Е-05 | 0,00016 | 0,0003 | 0,00473 | 0,00096 | 6Е-06 | 0,0006 | 0,00049 | 0,00048 | 0,00254 | 0,00598 | 0,0014 | 0,00031 | 0,0013 | 0,00035 | 0,00263 | 6,6Е-05 | 8,2Е-05 | 5,8Е-05 | 0,00035 | 8,2Е-05 | 3,4Е-05 | 0 | 5,2Е-05 | 1,6Е-05 | 0,00077 | |
| н | 0,0109 | 0,0004 | 0,00051 | 0,00029 | 0,00104 | 0,00985 | 4Е-06 | 2,2Е-05 | 8,4Е-05 | 0,00014 | 0,01165 | 0,00464 | 6Е-06 | 0,00156 | 5,2Е-05 | 0,00019 | 0,00418 | 0,0121 | 0,00049 | 0,00021 | 0,00162 | 0,00126 | 0,00196 | 5,8Е-05 | 3,4Е-05 | 0,00041 | 0,00032 | 0,00003 | 7,5Е-05 | 0 | 0,0009 | 0,00014 | 0,002 | |
| о | 0,00029 | 0,00514 | 0,01215 | 0,00715 | 0,00817 | 0,00339 | 0 | 0,00064 | 0,0024 | 0,00192 | 0,00233 | 0 | 0,00479 | 0,00279 | 0,0067 | 0,00836 | 0,00615 | 0,00166 | 0,00391 | 0,00767 | 0,00959 | 0,00619 | 0,00081 | 0,00054 | 0,00084 | 0,00021 | 0,0025 | 0,00118 | 0,00021 | 0 | 0 | 0,00093 | 0,00125 | |
| п | 0,00156 | 0,00021 | 4,6Е-05 | 4,6Е-05 | 1,4Е-05 | 0,00337 | 0 | 4Е-06 | 0 | 2Е-06 | 0,00257 | 0,00021 | 0 | 0,00026 | 0,00078 | 0,00001 | 0,00024 | 0,011 | 8,2Е-05 | 0,00707 | 8,2Е-05 | 0,00012 | 0,00088 | 0,00001 | 0 | 2,2Е-05 | 5,4Е-05 | 0,00003 | 4Е-06 | 2Е-06 | 0,00014 | 0 | 0,00017 | |
| р | 0,00969 | 0,00058 | 0,00084 | 0,00089 | 0,00053 | 0,0082 | 2Е-06 | 4,8Е-05 | 0,00031 | 0,00016 | 0,00548 | 0,00114 | 8Е-06 | 0,00057 | 0,00018 | 0,00049 | 0,00161 | 0,01007 | 0,00042 | 6,4Е-05 | 0,00119 | 0,00127 | 0,00298 | 6,2Е-05 | 0,00022 | 0,00017 | 0,00017 | 0,00031 | 3,4Е-05 | 0 | 0,00076 | 0,00025 | 0,00144 | |
| с | 0,00248 | 0,00022 | 0,00247 | 0,00021 | 0,00032 | 0,00352 | 6Е-06 | 6,6Е-05 | 4,2Е-05 | 5,4Е-05 | 0,00205 | 0,00044 | 2Е-06 | 0,00813 | 0,00328 | 0,00099 | 0,00157 | 0,00373 | 0,00022 | 0,00043 | 0,00187 | 0,01443 | 0,0009 | 3,4Е-05 | 0,00014 | 0,00019 | 0,00035 | 0,00019 | 7,2Е-05 | 1,6Е-05 | 0,0023 | 8,8Е-05 | 0,00345 | |
