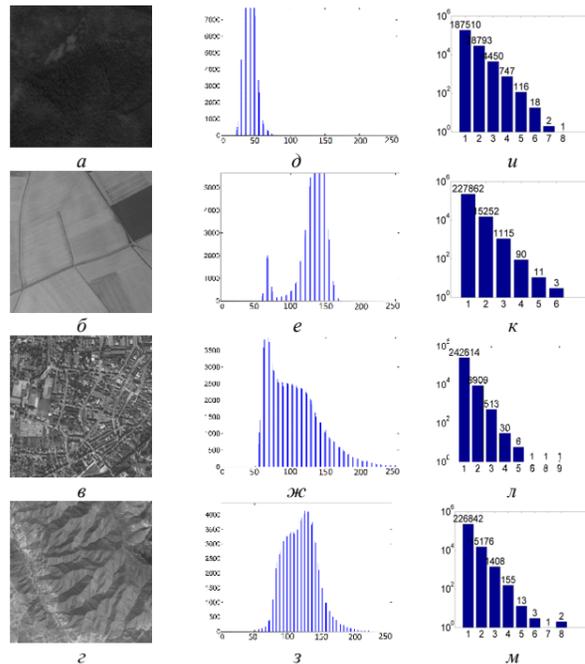


## СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛИН СЕРИЙ ПИКСЕЛЕЙ

Х.К. АЛЬ-БАХДИЛИ, В.Ю. ЦВЕТКОВ, В.К. КОНОПЕЛЬКО

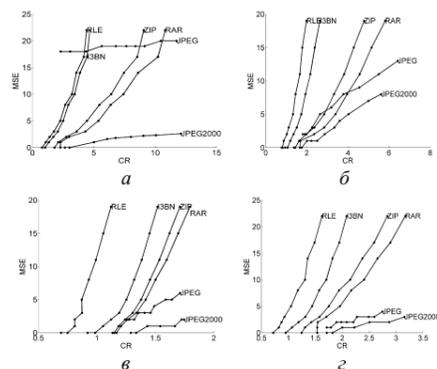
Предложены алгоритмы кодирования длин серий пикселей для сжатия полутоновых изображений без потерь и с потерями, учитывающие вероятность повтора значений пикселей и обеспечивающие за счет этого повышение коэффициента сжатия.



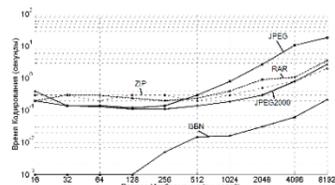
Тестовые изображения ДЗЗ и соответствующие им гистограммы перепадов яркости: а-г – полутоновые изображения M1–M4 соответственно размером 512×512 пикселей; д-з – гистограммы яркости тестовых изображений M1–M4; и-м – гистограммы длин серий пикселей в строках тестовых изображений M1–M4

Коэффициенты сжатия тестовых изображений без потерь

Алгоритмы	Коэффициенты сжатия тестовых изображений			
	M1	M2	M3	M4
RLE	0,788	0,780	0,693	0,717
ZIP	9,069	4,786	1,709	2,837
RAR	10,818	5,812	1,796	3,170
ІЗBN	1,028	0,945	0,920	0,948



Зависимости среднеквадратической ошибки восстановления изображений от коэффициента сжатия: а – для изображения M1; б – для изображения M2; в – для изображения M3; г – для изображения M4



Зависимости среднего времени кодирования изображений M1–M4 от их размера по горизонтали и вертикали для алгоритмов ZIP, RAR, RLE в операционной системе Windows 7

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ КОДИРОВАНИЕ ДЛИН СЕРИЙ С ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ ПОВТОРА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СОРТИРОВКОЙ ДЛЯ СЖАТИЯ БИТОВЫХ ПЛОСКОСТЕЙ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Х.К. АЛЬ-БАХДИЛИ, В.Ю. ЦВЕТКОВ, В.К. КОНОПЕЛЬКО

Предложен алгоритм вероятностного кодирования длин серий с подтверждением повтора и предварительной сортировкой. Исследована эффективность использования данного алгоритма для сжатия без потерь битовых плоскостей полутоновых изображений.

