

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Фізико-Технічний Інститут

Звіт  
із лабораторної роботи №1  
із дисципліни «Криптографія»  
на тему  
Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

Виконав:  
студент групи ФБ-13  
Берчук В.В.

## Мета роботи

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

## Порядок виконання роботи

1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку  $H_1$  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

Підраховуємо частоту, ентропію та надлишковість у відфільтрованому тексті:

- text.txt – файл з текстом який містить тільки прописні букви та пробіли.
- text\_no\_spaces.txt – такий самий текст, але без пробілів.

1. Розрахунки для букв у:

тексті з пробілами  
(result1.txt)

Символ	Частота
о	0.16185105548863920610
е	0.09655137519469746132
а	0.06943805918074731631
и	0.06866309140433697611
н	0.05684128376014802031
т	0.05426230456998024781
с	0.04914875486447892183
л	0.04465947464537670802
в	0.04198403398938050507
р	0.03876185702517935538
к	0.03711473199546740098
д	0.02813981161257726391
м	0.02574247118259209016
у	0.02482772528211338661
п	0.02279621041121340785
я	0.02205582316028874279
г	0.01844707232171099998
ь	0.01649381864006805448
ы	0.01635367651046825202
б	0.01622481855234272213
з	0.01456313330137364720
ч	0.01435164608761394824
й	0.01211446809145711768
ж	0.00937387044533528717
ш	0.00892577963614735008
х	0.00778316627299468437
ю	0.00720730952227550091
ц	0.00516014241352411550
э	0.00303799016529855172
щ	0.00257060706294492871
ф	0.00247960568008791455
ъ	0.00171519406408899796
ь	0.00035963746505091889
Ентропія: 4.378825960204634	
Надлишковість: 0.13194214080133504	

тексті без пробілів  
(result2.txt)

Символ	Частота
о	0.11519596347041481665
е	0.08284692074775511228
а	0.08192230253820510788
и	0.08192230253820510788
н	0.06781764044729111929
т	0.06474064654655750650
с	0.05863964297316218849
л	0.05328345867143351178
в	0.05009137607857647861
р	0.04624697946470295029
к	0.04428178575957668339
д	0.03357376012563342144
м	0.03071348040365295962
у	0.02962209216476183876
п	0.02719828087894754151
я	0.02631492087978139216
г	0.02200930090351137930
ь	0.01967886346225004163
ы	0.01951165913595753060
б	0.01935791801515870242
з	0.01737535243197606966
ч	0.01712302590320737006
й	0.01445383683984691886
ж	0.01118401509268765470
ш	0.01064939554550302890
х	0.00928613741502980206
ю	0.00859907963790057343
ц	0.00615659358317568323
э	0.00362464235646051472
щ	0.00306700507085120450
ф	0.00295843083299892479
ъ	0.00204640723503977289
ь	0.00042908538799221047
Ентропія: 4.462341032338907	
Надлишковість: 0.10753179353221864	

