УДК 621.39

Л.Н. Качур

Кировоградский технический национальный университет, Кировоград

СИНТЕЗ НЕДВОИЧНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ И ОЦЕНКА ИХ ПАРАМЕТРОВ

Рассматриваются методы формирования дискретных сигналов для радиосистем управления со множественным доступом. Исследуются особенности формирования больших ансамблей дискретных сигналов с использованием избыточных кодов, обосновываются параметры используемых кодовых конструкций, проводится оценка корреляционных и ансамблевых свойств формируемых дискретных последовательностей.

Ключевые слова: *дискретный сигнал, радиосистема управления.*

Введение

Постановка проблемы в общем виде и анализ литературы. Важными критериями эффективности современных радиосистем управления со множественным доступом являются помехоустойчивость, имитостойкость и скрытность каналов управления, абонентская емкость сетей связи [1 – 3]. Опыт построения и эксплуатации систем радиосвязи показывает, что наиболее эффективными по ряду показателей являются системы с кодовым разделением каналов, функционирование которых основано на использовании больших ансамблей слабокоррелированных дискретных сигналов [3]. Следовательно, разработка новых методов синтеза больших ансамблей дискретных сигналов с улучшенными свойствами является актуальной научно-технической задачей.

В работах [4 – 7] предложен новый подход к синтезу дискретных сигналов, который основан на использовании методов избыточного (помехоустойчивого) кодирования и комбинаторики и позволяет формировать большие ансамбли недвоичных дискретных сигналов с улучшенными свойствами.

Целью данной статьи является обоснование параметров используемых кодовых конструкций для построения дискретных сигналов, оценка корреляционных и ансамблевых свойств.

Основной материал

1. Обоснование параметров кодовых конструкций для построения дискретных сигналов. Разработанный в [5 – 8] метод синтеза дискретных сигналов оперирует методами алгебраической теории блоковых кодов, теории конечных колей и комбинаторики и позволяет синтезировать большие ансамбли дискретных сигналов с улучшенными свойствами. Корреляционные и ансамблевые свойства синтезируемых дискретных сигналов определяются дистанционными и мощностными характеристиками применяемых избыточных кодов.

Рассмотрим наиболее распространенный и применяемый класс избыточных (циклических) кодов, обоснуем их параметры с точки зрения минимизации боковых выбросов корреляционной функции.

Рассмотрим недвоичный циклический блоковый (n,k,d) код над $GF(q)$ как конечное множество непересекающихся орбит из $GF^n(q)$ [8]. Ансамбль дискретных сигналов, синтезируемых с использованием предложенного метода, соответствует множеству кодовых слов эквивалентного (по кодовым параметрам и весовому спектру) коду, полученному в результате обобщенно-перестановочного преобразования используемого кода. Таким образом, мощность M ансамбля синтезируемых дискретных сигналов определяется мощностью исходного кода, т.е. числом ненулевых кодовых слов:

$$M = q^k - 1. \tag{1}$$

Коэффициент периодической функции взаимной корреляции $R_{i,j}^{ПФВК}(l)$ синтезируемых дискретных сигналов при $l = 0 \bmod (n)$ определяется дистанционными свойствами кода:

$$R_{i,j}^{ПФВК}\left(0 \bmod (n)\right) \le \frac{n - 2\cdot d}{n}. \tag{2}$$

Значения периодической функции взаимной корреляции синтезируемых дискретных сигналов при $l \ne 0 \bmod (n)$ определяются свойствами обобщенно-перестановочных преобразований, которые задаются случайно, равновероятно и независимо формируемыми друг от друга обобщенно-перестановочными матрицами Λ [8].

Значения периодической функции автокорреляции синтезируемых дискретных сигналов ограничены следующим выражением:

$$R_{i,i}^{ПФАК}(l) = \begin{cases} 1, & l = 0 \bmod (n); \\ \le \dfrac{n-2\cdot d}{n}, & l \ne 0 \bmod (n). \end{cases} \tag{3}$$

Если весовой спектр кода $A(w)$, $w = \overline{0,n}$ имеет вид:

$$A(w) = \begin{cases} 1, w = 0; \\ 0, w = \overline{1, d-1}; \\ \neq 0, w = \overline{d, d+x}; \\ 0, w = \overline{d+x, n}, \end{cases}$$