| т | 0,00687 | 0,00019 | 0,00359 | 0,00019 | 0,00034 | 0,00616 | 4Е-06 | 0,00011 | 7,6Е-05 | 0,00016 | 0,00518 | 0,0011 | 0 | 0,00078 | 0,00048 | 0,00033 | 0,00225 | 0,01122 | 0,00062 | 0,00486 | 0,00187 | 0,00023 | 0,00152 | 5,4Е-05 | 3,8Е-05 | 0,00011 | 0,00026 | 9,4Е-05 | 2,6Е-05 | 0,00001 | 0,00441 | 0,0001 | 0,00065 | |
| у | 0,00031 | 0,0011 | 0,00124 | 0,00101 | 0,00205 | 0,00041 | 0 | 0,00008 | 0,00123 | 0,00057 | 0,00064 | 0 | 3,4Е-05 | 0,00013 | 0,00104 | 0,00123 | 0,00134 | 0,00044 | 0,00152 | 0,00162 | 0,00254 | 0,00143 | 0,00016 | 5,2Е-05 | 0,00042 | 3,2Е-05 | 0,000155 | 0,00074 | 0,0004 | 0 | 0 | 0,00143 | 0,00015 | |
| ф | 0,00031 | 8Е-06 | 2,2Е-05 | 0 | 2Е-06 | 0,00049 | 2Е-06 | 0 | 0 | 1,4Е-05 | 0,00077 | 6Е-06 | 0 | 0,00001 | 0,00007 | 0,00001 | 6Е-06 | 0,00023 | 3,6Е-05 | 0,00018 | 0,00002 | 2,4Е-05 | 6,8Е-05 | 1,8Е-05 | 0,00001 | 0 | 0 | 2Е-06 | 4Е-06 | 0 | 3,2Е-05 | 1,8Е-05 | 2Е-06 | |
| х | 0,00107 | 0,00015 | 0,00041 | 0,00019 | 0,00031 | 9,8Е-05 | 0 | 0,00005 | 4,8Е-05 | 0,00012 | 0,00067 | 0 | 0 | 0,00026 | 0,00022 | 0,0002 | 0,00037 | 0,00215 | 0,00054 | 0,00036 | 0,00044 | 0,00018 | 0,00046 | 1,8Е-05 | 0,00005 | 2,6Е-05 | 8,8Е-05 | 4,6Е-05 | 4Е-06 | 2Е-06 | 0 | 4Е-06 | 5,6Е-05 | |
| ц | 0,00084 | 1,6Е-05 | 8,8Е-05 | 1,2Е-05 | 1,4Е-05 | 0,0012 | 0 | 2Е-06 | 2Е-06 | 8Е-06 | 0,00068 | 0,00027 | 0 | 0,00027 | 1,2Е-05 | 3,6Е-05 | 4,8Е-05 | 0,00026 | 4,2Е-05 | 3,8Е-05 | 3,2Е-05 | 6Е-06 | 0,00029 | 0 | 4Е-06 | 4Е-06 | 8Е-06 | 2Е-06 | 0 | 1,8Е-05 | 0,00001 | 2,8Е-05 | | |
| ч | 0,00285 | 3,4Е-05 | 0,00007 | 3,2Е-05 | 2,6Е-05 | 0,00049 | 0 | 6Е-06 | 0,00001 | 0,00002 | 0,00225 | 0 | 0 | 0,00042 | 7,5Е-05 | 4,2Е-05 | 0,00101 | 8,8Е-05 | 7,4Е-05 | 9,6Е-05 | 0,00024 | 0,00209 | 0,0005 | 0,00001 | 4Е-06 | 0 | 0,00001 | 0,00015 | 1,2Е-05 | 0 | 0 | 0,00028 | 0 | |
