

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА CDMA СИСТЕМ И СИСТЕМ С НЕРАВНОМЕРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЫИГРЫША В ОБЪЕМЕ

БАРАННИК В.В., ОКЛАДНОЙ Д.Е., ЛЕКАХ А.А., МЕДВЕДЕВ Д.О.

Рассматривается современная CDMA-технология, анализируются ее основные характеристики, выявляются положительные и отрицательные стороны данной технологии. Предлагается принципиально новый метод кодового разделения канала. Приводится пример и анализ функционирования нового метода.

Ключевые слова: CDMA-технология, коды Уолша, OFDM-сигнал.

Keywords: CDMA technology, Walsh codes, OFDM signal.

1. Введение

Что движет научно-техническим прогрессом? Естественный ответ: спрос и нужда потребителей. Если проанализировать тенденцию спроса на рынке услуг, то становится очевидным актуальность и необходимость обеспечения качественных и высокоскоростных методов передачи данных.

В этом направлении технологии развиваются уже несколько десятилетий, выходя на всё более высокие уровни (поколения). И то, что до определенного момента казалось невозможным и максимум вычерпанным, в следующем поколении становится естественным и открывающим новые горизонты.

Отсюда, *цель исследования* заключается в разработке технологии передачи данных, которая использует системы с неравномерным распределением весовых коэффициентов.

2. Современные системы передачи данных

История развития связи имеет огромное количество гениальных идей усовершенствования и конструктивных решений, которые до сих пор не прекращают рождаться и реализовываться. Человечество сначала изобрело частотное распределение доступа (FDM) Frequency Division Multiplexing, что позволило в общем эфире без препятствий организовать работу больше одного канала связи. Из-за повышения количества любителей воспользоваться данными изобретения частотного разрешенного пространства стало недостаточно. Тогда было разработано и реализовано временное распределение доступа Time Division Multiplexing (TDM), что позволило эффективнее использовать частотно-временной ресурс. Но рост абонентов не прекращался увеличиваться, и следствием стала разработка кодового распределения доступа Code Division Multiple Access (CDMA), которая позволила говорить уже о частотно-временном-энергетическом распреде-

лении каналов связи. CDMA технология позволила в разы увеличить количество абонентов и качество связи.

CDMA основана на использовании ансамбля 64-х ортогональных кодов Уолша, которые в свою очередь кодируют 1024 ортогональных поднесущих модуляции Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM). Несколько поднесущих и их результат OFDM – сигнал приведены на рис.1.

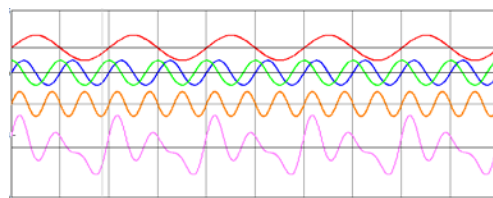


Рис. 1. Совокупность ортогональных гармоник, формирующих OFDM-сигнал

Эта конструкция позволяет в компактном спектре частот параллельно во времени организовать несколько каналов связи без взаимных препятствий.

К таким сигналам также относятся коды Уолша, которые позволяют без взаимных помех организовать несколько независимых каналов связи для разных абонентов на единственной частоте параллельно во времени. Количество каналов связи прямо пропорционально зависит от длины кодовой последовательности.

Увеличение количества возможных независимых каналов связи на единственной частоте приводит к увеличению длины кодирующей последовательности Уолша, которая в свою очередь уменьшает скорость передачи информации по каналу связи. Зависимость скорости трафика от количества независимых каналов достаточно простая и имеет следующий вид:

$$R_{\text{реал}} = \frac{R_{\text{факт}}}{N_{\text{кан}}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{факт}}$ – фактическая (максимальная) скорость канала связи без использования распределения информационного пространства между разными абонентами; $N_{\text{кан}}$ – количество организованных независимых каналов связи на единственной несущей частоте параллельно во времени.

Можно отметить, что использование всех независимых каналов не обязательно. В случае необходимости возможно увеличивать или уменьшать количество абонентов в общем эфире при необходимости.