где $A(w)$ – число кодовых слов веса w, тогда коэффициент периодической функции взаимной корреляции синтезируемых дискретных сигналов при $l = 0 \bmod (n)$ лежит в пределах:

$$\frac{n - 2\cdot(d+x)}{n} \leq R_{i,j}^{ПФВК}\left(0 \bmod (n)\right) \leq \frac{n - 2\cdot d}{n}, \quad (4)$$

значения периодической функции автокорреляции ограничены выражением:

$$\frac{n - 2\cdot(d+x)}{n} \leq R_{i,i}^{ПФАК}\left(l \neq 0 \bmod (n)\right) \leq \frac{n - 2\cdot d}{n}. \quad (5)$$

Результаты исследования свойств циклических кодов показывают, что их весовой спектр подчинен строгой алгебраической структуре, определяемой групповыми свойствами кода [9]. Так, двоичный регистровый код максимальной длины, задаваемый проверочным многочленом вида:

$$h(x) = f_i(x),$$

где $f_i(x)$ – минимальный многочлен примитивного элемента поля GF(2^m) имеет кодовые параметры:

$$n = 2^m - 1; \quad k = m; \quad d = \frac{n+1}{2}.$$

Соответствующий весовой спектр имеет вид:

$$A(w) = \begin{cases} 1, w = 0; \\ 0, w = \overline{1, d-1}; \\ n-1, w = d; \\ 0, w = \overline{d+1, n}, \end{cases}$$

что после подстановки в (1) – (5) приводит к следующей оценке корреляционных свойств:

$$R_{i,j}^{ПФВК}\left(0 \bmod (n)\right) = -\frac{1}{n}, \quad (6)$$

значения периодической функции автокорреляции ограничены выражением:

$$R_{i,i}^{ПФАК}\left(l \neq 0 \bmod (n)\right) = -\frac{1}{n}. \quad (7)$$

При использовании циклического кода, заданного проверочным многочленом вида:

$$h(x) = f_i(x)\cdot f_{i+1}(x),$$

где $f_i(x)$, $f_{i+1}(x)$ – минимальные многочлены подряд следующих элементов поля GF(2^m); m – простое число, имеем следующие кодовые параметры:

$$n = 2^m - 1; \quad k = 2\cdot m; \quad d = \frac{n+1}{2} - x,$$

где параметр x определяется групповыми свойствами кода.

Соответствующий весовой спектр имеет вид:

$$A(w) = \begin{cases} 1, w = 0; \\ 0, w = \overline{1, d-x-1}; \\ A(d-x), w = d-x; \\ 0, w = \overline{d-x+1, d-1}; \\ A(d), w = d; \\ 0, w = \overline{d+1, d+x-1}; \\ A(d+x), w = d+x; \\ 0, w = \overline{d+x+1, n}. \end{cases}$$

Корреляционные свойства соответствующих дискретных сигналов удовлетворяют (4), (5), где x задается групповыми свойствами кода.

В случае, когда проверочный многочлен двоичного циклического кода задается произведением произвольного числа минимальных многочленов подряд следующих элементов конечного поля:

$$h(x) = \prod_i f_i(x),$$

соответствующий весовой спектр имеет аналогичный вид с добавлением новых компонент, определяемых групповыми свойствами конечного поля. Корреляционные свойства соответствующих дискретных сигналов ухудшаются.

Таким образом, для построения двоичных дискретных сигналов наиболее целесообразно (по критерию минимизации боковых выбросов функции корреляции) использовать двоичные регистровые коды максимальной длины. В этом случае достигается наименьшее значение боковых выбросов, соответствующее по абсолютной величине значению боковых лепестков *m*-последовательностей.

Оценим величину кодового расстояния недвоичного регистрового кода максимальной длины и соответствующие значения корреляционной функции синтезируемых недвоичных дискретных сигналов.

Предположим, что недвоичный циклический код задан проверочным многочленом вида:

$$h(x) = f_i(x),$$

где $f_i(x)$ – минимальный многочлен примитивного элемента поля GF(q^m).

Тогда код связан параметрами, заданными следующим утверждением.

Утверждение 1. Параметры недвоичного регистрового кода максимальной длины удовлетворяют выражениям:

$$n = q^m - 1; \quad k = m; \quad d = q^m - q^{m-1}.$$

Доказательство.

Регистровый код – примитивный код БЧХ с $h(x) = f_i(x)$. Длина примитивного кода БЧХ равна порядку мультипликативной группы поля GF(q^m), откуда следует равенство $n = q^m - 1$. Число информационных символов кода определяется числом корней проверочного многочлена кода. Поскольку $h(x) = f_i(x)$, число корней равно количеству элементов циклотомического класса примитивного элемента поля, т.е. $k = m$.