| ш | 0,0007 | 4Е-06 | 4,6Е-05 | 6Е-06 | 8Е-06 | 0,00361 | 2Е-06 | 0 | 2Е-06 | 0 | 0,0017 | 0 | 0 | 0,00047 | 0,00005 | 0,00003 | 0,00048 | 0,00025 | 5,8Е-05 | 4,2Е-05 | 1,4Е-05 | 0,00012 | 0,0003 | 4Е-06 | 0 | 1,2Е-05 | 2Е-06 | 0 | 0 | 0,00018 | 1,4Е-05 | 0 | 0 | |
| щ | 0,00037 | 0 | 2Е-06 | 2Е-06 | 0 | 0,00179 | 2Е-06 | 0 | 0 | 0 | 0,00087 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2Е-06 | 0,0001 | 2,6Е-05 | 0,00001 | 8Е-06 | 2Е-06 | 0 | 5,8Е-05 | 2Е-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,2Е-05 | 0 | 0 | |
| ъ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,6Е-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,4Е-05 | 0,00012 | |
| ь | 0,00017 | 0,00034 | 0,00088 | 0,00018 | 0,00038 | 0,00098 | 0 | 0,00014 | 6,4Е-05 | 0,00035 | 0,00068 | 0 | 0,00127 | 0,00016 | 0,00093 | 0,00258 | 0,00046 | 0,00089 | 0,00013 | 0,00161 | 0,00042 | 0,00016 | 0,00004 | 0,00006 | 8,2Е-05 | 0,00039 | 0,00041 | 2,8Е-05 | 0 | 0 | 0,00044 | 0,0006 | 0 | |
| ю | 0,00011 | 0,00065 | 0,00033 | 0,00013 | 0,00048 | 5,4Е-05 | 0 | 6,2Е-05 | 0,00013 | 0,00013 | 0,00033 | 0,00033 | 0 | 1,4Е-05 | 0,00028 | 0,0003 | 0,00024 | 0,00052 | 0,0002 | 0,00049 | 0,00026 | 0,00055 | 0,00058 | 7,8Е-05 | 3,2Е-05 | 5,6Е-05 | 5,4Е-05 | 0,00027 | 0,00005 | 0,00046 | 0 | 0 | 0,00004 | 9,8Е-05 |
| я | 0,00023 | 0,00066 | 0,00192 | 0,00046 | 0,00082 | 0,00041 | 0 | 0,00017 | 0,00029 | 0,0009 | 0,001 | 0 | 3,8Е-05 | 0,00128 | 0,00078 | 0,00029 | 0,00246 | 0,00076 | 0,00156 | 0,00057 | 0,00174 | 0,00197 | 0,00033 | 0,00009 | 0,00039 | 8,8Е-05 | 0,00037 | 0,00011 | 0,00035 | 0 | 0 | 0,00013 | 0,00006 | |

