

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
Фізико-технічний інститут

Лабораторна робота №1
З предмету «Криптографія»
На тему «Експериментальна оцінка ентропії на символ
джерела відкритого тексту»

Виконали:
Студенти групи ФБ-83,84
Мельниченко А
Іванченков М

Перевірив:
Чорний О.М

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.

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 $(10) H$, $(20) H$, $(30) H$.
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Хід роботи:

Таблиця частот монограм без пробілів

| | |
|---|-------------|
| о | 0,109443893 |
| а | 0,087167587 |
| е | 0,077574465 |
| н | 0,061796012 |
| и | 0,060630565 |
| т | 0,057255328 |
| с | 0,054098856 |
| л | 0,052326596 |
| р | 0,046684272 |
| в | 0,04240793 |
| к | 0,040595302 |
| у | 0,034874848 |
| п | 0,031239176 |
| д | 0,03012842 |
| м | 0,026561763 |
| ь | 0,0227516 |
| я | 0,022604454 |
| ы | 0,019556063 |
| з | 0,017864537 |
| б | 0,01672253 |
| г | 0,015891742 |
| ч | 0,015206798 |
| ж | 0,012489159 |
| й | 0,010378334 |
| ш | 0,010279369 |
| х | 0,009119131 |
| ю | 0,004711269 |
| щ | 0,00405367 |
| ц | 0,003474203 |
| э | 0,001593862 |
| ф | 0,000287781 |
| ъ | 0,000230485 |

Таблиця частот монограм з пробілами

| | |
|-----|-------------|
| " " | 0,155887167 |
| о | 0,092382995 |
| а | 0,073579279 |
| е | 0,065481601 |
| н | 0,052162807 |
| и | 0,051179038 |
| т | 0,048329957 |
| с | 0,045665539 |
| л | 0,044169551 |
| р | 0,039406793 |
| в | 0,035797078 |
| к | 0,034267016 |
| у | 0,029438307 |
| п | 0,026369389 |
| д | 0,025431786 |
| м | 0,022421125 |
| ь | 0,019204917 |
| я | 0,01908071 |
| ы | 0,016507523 |
| з | 0,015079685 |
| б | 0,014115702 |
| г | 0,013414424 |
| ч | 0,012836254 |
| ж | 0,01054226 |
| й | 0,008760485 |
| ш | 0,008676947 |
| х | 0,007697575 |
| ю | 0,003976842 |
| щ | 0,003421755 |
| ц | 0,002932619 |
| э | 0,001345399 |
| ф | 0,000242919 |
| ъ | 0,000194555 |

