

**КРИПТОГРАФІЯ**  
**КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1**

5 варіант

ФБ-01 Пітель Богдан

ФБ-01 Ширий Віталій

# **Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту**

## **Мета роботи**

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

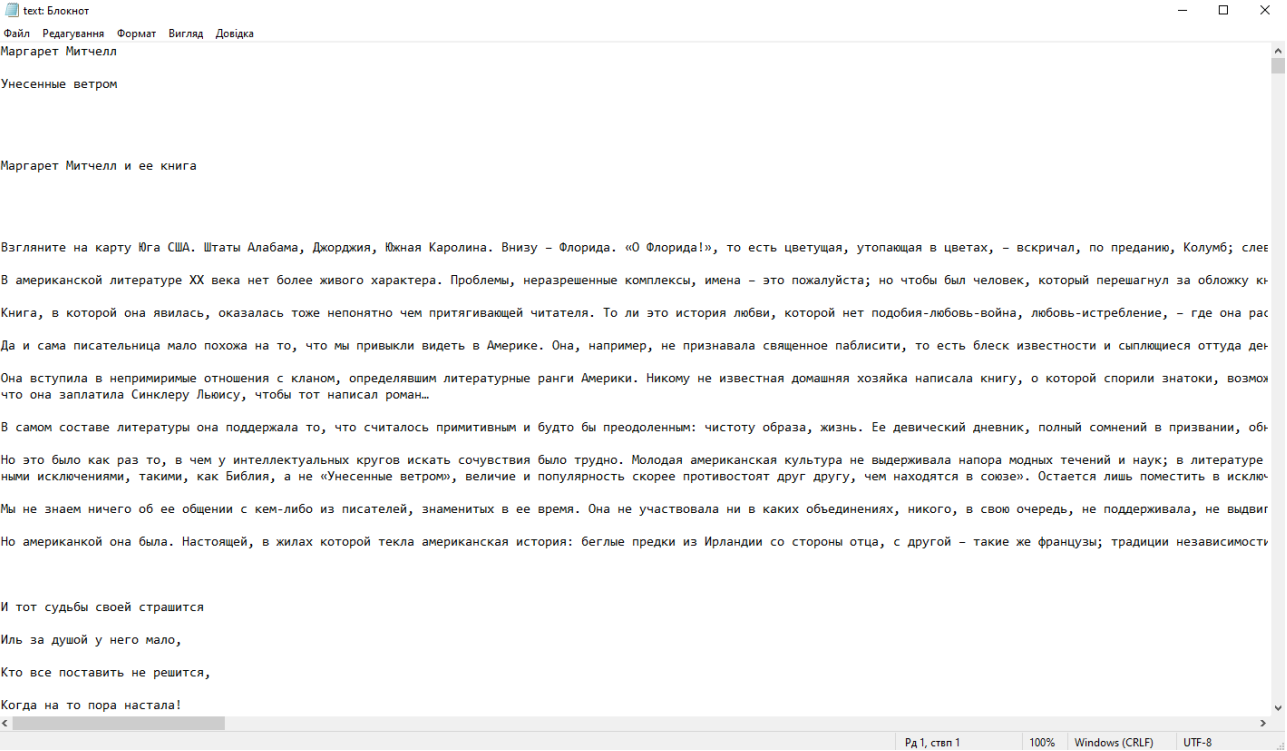
## **Порядок виконання роботи**

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.
1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку  $H_1$  та  $H_2$  за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $(10)H$ ,  $(20)H$ ,  $(30)H$ .
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

## **Хід роботи**

1. Знаходження потрібного за розміром тексту (щонайменше 1МБ).
2. Текст «Унесенные ветром» (рос. м.)
3. Почистимо наш текст від символів, які відсутні у алфавіті.
4. Підрахуємо кількість частот букв і частот біграм в тексті.
5. Підрахуємо  $H_1$  та  $H_2$ , також частоти букв та біграм.
6. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінимо значення  $(10)H$ ,  $(20)H$ ,  $(30)H$ .
7. Оцінимо надлишковість російської мови в різних джерелах.