# Розрахунки для біграм з перетинами у: тексті з пробілами (result3.txt)

	а	б	в	г	д	е	ж
а	0.000000000000000000	0.00233072826613182080	0.00715926339813847522	0.01482667870312062014	0.00461449980161691281	0.00751780897107768378	0.00418460911251779082
б	0.0166255946925344341	0.00000764411894249074	0.00059442124919463751	0.00320106580858398135	0.00081136862489580343	0.00186880507860702309	0.00093294651664779901
в	0.00022277146632401599	0.00095005478285242122	0.00000946414726213140	0.00007898922907240437	0.0000082815292605953	0.00002147633417175971	0.00206937219943142308
г	0.00636718707343086280	0.00539274391109525672	0.00001383221522926897	0.00003166849276174737	0.00003458085389713742	0.00029921265574892346	0.00433385143472832420
д	0.00077933612647012793	0.00092930646008051768	0.00000000000000000000	0.00003785658904852559	0.00000109201699178439	0.00102722398360518500	0.000050705988985188610
е	0.0011076692353330182	0.00423411388281201648	0.00003239650408960364	0.00096279498108990571	0.00000728011327856261	0.00002693641913068167	0.00441029262415323225
ж	0.01707696171752432629	0.00002802843612246607	0.00110111713338259553	0.00147131089359750435	0.00339071275949053789	0.00257279203264402807	0.00159907688163627836
з	0.00019838308684083124	0.00132898467900160523	0.000052416815606565082	0.00000000000000000000	0.00001310420390141271	0.00072582729387269263	0.00366408101310056406
и	0.00124890343293741659	0.00513211585572271537	0.0001681706167379638	0.00077169200752763708	0.00038438998110810606	0.00065193414409528210	0.000235760225829113
й	0.01903312815547409872	0.00007789712208061997	0.00040768634359950642	0.00242828178406456026	0.00047975946505727628	0.00153027981115386159	0.00266233742597034827
к	0.00753382522632052142	0.00000000000000000000	0.00001055616425391579	0.00000036400566392813	0.00000109201699178439	0.00015179036185803050	0.00000400406230320944
л	0.00453769460652807786	0.00704532962532897038	0.00000000000000000000	0.00033779725612530530	0.00000218403398356878	0.00000655210195070635	0.00040732237393557828
м	0.00726009296704656706	0.00663618725907375116	0.00002220434549961597	0.00000546008495892196	0.00012266990874378004	0.00024461180615970382	0.00403427477331547244
н	0.0073561904623259377	0.00268672580545353291	0.00002220434549961597	0.00000072801132785626	0.00004950477029422578	0.00000109201699178439	0.00276535102886200923
о	0.00419552928243563470	0.010416750008463131651	0.00000946414726213140	0.00002293235682747224	0.00010155780823594847	0.00080408851161724076	0.00077690456863508724
п	0.02163940870919951395	0.0000036400566392813	0.00329934733784457675	0.00758187397395903521	0.00466800863421434811	0.00461850386392012244	0.00235038457198393988
р	0.00004040462809602251	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.0001201218690962831	0.00000000000000000000	0.00242172968211385375
с	0.00127837891715595000	0.00811805431692517142	0.00014305422592375536	0.00028902049715893579	0.00028428842352787011	0.00023869711452710202	0.00584920701366113249
т	0.00289602906221220809	0.001427266208826220662	0.00004622871931887260	0.001797822397414103763	0.00001820028319640654	0.00030030467274070786	0.00234512145048976980
у	0.0044268912824283529	0.00541494825659487724	0.00002657241346675354	0.00255313572679190899	0.00001383215522926897	0.00015069834486624613	0.00429745086833515154
ф	0.00603011782863341339	0.00001310420390141271	0.000559840711121246502	0.00085104524226396966	0.00121905496849530979	0.001698008642222472992	0.00020028311516047190
х	0.00018891893957869983	0.00013177005034198332	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00012740198237484575	0.00000000000000000000
ц	0.0034541375067796069	0.00001755672118258163	0.00000000000000000000	0.00012084988042413940	0.0000010920169178439	0.00000072801132785626	0.0002912045311425046
ч	0.00023114250659436300	0.00058641312458821858	0.00000000000000000000	0.000010655630585211906	0.00000655210195070635	0.00000072801132785626	0.00090200603521390797
ш	0.00019110297356226863	0.00189654495903116263	0.00000000000000000000	0.000005460084958912196	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00311661464045526534
щ	0.0000866334801489511	0.00144583049712253514	0.00000000000000000000	0.00001310420390141271	0.00000000000000000000	0.00022800594901736605	0.0022800594901736605
ъ	0.00000982815292605953	0.00036873773755919645	0.00000000000000000000	0.00000036400566392813	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00124235133098671009
ь	0.00000036400566392813	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.001692626372658078
ы	0.00426651038690162038	0.00000000000000000000	0.00034798941571529297	0.00106362454999799788	0.0000835729703954194	0.00010193574572702034	0.00109711307107938590
э	0.00983798107899558975	0.00000000000000000000	0.00009280943297381708	0.000060936713027034701	0.00002693641913068167	0.0004095807729422578	0.0012354532372707562
ю	0.00001055616425391579	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000473207363106570	0.00000291204531142506	0.00000000000000000000
я	0.00292878957196573075	0.0000072801132785626	0.00040805043926343455	0.00000000000000000000	0.00000254803964794962	0.00043243872874661931	0.000072801132785626
Энтропія:	3.9675833954317548	0.00000036400566392813	0.00003766457205674121	0.00027992035556073251	0.00012958601635841454	0.0006082346442390646	0.00010010155758023595
Надлишковість:	0.21346681057182093						0.00049759574