Таблиця частот біграм з пробілами з перетинами

| | 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 | ы | ь | э | ю | я | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а | 0,00009 864 | 0,00080 131 | 0,00411 294 | 0,00070 156 | 0,00223 325 | 0,00108 725 | 0,00137 209 | 0,00330 720 | 0,00015 184 | 0,00087 889 | 0,00450 972 | 0,00943 727 | 0,00337 037 | 0,00225 320 | 0,00009 199 | 0,00107 284 | 0,00338 256 | 0,00416 947 | 0,00437 007 | 0,00009 310 | 0,00001 441 | 0,00095 204 | 0,00005 098 | 0,00113 048 | 0,00083 567 | 0,00032 141 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00072 373 | 0,00250 811 | 0,01920 813 |
| б | 0,00100 302 | 0,00000 111 | 0,00003 325 | 0,00000 332 | 0,00001 773 | 0,00018 226 | 0,00001 219 | 0,00000 554 | 0,00092 322 | 0,00000 000 | 0,00017 400 | 0,00068 050 | 0,00004 987 | 0,00030 589 | 0,00248 816 | 0,00000 000 | 0,00139 093 | 0,00007 315 | 0,00002 106 | 0,00104 735 | 0,00000 000 | 0,00002 882 | 0,00000 665 | 0,00000 554 | 0,00000 776 | 0,00027 375 | 0,00009 421 | 0,00249 592 | 0,00004 987 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00035 877 | |
| в | 0,00525 007 | 0,00001 552 | 0,00004 212 | 0,00000 887 | 0,00028 373 | 0,00423 596 | 0,00001 219 | 0,00049 541 | 0,00277 410 | 0,00000 000 | 0,00039 456 | 0,00014 763 | 0,00012 519 | 0,00601 123 | 0,00034 148 | 0,00163 468 | 0,00197 587 | 0,00024 279 | 0,00135 990 | 0,00000 000 | 0,00002 327 | 0,00006 982 | 0,00013 300 | 0,00086 337 | 0,00000 332 | 0,00001 441 | 0,00262 448 | 0,00013 965 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00036 020 | 0,00476 463 | |
| г | 0,00131 889 | 0,00000 000 | 0,00000 887 | 0,00000 000 | 0,00072 151 | 0,00017 733 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00070 267 | 0,00000 000 | 0,00011 637 | 0,00171 123 | 0,00000 111 | 0,00038 680 | 0,00628 412 | 0,00000 000 | 0,00076 806 | 0,00000 665 | 0,00001 995 | 0,00064 060 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00004 987 | 0,00000 887 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 665 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00054 751 | | |
| д | 0,00439 667 | 0,00006 539 | 0,00081 904 | 0,00001 995 | 0,00006 982 | 0,00474 690 | 0,00003 879 | 0,00003 103 | 0,00201 934 | 0,00000 000 | 0,00029 038 | 0,00063 839 | 0,00005 209 | 0,00174 337 | 0,00429 581 | 0,00013 632 | 0,00134 438 | 0,00023 718 | 0,00031 698 | 0,00150 730 | 0,00000 000 | 0,00006 207 | 0,00014 408 | 0,00004 987 | 0,00004 433 | 0,00000 000 | 0,00001 441 | 0,00056 191 | 0,00041 894 | 0,00000 000 | 0,00001 662 | 0,00109 559 | |
| е | 0,00001 552 | 0,00138 539 | 0,00232 856 | 0,00270 982 | 0,00238 730 | 0,00156 715 | 0,00078 468 | 0,00140 312 | 0,00007 315 | 0,00150 398 | 0,00101 632 | 0,00519 354 | 0,00339 476 | 0,00516 805 | 0,00013 078 | 0,00109 834 | 0,00522 679 | 0,00379 153 | 0,00444 211 | 0,00015 627 | 0,00000 222 | 0,00044 554 | 0,00059 073 | 0,00120 695 | 0,00124 463 | 0,00094 428 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 526 | 0,00011 403 | 0,00016 511 | |
| ж | 0,00257 571 | 0,00002 992 | 0,00000 111 | 0,00002 217 | 0,00061 068 | 0,00375 385 | 0,00001 552 | 0,00000 000 | 0,00163 143 | 0,00000 000 | 0,00024 161 | 0,00003 768 | 0,00002 771 | 0,00081 128 | 0,00007 093 | 0,00000 000 | 0,00002 882 | 0,00001 441 | 0,00019 219 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 645 | 0,00008 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 325 | 0,00000 882 | 0,00000 000 | 0,00039 234 | | |
| з | 0,00601 480 | 0,00028 927 | 0,00072 040 | 0,00034 690 | 0,00071 929 | 0,00035 466 | 0,00009 531 | 0,00012 413 | 0,00037 461 | 0,00000 000 | 0,00017 955 | 0,00041 451 | 0,00035 133 | 0,00131 224 | 0,00060 070 | 0,00003 214 | 0,00034 801 | 0,00000 332 | 0,00003 214 | 0,00050 206 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 773 | 0,00000 443 | 0,00000 000 | 0,00001 662 | 0,00037 683 | 0,00015 738 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00139 572 | |
| и | 0,00002 106 | 0,00037 683 | 0,00293 148 | 0,00038 902 | 0,00137 763 | 0,00128 897 | 0,00032 252 | 0,00155 828 | 0,00017 068 | 0,00097 975 | 0,00247 486 | 0,00615 556 | 0,00182 760 | 0,00398 770 | 0,00006 539 | 0,00031 919 | 0,00065 612 | 0,00251 808 | 0,00348 453 | 0,00000 887 | 0,00000 665 | 0,00141 753 | 0,00069 048 | 0,00080 020 | 0,00067 053 | 0,00022 610 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 519 | 0,00014 957 | 0,00060 325 | |
| й | 0,00000 222 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00018 952 | 0,00000 332 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00016 071 | 0,00008 423 | 0,00006 428 | 0,00042 116 | 0,00003 768 | 0,00000 332 | 0,00036 131 | 0,00022 942 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00009 642 | 0,00018 620 | 0,00005 542 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 222 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00658 115 | | |
| к | 0,00881 772 | 0,00000 000 | 0,00009 088 | 0,00000 222 | 0,00000 572 | 0,00081 111 | 0,00000 111 | 0,00000 083 | 0,00319 000 | 0,00000 000 | 0,00002 106 | 0,00069 380 | 0,00000 000 | 0,00068 161 | 0,00837 661 | 0,00000 554 | 0,00214 236 | 0,00005 985 | 0,00048 655 | 0,00286 942 | 0,00000 111 | 0,00000 443 | 0,00000 332 | 0,00002 106 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00597 269 | | |
| л | 0,00704 221 | 0,00006 096 | 0,00001 330 | 0,00011 083 | 0,00002 992 | 0,00418 276 | 0,00022 055 | 0,00006 539 | 0,00630 850 | 0,00000 000 | 0,00053 531 | 0,00001 552 | 0,00003 657 | 0,00021 723 | 0,00625 752 | 0,00009 310 | 0,00000 000 | 0,00242 277 | 0,00010 529 | 0,00145 854 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00011 748 | 0,00001 330 | 0,00000 887 | 0,00000 111 | 0,00000 174 | 0,00063 100 | 0,00532 100 | 0,00000 146 | 0,00074 055 | 0,00154 241 | |
| м | 0,00184 977 | 0,00001 330 | 0,00000 222 | 0,00001 108 | 0,00000 443 | 0,00324 624 | 0,00000 000 | 0,00004 101 | 0,00254 025 | 0,00000 000 | 0,00019 285 | 0,00019 839 | 0,00001 219 | 0,00107 284 | 0,00284 171 | 0,00004 433 | 0,00008 091 | 0,00012 524 | 0,00007 537 | 0,00203 486 | 0,00000 000 | 0,00000 222 | 0,00001 662 | 0,00006 096 | 0,00000 222 | 0,00001 219 | 0,00000 000 | 0,00083 234 | 0,00005 320 | 0,00000 000 | 0,00032 806 | 0,00651 908 | |
| н | 0,00963 233 | 0,00000 000 | 0,00000 332 | 0,00000 537 | 0,00007 440 | 0,00925 222 | 0,00000 887 | 0,00000 455 | 0,00699 000 | 0,00000 204 | 0,00051 222 | 0,00000 000 | 0,00000 347 | 0,00258 847 | 0,00983 000 | 0,00000 000 | 0,00008 388 | 0,00022 007 | 0,00041 712 | 0,00465 000 | 0,00000 000 | 0,00000 169 | 0,00021 060 | 0,00020 000 | 0,00000 874 | 0,00005 000 | 0,00000 977 | 0,00272 156 | 0,00114 111 | 0,00000 393 | 0,00020 219 | 0,00133 536 | |
| о | 0,00000 000 | 0,00367 848 | 0,00572 553 | 0,00380 483 | 0,00521 349 | 0,00147 184 | 0,00235 738 | 0,00139 980 | 0,00062 065 | 0,00375 717 | 0,00291 375 | 0,00596 160 | 0,00458 065 | 0,00038 211 | 0,00164 458 | 0,00590 252 | 0,00673 508 | 0,00007 987 | 0,00001 853 | 0,00085 758 | 0,00009 995 | 0,00230 229 | 0,00098 199 | 0,00030 750 | 0,00000 418 | 0,00000 922 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00001 773 | 0,00059 967 | 0,02073 428 | |
| п | 0,00168 020 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00239 838 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00103 184 | 0,00000 000 | 0,00020 615 | 0,00116 483 | 0,00000 000 | 0,00027 929 | 0,01116 401 | 0,00000 887 | 0,00621 541 | 0,00001 441 | 0,00010 640 | 0,00129 229 | 0,00000 222 | 0,00000 000 | 0,00003 657 | 0,00004 766 | 0,00001 884 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00047 879 | 0,00009 531 | 0,00000 000 | 0,00027 111 | 0,00006 486 | |
| р | 0,00783 243 | 0,00008 534 | 0,00037 904 | 0,00012 856 | 0,00022 388 | 0,00550 941 | 0,00033 914 | 0,00007 426 | 0,00382 589 | 0,00000 000 | 0,00035 577 | 0,00008 866 | 0,00029 814 | 0,00104 735 | 0,00748 221 | 0,00009 199 | 0,00001 884 | 0,00022 277 | 0,00036 463 | 0,00294 478 | 0,00000 111 | 0,00012 856 | 0,00005 320 | 0,00021 945 | 0,00012 856 | 0,00005 763 | 0,00000 000 | 0,00311 214 | 0,00049 541 | 0,00000 000 | 0,00011 526 | 0,00229 310 | |
| с | 0,00280 181 | 0,00009 199 | 0,00101 300 | 0,00006 872 | 0,00023 275 | 0,00278 518 | 0,00003 436 | 0,00001 552 | 0,00145 300 | 0,00000 000 | 0,00426 256 | 0,00237 068 | 0,00085 007 | 0,00097 088 | 0,00242 277 | 0,00209 360 | 0,00031 254 | 0,00040 343 | 0,00911 031 | 0,00067 385 | 0,00000 000 | 0,00019 950 | 0,00005 542 | 0,00031 919 | 0,00005 320 | 0,00000 887 | 0,00004 766 | 0,00060 070 | 0,00420 161 | 0,00000 000 | 0,00013 521 | 0,00306 757 | |
| т | 0,00557 480 | 0,00006 207 | 0,00151 284 | 0,00002 106 | 0,00010 751 | 0,00403 093 | 0,00000 776 | 0,00000 997 | 0,00320 302 | 0,00000 000 | 0,00092 433 | 0,00028 594 | 0,00007 647 | 0,00153 723 | 0,01177 802 | 0,00013 411 | 0,00262 005 | 0,00146 519 | 0,00008 756 | 0,00130 005 | 0,00000 222 | 0,00002 106 | 0,00005 209 | 0,00011 859 | 0,00003 768 | 0,00001 552 | 0,00000 776 | 0,00160 705 | 0,00609 460 | 0,00000 091 | 0,00008 358 | 0,00466 266 | |
| у | 0,00001 219 | 0,00065 944 | 0,00074 035 | 0,00126 237 | 0,00216 564 | 0,00013 300 | 0,00182 760 | 0,00029 814 | 0,00001 330 | 0,00011 637 | 0,00082 458 | 0,00289 269 | 0,00086 448 | 0,00032 363 | 0,00000 332 | 0,00078 912 | 0,00057 965 | 0,00151 728 | 0,00268 765 | 0,00003 657 | 0,00000 111 | 0,00055 637 | 0,00001 552 | 0,00098 861 | 0,00135 990 | 0,00028 816 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 222 | 0,00105 511 | 0,00008 645 | 0,00706 326 | |
| ф | 0,00005 320 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00003 768 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00002 882 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 665 | 0,00000 000 | 0,00001 111 | 0,00000 884 | 0,00000 000 | 0,00000 554 | 0,00000 000 | 0,00002 665 | 0,00000 111 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 987 | 0,00000 000 | 0,00000 111 | 0,00000 222 | 0,00000 997 | |
| х | 0,00055 305 | 0,00000 000 | 0,00042 670 | 0,00000 000 | 0,00000 222 | 0,00003 214 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00031 144 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00032 030 | 0,00012 967 | 0,00051 093 | 0,00253 027 | 0,00000 000 | 0,00016 625 | 0,00004 101 | 0,00003 990 | 0,00025 491 | 0,00000 665 | 0,00000 776 | 0,00000 111 | 0,00002 438 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00229 | | |