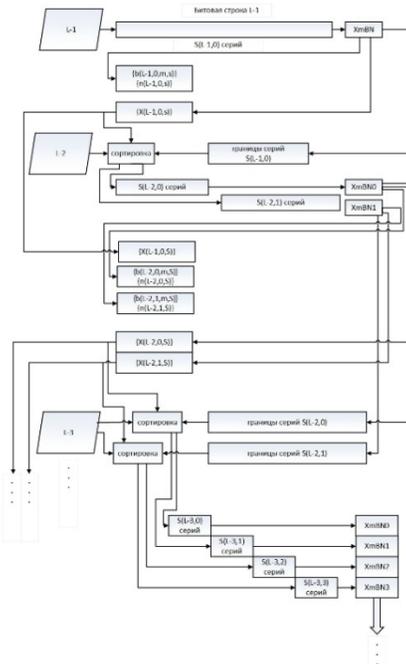
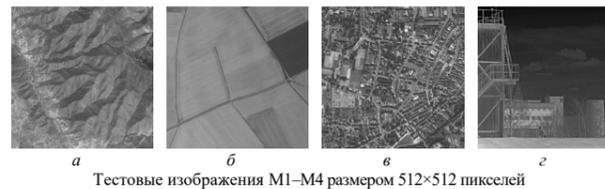


Схема процесса вероятностного кодирования длин серий бит с подтверждением повтора и предварительной сортировкой по алгоритму ХтBN



Тестовые изображения M1–M4 размером 512×512 пикселей

Коэффициенты сжатия тестовых изображений без потерь

Алгоритм	Битовая плоскость	Коэффициенты сжатия тестовых изображений							
		M1		M2		M3		M4	
		R(q), бит	CR	R(q), бит	CR	R(q), бит	CR	R(q), бит	CR
RLE	q=7	225632	1,03	232974	1,01	289816	<1	56580	1,19
	q=6	242720		275778		422905		177366	
	q=5	369964		309120		631659		213462	
	q=4	602938		566797		670530		328833	
3BN	q=7	180729	1,08	128078	1,19	220159	1,02	42949	1,38
	q=6	191060		148324		285646		107312	
	q=5	268028		170510		342267		141229	
	q=4	335108		294340		330143		182134	
X3BN	q=7	180729	1,23	128078	1,19	220159	1,04	42949	1,67
	q=6	48351		61129		219057		91726	
	q=5	163408				323470		102951	
	q=4	303381						124243	
ІЗBN			<1		<1		<1		1,10
ZIP			1,25		1,38		1,14		1,68
RAR			1,54		1,56		1,14		2,07

Параметры кодирования тестовых изображений с помощью алгоритма 3BN

Тестовое изображение	$\sum_{l=L_0}^{L-1} S(l)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{s=0}^{S(l)-1} b(l,1,s)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{s=0}^{S(l)-1} b(l,2,s)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{s=0}^{S(l)-1} b(l,3,s)$
M1	111396	82978	62842	50500
M2	139593	91397	62985	45408

Параметры кодирования тестовых изображений с помощью алгоритма X3BN

Тестовое изображение	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{p=0}^{P(l)-1} S(l,p)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{p=0}^{P(l)-1} \sum_{s=0}^{S(l,p)-1} b(l,p,1,s)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{p=0}^{P(l)-1} \sum_{s=0}^{S(l,p)-1} b(l,p,2,s)$	$\sum_{l=L_0}^{L-1} \sum_{p=0}^{P(l)-1} \sum_{s=0}^{S(l,p)-1} b(l,p,3,s)$
M1	409702	235964	155579	112914
M2	197255	117450	78992	56660

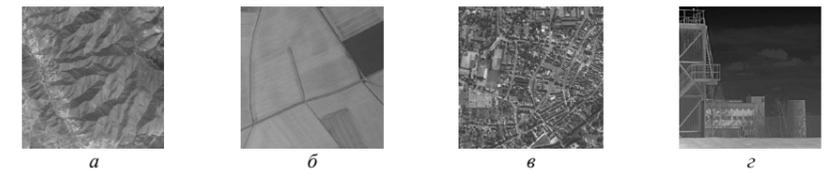
Время кодирования тестовых изображений 512x512 пикселей без потерь

Алгоритм	RLE	3BN	X3BN	ІЗBN	ZIP	RAR
Время кодирования, с	0,017	0,017	0,043	0,017	0,200	0,240