# тексті без пробілів (result5.txt)

	а	б	в	г	д	е	ж	з
а	0.00030531088943619981	0.00151613131582044596	0.00552035094683291008	0.00149137637883913236	0.00312520221960582321	0.00171590800023104601	0.00515613131582044596	0.00507172200
б	0.00114524155824076651	0.00001563469704082958	0.00010298242218546138	0.00001302891420609131	0.00002909790838154393	0.00247896807525153397	0.00000825164566043783	0.00000434297
в	0.00054008063160701689	0.00025970968973378018	0.000464669793982465687	0.00039911907168117724	0.00073480790838104099	0.00535097506222392306	0.00005993300532318004	0.00070964152
г	0.00111614364985922264	0.00003952103974209699	0.00012030030778638313	0.00001737188560092175	0.00130419431148920059	0.00062104491023295266	0.00000955453708050696	0.000004516690
д	0.00506694473264885249	0.00008381934802444745	0.00126033030034687307	0.00006644746242352570	0.00007513340522398658	0.005288000197692085140	0.00002432063984129045	0.00004777268
е	0.00019977668401060014	0.00236127355030528929	0.00368718271879564172	0.00461180132990470209	0.00405155801927497596	0.00231523805346284641	0.00146531855043774981	0.00205900274
ж	0.00158692174964420200	0.00007209332524382527	0.00002214915414117523	0.00002041196558108306	0.00087901741140664069	0.00438249243997253495	0.00002258345128119828	0.00000781734
з	0.00613922437136574760	0.00024277210127288148	0.00103449578753489024	0.00050421897956675385	0.00085990837324562676	0.00029836213519583108	0.00019803949585050798	0.000121290609
и	0.00032224847789709849	0.00147313589895816462	0.00522424310877710138	0.00123253528338539836	0.00288894457543328745	0.00371714922145723178	0.00065144571003456571	0.00286896690
й	0.00017024447888903317	0.00036046662621912635	0.00074134521801933579	0.00032485426073723678	0.00075480842936005016	0.00012811765630679791	0.00061286142750864143	0.000017806182
к	0.00846531985332917014	0.00047425247690516384	0.00077391750352106409	0.00014809532474785794	0.00026274976971394151	0.00057370652197044083	0.00022974318707219018	0.00009901974
л	0.00803668576126426336	0.00030617948371624589	0.00077826047492129448	0.00040476493450147680	0.00065926305855498052	0.00530928253678171046	0.00047034380264495643	0.00015330689
м	0.00330630412699543233	0.00035091208913861938	0.00077218031496097193	0.00037870710610009420	0.00040954220304173028	0.0043529037758227634	0.00013550070768718968	0.00017589034
н	0.01247605394144197903	0.00033527739209778982	0.00054330572216882778	0.000254489124055350636	0.001153927590104122729	0.01054907753115973471	0.00005254995394278830	0.00019239363
о	0.00019282793017023146	0.00539831345048643468	0.0116287402215702164	0.006191340082816851270	0.00664952351089282377	0.00352258410272690819	0.00248027096667160314	0.00167942704
п	0.00136499591109242669	0.00000086859428004609	0.00000217148570011522	0.00001520039990080653	0.00000173718856009218	0.00289024746685335662	0.00000043429714002304	0.00000043429
р	0.00972825593651618047	0.000230771748421221321	0.00049683592818636213	0.00036741538045949508	0.00044472027138359687	0.00699522403435116642	0.00037783851182004812	0.00008381934
с	0.00173936004572929044	0.00019239363303020840	0.00236127355030528929	0.00014852962188788098	0.00054113423646871253	0.00415405214432044122	0.00013332922198707446	0.00011248295
т	0.000653486906592674020	0.00030183651231601545	0.00355341919966854422	0.00015330689042813446	0.00045992067128440339	0.00529885940542115710	0.00008425364516447049	0.00012247179
у	0.00014766102760783490	0.00008990624562717064	0.00161211098376553858	0.00164946053780752047	0.00234216447614472536	0.00035786084337898811	0.00158475026394408686	0.00109225730
ф	0.00016329572464866447	0.00000955453708050696	0.00002345204556124436	0.00000390867426020739	0.00000434297140023044	0.00015460978184820361	0.00000173718856009218	0.00000564586
х	0.00101799249621401466	0.00016763869604889491	0.00049423014534622390	0.00013984367908742010	0.00021193700433124536	0.00010466561074555355	0.00004646979398246569	0.00000512223
ц	0.00070356136683733092	0.00000912023994048392	0.00004994417110265003	0.00001520039990080653	0.000010423131336055305	0.001088357136435749423	0.00000173718856009218	0.00000608015
ч	0.00237821113876618808	0.00000998883422053001	0.00003387517692179742	0.00000477726854025348	0.00000825164566043783	0.00372018930143739332	0.00000173718856009218	0.00000390867
ш	0.00172719972587164513	0.00001042313136055305	0.00002258345128119828	0.00000260578284013826	0.00000738305138039175	0.00272217447366443878	0.00000173718856009218	0.00000217148
щ	0.00043994300284334338	0.00000043429714002304	0.00000017318856009218	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000043429714002304	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000
ъ	0.0000000000000000000000	0.0000000000000000000000	0.00000043429714002304	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000
ы	0.00095732272248304178	0.00069183534405670882	0.001710626131741074656	0.00020759403293101495	0.00035525506053884983	0.0014370892336325325190	0.00006644746242352570	0.00021714857
я	0.000461657859840449555	0.0005468059134024206	0.00129073110014848612	0.000291413138095546240	0.00048597489689857860	0.00198994949558585866	0.00007383051380391745	0.00044472027
э	0.0000000000000000000000	0.00000043429714002304	0.00000340007998016131	0.000005465862802829957	0.000004564862802829957	0.00000043429714002304	0.00000000000000000000	0.00000039867
ю	0.00011422014782606052	0.00058195816763087873	0.0002892418952534715	0.00011508874216106061	0.00060810997212760860	0.00007991067376424006	0.00007209332524382527	0.00000685942
я	0.00027447579249545637	0.00053312688794829783	0.00162904857226643715	0.0005003103053064644	0.0001107721859479484	0.000486847093640683213	0.0007611559838979921	0.00044012929
Єнтрпія:	4.1402016272315675							
Надлишковість:	0.17195966555368647							