Частота перехресних біграм:

| | а | б | в | г | д | е | ё | э | ж | з | и | ы | й | м | н | о | п | р | с | т | у | ф | х | ц | ч | ш | щ | ъ | ь | ю | я | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| а | 0,00067 | 0,00161 | 0,00569 | 0,00157 | 0,00277 | 0,00132 | 0 | 0,00028 | 0,00107 | 0,00343 | 0,00183 | 0 | 0,00082 | 0,00554 | 0,00727 | 0,00414 | 0,0079 | 0,00126 | 0,00364 | 0,00567 | 0,00608 | 0,00611 | 0,00049 | 0,00054 | 0,00115 | 0,00019 | 0,00152 | 0,00123 | 0,00018 | 0 | 0 | 0,00097 | 0,00252 |
| б | 0,00098 | 3,6E-05 | 8,8E-05 | 2,4E-05 | 0,00002 | 0,00284 | 0 | 0,72E-05 | 4E-06 | 5,6E-05 | 0,00084 | 0,00274 | 4E-06 | 8,8E-05 | 0,00124 | 3,6E-05 | 0,00042 | 0,00228 | 3,6E-05 | 0,00207 | 0,00029 | 4E-06 | 0,00138 | 0 | 7,2E-05 | 1,6E-05 | 1,2E-05 | 1,6E-05 | 0,00035 | 8,8E-05 | 2,8E-05 | 4E-06 | 0,00029 |
| в | 0,00637 | 0,00027 | 0,0005 | 0,00099 | 0,00059 | 0,00642 | 0 | 0,0003 | 9,6E-05 | 0,00045 | 0,00463 | 0,00233 | 4E-06 | 0,00096 | 0,00116 | 0,00058 | 0,00201 | 0,00825 | 0,00128 | 0,00145 | 0,00432 | 0,00089 | 0,00097 | 5,2E-05 | 0,00008 | 0,0001 | 0,00128 | 0,00112 | 2,8E-05 | 8E-06 | 0,00016 | 4,8E-05 | 0,00049 |
| г | 0,0013 | 5,2E-05 | 0,00015 | 0,00019 | 0,00076 | 0,00104 | 4E-06 | 0 | 5,2E-05 | 0,00002 | 0,00088 | 0 | 0,00014 | 0,00059 | 4,8E-05 | 0,00025 | 0,01185 | 0,00013 | 0,00169 | 0,00036 | 0,00004 | 0,001 | 0 | 1,2E-05 | 0 | 3,2E-05 | 7,2E-05 | 0 | 0 | 0 | 1,2E-05 | 8E-06 | |
| д | 0,00556 | 0,00011 | 0,00083 | 0,00006 | 7,2E-05 | 0,00505 | 0 | 1,6E-05 | 4,8E-05 | 0,00017 | 0,00339 | 0,00043 | 0 | 0,00039 | 0,00088 | 0,00021 | 0,00273 | 0,0046 | 0,00019 | 0,00186 | 0,00088 | 0,00023 | 0,00181 | 2,8E-05 | 2,4E-05 | 0,00022 | 0,0001 | 0,00013 | 0 | 3,6E-05 | 0,0004 | 0,00002 | 0,00032 |
| е | 0,00064 | 0,00178 | 0,00608 | 0,00419 | 0,00449 | 0,0016 | 4E-06 | 0,00031 | 0,00104 | 0,00212 | 0,00136 | 0 | 0,00287 | 0,00028 | 0,00707 | 0,00563 | 0,01271 | 0,00138 | 0,00367 | 0,00841 | 0,00739 | 0,00586 | 0,00068 | 0,0002 | 0,00076 | 0,00047 | 0,00201 | 0,00073 | 0,00073 | 0 | 0 | 0,00036 | 0,00045 |