Таблиця частот біграм з пробілами без перетинів

| | 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 | ы | ь | э | ю | я | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а | 0,00016 440 | 0,00080 307 | 0,00407 353 | 0,00071 578 | 0,00219 534 | 0,00109 258 | 0,00136 900 | 0,00329 519 | 0,00017 312 | 0,00086 853 | 0,00438 341 | 0,00943 458 | 0,00331 411 | 0,00226 954 | 0,00010 620 | 0,00106 348 | 0,00337 230 | 0,00410 408 | 0,00429 903 | 0,00009 893 | 0,00001 455 | 0,00095 728 | 0,00006 256 | 0,00115 950 | 0,00082 489 | 0,00030 988 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00001 455 | 0,00068 668 | 0,00248 194 | 0,01930 415 |
| б | 0,00101 111 | 0,00000 145 | 0,00003 346 | 0,00000 291 | 0,00001 891 | 0,00220 116 | 0,00001 164 | 0,00000 727 | 0,00088 163 | 0,00000 000 | 0,00017 312 | 0,00065 176 | 0,00005 383 | 0,00030 697 | 0,00242 957 | 0,00000 000 | 0,00141 555 | 0,00007 420 | 0,00002 037 | 0,00104 020 | 0,00000 000 | 0,00002 182 | 0,00000 436 | 0,00000 582 | 0,00000 582 | 0,00025 605 | 0,00010 184 | 0,00248 776 | 0,00004 801 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00050 628 | 0,00035 207 |
| в | 0,00527 667 | 0,00001 600 | 0,00005 383 | 0,00000 582 | 0,00028 224 | 0,00425 975 | 0,00001 309 | 0,00047 282 | 0,00274 963 | 0,00000 000 | 0,00036 371 | 0,00046 700 | 0,00015 421 | 0,00127 152 | 0,00603 609 | 0,00036 225 | 0,00172 107 | 0,00196 402 | 0,00025 751 | 0,00135 736 | 0,00000 000 | 0,00002 473 | 0,00007 420 | 0,00013 821 | 0,00083 362 | 0,00000 436 | 0,00001 455 | 0,00257 796 | 0,00014 985 | 0,00000 291 | 0,00000 000 | 0,00035 934 | 0,00472 384 |
| г | 0,00135 154 | 0,00000 145 | 0,00001 455 | 0,00000 145 | 0,00076 961 | 0,00017 749 | 0,00000 145 | 0,00000 000 | 0,00069 832 | 0,00000 000 | 0,00012 075 | 0,00176 326 | 0,00000 145 | 0,00039 862 | 0,00628 342 | 0,00000 436 | 0,00074 778 | 0,00000 727 | 0,00002 182 | 0,00061 248 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 655 | 0,00000 727 | 0,00000 000 | 0,00000 655 | 0,00000 000 | 0,00000 582 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00053 145 | 0,00000 974 |
| д | 0,00448 670 | 0,00007 420 | 0,00080 161 | 0,00002 328 | 0,00006 256 | 0,00463 509 | 0,00003 783 | 0,00003 201 | 0,00004 404 | 0,00000 000 | 0,00028 806 | 0,00061 394 | 0,00004 801 | 0,00169 779 | 0,00427 138 | 0,00013 675 | 0,00133 263 | 0,00023 714 | 0,00030 988 | 0,00154 794 | 0,00000 000 | 0,00006 401 | 0,00016 440 | 0,00005 092 | 0,00004 364 | 0,00000 000 | 0,00001 600 | 0,00056 447 | 0,00041 172 | 0,00000 000 | 0,00001 746 | 0,00041 608 | 0,00112 022 |
| е | 0,00004 364 | 0,00131 226 | 0,00238 883 | 0,00265 652 | 0,00240 629 | 0,00156 976 | 0,00080 598 | 0,00145 920 | 0,00008 002 | 0,00147 083 | 0,00101 111 | 0,00518 647 | 0,00333 156 | 0,00519 084 | 0,00014 257 | 0,00113 186 | 0,00524 903 | 0,00379 420 | 0,00448 233 | 0,00015 712 | 0,00000 291 | 0,00046 264 | 0,00059 794 | 0,00116 823 | 0,00116 096 | 0,00096 310 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 436 | 0,00000 057 | 0,00011 731 | 0,00016 621 | 0,01680 621 |
| ж | 0,00255 759 | 0,00002 764 | 0,00000 436 | 0,00002 619 | 0,00058 339 | 0,00375 783 | 0,00001 600 | 0,00000 000 | 0,00162 941 | 0,00000 000 | 0,00022 986 | 0,00004 074 | 0,00003 055 | 0,00080 016 | 0,00007 711 | 0,00000 000 | 0,00002 910 | 0,00001 600 | 0,00001 018 | 0,00021 386 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00009 020 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00002 910 | 0,00003 201 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00038 117 | |
| з | 0,00604 919 | 0,00027 496 | 0,00075 215 | 0,00034 334 | 0,00073 905 | 0,00035 352 | 0,00009 602 | 0,00012 075 | 0,00039 280 | 0,00000 000 | 0,00018 331 | 0,00041 026 | 0,00034 479 | 0,00128 607 | 0,00059 503 | 0,00003 928 | 0,00035 934 | 0,00000 145 | 0,00003 055 | 0,00000 937 | 0,00000 000 | 0,00000 145 | 0,00001 746 | 0,00000 582 | 0,00000 000 | 0,00000 600 | 0,00001 680 | 0,00037 858 | 0,00015 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00037 389 | 0,00137 191 |
| и | 0,00005 674 | 0,00039 135 | 0,00291 839 | 0,00039 862 | 0,00136 609 | 0,00131 226 | 0,00031 133 | 0,00158 577 | 0,00097 204 | 0,00250 474 | 0,00602 085 | 0,00181 155 | 0,00410 563 | 0,00007 262 | 0,00032 565 | 0,00067 879 | 0,00243 650 | 0,00343 102 | 0,00002 486 | 0,00000 182 | 0,00000 436 | 0,00000 518 | 0,00000 379 | 0,00067 068 | 0,00022 986 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00013 821 | 0,00061 685 | 0,01537 175 | |
| й | 0,00001 891 | 0,00000 582 | 0,00001 600 | 0,00000 000 | 0,00020 222 | 0,00000 873 | 0,00000 436 | 0,00000 436 | 0,00000 727 | 0,00000 000 | 0,00018 767 | 0,00008 438 | 0,00007 565 | 0,00043 208 | 0,00003 928 | 0,00001 891 | 0,00001 746 | 0,00037 098 | 0,00022 404 | 0,00000 145 | 0,00000 145 | 0,00000 436 | 0,00009 165 | 0,00018 622 | 0,00004 801 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 291 | 0,00000 000 | 0,00000 291 | 0,00654 383 | |
| к | 0,00880 027 | 0,00000 436 | 0,00010 620 | 0,00000 000 | 0,00001 746 | 0,00080 598 | 0,00000 436 | 0,00000 727 | 0,00320 936 | 0,00000 000 | 0,00002 473 | 0,00071 578 | 0,00000 145 | 0,00067 650 | 0,00850 058 | 0,00001 891 | 0,00218 370 | 0,00007 856 | 0,00054 120 | 0,00295 185 | 0,00000 000 | 0,00000 436 | 0,00001 164 | 0,00001 600 | 0,00000 000 | 0,00000 145 | 0,00000 000 | 0,00000 873 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00596 044 | | |
| л | 0,00718 105 | 0,00006 838 | 0,00003 346 | 0,00011 057 | 0,00005 237 | 0,00412 881 | 0,00022 841 | 0,00007 420 | 0,00636 780 | 0,00000 000 | 0,00052 810 | 0,00000 873 | 0,00004 655 | 0,00024 296 | 0,00632 561 | 0,00012 075 | 0,00000 873 | 0,00237 719 | 0,00011 639 | 0,00146 792 | 0,00000 000 | 0,00000 436 | 0,00013 239 | 0,00001 164 | 0,00000 873 | 0,00000 000 | 0,00064 304 | 0,00517 774 | 0,00000 582 | 0,00074 051 | 0,00151 448 | 0,00652 492 | |
| м | 0,00187 819 | 0,00001 891 | 0,00001 891 | 0,00001 891 | 0,00018 746 | 0,00038 317 | 0,00000 727 | 0,00006 983 | 0,00255 614 | 0,00000 000 | 0,00020 804 | 0,00019 931 | 0,00002 328 | 0,00109 549 | 0,00027 182 | 0,00005 965 | 0,00009 456 | 0,00012 948 | 0,00009 456 | 0,00208 041 | 0,00000 145 | 0,00000 436 | 0,00001 600 | 0,00006 983 | 0,00000 291 | 0,00001 164 | 0,00000 000 | 0,00084 526 | 0,00005 674 | 0,00000 145 | 0,00033 461 | 0,00653 947 | |
| н | 0,00971 245 | 0,00000 291 | 0,00000 727 | 0,00000 582 | 0,00007 856 | 0,00928 764 | 0,00000 291 | 0,00001 164 | 0,00695 700 | 0,00000 000 | 0,00051 501 | 0,00000 291 | 0,00000 291 | 0,00254 014 | 0,00978 810 | 0,00000 582 | 0,00009 165 | 0,00021 241 | 0,00042 918 | 0,00470 492 | 0,00000 000 | 0,00000 291 | 0,00020 804 | 0,00000 000 | 0,00005 819 | 0,00000 000 | 0,00005 090 | 0,00274 477 | 0,00113 291 | 0,00000 204 | 0,00019 662 | 0,00131 280 | 0,00221 280 |
| о | 0,00006 110 | 0,00370 691 | 0,00566 366 | 0,00373 601 | 0,00525 049 | 0,00150 721 | 0,00236 992 | 0,00140 537 | 0,00063 285 | 0,00380 875 | 0,00290 675 | 0,00581 205 | 0,00457 399 | 0,00038 970 | 0,00038 699 | 0,00165 996 | 0,00585 715 | 0,00614 957 | 0,00663 403 | 0,00007 856 | 0,00002 182 | 0,00087 581 | 0,00009 311 | 0,00230 300 | 0,00099 219 | 0,00031 133 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00002 619 | 0,00012 948 | 0,00057 466 | 0,02063 387 | |
| п | 0,00169 051 | 0,00000 000 | 0,00000 145 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00241 066 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00103 875 | 0,00000 000 | 0,00019 931 | 0,00114 786 | 0,00000 000 | 0,00027 060 | 0,01120 656 | 0,00000 873 | 0,00623 686 | 0,00001 309 | 0,00009 893 | 0,00127 589 | 0,00000 291 | 0,00000 000 | 0,00003 637 | 0,00004 801 | 0,00001 309 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00047 282 | 0,00009 602 | 0,00000 000 | 0,00025 145 | 0,00006 256 | |
| р | 0,00779 353 | 0,00009 311 | 0,00038 262 | 0,00012 803 | 0,00021 968 | 0,00548 762 | 0,00034 625 | 0,00007 856 | 0,00381 311 | 0,00000 000 | 0,00035 207 | 0,00008 729 | 0,00030 842 | 0,00105 039 | 0,00739 636 | 0,00009 602 | 0,00001 600 | 0,00021 677 | 0,00036 080 | 0,00293 439 | 0,00000 821 | 0,00013 801 | 0,00004 637 | 0,00022 801 | 0,00013 309 | 0,00006 000 | 0,00000 000 | 0,000312 934 | 0,00052 519 | 0,00010 291 | 0,00018 911 | 0,00167 370 | 0,0167 015 |
| с | 0,00290 966 | 0,00008 438 | 0,00097 474 | 0,00005 819 | 0,00023 277 | 0,00281 946 | 0,00003 346 | 0,00001 164 | 0,00142 282 | 0,00000 000 | 0,00429 321 | 0,00236 119 | 0,00084 962 | 0,00093 400 | 0,00241 647 | 0,00208 768 | 0,00029 242 | 0,00040 008 | 0,00893 703 | 0,00068 086 | 0,00000 000 | 0,00019 640 | 0,00005 092 | 0,00030 842 | 0,00004 946 | 0,00001 018 | 0,00004 510 | 0,00061 394 | 0,00427 720 | 0,00000 291 | 0,00013 384 | 0,00547 307 | 0,00303 623 |
| т | 0,00558 655 | 0,00006 547 | 0,00151 157 | 0,00002 328 | 0,00012 803 | 0,00407 207 | 0,00001 164 | 0,00001 455 | 0,00321 954 | 0,00000 000 | 0,00094 710 | 0,00029 388 | 0,00007 565 | 0,00160 613 | 0,01170 703 | 0,00017 312 | 0,00258 523 | 0,00142 428 | 0,00011 057 | 0,00129 625 | 0,00000 291 | 0,00002 619 | 0,00004 655 | 0,00012 219 | 0,00004 746 | 0,00001 727 | 0,00000 597 | 0,00000 176 | 0,00167 727 | 0,00619 711 | 0,00000 889 | 0,00476 021 | |
| у | 0,00004 801 | 0,00067 795 | 0,00075 651 | 0,00127 298 | 0,00212 114 | 0,00014 257 | 0,00179 526 | 0,00030 988 | 0,00001 455 | 0,00012 366 | 0,00082 925 | 0,00083 547 | 0,00083 071 | 0,00037 244 | 0,00001 309 | 0,00081 180 | 0,00058 484 | 0,00155 230 | 0,00267 980 | 0,00004 219 | 0,00000 291 | 0,00055 866 | 0,00002 473 | 0,00096 746 | 0,00136 027 | 0,00028 660 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00001 164 | 0,00100 238 | 0,00009 020 | 0,00694 100 | |
| ф | 0,00005 237 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00004 219 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00002 910 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 873 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00001 600 | 0,00000 000 | 0,00000 582 | 0,00000 000 | 0,00002 328 | 0,00000 145 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00004 364 | 0,00000 000 | 0,00000 145 | 0,00000 291 | 0,00000 727 | |
| х | 0,00058 630 | 0,00000 436 | 0,00043 936 | 0,00000 000 | 0,00000 582 | 0,00003 346 | 0,00000 291 | 0,00000 000 | 0,00033 752 | 0,00000 000 | 0,00033 582 | 0,00000 152 | 0,00000 530 | 0,00032 628 | 0,00013 432 | 0,00050 291 | 0,00253 985 | 0,00000 655 | 0, | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця частот біграм без пробілів з перетинами

