

*Николай Васильевич Захарченко (доктор технических наук, профессор)*

*Александр Вячеславович Кочетков (кандидат технических наук)*

*Евгений Александрович Севастеев*

*Антон Сергеевич Криль*

*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Одесса, Украина*

## ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СКРЫТНОСТИ ПЕРЕДАЧИ НЕРАВНОВЕРЯТНОГО АЛФАВИТА ПРИ ТАЙМЕРНОМ КОДИРОВАНИИ

Для повышения информационной скрытности передачи неравновероятного алфавита при таймерном кодировании предложен метод вторичного кодирования передаваемого неравновероятного первичного алфавита с целью обеспечения равновероятной передачи символа в канале с точностью до одного процента. Определено количество различных кодовых комбинаций («банк» кодовых слов символа) обеспечивающих равновероятную передачу кодовых слов. Для уменьшения времени передачи предложено использование таймерных сигналов, определена оптимальная длительность таймерного кодового слова. Показано, что именно равновероятность появления символов на приеме не позволяет различать их статистическим анализом и делает такие сообщения трудно дешифрируемыми.

**Ключевые слова:** информация, энтропия, информационная емкость найквистового элемента, интервал реализаций, таймерные сигналы, момент модуляции.

### Введение

При расшифровке полученного при несанкционированном доступе к передаваемому сообщению чаще всего используется статистический метод распознавания передаваемого символа, основанный на вероятностях использования отдельных символов в первичном тексте. Таким образом, статистический метод распознавания обеспечивает расшифровку полученного при несанкционированном доступе сообщения – шифрограммы.

**Постановка проблемы.** В работе предлагается метод кодирования неравновероятного первичного алфавита в кодовое множество с максимальной энтропией, обеспечивающего равновероятную передачу в канале.

**Анализ последних исследований и публикаций.** На современном этапе в Украине, как и во всем мире, основными проблемами развития телекоммуникаций является повышение скорости передачи информации и сохранение высокой верности приема информации. Решение данных задач достижимо посредством повышения эффективности системы передачи [1] и применения помехоустойчивого кодирования.[2] Одним из методов повышения эффективности системы передачи является использование многоуровневых сигналов [3]. Использование многоуровневых таймерных сигналов позволяет в системах цифровой связи значительно повысить скорость передачи информации [6].

Повышение верности приема информации достигается за счет применения помехоустойчивого кодирования в системе передачи информации [4].

Таким образом, использование этих двух методов позволяет строить более эффективные системы связи.

**Цель статьи.** Для повышения эффективности системы связи предложено использование таймерных сигналов для увеличения скорости передачи и метода кодирования неравновероятного первичного алфавита в кодовое множество с максимальной энтропией, для повышения информационной скрытности передаваемого сообщения.

### Методы исследования

В ходе исследования использовались следующие методы: анализ теоретических источников по проблемам применения статистического декодирования шифрограммы, изучение и анализ информационных параметров позиционных и таймерных кодов, теорем кодирования информации, на основе энтропийного подхода.

### Изложение основного материала исследования

Количество информации  $I(x_i)$ , содержащейся в событии  $x_i$  происходящем с вероятностью  $P(x_i)$  определяется [1, 5]:

$$I(x_i) = \log_2 \frac{1}{P(x_i)}. \quad (1)$$

Для полного ансамбля событий:

$$X = \left\{ \begin{matrix} x_1; & x_2; & x_3; & \dots & x_n \\ P(x_1); & P(x_2); & P(x_3); & \dots & P(x_n) \end{matrix} \right\}$$

среднее значение  $\bar{I}(x)$  информации по всему ансамблю событий [2]:

$$\bar{I}(x) = M[I(x_i)] = H, \quad (2)$$

называется энтропией сообщения ( $H$ ) и измеряется в двоичных единицах на сообщении:

$$H = - \sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 [P(x_i)]. \quad (3)$$

Воспользуемся основным свойством энтропии [3]: при заданном числе “ $n$ ” символов энтропия максимальна и равна:

$$H(x) = \log_2 n, \quad (4)$$

лишь тогда, когда

$$P(x_1) = P(x_2) = \dots = P(x_n) = 1/n. \quad (5)$$

Для примера возьмем алфавит русского языка. В таблице 1 приведены  $n = 32$  символа русского языка ( $x_i$ ) (в том числе и символ (пр) – пробел), вероятности их появления  $P(x_i)\%$  (в процентах) [6], и вероятности появления  $P(x_i)\%$  округленные до ближайшего целого большего значения в процентах  $E^+[P(x_i)\%]$ .