| ё | 0 | 0 | 0 | 0 | 4E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4E-06 | 0 | 8E-06 | 8E-06 | 0 | 4E-06 | 0 | 1,2E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| э | 0 | 0 | 8E-06 | 1,2E-05 | 2,4E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,6E-05 | 4E-06 | 0 | 4E-06 | 9,6E-05 | 3,2E-05 | 0,00008 | 2,8E-05 | 0 | 0,00006 | 0,00004 | 7,6E-05 | 0,00251 | 0 | 1,2E-05 | 4E-06 | 0 | 0 | 0 | 4E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ж | 0,00095 | 0,00015 | 1,2E-05 | 8E-06 | 0,00069 | 0,00354 | 0 | 8E-06 | 0 | 0 | 0,00149 | 0 | 0 | 9,2E-05 | 3,6E-05 | 0 | 0,0012 | 0,00004 | 1,2E-05 | 1,6E-05 | 8,4E-05 | 0 | 0,00031 | 0 | 0 | 4E-06 | 0,00002 | 0 | 0 | 0 | 3,6E-05 | 4E-06 | 0 |
| з | 0,00485 | 0,00029 | 0,00138 | 0,00023 | 0,00122 | 0,0007 | 0 | 4,8E-05 | 0,0001 | 8,8E-05 | 0,00065 | 0,00054 | 8E-06 | 0,00024 | 0,00022 | 0,00038 | 0,00165 | 0,00078 | 0,00019 | 0,0003 | 0,00025 | 0,0001 | 0,00042 | 8E-06 | 0,00002 | 0,00002 | 2,4E-05 | 1,6E-05 | 0 | 2,8E-05 | 0,00013 | 4,8E-05 | 0,00035 |
| и | 0,0007 | 0,0013 | 0,00429 | 0,00108 | 0,00233 | 0,00364 | 0 | 0,00024 | 0,00081 | 0,00336 | 0,00277 | 0 | 0,00297 | 0,0044 | 0,00514 | 0,00444 | 0,00624 | 0,00162 | 0,00244 | 0,00174 | 0,00633 | 0,00512 | 0,00053 | 0,00018 | 0,00265 | 0,00146 | 0,00283 | 0,00075 | 0,00023 | 0 | 0 | 0,00076 | 0,00258 |
| ы | 0,00014 | 0,00025 | 0,00117 | 0,00019 | 0,00017 | 0,00124 | 0 | 5,6E-05 | 0,00004 | 0,00017 | 0,00041 | 0 | 0,00214 | 0,00055 | 0,00167 | 0,0017 | 0,00071 | 0,00021 | 0,00054 | 0,00039 | 0,00081 | 0,00071 | 0,00006 | 1,6E-05 | 0,00138 | 2,8E-05 | 0,00016 | 0,00046 | 0 | 0 | 0 | 4E-06 | 0,00012 |
| й | 0,00033 | 0,00046 | 0,00077 | 0,00043 | 0,00071 | 0,00014 | 0 | 0,00014 | 0,00023 | 0,00029 | 0,00081 | 0 | 4E-06 | 0,00076 | 0,00039 | 0,00064 | 0,00127 | 0,00058 | 0,0012 | 0,00049 | 0,00185 | 0,00054 | 0,00021 | 9,2E-05 | 8,8E-05 | 0,00011 | 0,00023 | 0,00046 | 8E-06 | 0 | 0 | 1,6E-05 | 0,00014 |
| м | 0,00031 | 0,00027 | 0,00074 | 0,00021 | 0,00016 | 0,00092 | 0 | 8,8E-05 | 0,00014 | 0,00018 | 0,00524 | 0 | 0 | 0,00031 | 0,00062 | 0,00029 | 0,00109 | 0,01225 | 0,00043 | 0,00258 | 0,00096 | 0,00095 | 0,00204 | 0,00002 | 0,00006 | 7,6E-05 | 0,00016 | 4,8E-05 | 1,6E-05 | 0 | 8E-06 | 1,2E-05 | 8,8E-05 |
| н | 0,00531 | 0,00021 | 0,00067 | 0,00035 | 0,00037 | 0,00578 | 4E-06 | 6,4E-05 | 0,00038 | 0,00012 | 0,0067 | 0,00063 | 0 | 0,00092 | 0,0004 | 0,00058 | 0,00096 | 0,00513 | 0,00061 | 6,4E-05 | 0,00204 | 0,0003 | 0,00192 | 5,2E-05 | 2,4E-05 | 1,2E-05 | 0,00026 | 6,8E-05 | 8E-06 | 0 | 0,00484 | 0,0011 | 0,00251 |