| | 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 | ы | ь | э | ю | я |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а | 0,00047 465 | 0,00169 874 | 0,00678 313 | 0,00128 326 | 0,00378 141 | 0,00181 707 | 0,00195 119 | 0,00469 126 | 0,00122 015 | 0,00104 528 | 0,00666 217 | 0,01153 093 | 0,00470 572 | 0,00512 910 | 0,00140 159 | 0,00387 739 | 0,00500 682 | 0,00704 873 | 0,00658 065 | 0,00080 072 | 0,00003 681 | 0,00141 869 | 0,00011 176 | 0,00196 039 | 0,00116 624 | 0,00041 548 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00022 615 | 0,00086 909 | 0,00314 635 |
| б | 0,00119 517 | 0,00000 789 | 0,00006 706 | 0,00000 920 | 0,00002 893 | 0,00002 122 | 0,00001 446 | 0,00002 367 | 0,00112 285 | 0,00000 000 | 0,00022 746 | 0,00081 124 | 0,00006 969 | 0,00042 994 | 0,00298 726 | 0,00004 207 | 0,00166 193 | 0,00011 833 | 0,00005 785 | 0,00125 433 | 0,00000 000 | 0,00004 339 | 0,00000 789 | 0,00000 920 | 0,00001 052 | 0,00032 476 | 0,00011 176 | 0,00296 096 | 0,00005 917 | 0,00001 183 | 0,00058 000 | |
| в | 0,00630 060 | 0,00019 854 | 0,00036 289 | 0,00025 507 | 0,00062 717 | 0,00512 121 | 0,00008 941 | 0,00078 232 | 0,00346 848 | 0,00001 052 | 0,00098 874 | 0,00075 470 | 0,00033 265 | 0,00196 828 | 0,00749 576 | 0,00102 293 | 0,00223 650 | 0,00293 993 | 0,00059 824 | 0,00175 265 | 0,00000 526 | 0,00007 231 | 0,00010 913 | 0,00030 898 | 0,00107 026 | 0,00001 972 | 0,00001 709 | 0,00311 348 | 0,00016 567 | 0,00006 837 | 0,00000 263 | 0,00044 441 |
| г | 0,00158 698 | 0,00004 207 | 0,00005 259 | 0,00000 789 | 0,00090 854 | 0,00022 352 | 0,00000 394 | 0,00002 498 | 0,00088 093 | 0,00000 000 | 0,00017 356 | 0,00203 533 | 0,00001 183 | 0,00052 987 | 0,00750 365 | 0,00006 443 | 0,00093 483 | 0,00006 969 | 0,00004 733 | 0,00078 757 | 0,00000 000 | 0,00000 394 | 0,00000 000 | 0,00006 443 | 0,00001 315 | 0,00000 000 | 0,00000 789 | 0,00000 000 | 0,00000 526 | 0,00000 000 | 0,00000 394 | |
| д | 0,00523 954 | 0,00013 017 | 0,00106 237 | 0,00006 311 | 0,00012 754 | 0,00565 239 | 0,00005 522 | 0,00010 913 | 0,00246 002 | 0,00000 263 | 0,00043 389 | 0,00082 307 | 0,00009 072 | 0,00514 045 | 0,00029 320 | 0,00164 483 | 0,00041 022 | 0,00040 891 | 0,00184 600 | 0,00000 263 | 0,00008 415 | 0,00017 487 | 0,00009 204 | 0,00006 443 | 0,00000 000 | 0,00001 709 | 0,00066 661 | 0,00049 700 | 0,00001 052 | 0,00001 972 | 0,00051 146 | |
| е | 0,00025 507 | 0,00259 019 | 0,00442 172 | 0,00357 235 | 0,00380 771 | 0,00214 972 | 0,00120 437 | 0,00250 209 | 0,00099 794 | 0,00178 683 | 0,00204 848 | 0,00648 598 | 0,00469 258 | 0,00807 691 | 0,00140 554 | 0,00386 687 | 0,00702 111 | 0,00657 145 | 0,00626 904 | 0,00099 532 | 0,00002 761 | 0,00084 543 | 0,00074 419 | 0,00195 382 | 0,00158 961 | 0,00114 520 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00010 650 | 0,00013 937 | 0,00028 531 |
| ж | 0,00305 826 | 0,00005 785 | 0,00003 813 | 0,00003 419 | 0,00074 550 | 0,00447 169 | 0,00001 841 | 0,00002 367 | 0,00194 724 | 0,00000 000 | 0,00030 767 | 0,00005 391 | 0,00004 733 | 0,00102 161 | 0,00011 439 | 0,00004 076 | 0,00005 259 | 0,00005 654 | 0,00006 837 | 0,00024 324 | 0,00000 000 | 0,00000 526 | 0,00010 000 | 0,00000 781 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00003 944 | 0,00003 419 | 0,00000 526 | 0,00000 000 | 0,00000 920 |
| з | 0,00714 602 | 0,00039 707 | 0,00099 137 | 0,00045 493 | 0,00093 483 | 0,00044 835 | 0,00013 280 | 0,00019 722 | 0,00049 043 | 0,00000 394 | 0,00033 922 | 0,00052 724 | 0,00047 465 | 0,00173 556 | 0,00081 387 | 0,00022 878 | 0,00050 094 | 0,00014 989 | 0,00016 567 | 0,00063 243 | 0,00000 131 | 0,00001 578 | 0,00000 526 | 0,00005 785 | 0,00002 367 | 0,00000 263 | 0,00001 972 | 0,00044 704 | 0,00018 670 | 0,00001 446 | 0,00000 131 | 0,00044 967 |
| и | 0,00030 109 | 0,00114 652 | 0,00509 228 | 0,00082 176 | 0,00249 552 | 0,00184 995 | 0,00062 717 | 0,00259 282 | 0,00115 704 | 0,00116 493 | 0,00388 659 | 0,00757 991 | 0,00263 621 | 0,00664 771 | 0,00120 832 | 0,00261 461 | 0,00144 893 | 0,00478 461 | 0,00515 013 | 0,00065 215 | 0,00003 287 | 0,00193 935 | 0,00086 515 | 0,00139 107 | 0,00090 459 | 0,00029 846 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00010 256 | 0,00017 487 | 0,00081 782 |
| й | 0,00016 172 | 0,00028 926 | 0,00067 450 | 0,00021 300 | 0,00061 402 | 0,00011 176 | 0,00014 594 | 0,00026 691 | 0,00043 257 | 0,00000 000 | 0,00069 422 | 0,00026 559 | 0,00039 182 | 0,00108 209 | 0,00037 604 | 0,00090 854 | 0,00037 998 | 0,00127 143 | 0,00066 004 | 0,00023 920 | 0,00001 176 | 0,00013 806 | 0,00041 022 | 0,00012 228 | 0,00001 841 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 630 | 0,00002 526 | 0,00000 391 | |
| к | 0,01056 849 | 0,00030 898 | 0,00073 104 | 0,00011 307 | 0,00031 950 | 0,00107 815 | 0,00014 989 | 0,00017 750 | 0,00014 741 | 0,00000 000 | 0,00032 476 | 0,00094 009 | 0,00021 563 | 0,00151 467 | 0,01040 019 | 0,00076 522 | 0,00285 841 | 0,00087 567 | 0,00095 719 | 0,00365 650 | 0,00000 920 | 0,00008 415 | 0,00002 367 | 0,00017 487 | 0,00006 969 | 0,00001 841 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00000 000 | 0,00004 865 | 0,00000 263 | 0,00004 865 |