С целью обеспечения в канале равновероятной передачи всех символов с точностью до одного процента предлагается для каждого подлежащего передаче символа  $x_i$  выделить количество различных кодовых

комбинаций равное числу  $E^+[P(x_i)\%]$ .

Общее число различных комбинаций для алфавита русского языка  $\sum_{i=1}^n E^+[P(x_i)\%] = 116$  кодовых слов. Превышение общего числа комбинаций больше 100% является следствием округления вероятностей  $P(x_i)$  до ближайшего большего целого числа процентов (табл. 1).

Все комбинации, относящиеся к конкретному символу  $x_i$  зациклены и передаются по очереди при появлении данного символа в передаваемом тексте.

Таким образом, для возможности обеспечения равновероятной передачи по каналу различных кодовых конструкций, передатчик должен содержать для каждого символа  $x_i$  “банки” различных кодовых слов в количестве  $E^+[P(x_i)\%]$ .

Для алфавита русского языка таких “банков” будет 32 (по количеству передаваемых символов) с общей памятью 116 кодовых слов.

Таблица 1

**Вероятностные параметры символов русского языка**

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$x_i$	пр	А	Б	В	Г	Д	Е,Ё	Ж	З	И	Й
$P(x_i)\%$	17,5	6,2	1,4	3,8	1,3	2,5	7,2	0,7	1,6	6,2	1
$E^+[P(x_i)\%]$	18	7	2	4	2	3	8	1	2	7	1
№ п/п	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$x_i$	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
$P(x_i)\%$	2,8	3,5	2,6	5,3	9	2,3	4	4,5	5,3	2,1	0,2
$E^+[P(x_i)\%]$	3	4	3	6	9	3	4	5	6	3	1
№ п/п	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
$x_i$	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ,ь	Ы	Э	Ю	Я	
$P(x_i)\%$	0,9	0,4	1,2	0,6	0,3	1,4	1,6	0,3	0,6	1,8	
$E^+[P(x_i)\%]$	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	
$\sum_{i=1}^n E^+[P(x_i)\%] = 116$											

С целью экономии времени передачи воспользуемся таймерными сигналами [1]. Принцип построения таймерных сигнальных конструкций (ТСК) представлен на рис. 1, и

заключается в следующем. Сигнальный алфавит бинарных ТСК формируется на интервале времени  $(T_{ck} = m t_0)$ ,  $t_0$  – величина найквистового элемента (обратная полосе пропускания канала), при базовом элементе отсчета длительностей  $\Delta$

( $D=t_0/S$ ,  $S \in \{1; 2; 3; \dots; k\}$  – целые числа.

Таким образом, на интервале ( $T_{ck} = mt_0$ ) расположено  $n = mS$  точек отрезков  $\Delta$ . Из всего множества  $2^n$  возможных на интервале  $T_{ck}$  сигналов разрешенными считаются только те, в которых соседние значащие моменты модуляции (ЗММ) отстоят друг от друга на время, не меньшее чем  $S D = t_0$ . Это условие обеспечивает минимум межсимвольных искажений. Каждый ЗММ может

занимать на оси времени позиции, расположенные на расстоянии  $kD^3 t_0$  друг от друга, причем  $\Delta$  определяется как минимальное расстояние между соседними положениями одного ЗММ в разных конструкциях. Информация о передаваемом сообщении, переносимая ТСК, содержится в номере временной позиции, занимаемой ЗММ, причем первый информационный ЗММ может появиться не раньше, чем через  $S D$  позиций от момента начала сигнала (нулевой позиции).