| о | 0,00344 | 0,0004 | 0,00087 | 0,0003 | 0,00037 | 0,0048 | 0 | 0,0001 | 0,00017 | 0,00034 | 0,00474 | 0,00096 | 4E-06 | 0,00056 | 0,00047 | 0,00043 | 0,00253 | 0,005 | 0,00135 | 0,00031 | 0,00141 | 0,00036 | 0,00265 | 5,6E-05 | 8,8E-05 | 5,2E-05 | 0,00038 | 6,8E-05 | 1,6E-05 | 0 | 7,2E-05 | 4E-06 | 0,00074 |
| п | 0,01093 | 0,00046 | 0,00059 | 0,00031 | 0,00102 | 0,00974 | 4E-06 | 2,4E-05 | 0,0001 | 0,00012 | 0,01171 | 0,00468 | 0 | 0,00163 | 6,8E-05 | 0,0002 | 0,00432 | 0,01201 | 0,00057 | 0,00021 | 0,00169 | 0,00128 | 0,00208 | 0,00008 | 0,00002 | 0,0004 | 0,00031 | 3,6E-05 | 7,6E-05 | 0 | 0,00091 | 0,00014 | 0,00204 |
| р | 0,00034 | 0,00529 | 0,01191 | 0,00704 | 0,00795 | 0,00331 | 0 | 0,00067 | 0,00246 | 0,00199 | 0,00225 | 0 | 0,00478 | 0,00269 | 0,0068 | 0,0083 | 0,00612 | 0,00166 | 0,00401 | 0,00075 | 0,0098 | 0,00628 | 0,00084 | 0,00057 | 0,00084 | 0,00023 | 0,00248 | 0,00119 | 0,0002 | 0 | 0 | 0,00098 | 0,00118 |
| с | 0,00159 | 0,00024 | 6,4E-05 | 0,00004 | 1,2E-05 | 0,0033 | 0 | 4E-06 | 0 | 4E-06 | 0,00271 | 0,00017 | 0 | 0,00031 | 0,0007 | 8E-06 | 0,00026 | 0,01108 | 8,4E-05 | 0,0069 | 5,6E-05 | 0,00012 | 0,00089 | 1,6E-05 | 0 | 2,8E-05 | 5,6E-05 | 0,00004 | 4E-06 | 4E-06 | 8,8E-05 | 0 | 0,00014 |
| т | 0,00977 | 0,00063 | 0,00084 | 0,00079 | 0,00053 | 0,00803 | 4E-06 | 4,8E-05 | 0,00025 | 0,00014 | 0,00554 | 0,00113 | 4E-06 | 0,00061 | 0,00015 | 0,00046 | 0,00155 | 0,01018 | 0,00044 | 6,8E-05 | 0,00113 | 0,0013 | 0,00295 | 7,2E-05 | 0,00025 | 0,0002 | 0,00018 | 0,00033 | 0,00004 | 0 | 0,0008 | 0,00025 | 0,00141 |
| у | 0,00251 | 0,0002 | 0,00242 | 0,0002 | 0,00031 | 0,00358 | 1,2E-05 | 6,4E-05 | 0,00004 | 6,4E-05 | 0,002 | 0,00041 | 4E-06 | 0,00786 | 0,0033 | 0,00092 | 0,00156 | 0,00369 | 0,00216 | 0,00044 | 0,00187 | 0,01466 | 0,00086 | 2,4E-05 | 0,00015 | 0,00016 | 0,00033 | 0,00017 | 3,6E-05 | 8E-06 | 0,00233 | 0,00008 | 0,00334 |
| ф | 0,00675 | 0,00019 | 0,00353 | 0,0002 | 0,00028 | 0,0059 | 4E-06 | 8,8E-05 | 7,2E-05 | 0,00014 | 0,00535 | 0,00101 | 0 | 0,00079 | 0,00049 | 0,00033 | 0,00213 | 0,01134 | 0,00066 | 0,00468 | 0,00182 | 0,00023 | 0,00144 | 5,6E-05 | 4,8E-05 | 9,2E-05 | 0,00025 | 9,2E-05 | 3,2E-05 | 8E-06 | 0,00443 | 7,6E-05 | 0,00065 |
| х | 0,00032 | 0,0011 | 0,0013 | 0,00113 | 0,00205 | 0,00039 | 0 | 8,4E-05 | 0,00121 | 0,00053 | 0,00068 | 0 | 4,8E-05 | 0,00128 | 0,00105 | 0,00118 | 0,00141 | 0,00046 | 0,00145 | 0,00169 | 0,00244 | 0,00147 | 0,00014 | 4,8E-05 | 0,00043 | 3,6E-05 | 0,00151 | 0,00077 | 0,00039 | 0 | 0,00135 | 0,00017 | 0 |