# 1-3. Текст не відредагований (1.81 МБ)



Використасмо python код, для того, аби почистити текст від символів.

Збережемо цей файл, як withspace.txt.



У наступному кроці приберемо з тексту пробіли, і також збережемо, але під назвою withoutspace.txt

text\_withoutspace: Блокнот

Файл Редагування Формат Вигляд Довідка

маргаретмитчеллузенсенневетроммаргаретмитчеллиеекнигавзглянитенакартуюасштагтабаламаджорджияжнаньякаролинавнizuфлоридаофлоридатоестьцветущаутопакаяцветахвскричалпопредани  
рянавытравливаниесобеихсторонтолидамскийроманподнявшийсядонастоящейлитературыпотомучтотолькодаманаверномоглоподсмотретьзасвоейгероинейкактацелуетсебявзеркаленожествоводругихб  
мяуступаюместодругдругуноигарантируякаждомуположениеивистериилитературыворимойнаглазахсоединеннымудромомассовыхсредствэтоткомбинатполучивдвдурвбестселлерынеочередногокандидат  
онавысказаласьтакеслиториякоторуюхочешьрассказатьихаактерыневыдерживаютпростотытоназываетсяголоипрозылучшихоставитьидитбоганестилистинемолабимбытьеслиблихикеланозтобы  
какббиялаенеузенсенневетромвеличиеипопулярностьскореепротивостоятдругдругученнаходятсясвоозеаестьслишьпоместитьвысклучениясервантесайданераблтолстогочеховадикенсамаркатве  
анцузьтрадицинезависимостиполаганиянасобственнуюсилуготовностьрисковатьлюбимыестихамиематерибылиитотсудьбысвоейстрашитсяизадушойнеомалоктовсепоставитьнерешитсягоданат  
гообществаидимосемейныепреданияпечатленияностипривелиеекстранноймислчтоонаживетзавоеваннойстранекакимипутямбылозадуманнозвоеваниемынезнаемхарактербылскрытыйствавший  
эподалекутпрославленногониыхфинансоваяаристократиясменилаземельнуюевстранишнейоппитасториипротиворечияпрогрессасказалисьсособойстротойхищничествовспекуляциичиничноеграф  
дачинамириноеурегулированиеобалагеряомобилизовалисьгдоупрезидентомсталаубежденныйаболитониставраамликольнжнестатыдетилисьобразовавконфедерациювоенныедействияначалисьперее  
епостыхлхдипридумалиногониыхфинансоваяаристократиясменилаземельнуюевстранишнейоппитасториипротиворечияпрогрессасказалисьсособойстротойхищничествовспекуляциичиничноеграф  
осказалисьнаобразекизистрантосдапришлотодручающеесячетанедикостицивилизацииминукультурутоестьпредставлениеосмыслектороевсегдактостанавлялодругеямерикисталоувств  
жностьслышатьсмыслделаствасабсолютнойпешойвракахполтаскателяскажтенеуслышитсамомделездесьедьбылпроведенэтотопытжтьбезвластиебезправительствамечтаваамерикибылапровозглашеная  
льностьискушениесильноушалиотнегописательницавполнесказатьтруднотакпокрайнеймерепервомвпечатленииможнобылопонятьзаглавиееекнигивзятоизстихотворениягорацияпопулярномуае  
азалсьещежестчэтопородачистотроантенальнаяистрочкаиизбалладмуратакспитгордияпрежнихнейтожекузчаланедаромдетигордоститакназвалисторикробертмэнсонмайерсвойтредтомниквышедший  
ивопоставляетисториюсвоегодаждошкпитеризвестномудаетомубичерстоукакрисуеткормилицуманушкобольшогосамидратинотыумитчеллсвоюзатдажеанмереновызываетегоданапримернаначинае  
сплескасословногоовискомериябылбольшимупрощениеммызнаемивеликиепримерыкактостойапредисловиквоичемируобъявлялчтоегоинтересуютнизишесловияагониколайростоводнимолоде  
встаетеблავжойдушкаквсоственнойвекразобщенияэтчертанезаменимаскарлеттдобавилосьотчтоонапопалавлположениеблизковоеннойамерикенотимчеловекбезкультурысильнымиистрымук  
веванглийскомзвучаينикоторогостыиальицветзонаподобиенашегогоричцветайболезньсохраняетсяиврусскомназванияскарлатинаиблудницаназвеебагряномнеподдавалсяэтотхарактеримениямкс  
нымчтмосиохарасталацетвороденациональнойгероинядумаючтоэтооченьсквернодляморальногоиумственногоосостояниянацииеслинацияспособнааплодироватьиувлекатьсяжндейнойоторавеласеб  