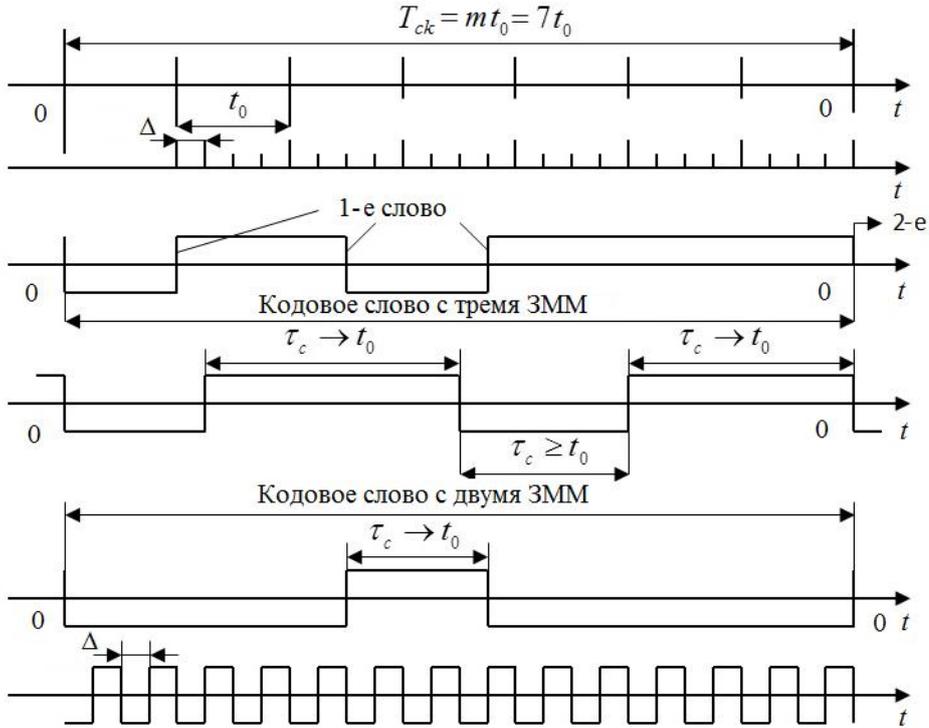


Рис. 1. Формирование сигнального алфавита бинарных ТСК на интервале времени  $T_{ck} = mt_0$  при базовом элементе  $D$

Так как величина  $D < t_0$ , то увеличение пропускной способности возможно, если число реализаций сигнала  $N_p$  на интервале ( $mt_0$ ) не меньше чем  $2^m$ . Можно показать, что при заданном  $S = t_0/D$  на интервале  $m$  единичных элементов мощность сигнального алфавита бинарных ТСК определяется как [4]

$$N_p(i = \text{const}) = C_{mS-i}^i (S-1),$$

$$N_p(i = \text{var}) = \sum_{i=1}^m C_{mS-i}^i (S-1), \quad (6)$$

$$C_m^i = \frac{m!}{i!(m-i)!}, \quad (7)$$

где  $i$  – число ЗММ в сигнальной кодовой конструкции. Среди разрешенных сигналов могут быть реализации с одним ЗММ, двумя, тремя и т. д. С максимальным числом моментов модуляции  $m$  возможна только одна реализация.

Для примера в табл. 2 приведено количество реализаций ТСК  $T_{ck} = mt_0 S$  и сигналов простого двоичного кода  $N_p = 2^m$ .

Таблица 2

Количество реализаций ТСК и среднее значение ЗММ для величин:  $i=3$ ,  $T_c = mt_0 \times S$ ;  $N_p = 2^m$

$m \backslash S$	$m = 4, N_p = 16$	$m = 5, N_p = 32$	$m = 6, N_p = 64$	$m = 7, N_p = 128$	$m = 8, N_p = 256$	$m = 9, N_p = 512$
2	10	35	84	165	286	455

3	20	84	220	455	816	1330
4	35	165	455	969	1771	2925
5	56	286	816	1771	3276	5456
6	84	455	1330	2925	5456	9139
7	120	680	2024	4495	8436	14190
8	165	969	2925	6545	12341	20825

Как видно из табл. 2, на одном и том же интервале  $T_{ck}$  можно образовать большее количество ТСК, чем сигналов простого двоичного кода  $N_p = 2^m$ .