Розрахунки для біграм без перетинів у:  
тексті з пробілами (result6.txt)

	а			в			г			д			е			ж		
а	0.00000000000000000000	0.00237768499677855003	0.00703841351771433525	0.014905303962552909646	0.00468184084944361749	0.00755093349252514406	0.00418460911251779082	0.00194015018										
б	0.01656808179935279762	0.00000728011327856261	0.00061808161734996600	0.00311661649455265534	0.00081173263055973150	0.001856412888603346668	0.00094932671752456495	0.00117137022										
в	0.00022131544366830349	0.0009362256272315227	0.0000087361359427514	0.00007789721208061997	0.00001237619257355644	0.00001965630585211906	0.00206828018243963895	0.0000582409										
г	0.00635553889218516254	0.00544479672103697927	0.00001674426054069401	0.00003276050975353176	0.00003421653240924429	0.00031086083699462366	0.00433021137808904319	0.0000072801										
д	0.00079062036205189989	0.00092384637504959574	0.00000000000000000000	0.00003712857772066933	0.00000145602265571252	0.00102067188165447850	0.00048703957833583889	0.00000145602										
е	0.00109128898045653599	0.00426032299061484163	0.00003785658904852559	0.00094932677152456495	0.00000655210195070635	0.00002839244178639420	0.00434404359331831171	0.00001164818										
ж	0.01710244211399929506	0.00003130448709781924	0.00110075312771866734	0.00150771145999031744	0.00339544483312160346	0.00258516822521758427	0.00156231230957953708	0.00107527273										
з	0.00019583504719333433	0.00133371675263267101	0.00005241681560565082	0.00000000000000000000	0.00001310420390141271	0.00070107490872557980	0.00361384823147848202	0.00001528823										
и	0.00127401982374845762	0.00512665577076379299	0.00016453056009551508	0.00076877996221621212	0.00037638185650168719	0.00067268246693918553	0.00022495550030758479	0.00015142635										
й	0.01903458417812981321	0.00007207312145776988	0.00039167009438666867	0.00237622897411283728	0.00050373883887653296	0.00155940026426811202	0.00266160941464249189	0.00039676617										
к	0.00741697940819959194	0.00000000000000000000	0.00001528823788498149	0.00000000000000000000	0.00000072801132785626	0.000014778629955482106	0.0000509607929499383	0.00000000000										
л	0.00456171898034733389	0.00708719027668070541	0.00000000000000000000	0.0003305174284674269	0.00000291204531412505	0.00000873613593427514	0.00039458213968098368	0.00001164818										
м	0.00738640293242962855	0.00672828069204756823	0.00002475238514711289	0.00000655210195070635	0.0012012186909628314	0.00024897987412684142	0.00396984577080019326	0.00035454151										
н	0.00728520935785760809	0.0027031060603029874	0.00002329636249140037	0.00000072801132785626	0.0000505687224493213	0.00000145602265571252	0.00270601810564172381	0.00000000000										
о	0.00422756178086130908	0.0039527275045955736	0.00000873613593427514	0.00000196530585211906	0.0011065772183415174	0.00079571638134689376	0.00878054462527436998	0.001237619										
п	0.02157607172367602064	0.00000218403398356878	0.00326149074879605134	0.00764557496514645801	0.00470368118927930526	0.00458647136549444716	0.0228522755814080476	0.00165605378										
р	0.00004368067967137569	0.00114807386402932432	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.000001019215858998766	0.00000000000000000000	0.00245995027682630735	0.00000000000										
с	0.00131042039014127049	0.00811150221497446491	0.00013031402768627081	0.00027664430458537937	0.00029193254247836085	0.00029557259910964213	0.00589761976696357403	0.00030794879										
т	0.00289238900557292665	0.00004368067967137569	0.00004368067967137569	0.00004368067967137569	0.000055210195070635	0.00004368067967137569	0.00346824596590722964	0.0002038431										
у	0.00447144557569315818	0.00538291575816919696	0.00002329636249140037	0.00258152816857830326	0.0001601624921283775	0.00016453056009551508	0.00432220235348262394	0.00000072801										
ф	0.005992261239584887968	0.00001892829452426280	0.00054309645058077101	0.00083721302703470071	0.00119757863432354999	0.00167442605406940143	0.000208020311516047190	0.00128421198										
х	0.00018709891125905919	0.00013249806166983958	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00013613811830912089	0.00000000000										
ц	0.00347115801121865471	0.00081682870985472537	0.00000000000000000000	0.00011648181245700183	0.00000145602265571252	0.0000072801132785626	0.0000509607929499383	0.00000000000										
ч	0.00022277146632401599	0.00060606934548141571	0.00000000000000000000	0.00001674426054069401	0.00000655210195070635	0.00000072801132785626	0.00089618194459105784	0.00000000000										
ш	0.00019292300188190927	0.0020223143480112560	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00306711172425842967	0.00000000000										
щ	0.00009536948394917025	0.00143782237251611632	0.00000000000000000000	0.00001601624921283775	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00229614772805864864	0.00000000000										
ъ	0.00001019215858998766	0.00040040623032094381	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00121941897415923798	0.00000000000										
ы	0.00000072801132785626	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.0001761874134121528	0.00000000000										
ь	0.00422464973554988535	0.00000000000000000000	0.00034726140338743670	0.00105780045937514796	0.00008299329137561381	0.00100465563244164089	0.00109856096912867962	0.00001892829										
э	0.00981359269950240511	0.00000509607929499383	0.00001019357457202834	0.00000800812460641888	0.0002984846444210672	0.00004586471365494447	0.00122305903079851920	0.00000000000										
ю	0.0001019215858998766	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.0000582409062285009	0.000000520403631142505	0.00000000000000000000	0.00000000000										
я	0.00296155008071927140	0.00000145602265571252	0.000041423844555021276	0.00000000000000000000	0.00000072801132785626	0.00040681128381157613	0.00000145602265571252	0.00000655218										
я	0.01078694384484622619	0.00000000000000000000	0.00003640056639281307	0.00027737231591323563	0.0011793780511271435	0.00060060934548175171	0.0010556164253915791	0.0004804847										
Энтропія: 3.967753644260174																		
Надлижковість: 0.213428475466538																		