нытвьвернепочемуэтомоложедолжнаестьобеспеченностипредоставтьэтостарымистальменияизумляетнекоторыхоныхкакзтоонинасколькюмоупонятьнепростоэтокутпообеспеченностиюве  
былотвергнутечаяносравниепредметсвоейстрастисоскарлеттонанаписаларадачтованмравитсяскарлеттичтовысчитаетееерешительнойдстойнойосхищениядевушкойпомнеонабыладалековоси  
ивостьэтомсмыслонабыласетройфолкнерахотиянепризнаннойушлииузенсенневетромнаестьидеалинеисполнимыйсонкоторыйвидитскарлеттдушлетящаявбелойтуманноймассепочтиголевскаястру  
инимитчеллодаособеннопоразилаегочертылицаебылинежнытоникитотозатанеоеигрустноебылвеепрекрасноминенногооргомвзглядеонабылаонанемогланебытьвышесейтойтольпнечастныхжени  
новомнарядекоторыйтаклюбилиаврусскомязыкечастьглаваскарлетттохаранебылакрасавицейномужчиныярдиотдавалисебезвзтомтчетеслиониподоблизнецамтарлтонамстановилисьжертвиеечароч  
никисзеленымисафяновымтуфелькамибезакбуквольтыкочтотпривезенныеийетцомизатлантиифлатъкакнелъзаблөөегооднообъягивалбезупрекнуталибесспорноамуютконкувтрехграфствихатг  
истивбелоснежныерозыцветущихкизильныхдеревьевмерцаливоскхлучахзакатногосолнцалошадиблизнецовкупныежизньезолотистогнедшеподстатьшевельрамсвоиххозяевстолихуконозанаподье  
емудростамиграфствоклөөлтонсевеириджорджибылоещемолодойжизнътаннавазлядчикелейчарльстонасаванимогастыпокачтонеутратиланекоторогоналетграбустиболеестарыеистепенныеобитатели  
етауказавшегоимнадобойдвозвратилисьдомойместесидомоймешаеоставатьявстенаучебногозаведениядемлишиснькодворустягитибренстрасматривалимоподе  
тоодинаразговоряшлилиукиетогоцетольконапрошлойнеделеговорилапечатнонашипредставителивавшийтонепридутктомусамомукободоприемлемомусоглашениисмистерииликольномоповодукофед  
иччемлибодругомочнечарадчтодждорджиянездумалаотделатьсядосвятокнаичеунабылибиспорченывсерождествовскиебалыеслаещеразуслышупровойнуидувдомиможнобылосомневатьсячтоонак  
исегодняздаромануотропомкоаноанежелатитомзаселуфонтейновампоскакалисодзавчеравечеромгодавьявилисьдомойонатоженегонесказалавечеравечеронамповезлокакразпреднашпириездомп  
русскакалитораншепокаонавнашесценеласабойдоталсьееумасливатькаквдумаеетоназвудетбойдаскарлетткаквивсежителиграфствапростонемоглаосвотитьсясымыслчтотрошкисистарлтондерж  
рбекуюилсамназойнойовлошадинапоехалабыдапапсказалчтооопаснолошадьслишкомгорячанудевоичкеийнедадутонизаявиличтоонадолжнахотьябыразприехатьгостикакприличествуетдамеажик  
еболегостымбарецонмвлагненьвовороченнеластыземлиналиновыенаподсыхающихребяихбороздиливатопунуовыеибурневгустойтенилежалиалкахлапоковызерепосеваывбеленныйизвесткойкирипич  
нственнымчутьзловещимнаполненнмтерпеливымвекowymшорохомверхушкассосепохожинавздохилинугрозуберегисьберегистыужзарасталооднаждыполемыможемзавладетьтобосновадослухасиде  
натьчтовиприскарчетдомойнемоглаеберечьтанццдлявсапотомстатьсясносимподпиратьстенкуэтотытблизнецовлушительнорахсхоталисьвотчтомалыткатыдолжнадатынепервыйвалъсастюпос  
омолякануэтотдланияненовостьразочарованнопротнуласкарлеттзатотдурочкочарлигамилътонееплмниникобручтисмялочкойуилксвсенеуждавындавиновзвестночтоонидолжныпоженитьсяхотлониче  
екретитытеперьдолжнапообещатьчтосдаешужинатьснаминукоченосвамишальнонопроботмаласкарлеттибоедаешотдатынамсвальсьобещакнутыпрелестьюображажакксамальчишказбеситсялау  
иваядругдругадовольнопрозрачнонаекачтотприближаесявременижанолчаниескарлеттнесразудшлодиохсознанияоназавсезовремянепроронилисловаонакоңионцошутиликакуютоперемносия  
иваякрасунопольнзаметризовожданияхозяеюицираспрошалисьпообещавскарлеттприехатьзавтракуилксавпронаншеихдатеетамзатембежалискрльцавсочилисьдланоспровождаетмеджисомпустили  
илинонепридалэтомужначениячтотзоснейкакцудуменьпейоимужетмысказаличтонбудьтакочтоеерассердилонминутубапогузилисьвразмышленияничеготаконегомуприпоминтьиприоткогдакае