Следовательно, скорость передачи, т. е. количество передаваемой информации на интервале  $T_{ck}$  увеличивается. Так как минимальное расстояние между ЗММ двух ближайших кодовых слов равно  $D < t_0$ , а прием значащих моментов воспроизведения (ЗМВ) осуществляется методом анализа в отдельных зонах  $D$  [1] то, естественно, вероятность ошибочного приема такого сигнала выше, чем элемента при разрядно-цифровом коде.

Из приведенной выше информации о методе формирования ТСК на  $m$ -элементном интервале времени  $T_{ck}$  следует, что за счет значения  $D(S)$  одно и то же число реализаций можно получить на различных интервалах времени.

Для примера на рис. 2 представлены зависимости длительности сигнальной конструкции при заданной мощности кодового множества и параметра  $S$ . Из этих зависимостей следует, что при  $S \geq 2$  для получения  $N_p = 2^m$  можно затратить время  $t_c < mt_0$ . При этом это неравенство тем сильнее, чем больше значение  $S$ .

Пусть множество 116 кодовых слов представляет кодовые конструкции с тремя информационными отрезками  $x_1, x_2, x_3$  [4]. Для возможности оценки принадлежности к передаваемому множеству потребуем, чтобы координаты  $x_1, x_2, x_3$  удовлетворяли условию [1]:

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 0 \pmod{7} \quad (8)$$

Тогда мощность множества  $M$  из которого можно выбрать 116 кодовых слов удовлетворяющих условию (8) должна быть [4]  $M \geq 116 \cdot 7 = 812$  к.с. Каждое из этих 812 кодовых слов должно иметь энтропию равную  $\log_2 812 = 9,65$  двоичных единиц.

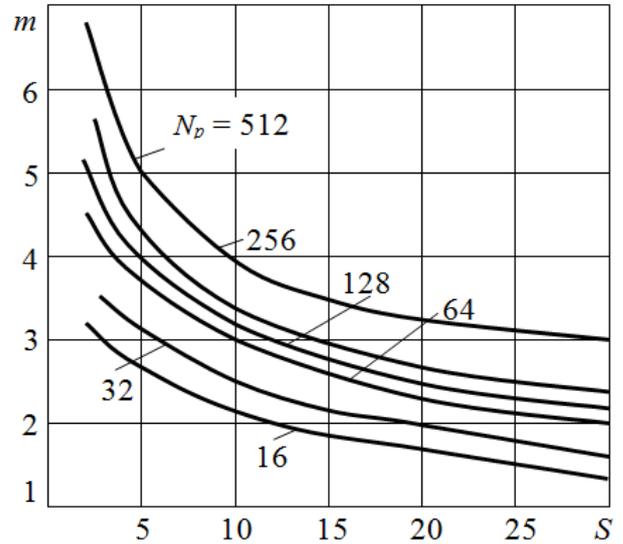


Рис. 2. – Зависимости длительности сигнальной конструкции при заданной мощности кодового множества и параметра  $S$

Выбрав реализации кодовых слов удовлетворяющих условию (8) на интервале  $T_p = 5t_0$ , мы синтезируем кодовые конструкции с максимальной энтропией [2, 4]:

$$H = \log_2 N_p \quad (9)$$

и максимальной информационной емкостью  $I_n$  найквистового элемента ( $t_0$ ):

$$I_n = \frac{H}{m} = \frac{\log_2 N_p}{m}, \quad (10)$$

В таблице 3 приведены значения энтропии как функции:  $H = f(m, S)$  (в числителе) и информационной емкости найквистового элемента (в знаменателе) для  $m \in \{4, 10\}$ , при  $S \in \{2, 12\}$ .