тексті без пробілів (result4.txt)

	а			б			в			г			д			е			ж		
а	0.00030748250867508912	0.00152351502885905753	0.00547388353014240624	0.00515309189297176624	0.00312088060358642741	0.00165901579539384260	0.00147661091736624736	0.00511428534													
б	0.00115349370486022141	0.00001476610917366247	0.00001118011613110568	0.0000138975136138821	0.0000258346108913084	0.0025587326335355694	0.0000608016260091984	0.00000434297													
в	0.00655094090516249259	0.00025536682923863336	0.00047685846684357045	0.00040302792097525811	0.00077999800223228831	0.00526542081239658299	0.00006601319395284400	0.00069487522													
г	0.00109008629487920014	0.00003734957026279331	0.00012247184667567109	0.00001997767711730805	0.00126727960496314995	0.00063233691049566351	0.0000954545413001689	0.00005037849													
д	0.00508649031299808485	0.00008338508709832926	0.00126727960496314995	0.00007383054586831236	0.00007556773518286090	0.00533230260100670157	0.00002084627177458231	0.00003821816													
е	0.00021454288034674298	0.00236346406244327012	0.00369326448273016653	0.00462700373929999988	0.00402072466852256352	0.00228266675931676358	0.00148355967462444134	0.00210373625													
ж	0.00161298027855830636	0.00007904211381195794	0.00002692643437550216	0.00002084627177458231	0.00089465249699249101	0.00441680383223962830	0.00002258346108913084	0.0000694875													
з	0.00604541881462887162	0.00025015526129498777	0.00105186812995913272	0.00058812784750544390	0.00084861698015695501	0.00029792796744507226	0.00018674785131396658	0.00012073465													
и	0.00031443126593328326	0.00146445059216440752	0.00520722497035920693	0.00123340441332945357	0.00292368961638516962	0.00378012394845759310	0.000680978113030222	0.00285680782													
й	0.00015460948949841883	0.00036394116139791625	0.00073135670142492949	0.00032138002319147735	0.00075480875717133468	0.0001350076653478504	0.00015287265968027031	0.00018674785													
к	0.008480080963896863116	0.00047338408821447341	0.00078260378620411103	0.00014679249707935047	0.00007556773518286090	0.00533230260100670157	0.00002084627177458231	0.00003821816													
л	0.00809356501641583934	0.00028229326361413549	0.00075307156785678613	0.00039260478508796692	0.000638179730963483	0.00036873857661722001	0.00046904114948210209	0.00015634703													
м	0.00330847770958576804	0.000337883317627968834	0.00076436239840135148	0.00038635260478047076	0.0003899990116116416	0.00343817194080961352	0.0013028918959131948	0.00017111314													
н	0.012572907660404495913	0.00033354038439331703	0.00052023523890218218	0.0002518925469053632	0.001456763529447305	0.010494360091887164754	0.000057327473801016	0.00018845043													
о	0.00019369660852176067	0.0054495628973872699	0.0116660948418506275	0.00623477244991466062	0.00663953756020446706	0.00352910009250533094	0.00249807823432078059	0.00170331412													
п	0.001364562057786738	0.00000806859465727426	0.00000260578397182279	0.00001302891985911395	0.00000000000000000000	0.002876785504829235945	0.00000086859465727426	0.00000086859													
р	0.00984654184554644985	0.00022938009592040545	0.0005367625783382062	0.00036654694536973902	0.00042821716603621169	0.00696349156208205416	0.00037697008125730320	0.0007991078													
с	0.00174508066646399457	0.00020238255514490330	0.0024624658357232588	0.00014939828105117324	0.00058608698858736807	0.0014667809382733233	0.00145180892913570488	0.0001707573													