4. Підрахуємо кількість літер у тексті, частоти букв біграм.

Кількість літер:

Counter({'o': 86795, 'e': 71488, 'a': 68880, 'и': 55334, 'н': 54027, 'т': 51428, 'с': 43763, 'л': 42313, 'р': 34703, 'в': 34532, 'к': 28029, 'д': 25794, 'м': 25774, 'у': 23104, 'п': 22345, 'ы': 15956, 'ь': 15887, 'я': 15788, 'б': 13891, 'г': 13813, 'э': 13284, 'ч': 11408, 'ж': 9577, 'й': 9522, 'х': 8040, 'ш': 7486, 'ю': 4636, 'э': 3577, 'ц': 2884, 'щ': 2726, 'ф': 910, 'ь': 158})

Частота, для зручності додали список у letter\_frequencies.xlsx

letter	frequency
м	0,031514
а	0,084221
р	0,042432
г	0,016889
е	0,087409
т	0,062882
и	0,067658
ч	0,013949
л	0,051737
у	0,02825
н	0,06606
с	0,05351
ы	0,01951
в	0,04223
о	0,106126
к	0,034271
з	0,016243
я	0,019304
ю	0,005669
ш	0,009153
б	0,016985
д	0,031539
ж	0,01171
ф	0,001113
ь	0,019425
ц	0,003526
щ	0,003333
п	0,027322
х	0,009831
й	0,011643
э	0,004374
ъ	0,000193



[illegible]