Таблица 3

**Энтропия и информационная емкость найквистового элемента**

$\frac{m}{S}$	4	5	6	7	8	9	10
2	3,322/0,83	5,129/1,026	6,392/1,065	7,366/1,052	8,16/1,02	8,830/0,98	9,41/0,941
3	4,321/1,08	6,392/1,279	7,781/1,297	8,830/1,261	9,672/1,209	10,377/1,153	10,982/1,098
4	5,129/1,282	7,366/1,473	8,830/1,472	9,920/1,417	10,79/1,349	11,514/1,279	12,134/1,213
5	5,807/1,452	8,160/1,632	9,672/1,612	14,790/1,541	11,673/1,459	12,414/1,379	13,042/1,304
6	6,392/1,598	8,830/1,766	10,377/1,730	11,514/1,645	12,414/1,552	13,159/1,462	13,793/1,379
7	6,907/1,727	9,409/1,882	10,383/1,831	12,134/1,733	13,042/1,630	13,793/1,533	14,432/1,443

8	7,366/1,842	9,920/1,984	11,514/1,919	12,677/1,811	13,591/1,699	14,346/1,594	14,989/1,499
9	7,781/1,945	10,377/2,076	11,987/1,999	13,158/1,880	14,078/1,760	14,837/1,649	15,482/1,548
10	8,160/2,040	10,790/2,158	12,414/2,069	13,591/1,942	14,516/1,815	15,277/1,697	15,923/1,592
11	2,127	2,233	2,134	1,998	1,864	1,742	1,632
12	2,208	2,303	2,193	2,051	1,910	1,783	1,669

Из таблицы 3 следует:

1. С увеличением  $m$  при  $S = \text{const}$  энтропия реализаций также увеличивается.

2. Информационная емкость одного найквистового элемента максимальна на интервале реализации  $T_p = 5t_0$  (для  $S > 3$ );

$$I_n(m=4) < I_n(m=5) > I_n(m=5).$$

В качестве оптимальной длительности кодовых слов следует выбирать  $T_p = 5t_0$ , что соответствует максимальной информационной емкости найквистового элемента.

При передаче по каналам с гауссовским шумом следует учитывать, что вероятность ошибочного приема таймерной сигнальной кодовой конструкции – ТСК ( $P_o$ ) определяется величиной зоны  $\Delta$ , среднеквадратическим отклонением значащего момента восстановления ( $s$ ), которая, в свою очередь зависит от соотношения сигнал/шум, а также средним числом переходов в слове [1] ( $\bar{i}$ ).

$$P_o = 1 - [F(D/2s)]^{\bar{i}}, \quad (11)$$

где:  $F(x)$  – интеграл вероятностей:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2s}} \int_0^x e^{-t^2} dt. \quad (12)$$

Учитывая, что с увеличением  $S$  растет не только число реализаций  $N_p$ , но и вероятность ошибочного приема их ( $P_o$ ), то для каждого канала есть свое значение  $\Delta_0$ , при котором реализуется максимальная пропускная способность системы. При этом каждая из реализаций сигнала на интервале ( $T_{ck} = mt_0$ ) представляет собой одну из реализаций многопозиционного во времени сигнала. Тогда значение пропускной способности:

$$C_m = \frac{1}{m} (\log_2 N_p - H_{\text{пот}}). \quad (13)$$

Здесь  $H_{\text{пот}}$  определяет потери в канале из-за неопределенности в принятии кодовой сигнальной конструкции:

$$H_{\text{пот}} = - \sum_{i=1}^N P_{ii} \log_2 P_{ii} + (1 - p_{ii}) \log_2 \frac{1 - P_{ii}}{N - 1}. \quad (14)$$

где  $P_{ii}$  – вероятность правильного приема сигнальной конструкции с  $i$  – перехода:

$$P_{ii} = 2[F(D/2s)]^{\bar{i}}. \quad (15)$$

На рис. 3 приведены зависимости пропускной способности каналов с разным уровнем

флуктуационных шумов (задано  $h = (u_c/u_{\text{ш}})$  как функции  $S$  (кривые 1, 2, 3 для  $h = 7,5$  и  $m = 8, 6, 5$  соответственно, кривые 4, 5, 6 для  $h = 5,5$  и  $m = 8, 6, 5$  в соответствии).

Из рисунка 3 следует, что для каждого значения  $h$  является величина зоны, при которой  $C_m$  будет максимальной. На практике оптимальное значение определяется среднеквадратичным отклонением смещения фронта сигнала на выходе канала ( $s_k$ ),  $\Delta_{\text{опт}} = (3,8 \dots 5,5)$ ;  $s_k = 3,8 \dots 4,5/h$ .