| ц | 0,00031 | 8E-06 | 2,8E-05 | 0 | 4E-06 | 0,00043 | 0 | 0 | 0 | 2,4E-05 | 0,00082 | 1,2E-05 | 0 | 4E-06 | 6,8E-05 | 1,6E-05 | 1,2E-05 | 0,00024 | 4,4E-05 | 0,00019 | 2,8E-05 | 5,2E-05 | 0,00002 | 8E-06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4E-06 | 0 | 2,8E-05 | 0,00002 | 0 |
| ч | 0,0011 | 0,00016 | 0,00041 | 0,0002 | 0,00032 | 0,00011 | 0 | 6,4E-05 | 0,00004 | 0,00012 | 0,00063 | 0 | 0 | 0,00021 | 0,00018 | 0,00019 | 0,00035 | 0,00214 | 0,00053 | 0,00034 | 0,00043 | 0,00016 | 0,00047 | 2,4E-05 | 0,00006 | 2,4E-05 | 7,6E-05 | 4,8E-05 | 4E-06 | 4E-06 | 0 | 0,00006 | 0 |
| ш | 0,00085 | 1,6E-05 | 7,6E-05 | 0,00002 | 1,6E-05 | 0,00118 | 0 | 0 | 0 | 1,2E-05 | 0,00069 | 0,0003 | 0 | 0,00027 | 8E-06 | 5,6E-05 | 5,6E-05 | 0,00025 | 0,00004 | 0,00004 | 2,8E-05 | 0 | 0,00028 | 0 | 4E-06 | 4E-06 | 1,2E-05 | 4E-06 | 0 | 0 | 0,00002 | 0,00002 | 1,6E-05 |
| щ | 0,00282 | 0,00004 | 7,2E-05 | 3,6E-05 | 2,8E-05 | 0,00493 | 0 | 8E-06 | 1,2E-05 | 0,00002 | 0,00227 | 0 | 0 | 0,00043 | 7,6E-05 | 3,6E-05 | 0,00095 | 0,00011 | 8,8E-05 | 0,0001 | 0,00024 | 0,00209 | 0,00057 | 1,2E-05 | 4E-06 | 0 | 1,2E-05 | 0,00016 | 8E-06 | 0 | 0,00024 | 0 | 8E-06 |
| ъ | 0,00069 | 8E-06 | 5,6E-05 | 4E-06 | 1,6E-05 | 0,00374 | 4E-06 | 0 | 0 | 0 | 0,00166 | 0 | 0 | 0,00048 | 0,00048 | 1,2E-05 | 0,00044 | 0,00023 | 4,4E-05 | 3,6E-05 | 1,6E-05 | 0,00012 | 0,00029 | 0 | 0 | 8E-06 | 0 | 0 | 0 | 0,00023 | 1,6E-05 | 0 | |
| ь | 0,00042 | 0 | 4E-06 | 4E-06 | 0 | 0,00179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00089 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0001 | 3,6E-05 | 8E-06 | 1,2E-05 | 0 | 0 | 8,8E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,4E-05 | 0 | 0 |
| ю | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,2E-05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,8E-05 | 0,00011 |
| я | 0,00018 | 0,00036 | 0,00085 | 0,00018 | 0,00035 | 0,00098 | 0 | 0,00015 | 5,2E-05 | 0,00041 | 0,0007 | 0 | 0 | 0,00118 | 0,00017 | 0,00094 | 0,00263 | 0,00044 | 0,00095 | 0,00011 | 0,00168 | 0,00041 | 0,00016 | 3,2E-05 | 4,8E-05 | 7,2E-05 | 0,00039 | 0,00037 | 2,4E-05 | 0 | 0 | 0,00043 | 0,00061 |
| а | 0,00008 | 0,00073 | 0,00033 | 0,00013 | 0,00043 | 0,00006 | 0 | 8,4E-05 | 0,00016 | 0,00011 | 0,00031 | 0 | 1,2E-05 | 0,00024 | 0,0003 | 0,0003 | 0,00053 | 0,00019 | 0,00049 | 0,00026 | 0,00058 | 0,00063 | 9,2E-05 | 2,4E-05 | 4,8E-05 | 0,00006 | 0,00027 | 5,2E-05 | 0,00043 | 0 | 0 | 0,00004 | |