| л | 0,00874 747 | 0,00035 106 | 0,00068 896 | 0,00035 369 | 0,00027 085 | 0,00531 448 | 0,00058 904 | 0,00030 635 | 0,00790 073 | 0,00000 263 | 0,00109 524 | 0,00011 044 | 0,00023 535 | 0,00101 635 | 0,00787 312 | 0,00079 546 | 0,00028 471 | 0,00359 471 | 0,00041 943 | 0,00189 728 | 0,00001 052 | 0,00004 996 | 0,00003 287 | 0,00043 257 | 0,00007 494 | 0,00001 972 | 0,00000 131 | 0,00074 944 | 0,00631 243 | 0,00001 709 | 0,00087 961 | 0,00186 178 |
| м | 0,00233 117 | 0,00027 085 | 0,00075 207 | 0,00018 013 | 0,00037 998 | 0,00397 074 | 0,00018 407 | 0,00035 763 | 0,00051 319 | 0,00000 131 | 0,00059 824 | 0,00036 552 | 0,00025 639 | 0,00202 350 | 0,00384 189 | 0,00091 380 | 0,00034 843 | 0,00094 141 | 0,00043 783 | 0,00267 696 | 0,00000 789 | 0,00013 017 | 0,00003 287 | 0,00022 746 | 0,00005 654 | 0,00002 104 | 0,00000 000 | 0,00098 743 | 0,00006 311 | 0,00004 207 | 0,00000 263 | 0,00043 520 |
| н | 0,01146 256 | 0,00010 913 | 0,00021 431 | 0,00004 602 | 0,00020 643 | 0,01101 684 | 0,00005 522 | 0,00011 439 | 0,00846 610 | 0,00000 000 | 0,00076 259 | 0,00004 207 | 0,00006 180 | 0,00337 119 | 0,01184 123 | 0,00032 344 | 0,00016 830 | 0,00050 752 | 0,00068 633 | 0,00561 821 | 0,00000 526 | 0,00001 972 | 0,00025 770 | 0,00029 715 | 0,00002 761 | 0,00007 231 | 0,00000 000 | 0,00323 839 | 0,00135 426 | 0,00001 841 | 0,00024 193 | 0,00159 750 |
| о | 0,00031 687 | 0,00541 967 | 0,00894 863 | 0,00494 634 | 0,00729 723 | 0,00224 833 | 0,00324 628 | 0,00266 776 | 0,00176 185 | 0,00445 722 | 0,00446 643 | 0,00756 545 | 0,00614 676 | 0,00709 869 | 0,00202 219 | 0,00512 778 | 0,00783 762 | 0,00992 291 | 0,00930 100 | 0,00091 352 | 0,00004 865 | 0,00136 346 | 0,00017 356 | 0,00336 330 | 0,00133 322 | 0,00040 891 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00025 376 | 0,00015 646 | 0,00087 961 |
| п | 0,00199 852 | 0,00000 131 | 0,00001 052 | 0,00000 131 | 0,00000 657 | 0,00284 789 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00122 935 | 0,00000 131 | 0,00024 850 | 0,00138 187 | 0,00000 131 | 0,00033 659 | 0,01324 677 | 0,00001 841 | 0,00737 480 | 0,00002 498 | 0,00013 148 | 0,00153 570 | 0,00000 263 | 0,00000 131 | 0,00004 339 | 0,00005 785 | 0,00002 367 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00056 800 | 0,00011 307 | 0,00000 131 | 0,00000 131 | 0,00032 739 |
| р | 0,00933 125 | 0,00014 594 | 0,00062 322 | 0,00017 750 | 0,00033 265 | 0,00657 408 | 0,00042 732 | 0,00016 961 | 0,00464 919 | 0,00000 000 | 0,00050 489 | 0,00011 307 | 0,00039 970 | 0,00145 682 | 0,00899 465 | 0,00041 231 | 0,00007 832 | 0,00049 593 | 0,00052 446 | 0,00356 131 | 0,00000 093 | 0,00017 443 | 0,00006 189 | 0,00029 567 | 0,00016 363 | 0,00007 000 | 0,00000 200 | 0,00369 772 | 0,00058 052 | 0,00001 674 | 0,00013 613 | 0,00273 613 |
| с | 0,00338 828 | 0,00024 587 | 0,00143 052 | 0,00019 459 | 0,00048 517 | 0,00335 015 | 0,00012 228 | 0,00010 913 | 0,00182 102 | 0,00000 000 | 0,00531 580 | 0,00288 602 | 0,00114 783 | 0,00153 833 | 0,00308 324 | 0,00287 682 | 0,00057 852 | 0,00070 869 | 0,01109 047 | 0,00096 507 | 0,00027 789 | 0,00007 874 | 0,00044 626 | 0,00008 441 | 0,00001 020 | 0,00005 315 | 0,00071 654 | 0,00498 263 | 0,00005 128 | 0,00016 172 | 0,00637 686 | |
| т | 0,00678 576 | 0,00025 902 | 0,00227 332 | 0,00011 439 | 0,00033 528 | 0,00495 554 | 0,00016 961 | 0,00017 881 | 0,00419 558 | 0,00000 789 | 0,00138 713 | 0,00041 811 | 0,00023 667 | 0,00239 033 | 0,01425 786 | 0,00070 474 | 0,00327 258 | 0,00224 702 | 0,00042 863 | 0,00173 030 | 0,00000 657 | 0,00009 730 | 0,00007 231 | 0,00030 635 | 0,00006 443 | 0,00002 235 | 0,00000 920 | 0,00190 648 | 0,00723 017 | 0,00007 494 | 0,00009 598 | 0,00097 296 |
| у | 0,00022 089 | 0,00102 819 | 0,00162 643 | 0,00161 065 | 0,00290 837 | 0,00027 874 | 0,00231 802 | 0,00064 032 | 0,00067 187 | 0,00013 806 | 0,00142 526 | 0,00356 972 | 0,00130 824 | 0,00146 865 | 0,00038 787 | 0,00188 413 | 0,00097 296 | 0,00255 469 | 0,00364 993 | 0,00020 248 | 0,00000 789 | 0,00073 131 | 0,00004 235 | 0,00144 104 | 0,00166 324 | 0,00035 894 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 363 | 0,00007 302 | 0,00125 515 | 0,00015 515 |
| ф | 0,00006 311 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00004 470 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00003 550 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00000 789 | 0,00000 000 | 0,00000 263 | 0,00002 367 | 0,00000 131 | 0,00000 789 | 0,00000 000 | 0,00000 498 | 0,00002 131 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 917 | 0,00005 000 | 0,00000 000 | 0,00000 131 | 0,00000 263 |
| х | 0,00070 211 | 0,00009 993 | 0,00073 235 | 0,00008 809 | 0,00017 356 | 0,00006 969 | 0,00004 602 | 0,00008 678 | 0,00053 644 | 0,00000 000 | 0,00017 356 | 0,00043 783 | 0,00023 009 | 0,00081 256 | 0,00315 161 | 0,00033 791 | 0,00029 189 | 0,00032 739 | 0,00018 013 | 0,00037 735 | 0,00000 657 | 0,00003 813 | 0,00002 367 | 0,00005 522 | 0,00006 180 | 0,00000 657 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 315 | 0,00000 263 | 0,00002 235 | 0,00000 235 |
| ц | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця частот біграм без пробілів без перетинів