Рассмотрев частичную нагрузку абонентами единого пространства передачи данных с ортогональным разграничением, можно заметить зависимость помехоустойчивости системы от количества абонентов. Помехоустойчивость системы эквивалентна следующему отношению:

$$E_{\text{сист}} \approx \frac{(N_{\text{max}})^2}{N_{\text{real}}}, \quad (2)$$

где N_{max} – максимально возможное количество независимых каналов связи; N_{real} – реальное количество абонентов, которые использует данный канал одновременно.

Коды Уолша строятся несколькими методами [1].

Метод Радемахера превращает синусоиду согласно алгоритма:

$$r_n(x) = \begin{cases} +1, & \text{если } \sin(n \cdot x) > 0, \\ -1, & \text{если } \sin(n \cdot x) < 0. \end{cases} \quad (3)$$

Вид полученной последовательности имеет вид, как показано на рис. 2.

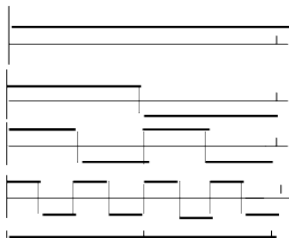


Рис. 2. Ансамбль функций Уолша

При получении функций Уолша из системы функций Радемахера используют преобразование:

$$\text{wal}(w, :; \Theta) = \prod_{k=1}^n [r_k(\Theta)]^{w_{n-k+1} \oplus w_{n-k}}, \quad (4)$$

где r_k – функция Радемахера; k – номер соответствующей функции; $\text{wal}(w, :; \Theta)$ – функции Уолша на основе функций Радемахера; w – порядок соответствующей функции Уолша.

При получении функций Уолша, упорядоченных по Пели, используют преобразование:

$$\text{pal}(p, :; \Theta) = \prod_{k=1}^n [r_k(\Theta)]^{p_{n-k+1}}, \quad (5)$$

Метод Адамара использует матрицу Адамара для формирования ортогональной битовой последовательности:

$$H_2 = \begin{vmatrix} H_1 & H_1 \\ H_1 & -H_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix},$$

$$H_4 = \begin{vmatrix} H_2 & H_2 \\ H_2 & -H_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ - & - & + & - \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{vmatrix}.$$

Если детально рассмотреть приведенные выше методы формирования ортогональных кодовых последовательностей, то оказывается, что состав ансамблей одинаков и отличается лишь упорядочением. Наглядная совокупность этих кодов показана на рис. 3.

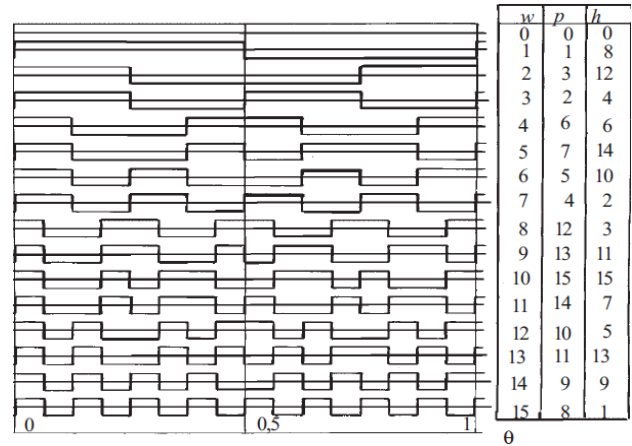


Рис. 3. Совокупность ортогональных кодовых последовательностей для разных систем упорядочивания

Набор ортогональных функций упорядочен по w (порядковый номер функции Уолша). Далее поставлен в соответствие: p (номер функции Уолша, упорядоченной по Пели) и h (номер функции Уолша, сформированной на базе матриц Адамара).

Ортогональные коды хоть и обладают высочайшими свойствами помехоустойчивости, но также они чрезмерно нагружают канал связи избыточностью и абсолютно не обладают криптостойкостью.

В связи с этим предлагается метод передачи данных в компактном (сжатом) виде и с криптостойким преобразованием, который позволит компенсировать перечисленные выше недостатки ортогональных кодов.

Такие преобразующие условия возникают при использовании систем с неравномерными весовыми коэффициентами.