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac	ad	ae	af	ag	ah	ai	aj	ak	al	am	an	ao	ap	aq	ar	as	at	au	av	aw	ax	ay	az	ba	bb	bc	bd	be	bf	bg	bh	bi	bj	bk	bl	bm	bn	bo	bp	bq	br	bs	bt	bu	bv	bw	bx	by	bz	ca	cb	cc	cd	ce	cf	cg	ch	ci	cj	ck	cl	cm	cn	co	cp	cq	cr	cs	ct	cu	cv	cw	cx	cy	cz	da	db	dc	dd	de	df	dg	dh	di	dj	dk	dl	dm	dn	do	dp	dq	dr	ds	dt	du	dv	dw	dx	dy	dz	ea	eb	ec	ed	ee	ef	eg	eh	ei	ej	ek	el	em	en	eo	ep	eq	er	es	et	eu	ev	ew	ex	ey	ez	fa	fb	fc	fd	fe	ff	fg	fh	fi	fj	fk	fl	fm	fn	fo	fp	fq	fr	fs	ft	fu	fv	fw	fx	fy	fz	ga	gb	gc	gd	ge	gf	gg	gh	gi	gj	gk	gl	gm	gn	go	gp	gq	gr	gs	gt	gu	gv	gw	gx	gy	gz	ha	hb	hc	hd	he	hf	hg	hh	hi	hj	hk	hl	hm	hn	ho	hp	hq	hr	hs	ht	hu	hv	hw	hx	hy	hz	ia	ib	ic	id	ie	if	ig	ih	ii	ij	ik	il	im	in	io	ip	iq	ir	is	it	iu	iv	iw	ix	iy	iz	ja	jb	jc	jd	je	jf	jj	jh	ji	jk	jl	jm	jn	jo	jp	jq	jr	js	jt	ju	jv	jw	jx	ky	kz	la	lb	lc	ld	le	lf	lg	lh	li	lj	lk	ll	lm	ln	lo	lp	lq	lr	ls	lt	lu	lv	lw	lx	ly	lz	ma	mb	mc	md	me	mf	mg	mh	mi	mj	mk	ml	mm	mn	mo	mp	mq	mr	ms	mt	mu	mv	mw	mx	my	mz	na	nb	nc	nd	ne	nf	ng	nh	ni	nj	nk	nl	nm	nn	no	np	nq	nr	ns	nt	nu	nv	nw	nx	ny	nz	oa	ob	oc	od	oe	of	og	oh	oi	oj	ok	ol	om	on	oo	op	oq	or	os	ot	ou	ov	ow	ox	oy	oz	pa	pb	pc	pd	pe	pf	pg	ph	pi	pj	pk	pl	pm	pn	po	pp	pq	pr	ps	pt	pu	pv	pw	px	py	pz	qa	qb	qc	qd	qe	qf	qg	qh	qi	qj	qk	ql	qm	qn	qo	qp	qq	qr	qs	qt	qu	qv	qw	qx	qy	qz	ra	rb	rc	rd	re	rf	rg	rh	ri	rj	rk	rl	rm	rn	ro	rp	rq	rr	rs	rt	ru	rv	rw	rx	ry	rz	sa	sb	sc	sd	se	sf	sg	sh	si	sj	sk	sl	sm	sn	so	sp	sq	sr	ss	st	su	sv	sw	sx	sy	sz	ta	tb	tc	td	te	tf	tg	th	ti	tj	tk	tl	tm	tn	to	tp	tq	tr	ts	tt	tu	tv	tw	tx	ty	tz	ua	ub	uc	ud	ue	uf	ug	uh	ui	uj	uk	ul	um	un	uo	up	uq	ur	us	ut	uu	uv	uw	ux	uy	uz	va	vb	vc	vd	ve	vf	vg	vh	vi	vj	vk	vl	vm	vn	vo	vp	vq	vr	vs	vt	vu	vv	vw	vx	vy	vz	wa	wb	wc	wd	we	wf	wg	wh	wi	wj	wk	wl	wm	wn	wo	wp	wq	wr	ws	wt	wu	wv	ww	wx	wy	wz	xa	xb	xc	xd	xe	xf	yg	yh	yi	yj	yk	yl	ym	yn	yo	yp	yq	yr	ys	yt	yu	yv	yw	yx	yy	yz	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	zx	zy	zz
a	0	0.01878	0.00699	0.01484	0.00753	0.00797	0.00488	0	0.002183	0	0.008977	8.1e-06	0.008406	0.003468	0.007412	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	э	ю	я		
а	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			
б	0.000247	0.001881	0.005468	0.001088	0.003705	0.001837	0	0.001549	0	0.001137	0.000588	0.001682	0.000598	0.005057	0.001213	0.001448	0.004054	0.00354	0.007182	0.006979	0.000871	0.002023	0.000309	0.001881	0.000968	0.002427	0.000731	0.000487	0.000023	0.003732
в	0.001047	0.898705	8.4481	5.1167	0.000121	0.000121	0	0.147878	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	
г	0.000489	0.001234	0.000548	0.000307	0.000761	0.001234	0	0.893875	0	0.000715	0.001098	0.000858	0.000621	0.001774	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	0.000858	
д	0.001233	5.8787	0.4888	0.4888	0.4888	0.000392	0	0.118745	0	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	0.000002	
е	0.002739	0.001731	0.000484	7.4545	0.001547	0.002527	0	0.000483	0	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	0.000483	
ж	0.000247	0.000489	0.001234	0.000548	0.000307	0.000761	0	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	0.000121	
з	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	0	0	
и	0.001549	2.9387	0.1328	0.4518	0.000483	0.000587	0	0.432875	0	0.001733	0	0.000013	0.1188	0.19687	0	0.001118	0.000358	1.83749	0	0.118745	0.828745	2.458745	0.000169	0.12287	0.12387	0.000243	1.2287	0	0	0
к	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	0	0	
л	0.000007	0.001976	0.001328	0.000922	0.000498	0.001837	0	0.000439	0	0.002024	0.001634	0.000303	0.000384	0.001934	0.000112	0.001124	0.002883	0.001479	0.001479	0.000434	0.000883	0.001127	0.002391	0.000899	0.001527	0.000888	0.001203	0	0	0
м	0.000186	0.000355	0.000761	0.000282	0.000842	0.001164	0	0.000186	0	0.000282	0	0.000986	0.000192	0.000482	0.000124	0.000511	0.000589	0.000008	0.001398	0.000728	0.000283	0.000728	0.000283	0.000728	0.000283	0.000728	0.000283	0.000728	0.000283	
н	0.000987	0.000177	0.000814	0.000164	0.000																									