| | 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 | ы | ь | э | ю | я |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а | 0,00057 050 | 0,00170 632 | 0,00669 255 | 0,00138 918 | 0,00374 011 | 0,00181 835 | 0,00197 519 | 0,00467 083 | 0,00126 336 | 0,00106 343 | 0,00655 812 | 0,01149 437 | 0,00467 427 | 0,00522 753 | 0,00143 400 | 0,00400 037 | 0,00503 794 | 0,00707 518 | 0,00647 022 | 0,00079 628 | 0,00004 137 | 0,00145 468 | 0,00012 410 | 0,00199 932 | 0,00117 891 | 0,00040 676 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00024 130 | 0,00083 248 | 0,00309 895 |
| б | 0,00118 236 | 0,00000 862 | 0,00006 377 | 0,00001 034 | 0,00003 102 | 0,00261 118 | 0,00001 551 | 0,00002 930 | 0,00109 446 | 0,00000 000 | 0,00021 889 | 0,00080 145 | 0,00007 239 | 0,00043 261 | 0,00298 692 | 0,00000 964 | 0,00167 185 | 0,00011 720 | 0,00006 032 | 0,00123 579 | 0,00000 000 | 0,00004 998 | 0,00001 034 | 0,00001 034 | 0,00001 034 | 0,00034 643 | 0,00011 375 | 0,00297 485 | 0,00005 860 | 0,00001 379 | 0,00000 000 | 0,00057 394 |
| в | 0,00620 307 | 0,00021 200 | 0,00036 022 | 0,00023 440 | 0,00061 531 | 0,00511 378 | 0,00009 480 | 0,00075 664 | 0,00342 470 | 0,00000 862 | 0,00099 277 | 0,00078 766 | 0,00031 886 | 0,00197 864 | 0,00747 505 | 0,00104 447 | 0,00229 577 | 0,00295 245 | 0,00061 876 | 0,00174 424 | 0,00000 517 | 0,00008 273 | 0,00010 858 | 0,00033 092 | 0,00102 724 | 0,00001 896 | 0,00002 068 | 0,00309 378 | 0,00017 925 | 0,00006 894 | 0,00000 172 | 0,00046 019 |
| г | 0,00156 843 | 0,00003 964 | 0,00006 549 | 0,00000 862 | 0,00093 589 | 0,00023 268 | 0,00000 345 | 0,00002 413 | 0,00088 763 | 0,00000 000 | 0,00017 580 | 0,00201 139 | 0,00001 034 | 0,00053 947 | 0,00747 677 | 0,00006 549 | 0,00089 625 | 0,00006 549 | 0,00004 309 | 0,00078 249 | 0,00000 000 | 0,00000 517 | 0,00000 000 | 0,00006 205 | 0,00001 379 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 206 | 0,00001 689 | 0,00000 000 | 0,00000 689 | |
| д | 0,00520 168 | 0,00013 444 | 0,00107 722 | 0,00006 722 | 0,00013 444 | 0,00565 842 | 0,00005 515 | 0,00011 203 | 0,00250 260 | 0,00000 345 | 0,00041 710 | 0,00082 213 | 0,00008 101 | 0,00225 613 | 0,00508 620 | 0,00028 094 | 0,00163 910 | 0,00039 814 | 0,00041 021 | 0,00186 316 | 0,00000 172 | 0,00008 273 | 0,00018 442 | 0,00009 135 | 0,00005 515 | 0,00000 000 | 0,00002 068 | 0,00065 840 | 0,00048 949 | 0,00001 206 | 0,00002 241 | 0,00051 362 |
| е | 0,00031 713 | 0,00249 915 | 0,00442 091 | 0,00348 675 | 0,00373 149 | 0,00213 376 | 0,00122 028 | 0,00248 536 | 0,00103 068 | 0,00178 905 | 0,00205 620 | 0,00645 470 | 0,00460 361 | 0,00811 621 | 0,00139 780 | 0,00390 212 | 0,00688 042 | 0,00653 226 | 0,00638 404 | 0,00098 932 | 0,00002 413 | 0,00081 352 | 0,00076 009 | 0,00192 176 | 0,00148 053 | 0,00115 650 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00010 686 | 0,00013 961 | 0,00030 507 |
| ж | 0,00306 792 | 0,00005 171 | 0,00003 964 | 0,00003 792 | 0,00073 940 | 0,00447 090 | 0,00001 724 | 0,00001 896 | 0,00190 625 | 0,00000 000 | 0,00030 679 | 0,00005 343 | 0,00004 481 | 0,00097 898 | 0,00010 686 | 0,00004 481 | 0,00006 205 | 0,00004 998 | 0,00006 377 | 0,00025 509 | 0,00000 000 | 0,00000 517 | 0,00000 000 | 0,00011 720 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 481 | 0,00004 447 | 0,00000 345 | 0,00001 000 | 0,00001 206 |
| з | 0,00708 897 | 0,00038 780 | 0,00101 173 | 0,00044 295 | 0,00092 210 | 0,00041 538 | 0,00013 099 | 0,00021 200 | 0,00050 672 | 0,00000 517 | 0,00033 437 | 0,00051 017 | 0,00047 915 | 0,00080 493 | 0,00023 534 | 0,00015 340 | 0,00016 029 | 0,00063 082 | 0,00000 172 | 0,00001 034 | 0,00000 689 | 0,00006 549 | 0,00002 930 | 0,00000 172 | 0,00000 724 | 0,00001 951 | 0,00043 580 | 0,00017 034 | 0,00000 172 | 0,00044 468 | | |
| и | 0,00034 816 | 0,00113 927 | 0,00516 721 | 0,00082 903 | 0,00255 430 | 0,00184 765 | 0,00062 737 | 0,00259 912 | 0,00118 408 | 0,00117 891 | 0,00384 180 | 0,00754 744 | 0,00261 980 | 0,00675 633 | 0,00119 442 | 0,00260 256 | 0,00145 985 | 0,00467 600 | 0,00513 446 | 0,00066 357 | 0,00003 792 | 0,00193 038 | 0,00084 971 | 0,00139 435 | 0,00089 625 | 0,00029 300 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00010 341 | 0,00019 304 | 0,00087 384 |
| й | 0,00016 718 | 0,00030 162 | 0,00069 804 | 0,00021 889 | 0,00061 531 | 0,00014 548 | 0,00014 823 | 0,00027 577 | 0,00044 812 | 0,00000 000 | 0,00069 632 | 0,00026 543 | 0,00041 193 | 0,00106 860 | 0,00038 091 | 0,00091 004 | 0,00040 159 | 0,00022 611 | 0,00001 495 | 0,00012 579 | 0,00001 206 | 0,00012 754 | 0,00039 478 | 0,00012 469 | 0,00001 582 | 0,00001 724 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00000 000 | 0,00002 930 | 0,00000 517 | 0,00006 032 |
| к | 0,01050 161 | 0,00029 817 | 0,00071 010 | 0,00011 203 | 0,00033 782 | 0,00109 446 | 0,00015 167 | 0,00017 236 | 0,00414 514 | 0,00000 000 | 0,00032 230 | 0,00093 934 | 0,00023 268 | 0,00153 569 | 0,01038 785 | 0,00073 596 | 0,00285 076 | 0,00086 867 | 0,00098 760 | 0,00369 357 | 0,00001 206 | 0,00007 928 | 0,00001 379 | 0,00016 029 | 0,00008 101 | 0,00001 724 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00005 000 | 0,00000 515 | 0,00004 172 | 0,00004 309 |