3. Система с неравномерными весовыми коэффициентами

Любое число E можно представить в виде суммы произведения весового коэффициента (ВК) V на основании (О) Φ :

$$E = V_n \cdot a_n + V_n \cdot a_{n-1} + \dots + V_1 \cdot a_1 + V_0 \cdot a_0, \quad (6)$$

где $V_n = V_{n-1} \cdot \Phi_n$; $\Phi_n = a_n + 1$; причем: $V_0 = 1$; a – коэффициент при разряде числа.

Как частный случай это десятичная система представления числа с равномерными весовыми коэффициентами:

$$3648 = 3 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0,$$

где: $a_3 = 3, a_2 = 6, a_1 = 4, a_0 = 8$; $\Phi_0 = \Phi_1 = \dots = \Phi_n = 10$;

$V_i = \Phi^i$; i – натуральное число.

Максимальный размер числа в разряде равно 9, исходя из этого основание берется хотя бы на 1 больше. Отсюда:

$$\Phi_i = 9 + 1 = 10.$$

Согласно формуле (6) нехитрыми математическими приемами выразим a_n , где оператор $[]$ – взятие целой части методом отбрасывания остатка:

$$a_n = \left[\frac{E}{V_n} \right] - \left[\frac{E}{V_n \cdot \varphi_n} \right] \cdot \varphi_n. \quad (7)$$

Таким образом, мы получили оператор извлечения коэффициента при разряде, записанном в общем виде. Если для систем с равномерным распределением смысла в этом операторе нет, то для систем с неравномерным распределением весовых коэффициентов (НРВК) ситуация кардинально меняется. Представим число, которое мы брали для примера равномерного распределения весовых коэффициентов (РРВК), в следующем виде:

i	a_i	φ_i	V_i
3	3	4	315
2	6	7	45
1	4	5	9
0	8	9	1

где в соответствии каждому a ставится основание и рассчитывается весовой коэффициент. Находим $E = 315 \cdot 3 + 45 \cdot 6 + 9 \cdot 4 + 1 \cdot 8 = 1259$. В данном случае результат можно назвать кодовым числом.

Для извлечения a из кодового числа необходимо знать φ и V , которые и будут ключами к формуле (7).

4. Применение системы с неравномерными весовыми коэффициентами

Представим совокупность данных от разных абонентов в виде табл. 1.

Таблица 1
Десятичные последовательности данных от четырех разных абонентов

№, аб.	Информация (a)			
Аб.1	2	3	2	1
Аб.2	1	2	2	3
Аб.3	1	2	2	1
Аб.4	4	1	2	3

Информация представлена в десятичном виде, каждая ячейка имеет 4 бита. В рядах расположены данные от одного абонента на протяжении времени, необходимого для кодирования матрицы (формирования ВК и О). В столбцах расположены данные всех абонентов, которые участвуют в формировании кодового числа.

Вычисляем $a_{\text{так}}$ для всей матрицы и формируем опорную $\varphi_{\text{оп}} = a_{\text{так}} + 1$, после этого рассчитываем ВК V_i и находим кодовые числа (КЧ) E (которые в дальнейшем будут переданы по каналу связи в открытом виде).

Для кодирования ключей ВК и О формируем две разные кодирующие системы, основанные на хаотических последовательностях.

Первая система кодирует ВК следующим образом:

- ВК представляется в двоичном виде и записывается в матрицу.

- Формируется группа двоичных хаотических последовательностей (ХП1) по количеству абонентов в группе.

- Последовательно и побитно складываются по модулю 2 биты ВК и ХП1.

- Передается на систему ортогонального кодирования последовательностями Уолша.

Вторая система кодирует О:

- Формируется группа ХП2 в десятичном виде также по количеству абонентов, что участвуют в формировании КЧ. Отсчеты группы ХП используются - одно значение на матрицу расчета О и ВК.

- Для каждого абонента к опорному О добавляется свое значение ХП2, таким образом, получаем ансамбль разных О (О используемых).

- На основе этих О рассчитывается ансамбль ВК.

О опорную можно передавать в канал связи в открытом виде, так как она не несет информации об используемых О.

Для расшифровки данных на приемной стороне необходимо знать параметры функций, формирующих ХП1, ХП2, и начальные условия этих функций. Без этой информации расшифровать и изъять данные не представляется возможным.

Наглядно и коротко изложенные выше преобразования в табл. 2. В представленной системе есть 3 режима работы: открытый, полузакрытый, закрытый.