[illegible]



$H(20)$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
какой\_нибудь\_страны

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:  
Символ по счету:  
Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $2,04436573750085 < H < 2,721928094887$

Двоичная таблица угаданных символов:  
00000100000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
000000000000000000000000000000100  
00001000000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000000

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

Строка состояния:

$2.04 < H < 2.72$

$H(30)$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
этом\_конечно\_не\_имелось\_в\_ви

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:  
 $2,58773104502519 < H < 3,268434573446$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000000000000000000000000000	10000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000	10000000000000000000000000000000
0000000001000000000000000000000000	0000000000000000000000000000000000
1000000000000000000000000000000000	0000000000000000000000000000000000
0000010000000000000000000000000000	0000000000000000000000000000000000
1000000000000000000000000000000000	0000000000000000000000000000000000

Вероятности:

$q[1] = 0,34$
$q[2] = 0,18$
$q[3] = 0,08$
$q[4] = 0,08$
$q[5] = 0,02$
$q[6] = 0,04$
$q[7] = 0$
$q[8] = 0,04$
$q[9] = 0,02$
$q[10] = 0$
$q[11] = 0$
$q[12] = 0$
$q[13] = 0$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0$
$q[16] = 0$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0,02$
$q[19] = 0,04$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0,02$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0$
$q[24] = 0$
$q[25] = 0,04$
$q[26] = 0,02$
$q[27] = 0,02$
$q[28] = 0,02$
$q[29] = 0,02$
$q[30] = 0$
$q[31] = 0$
$q[32] = 0,02$

Строка состояния:

$2.58 < H < 3.26$

Надлишковість:

```
import math
R = 1 - 2.55 / math.log(33,2)
R1 = 1 - 3.193 / math.log(33,2)
R2 = 1 - 2.04 / math.log(33,2)
R3 = 1 - 2.72 / math.log(33,2)
R4 = 1 - 2.58 / math.log(33,2)
R5 = 1 - 3.26 / math.log(33,2)

print(R, R1, R2, R3, R4, R5)
```

0.49448834891507065 0.36702011689640024 0.5955906791320564 0.46078757217607536 0.4885411530199538 0.35373804606397274

$0,494 > R(10) > 0,367$

$0,595 > R(20) > 0,460$

$0,488 > R(30) > 0,353$

Висновок: виконуючи цю лабораторну роботу ми дізнались про поняття ентропії на символ джерела та його надлишковості.