| л | 0,00882 459 | 0,00036 539 | 0,00071 355 | 0,00034 126 | 0,00029 645 | 0,00524 649 | 0,00063 254 | 0,00030 507 | 0,00792 489 | 0,00000 172 | 0,00109 273 | 0,00011 548 | 0,00023 785 | 0,00103 068 | 0,00780 080 | 0,00084 282 | 0,00029 300 | 0,00357 465 | 0,00043 434 | 0,00186 488 | 0,00000 689 | 0,00004 481 | 0,00003 447 | 0,00044 640 | 0,00008 962 | 0,00002 068 | 0,00000 172 | 0,00076 353 | 0,00626 511 | 0,00002 585 | 0,00088 935 | 0,00184 075 |
| м | 0,00232 507 | 0,00028 266 | 0,00075 492 | 0,00019 131 | 0,00041 710 | 0,00392 108 | 0,00019 993 | 0,00039 297 | 0,00363 325 | 0,00000 172 | 0,00059 463 | 0,00036 195 | 0,00026 370 | 0,00207 171 | 0,00380 733 | 0,00091 693 | 0,00035 850 | 0,00096 002 | 0,00044 812 | 0,00266 634 | 0,00000 862 | 0,00012 927 | 0,00002 930 | 0,00023 268 | 0,00005 515 | 0,00001 896 | 0,00000 000 | 0,00096 691 | 0,00006 377 | 0,00004 309 | 0,00000 345 | 0,00042 916 |
| н | 0,01149 092 | 0,00011 375 | 0,00023 268 | 0,00004 654 | 0,00023 613 | 0,01100 661 | 0,00005 515 | 0,00011 031 | 0,00831 269 | 0,00000 000 | 0,00075 319 | 0,00004 309 | 0,00005 515 | 0,00329 026 | 0,01176 152 | 0,00031 369 | 0,00017 925 | 0,00049 294 | 0,00069 114 | 0,00556 535 | 0,00000 517 | 0,00002 585 | 0,00025 336 | 0,00029 300 | 0,00003 102 | 0,00007 067 | 0,00000 000 | 0,00321 443 | 0,00135 471 | 0,00001 724 | 0,00023 440 | 0,00158 222 |
| о | 0,00036 884 | 0,00539 644 | 0,00887 802 | 0,00482 422 | 0,00718 549 | 0,00223 028 | 0,00321 615 | 0,00266 117 | 0,00179 939 | 0,00439 851 | 0,00443 987 | 0,00744 747 | 0,00617 894 | 0,00718 549 | 0,00206 654 | 0,00521 547 | 0,00773 186 | 0,00985 872 | 0,00927 444 | 0,00092 555 | 0,00004 309 | 0,00134 954 | 0,00018 442 | 0,00325 062 | 0,00133 403 | 0,00041 882 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00026 543 | 0,00015 684 | 0,00088 418 |
| п | 0,00199 243 | 0,00000 172 | 0,00001 379 | 0,00000 172 | 0,00000 862 | 0,00277 837 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00122 372 | 0,00000 000 | 0,00023 957 | 0,00135 644 | 0,00000 000 | 0,00033 954 | 0,01318 690 | 0,00002 068 | 0,00735 095 | 0,00002 758 | 0,00013 788 | 0,00152 534 | 0,00000 345 | 0,00000 172 | 0,00005 171 | 0,00005 515 | 0,00002 413 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00057 739 | 0,00011 548 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00033 437 |
| р | 0,00932 614 | 0,00014 133 | 0,00061 531 | 0,00019 476 | 0,00033 437 | 0,00647 022 | 0,00045 674 | 0,00017 925 | 0,00459 327 | 0,00000 000 | 0,00053 775 | 0,00011 893 | 0,00040 676 | 0,00146 847 | 0,00892 800 | 0,00045 846 | 0,00007 411 | 0,00052 396 | 0,00052 051 | 0,00354 362 | 0,00000 172 | 0,00016 201 | 0,00006 205 | 0,00028 783 | 0,00016 201 | 0,00007 928 | 0,00000 000 | 0,00377 113 | 0,00058 601 | 0,00001 896 | 0,00014 995 | 0,00265 082 |
| с | 0,00346 262 | 0,00023 268 | 0,00138 401 | 0,00018 959 | 0,00047 742 | 0,00328 854 | 0,00012 065 | 0,00011 548 | 0,00185 971 | 0,00000 000 | 0,00538 610 | 0,00277 837 | 0,00117 374 | 0,00153 913 | 0,00310 239 | 0,00285 420 | 0,00053 430 | 0,00069 804 | 0,01096 352 | 0,00098 932 | 0,00000 862 | 0,00028 439 | 0,00006 722 | 0,00044 123 | 0,00008 445 | 0,00001 206 | 0,00006 205 | 0,00067 736 | 0,00495 521 | 0,00005 343 | 0,00017 236 | 0,00649 435 |
| т | 0,00682 527 | 0,00026 370 | 0,00229 577 | 0,00011 893 | 0,00035 850 | 0,00500 347 | 0,00018 959 | 0,00018 787 | 0,00420 374 | 0,00001 034 | 0,00142 538 | 0,00041 882 | 0,00025 681 | 0,00243 366 | 0,01417 105 | 0,00070 149 | 0,00325 407 | 0,00226 130 | 0,00047 915 | 0,00175 802 | 0,00000 862 | 0,00009 480 | 0,00006 549 | 0,00032 747 | 0,00006 549 | 0,00002 585 | 0,00001 034 | 0,00194 761 | 0,00736 646 | 0,00007 756 | 0,00011 031 | 0,00095 657 |
| у | 0,00025 164 | 0,00105 481 | 0,00163 910 | 0,00164 944 | 0,00284 386 | 0,00029 128 | 0,00228 198 | 0,00067 391 | 0,00065 150 | 0,00013 616 | 0,00140 814 | 0,00354 018 | 0,00135 644 | 0,00143 917 | 0,00039 642 | 0,00186 488 | 0,00100 138 | 0,00259 395 | 0,00364 704 | 0,00022 579 | 0,00000 862 | 0,00073 596 | 0,00004 998 | 0,00143 744 | 0,00164 082 | 0,00035 160 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 307 | 0,00009 234 | 0,00123 408 | |
| ф | 0,00006 377 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00004 481 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00003 102 | 0,00000 000 | 0,00000 172 | 0,00000 689 | 0,00000 000 | 0,00000 345 | 0,00002 585 | 0,00000 172 | 0,00001 034 | 0,00000 000 | 0,00000 862 | 0,00002 585 | 0,00000 172 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00005 688 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 172 |
| х | 0,00073 596 | 0,00009 997 | 0,00071 183 | 0,00008 962 | 0,00018 959 | 0,00006 032 | 0,00003 964 | 0,00009 307 | 0,00051 362 | 0,00000 000 | 0,00018 787 | 0,00046 536 | 0,00022 751 | 0,00083 248 | 0,00316 961 | 0,00033 954 | 0,00029 128 | 0,00033 437 | 0,00017 753 | 0,00035 850 | 0,00000 517 | 0,00003 619 | 0,00002 413 | 0,00005 171 | 0,00006 377 | 0,00000 517 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00000 000 | 0,00001 206 | 0,00000 172 | 0,00002 7 |