Открытый режим характеризуется выключением ХП2 и формированием ВК согласно РРВК.

Полузакрытый режим организован следующим образом: в доверительные интервалы времени (отсутствие или вероятное отсутствие риска рассекречивания нежелательным пользователем) передается по открытому каналу (ключи) данные начальных условий и параметров ХП1, ХП2. Далее канал закрывается до окончания сеанса.

Закрытый режим включает в себя отсутствие открытой передачи начальных условий и параметров ХП1 и ХП2 абонентам на приемной стороне. Передача может осуществляться по заранее договоренным алгоритмам или по дополнительным каналам связи вплоть до передачи фельдшерской службой.

После того, как ключи переданы каждый своему абоненту, пользователь строит индивидуальные для себя ХП1 и ХП2. Это позволяет верно расшифровать только свой ВК с помощью ХП1 и вычислить О с помощью ХП2.

Процесс работы приемного канала наглядно показан в табл. 3.

Таблица 2

Процесс формирования ортогонального потока данных с использованием системы с неравномерными весовыми коэффициентами и шифрующей хаотической последовательностью для разных абонентов

Формирование опорных кодов	№ абонента	ХП для ф				ХП для V(дв.)														
	Аб.1	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1						
Аб.2	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1							
Аб.3	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1							
Аб.4	0	1	0	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0							
Расчет сигналов передачи	№, аб.	Информация (d)							Ф _{оп}	ХП	Ф _{исп}	V	V(двоичная)							
	Аб.1	2	3	2	1	3	4	1					0	=5	210	1	1	0	1	0
	Аб.2	1	2	2	3	3	1	2	1	=6	35	0	0	1	0	0	0	1	1	
	Аб.3	1	2	2	1	1	2	1	0	=5	7	0	0	0	0	0	1	1	1	
	Аб.4	4	1	2	3	4	1	2	2	=7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Е	467	715	506	325	746	890	289												
Кодовое значение «Е»	№, аб.	Кодовое значение «Е»							Ф _{оп} (двоичное)	ХП ⊕ V(дв.)										
	Аб.1	467	715	506	325	746	890	289		0101	0	0	0	1	0	1	1	1		
	Аб.2								0		0	0	0	1	0	0	0			
	Аб.3								1		0	1	0	0	0	0				
	Аб.4								0		1	0	0	1	1	1				
Ортогональное разделение																				
Аб.1	0	0	0	0	1	0	1	1	1											
Н1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Кн1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Аб.2	0	0	0	0	0	1	0	0	0											
Н2	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Кн2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Аб.3	1	0	1	0	0	0	0	0	0											
Н3	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Кн3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Аб.4	0	1	0	0	1	1	1	1	1											
Н4	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Кн4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Сложение нескольких каналов в один поток																				
Кн1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Кн2	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	
Кн3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	
Кн4	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	
Сум	-2	-2	2	-2	-2	2	-2	2	-2	2	2	2	0	0	-4	0	0	0	4	

Информационная последовательность из кодового числа восстанавливается по формуле (7), с использованием ВК и основы. Система НРВК обладает свойством сжатия информации. Ключи передаются для группы КЧ, в связи с чем экономия трафика увеличивается, происходит еще большее уплотнение информации. Рассчитаем коэффициенты сжатия информации для двух систем:

– Кодовое разделение множественного доступа (CDMA).

– Разделение доступа с помощью систем с неравномерным распределением весовых коэффициентов.

Для справедливости, простоты и наглядности расчетов возьмем порядок функций Уолша равным 4.

Процесс восстановления данных абонентами на приемной стороне из ортогонального потока данных, сформированного с использованием системы с неравномерными весовыми коэффициентами и шифрующей хаотической последовательностью