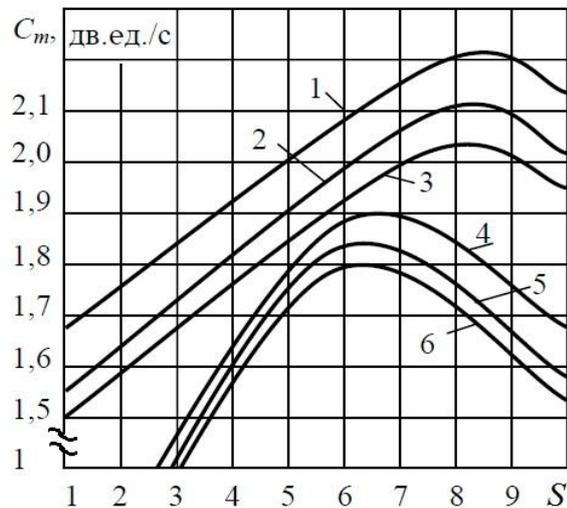


Рис. 3. Зависимости пропускной способности канала  $C_i = f(S)$  при  $h = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Анализ таблиц 1-3 показывает:

1. С увеличением интервала реализации “ $m$ ” ( $T_{ck} = mt_0$ ) при  $S = \text{const}$  число возможных сигнальных конструкций растет (табл. 1). Информационная емкость одного кодового слова ( $\log_2 N_p$ ) также растет с увеличением интервала реализации “ $m$ ” (табл. 3).

2. Информационная емкость одного найквистового элемента при увеличении  $m$  вначале растет (до  $m \leq 5$ ), а при  $m > 5$  начинает снижаться. Для каждого “ $m$ ” информационная емкость с ростом “ $S$ ” увеличивается.

Как показано выше, ограничением для “ $S$ ” является вероятность смещения одного момента модуляции на величину  $[P(q=1D)] < P_3$ .

Выбор параметра “ $S$ ” целесообразно ограничивать значением  $S = 8$ , так как при  $S > 8$  увеличивается вероятность ошибочного приема одного момента модуляции даже в “хорошем” состоянии канала. Связано это с тем, что при  $S > 8$  растет значение информационной емкости одного кодового слова ( $\log_2 N_p$ ), но еще быстрее растут потери за счет увеличения вероятности ошибки на  $q = 1D$ .

Именно равновероятность появления символов на приеме не позволяет различать их статистическим анализом и делает такие сообщения трудно дешифрируемыми.

#### Литература

1. Эффективные системы передачи информации / Н.В. Захарченко, Е.М. Рудый, А.А. Вараксин, М.А. Мамедов, М.М. Гаджиев; под ред. Н.В. Захарченко. – Баку: ЭЛМ. – 2007. – 568 с.

2. Захарченко М. В. Системы передавання даних Том 1. Завадостійке кодування / М. В. Захарченко – Одеса.: Фенікс 2009. – 447 с.

3. Захарченко М. В. Порівняння ансамблів кодових множин, синтезованих на основі декількох модулів з ансамблями, реалізованими на основі таймерних сигнальних конструкцій / М. В. Захарченко, С. М. Горохов, О. В. Кочетков, В. В. Гордейчук, Е. Б. Шамшидін // Системи обробки інформації. – 2017. – № 1. – С. 18-21.

4. Захарченко М. В. та ін. Математичні основи оптимізації телекомунікаційних систем: підручник. За заг. ред. Захарченко М.В. - Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2010. – 240 с.

5. Фельдбаум А.А. и др. Теоретические основы связи и управления. М.: Физматгиз – 1963. – 932 с.

6. Захарченко Н.В. Эффективность двухсимвольных ансамблей в симплексных системах на базе корректирующих таймерных сигнальных конструкций / Н.В. Захарченко, В.И. Кильдишев, Д.В. Голев, А.В. Толкачев // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2017. – № 1. – С. 215-218.

### ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СКРИТНОСТІ ПЕРЕДАЧІ НЕРІВНОЙМОВІРНОГО АЛФАВІТУ ПРИ ТАЙМЕРНОМУ КОДУВАННІ

*Микола Васильович Захарченко (д-р техн. наук, професор, професор кафедри)<sup>1</sup>*

*Олександр Вячеславович Кочетков (канд. техн. наук, ст. викладач кафедри)<sup>1</sup>*

*Євген Олександрович Севаст'єв (ст. викладач, аспірант кафедри)<sup>1</sup>*

*Антон Сергійович Кріль (аспірант кафедри)<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Одеса, Україна*

Для підвищення інформаційної скритності передачі нерівноймовірного алфавіту при таймерному кодуванні запропонований метод вторинного кодування нерівноймовірного первинного алфавіту що передається з метою забезпечення рівноймовірної передачі символу в каналі з точністю до одного відсотка. Визначено кількість різних кодових комбінацій («банк» кодових слів символу) що забезпечують рівноймовірну передачу кодових слів. Для зменшення часу передачі запропоновано використання таймерних сигналів, визначена оптимальна тривалість таймерного кодового слова. Показано, що саме рівноймовірна поява символів на прийомі не дозволяє розрізняти їх статистичним аналізом і робить такі повідомлення складними для розшифрування.

**Ключові слова:** інформація, ентропія, інформаційна ємність найквістового елемента, інтервал реалізації, таймерні сигнали, момент модуляції

### TO INCREASE THE INFORMATION SECRECY TRANSMISSION NONEQUIPROBABILITY ALPHABET FOR TIMER CODING

*Nikolay V. Zakharchenko (Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)<sup>1</sup>*

*Aleksandr V. Kochetkov (Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of a Department)<sup>1</sup>*

*Yevgeniy A. Sevasteev (Graduate student, Senior Lecturer of a Department)<sup>1</sup>*

*Anton S. Kril (Graduate student of a Department)<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>A.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, Odessa, Ukraine*

To increase the information concealment of the transmission of the uneven-probability alphabet in timed encoding, a method is proposed for secondary coding of the transmitted non-equal probability primary alphabet in order to ensure equiprobable transmission of the symbol in the channel with an accuracy of one percent. The number of different code combinations ("bank" of the code words of the symbol) is determined to ensure equiprobable transmission of codewords. To reduce the transmission time, the use of timer signals is suggested, the optimal length of the timer codeword is determined. It is shown that it is the equiprobability of the appearance of symbols at the reception that makes it impossible to distinguish them by statistical analysis and makes such messages difficult to decipher.

**Key words:** Information, entropy, information capacity naykvist element, implementations interval, timer signals, time modulation.

#### References

1. Effective information transfer systems / N.V. Zakharchenko, E.M. Rudv. A.A. Varaksin, M.A. Mamedov, M.M. Haiivev; Ed. N.V. Zakharchenko. - Baku: ELM. - 2007. - 568 p. 2. **Zakharchenko M.V** Data transmission systems Volume 1. Noise-proof encoding / MV Zakharchenko - Odessa: Phoenix 2009. - 447 p. 3. **Zakharchenko M.V** Comparison of ensembles of code sets synthesized on the basis of several modules with ensembles implemented on the basis of timer signal constructions / M.V Zakharchenko, S.M. Gorokhov, O.V. Kochetkov, V.V. Gordeichuk, E.B. Shamshidin // Systems of information processing. - 2017. - No. 1. - P. 18-21. 4. **Zakharchenko M.V** and others. Mathematical bases of optimization of telecommunication systems: a textbook. For zag Ed. Zakharchenko MV - Odessa: ONAT them. O.Popova,

2010.- 240 p. 5. **Feldbaum A.A.** et al. Theoretical Foundations of Communication and Management. Moscow: Fizmatgiz - 1963. - 932 p. 6. **Zakharchenko N.V** Efficiency of two-character ensembles in simplex systems based on corrective timed signal constructions / N.V. Zakharchenko, V.Y. Kildishev, D.V. Golev, A.V. Tolkahev International scientific and technical journal "Measuring and computing engineering in technological processes"... - 2017. - No. 1. - P. 215-218.