| With spaces | Надлишковість | |
|-------------------|---------------|-----------|
| H1= | 4,396766 | 0,1206468 |
| H2= | 3,991884 | 0,2016232 |
| H2'= | 4,000263 | 0,1999474 |
| Without spaces | | |
| H1= | 4,469055 | 0,106189 |
| H2= | 4,140593 | 0,1718814 |
| H2'= | 4,144991 | 0,1710018 |

$$1,735 < H^{(10)} < 2,424 \qquad 0,515 < R < 0,653$$

$$1,75 < H^{(20)} < 2,512 \qquad 0,497 < R < 0,65$$

$$1,401 < H^{(30)} < 2,019 \qquad 0,596 < R < 0,719$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
и_бы_знал

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
5 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1.73599996169171 < H < 2.42452978629808$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

| |
|----------------|
| $q[1] = 0.52$ |
| $q[2] = 0.16$ |
| $q[3] = 0.08$ |
| $q[4] = 0.02$ |
| $q[5] = 0$ |
| $q[6] = 0.02$ |
| $q[7] = 0$ |
| $q[8] = 0.02$ |
| $q[9] = 0.04$ |
| $q[10] = 0$ |
| $q[11] = 0$ |
| $q[12] = 0.02$ |
| $q[13] = 0$ |
| $q[14] = 0$ |
| $q[15] = 0$ |
| $q[16] = 0$ |
| $q[17] = 0$ |
| $q[18] = 0.02$ |
| $q[19] = 0.06$ |
| $q[20] = 0$ |
| $q[21] = 0.02$ |
| $q[22] = 0$ |
| $q[23] = 0.02$ |
| $q[24] = 0$ |
| $q[25] = 0$ |
| $q[26] = 0$ |
| $q[27] = 0$ |
| $q[28] = 0$ |
| $q[29] = 0$ |
| $q[30] = 0$ |
| $q[31] = 0$ |
| $q[32] = 0$ |

Строка состояния:

Рисунок 3. Результат работы программы для визначення $H^{(10)}$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
лет_иметь_одну_или_

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
10 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1.75055069577983 < H < 2.51233697680935$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

| |
|----------------|
| $q[1] = 0.52$ |
| $q[2] = 0.1$ |
| $q[3] = 0.06$ |
| $q[4] = 0.08$ |
| $q[5] = 0.08$ |
| $q[6] = 0$ |
| $q[7] = 0.02$ |
| $q[8] = 0$ |
| $q[9] = 0$ |
| $q[10] = 0$ |
| $q[11] = 0.02$ |
| $q[12] = 0.02$ |
| $q[13] = 0.02$ |
| $q[14] = 0$ |
| $q[15] = 0$ |
| $q[16] = 0.02$ |
| $q[17] = 0$ |
| $q[18] = 0.04$ |
| $q[19] = 0$ |
| $q[20] = 0$ |
| $q[21] = 0$ |
| $q[22] = 0$ |
| $q[23] = 0$ |
| $q[24] = 0$ |
| $q[25] = 0$ |
| $q[26] = 0$ |
| $q[27] = 0$ |
| $q[28] = 0$ |
| $q[29] = 0.02$ |
| $q[30] = 0$ |
| $q[31] = 0$ |
| $q[32] = 0$ |

Строка состояния:

Рисунок 4. Результат работы программы для визначення $H^{(20)}$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
причинами_мы_ставим_его_исключ

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
25 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1.40177376935423 < H < 2.0190048618465$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

| |
|----------------|
| $q[1] = 0.54$ |
| $q[2] = 0.26$ |
| $q[3] = 0.02$ |
| $q[4] = 0.02$ |
| $q[5] = 0.06$ |
| $q[6] = 0$ |
| $q[7] = 0$ |
| $q[8] = 0$ |
| $q[9] = 0$ |
| $q[10] = 0.02$ |
| $q[11] = 0.02$ |
| $q[12] = 0$ |
| $q[13] = 0$ |
| $q[14] = 0$ |
| $q[15] = 0$ |
| $q[16] = 0.02$ |
| $q[17] = 0$ |
| $q[18] = 0$ |
| $q[19] = 0$ |
| $q[20] = 0$ |
| $q[21] = 0$ |
| $q[22] = 0$ |
| $q[23] = 0$ |
| $q[24] = 0$ |
| $q[25] = 0$ |
| $q[26] = 0.02$ |
| $q[27] = 0$ |
| $q[28] = 0.02$ |
| $q[29] = 0$ |
| $q[30] = 0$ |
| $q[31] = 0$ |
| $q[32] = 0$ |

Строка состояния:

Рисунок 5. Результат работы программы для визначення $H^{(30)}$

Висновки:

Отже в даній лабораторній роботі ми дослідили ентропію для монограм та біграм, з пробілами так і без них, знаходили надлишковість російської мови. Найбільша складність виникала при роботі з форматуванням таблиць та фінального розрахунку ентропії