т	0.00650143100969785906	0.00029445358881597517	0.0053768777986554125	0.0001502667857084457	0.00045861799040881991	0.0052475709459467624	0.00080778280638470957	0.00012594622													
у	0.0001563473830936736	0.00089552109164976528	0.0016286149283892433	0.0016425124969563149	0.0003285681738231657	0.0003788332167698834	0.00157649309259287571	0.00011614413													
ф	0.0017458758211212687	0.00000871735191546837	0.00001824048878075952	0.00000260578397182279	0.000005000115679436258	0.0001580042762391588	0.00001737189145853	0.00000347437													
х	0.001000652104517995108	0.000169375018616848131	0.0005159452642091027	0.0001350076653478504	0.0001626800666129150	0.0001616255790108879	0.00004590989546633040	0.00008859638													
ц	0.00079616745636397586	0.00000871735191546837	0.0005645865272821270	0.0001650329848821100	0.000130289198591395	0.00199356627350829724	0.00000000000000000000	0.0000521156													
ч	0.002383427379506581	0.0000955454123001689	0.00003877571163936626	0.00000000061660091984	0.0000086594657274263	0.00037132421580474794	0.0000260578397182279	0.0000521156													
ш	0.0017382650836307476	0.000011291730545260482	0.0001997767711730805	0.00003473786209705	0.0000078173519156837	0.0026639781386016494	0.00001737189145853	0.0000260578													
щ	0.00043603451795168010	0.00000000000000000000	0.000008659465727426	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00149225461271971849	0.00000000000000000000	0.00000086859													
ъ	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.000008659465727426	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00018935363528578935	0.00000000000000000000	0.00000000000													
ы	0.0000593308135192415	0.00070877324033579868	0.0016989711496284587	0.0020238255514490330	0.0003552551482517361	0.0014059773241340338	0.000593303131592485	0.0004659633													
э	0.00045688078977262142	0.00044142608589532564	0.00130549776088321737	0.00027013293841229581	0.0004815019738815786	0.00200858506364627341	0.000712247618948958	0.0004659633													
ю	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000600061660091984	0.00000521156794364558	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000347437													
я	0.00103362764121563731	0.00055329479668370562	0.00028403042952864044	0.00018128733892978	0.0006089782113082222	0.0000746951405258682	0.0000535616723921532	0.0000781735													
а	0.000271871727684364	0.0005324485490912326	0.00161037449458468388	0.0004994192793270126	0.0012804571136381229	0.00050117911724724981	0.0007206497088036154	0.00140712334													
б	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
в	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
г	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
д	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
е	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
ж	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
з	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
и	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
й	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
к	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
л	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
м	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
н	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
о	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000													
п	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.00000000000000000000	0.000000													