Приемный канал первого абонента (изъятие информации из общего ортогонально сложенного потока данных)																																
Сум	-2	-4	2	0	-1	-2	-2	2	-2	-4	2	0	-2	0	-2	4	0	0	-4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4
H1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Сум · H1	-2	-4	2	0	-2	-2	-2	2	-2	-2	2	-2	-2	2	2	2	0	0	-4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4
	-4				-4				-4				4				-4				4				4				4			
A61	-1				-1				-1				1				-1				1				1				1			
	0				0				0				1				0				1				1				1			
A61	Принятое «Е»							Принятое φ _{оп} (двоичное)				V(двоичная) принятая																				
	467	715	506	325	746	890	289	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1					
								φ _{оп}				XП1 для V																				
								5				1 1 1 0 0 0 1 0 1																				
								φ _{оп} + XП1 для φ				V(двоичная) принятая ⊕ XП1 для V																				
								φ				1 1 0 1 0 0 1 0																				
								5+0				V(дес.)																				
								φ				210																				
								5																								
								a = $\left[\frac{E}{V} \right] - \left[\frac{E}{V \cdot \phi} \right] \cdot \phi$																								
							Вост. (a)																									
							2 3 2 1 3 4 1																									
Приемный канал второго абонента (изъятие информации из общего ортогонально сложенного потока данных)																																
Сум	-2	-2	2	-2	-2	-2	-2	2	-2	-2	2	-2	-2	2	2	2	0	0	-4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4
H2	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
Сум * H1	-2	-2	-2	2	-2	-2	2	-2	-2	-2	2	-2	-2	2	2	2	0	0	4	0	0	0	0	-4	0	0	0	-4	0	0	0	-4
	-4				-4				-4				-4				4				-4				-4				-4			
A62	-1				-1				-1				1				1				1				1				1			
	0				0				0				0				1				0				0				0			
A62	Принятое «Е»							Принятое φ _{оп} (двоичное)				V(двоичная) принятая																				
	467	715	506	325	746	890	289	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1					
								φ _{оп}				XП2 для V																				
								5				0 0 1 0 1 0 1 1																				
								φ _{оп} + XП2 для φ				V(двоичная) принятая ⊕ XП2 для V																				
								φ				0 0 1 0 0 0 1 1																				
								5+1				V(дес.)																				
								φ				35																				
								6																								
								a = $\left[\frac{E}{V} \right] - \left[\frac{E}{V \cdot \phi} \right] \cdot \phi$																								
							Вост. (a)																									
							1 2 2 3 3 1 2																									

В CDMA 1 бит информации сверхчлном кодированием преобразовывается в 2 бита, потом после перемежения и скремблирования, что никаких добавок не дает, преобразовывается кодом Уолша. Этот код является прямым расширением спектра и в данном случае увеличивает количество бит в 4 раза. Далее идет повторное скремблирование и только после этого преобразовывается в аналог. Итого вместо 1 бита канал нагружает 8 бит. Для вычисления объема преобразованной информации в системах НРВК используем приве-

денные выше практические примеры и логику. Каждый абонент передает объем данных, 2 бита, четыре абонента одновременно вместе передадут 8 бит. Если добавка к основанию при неблагоприятных условиях будет максимальная (+3), т.е. φ = 5+3 = 8, получим следующие расчеты для формирования КЧ: E = V₃ · 4 + V₂ · 4 + V₁ · 4 + 4 = φ³ · 4 + φ² · 4 + φ¹ · 4 + 4 = 2340. Вычислим количество битов, необходимых для передачи данного КЧ:

$$\log_2(E) = [\log_2(2340)] = 11.$$

11 бит – это довольно большое число, но учитывая то, что мы одновременно передавали 8 бит, отношение полезного сигнала к коду будет в несколько раз выше, чем у CDMA:

$$\frac{\text{НРВК}}{\text{CDMA}} = \frac{\frac{8}{11}}{\frac{1}{8}} = \frac{8 \cdot 8}{11 \cdot 1} = \frac{64}{11} \approx 6.$$

Если добавка будет благоприятная, т.е. $\varphi = 5 + 0 = 5$, то получим:

$$E = V_3 \cdot 4 + V_2 \cdot 4 + V_1 \cdot 4 + 4 = \\ = \varphi^3 \cdot 4 + \varphi^2 \cdot 4 + \varphi^1 \cdot 4 + 4 = 624.$$

Вычислим количество битов, необходимых для передачи данного КЧ:

$$\log_2(E) = [\log_2(624)] = 9.$$

Вычислим отношение выигрыша в объеме НРВК относительно CDMA:

$$\frac{\text{НРВК}}{\text{CDMA}} = \frac{\frac{8}{9}}{\frac{1}{8}} = \frac{8 \cdot 8}{9 \cdot 1} = \frac{64}{9} \approx 7.$$

5. Заключение

Современная CDMA-технология использует ортогональные коды Уолша для разделения доступа в общем канале связи для нескольких абонентов. Такой метод разделения доступа имеет неоправданно большую избыточность, что приводит к чрезмерной нагрузке канала связи и значительному уменьшению свойств помехоустойчивости.