Энтропия: 4.1540726784296265

Надлишковість: 0.18346869391409937

Робота з CoolPinkProgram

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
м_человек_отменяется_но_в_данный_момент_я_хотел_бы_лишь_попросить_читателя_

Использованные буквы:
м_человек_отменяется_но_в_данный_

Произвольная часть текста:
е_от_своего_давай_д

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
5 символов
10 символов
15 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:
 $2.59383235718382 < H < 3.13931796799904$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

| |
|----------------|
| $q[1] = 0.44$ |
| $q[2] = 0.1$ |
| $q[3] = 0.02$ |
| $q[4] = 0$ |
| $q[5] = 0$ |
| $q[6] = 0$ |
| $q[7] = 0.02$ |
| $q[8] = 0.04$ |
| $q[9] = 0.02$ |
| $q[10] = 0.02$ |
| $q[11] = 0.02$ |
| $q[12] = 0.06$ |
| $q[13] = 0.02$ |
| $q[14] = 0.02$ |
| $q[15] = 0$ |
| $q[16] = 0$ |
| $q[17] = 0$ |
| $q[18] = 0.06$ |
| $q[19] = 0.02$ |
| $q[20] = 0$ |
| $q[21] = 0.02$ |
| $q[22] = 0.04$ |
| $q[23] = 0.02$ |
| $q[24] = 0$ |
| $q[25] = 0$ |
| $q[26] = 0$ |
| $q[27] = 0$ |
| $q[28] = 0$ |
| $q[29] = 0$ |
| $q[30] = 0.04$ |
| $q[31] = 0.02$ |
| $q[32] = 0$ |

Строка состояния:

$$2.59383 < H^{20} < 3.13931$$

$$0.518766 < R < 0.627862$$

Произвольная часть текста:
кой_нибудь_страны_могут_утвер

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
5 символов
10 символов
15 символов
20 символов
25 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:
 $2.78944501948407 < H < 3.34435048453635$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

| |
|----------------|
| $q[1] = 0.38$ |
| $q[2] = 0.12$ |
| $q[3] = 0.04$ |
| $q[4] = 0$ |
| $q[5] = 0.02$ |
| $q[6] = 0.02$ |
| $q[7] = 0.04$ |
| $q[8] = 0$ |
| $q[9] = 0.02$ |
| $q[10] = 0.04$ |
| $q[11] = 0$ |
| $q[12] = 0.04$ |
| $q[13] = 0.02$ |
| $q[14] = 0$ |
| $q[15] = 0$ |
| $q[16] = 0$ |
| $q[17] = 0$ |
| $q[18] = 0.04$ |
| $q[19] = 0.06$ |
| $q[20] = 0$ |
| $q[21] = 0$ |
| $q[22] = 0$ |
| $q[23] = 0.02$ |
| $q[24] = 0.02$ |
| $q[25] = 0.04$ |
| $q[26] = 0$ |
| $q[27] = 0.02$ |
| $q[28] = 0$ |
| $q[29] = 0.02$ |
| $q[30] = 0.04$ |
| $q[31] = 0$ |
| $q[32] = 0$ |

Строка состояния:

$$2.78944 < H^{30} < 3.34435$$

$$0.557888 < R < 0.66887$$

Висновки:

У ході виконання роботи, я навчилась вимірювати частоти повторювання символів та біграм у тексті, визначати ентропію і надлишковість мови. Також помітила, що у тексті без пробілів ентропія більша, ніж у тексті з пробілами. Тому перед шифруванням усі пробіли варто видаляти.