## Лабораторная работа №1

$$H^{(10)}: 1,48778750090194 < H < 2,27202367969558$$
$$H^{(20)}: 2,02622971317483 < H < 2,71248768916895$$

[illegible]
$$H^{(30)}: 1,71376045307783 < H < 2,39564191544165$$

Розрахуємо значення надлишковості  $R^{(10)}$ ,  $R^{(20)}$ ,  $R^{(30)}$ .

$$R_n = 1 - \frac{H_n}{H_0} = 1 - \frac{H_n}{\log_2 m}$$

Для  $R^{(10)}$ :

$$R = 1 - \frac{1,48778750090194}{\log_2 32} = 0,70244249981961$$

$$R = 1 - \frac{2,27202367969558}{\log_2 32} = 0,54559526406088$$

$$0,54559526406088 < R^{(10)} < 0,70244249981961$$

Для  $R^{(20)}$ :

$$R = 1 - \frac{2,02622971317483}{\log_2 32} = 0,59475405736503$$

$$R = 1 - \frac{2,71248768916895}{\log_2 32} = 0,45750246216621$$

$$0,45750246216621 < R^{(20)} < 0,59475405736503$$

Для  $R^{(30)}$ :

$$R = 1 - \frac{1,71376045307783}{\log_2 32} = 0,65724790938443$$

$$R = 1 - \frac{2,39564191544165}{\log_2 32} = 0,52087161691167$$

$$0,52087161691167 < R^{(30)} < 0,65724790938443$$

## **Висновок**

У лабораторній роботі я вивчав ентропію та надлишковість символів у відкритому тексті, аналізував різні моделі для цих оцінок та проводив оцінку надлишковості російської мови в цих моделях. В результаті отримав практичні навички оцінки текстів.