Системы с нелинейными весовыми коэффициентами в 6–7 раз меньше нагружают избыточностью общий канал обмена данными, чем системы CDMA. Кроме того, системы с НРВК являются чрезвычайно криптостойкими. Данная технология обладает всеми качествами для её внедрения в производство, что позволит в свою очередь увеличить конфиденциальность пользователей, большую скорость обмена данными и большее количество обслуживаемых пользователей.

Литература: 1. *Никитин Г.И.* Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов. Отдел оперативной полиграфии СПбГУАП, 190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67. 2. *Аверин В.Г.* Дисциплины компьютерные сети и телекоммуникации. Екатеринбург, 2009. 3. *Диязитдинов Р.Р.* Системы подвижной связи. Самара: ФГОБУ ВПО ПГУТИ, 2013. 4. *Баранник В.В.* Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.С. // Монография. Черкассы, 2015. 143 с. 5. *Баранник В.В.* Метод повышения доступности видеoinформации аэромониторинга / В.В. Баранник, О.С. Кулица // Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2013. №3. С. 17–20. 6. *Баранник В.В.* Модель загроз безпеки видеoinформаційного ресурсу систем відеоконференцзв'язку / А.В. Власов, В.В. Баранник, Р.В.Тарнополов // Наукоємні технології. 2014. № 1 (21). С. 55–60. 7. *Баранник В.В.* Обоснование зна-

чимых угроз безопасности видеoinформационного ресурса систем видеоконференцсвязи профильных систем управления / В.В. Баранник, А.В. Власов, С.А. Сидченко, А.Э. Бекиров // Информационно-управляющие системы на ЖД транспорте. 2014. №3. С. 24–31. 8. *Баранник В.В.* Селективный метод шифрования видеопотока в телекоммуникационных системах на основе приховування базового I-кадру / В.В. Баранник, Д.І. Комолов, Ю.М. Рябуха // Наукоємні технології. 2015. № 2. С. 14–23. 9. *Баранник В.В.* Концептуальный метод повышения безопасности дистанционного видеoinформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеокадров / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Радиоэлектронные компьютерные системы. 2015. № 3. С. 19–21. 10. *Баранник В.В.* Методология совершенствования обработки видеoinформации для повышения эффективности сервиса предоставления дистанционных видеослужб при управлении в кризисных ситуациях / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.А. Красноручкий, В.Ж. Яценко // АСУ и приборы автоматизации. 2015. Вып. 170. С. 12–20. 11. *Barannik V.V.* The model of avalanche-relating effect in the process of images reconstruction in the combined cryptosemantic systems on the polyadic presentation / V.V. Barannik, V.V. Larin, S.A. Sidchenko // Наукоємні технології. 2010. № 1(5). С. 68–70.

Transliterated bibliography:

1. Nikitin G.I. Primenenie funkciy Uolsha v soto-vyih sistemah svjazi s kodovym razdeleniem kanalov. Redakcionno-izdatel'skij otdel elektronnyh publikacij i bibliografii biblioteki, Otdel operativnoj poligrafii SPbGUAP 190000, Sankt-Peterburg, ul. B. Morskaja, 67.
2. Averin V.G. Discipliny komp'juternye seti i telekommunikacii», Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie srednego professional'nogo obrazovanija «Ural'skij radiotekhnicheskij tehnikum im. A.S. Popova. Ekaterinburg 2009.
3. Dijazitdinov R.R. Sistemy podvizhnoj svjazi. Konpekt lekcij. Samara: FGOBU VPO PGUTI, 2013.
4. Barannik V.V. Metod povyshenija informacionnoj bezopasnosti v sistemah videomonitoringa krizisnyh situacij / V.V. Barannik, Ju.N. Rjabuha, O.S. // Monografija. Cherkassy, 2015. 143 s.
5. Barannik V.V. Metod povyshenija dostupnosti videoinformacii aeromonitoringa / V.V. Barannik, O.S. Kulica //Radiojelektronnye i komp'juternye sistemy. 2013. #3. S. 17–20.
6. Barannik V.V. Model zagroz bezpeki videoinformatsijnogo resursu sistem videokonferentsy'v'язку / A.V. Vlasov, V.V. Barannik, R.V.Tarnopolov // Naukoemni tehnologii. 2014. № 1 (21). S. 55–60.
7. Barannik V.V. Obosnovanie znachimyh ugroz bezopasnosti videoinformacionnogo resursa sistem videokonferentsy'v'язki profil'nyh sistem upravlenija / V.V. Barannik, A.V. Vlasov, S.A. Sidchenko, A.Je. Bekirov // Informacionno-upravljajushhie sistemy na ZhD transporte. 2014. #3. S. 24–31.
8. Barannik V.V. Selektivnyy metod shifruvannya videopotiku v telekomunikatsijnyh sistemah na osnovi prihovuvannya bazovogo I-kadru / V.V. Barannik, D.I. Komolov, Yu.M. Ryabuha // Naukoemni tehnologii. 2015. № 2. S. 14–23.

9. Barannik V.V. Konceptual'nyj metod povyshenija bezopasnosti distancionnogo videoinformacionnogo resursa v sisteme ajeromonitoringa krizisnyh situacij na osnove intelektual'noj obrabotki videokadrov / V.V. Barannik, Ju.N. Rjabuha // Radioelektronnye komp'juternye sistemy. 2015. # 3. S. 19–21.

10. Barannik V.V. Metodologija sovershenstvovanija obrabotki videoinformacii, dlja povyshenija jeffektivnosti servisa predostavlenija distancionnyh videouslug, pri upravlenii v krizisnyh situacijah / V.V. Barannik, Ju.N. Rjabuha, A.A. Krasnoruckij, V.Zh. Jashhenok // ASU i pribory avtomatiki. 2015. #170. S. 12–20.

11. Barannik V.V. The model of avalanche-relating effect in the process of images reconstruction in the combined cryptosemantic systems on the polyadic presentation / V.V. Barannik V.V. Larin, S.A. Sidchenko // Naukoemni tehnologiyi. 2010. # 1(5). S. 68–70.

Поступила в редколлегию 11.05.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Безрук В.М.

Баранник Владимир Викторович, д-р техн. наук, профессор, начальник кафедры автоматизированных систем управления, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: кодирование и защита информации для передачи в телекоммуникационных системах. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79. E-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Окладной Дмитрий Евгеньевич, начальник группы учебно-лабораторного комплекса кафедры авиационных радиоэлектронных комплексов Харьковского национального университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, тел. 8 063-2305081.

Леках Альберт Анатольевич, старший научный сотрудник научного центра Харьковского национального университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, тел. 8 067-2593011.

Медведев Денис Олегович, аспирант ХНУРЭ. Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирования, защиты и передачи информации. Адрес: Украина, 61023, Харьков, пр. Науки, 14.

Barannik Vladimir Victorovich, doctor of sciences by technical, professor, chief of department of the Kharkiv national University of Air Force, 77/79, Sumska St., Kharkiv 61023, Ukraine. E-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Okladnoy Dmitriy Evgenievich, head of group, educational and laboratory complex, Department of Aviation Radio-Electronic Complexes, Kharkov National Air Force University named after I. Kozheduba. Scientific interests: systems, technologies of transformation, coding, protection and transfer of information. Address: Ukraine, 61023, Kharkov, ul. Sumskaya, 77/79, tel. 8 063-2305081.

Lekah Albert Anatolievich, senior scientific collaborator, scientific center, Kharkiv National University of Air Forces named after I. Kozheduba. Scientific interests: systems, technologies of transformation, coding, protection and information transfer. Address: Ukraine, 61023, Kharkov, ul. Sumskaya, 77/79, tel. 8 067-2593011.

Medvedev Denis Olegovich, post graduate student of KNURE. Scientific interests: systems, technologies of transformation, coding, protection and transmission of information. Address: Ukraine, 61023, Kharkov, Nauki ave., 14.