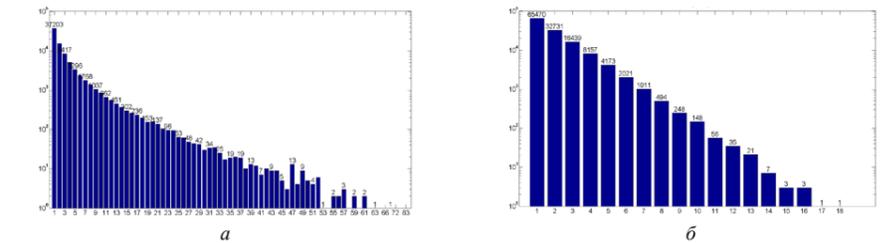
## СЖАТИЕ БИТОВЫХ ПЛОСКОСТЕЙ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ВЕРОЯТНОСТНОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛИН СЕРИЙ БИТ С ПОДТВЕРЖДЕНИЕМ ПОВТОРА

Х.К. АЛЬ-БАХДИЛИ, В.Ю. ЦВЕТКОВ, В.К. КОНОПЕЛЬКО

Предложены алгоритмы вероятностного кодирования длин серий бит, основанные на подтверждении повтора бита и отличающиеся явным или неявным указанием разрядности символа повтора. Исследована эффективность использования данных алгоритмов для сжатия без потерь битовых плоскостей полутоновых изображений.



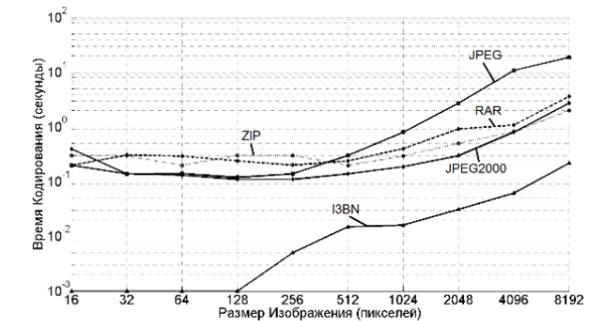
Тестовые изображения M1–M4 размером 512×512 пикселей



Гистограммы повторов бит в 7-й (а) и 1-й (б) битовых плоскостях тестового изображения M2

Коэффициенты сжатия тестовых изображений без потерь

Алгоритм	Битовая плоскость	Коэффициенты сжатия тестовых изображений							
		M1		M2		M3		M4	
		R(q), бит	CR	R(q), бит	CR	R(q), бит	CR	R(q), бит	CR
0BN (RLE)	q=7	225632	1	232974	1	289816	1	56580	1,2
	q=6	242720		275778		422905		177366	
	q=5	369964		309120		631659		213462	
	q=4	602938		566797		670530		328833	
1BN	q=7	663036	1	573131	1	800611	1	218857	1
	q=6	699380		657663		1006864		517495	
	q=5	932283		717280		1306074		572799	
	q=4	1274181		1164886		1288355		773772	
2BN	q=7	187206	1,1	139878	1,2	228760	1,3	46803	1,3
	q=6	198553		162167		303332		119970	
	q=5	283763		183598		386277		154250	
	q=4	378948		324694		379795		207808	
3BN	q=7	180729	1,1	128078	1,2	220159	1,4	42949	1,4
	q=6	191060		148324		285646		107312	
	q=5	268028		170510		342267		141229	
	q=4	335108		294340		330143		182134	
4BN	q=7	177517	1,1	123107	1,2	216482	1,4	40777	1,4
	q=6	187295		142184		275376		99312	
	q=5	259230		164629		315659		133579	
	q=4	309097		278908		302657		167701	
0BLN	q=7	192170	1,1	164349	1,1	240456	1,4	29427	1,4
	q=6	204990		192237		316452		86735	
	q=5	284189		239390		444402		155883	
	q=4	428123		397758		531365		228063	
1BLN	q=7	424974	1	329911	1	513967	1	75467	1,1
	q=6	448490		378987		601243		192964	
	q=5	553384		462790		785001		328763	
	q=4	765018		700351		896155		446112	
2BLN	q=7	198004	1,1	145743	1,1	241304	1,4	31926	1,4
	q=6	209723		168526		322551		85909	
	q=5	299044		206769		421400		152249	
	q=4	411773		365279		472149		207853	
3BLN	q=7	203335	1,1	146603	1,1	247379	1,4	32846	1,4
	q=6	215034		169408		331541		87301	
	q=5	308065		207956		422334		153463	
	q=4	412541		368593		464614		205539	
ZIP			1,246		1,376		1,136		1,683
RAR			1,544		1,562		1,143		2,071



Зависимости среднего времени кодирования изображений M1–M4 от их размера по горизонтали и вертикали для алгоритмов ZIP, RAR, RLE в операционной системе Windows 7