По определению, минимальное кодовое расстояние определяется из выражения $d = 2 \cdot t + 1$. Но для кодов БЧХ число подряд следующих корней порождающего многочлена $g(x)$ равно $2 \cdot t$. Если код задан проверочным многочленом $h(x) = f_i(x)$, то из равенства $g(x) \cdot h(x) = 1$ (с операциями над кольцом многочленов из GF(q^m)) находим, что $2 \cdot t$ подряд следующих корня порождающего многочлена $g(x)$ определяются разницей порядка мультипликативной группы и *z*:

$$2 \cdot t = \left(q^m - 1\right) - z,$$

где z – число элементов поля, «покрытых» циклотомическим классом примитивного элемента, т.е.

$$z = j - i + 1,$$

где $\left\{\alpha^i, \alpha^{i^q}, ..., \alpha^j\right\}$ – циклотомический класс примитивного элемента α конечного поля GF(q^m).

Но исходя из свойств конечных полей число z определяется как:

$$z = \frac{q^m}{q} = q^{m-1},$$

что, после подстановки, дает следующее:

$$2 \cdot t = \left(q^m - 1\right) - q^{m-1}.$$

Откуда имеем:

$$d = q^m - q^{m-1}.$$

Утверждение доказано.

Следует отметить, что последнее соотношение обобщает выражение для оценки двоичного регистрового кода на недвоичный случай.

Весовой спектр недвоичного регистрового кода имеет вид:

$$A(w) = \begin{cases} 1, w = 0; \\ 0, w = \overline{1, d-1}; \\ n-1, w = d; \\ 0, w = \overline{d+1, n}, \end{cases}$$

что после подстановки в (1) – (5) приводит к следующей оценке корреляционных свойств:

$$R_{i,j}^{ПФВК}\left(0 \bmod (n)\right) = -\frac{q^m - 2q^{m-1} + 1}{n}; \qquad (8)$$

$$R_{i,i}^{ПФАК}\left(l \neq 0 \bmod (n)\right) = -\frac{q^m - 2q^{m-1} + 1}{n}. \qquad (9)$$

Анализ выражений (8), (9) показывает, что применение недвоичных регистровых кодов максимальной длины для синтеза недвоичных дискретных сигналов не является оптимальным решением по критерию минимизации боковых выбросов функции корреляции.

Анализ рассмотренных соотношений показывает, что для синтеза близких к оптимальным (в смысле взаимной ортогональности) недвоичных дискретных последовательностей необходимо использовать недвоичные циклические коды, заданные проверочным многочленом как произведение произвольного числа минимальных многочленов подряд следующих элементов конечного поля:

$$h(x) = \prod_i f_i(x).$$

Подобный подход позволяет добиться близкие к оптимальным (квазиортогональные) значения боковых выбросов функции корреляции.

Проведем оценку ансамблевых и корреляционных свойств формируемых дискретных сигналов.

2. Оценка ансамблевых и корреляционных свойств формируемых дискретных сигналов. В результате проведенных исследований получил дальнейшее развитие математический аппарат синтеза недвоичных дискретных последовательностей (сигналов). Установлено, что для формирования квазиортогональных последовательностей следует использовать недвоичные циклические коды, заданные проверочным многочленом $h(x)$ как произведение конечного числа минимальных многочленов над $GF\left(q^m\right)$. Требуемый набор минимальных многочленов определяется групповыми свойствами кольца многочленов из $GF\left(q^m\right)$.

С использованием полученных соотношений (1) – (9) оценены ансамблевые и корреляционные свойства формируемых дискретных сигналов над $GF\left(2^2\right)$. Результаты оценки сведены в табл. 1, в которой приведены корни проверочных многочленов недвоичных циклических кодов в виде степеней примитивного элемента поля, оценки мощности ансамбля формируемых дискретных сигналов и коэффициента корреляции $R_{i,j}^{ПФВК}(0 \bmod (n))$.

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют, что даже для небольшой длины формируемых дискретных сигналов обеспечиваются высокие ансамблевые и корреляционные характеристики. Так, уже для длины n = 63 мощность ансамбля формируемых дискретных сигналов превышает миллион при значении коэффициента корреляции $R_{i,j}(0) = -0{,}016$. Увеличение длины формируемых сигналов ведет к существенному снижению коэффициента корреляции $R_{i,j}(0)$ и резкому увеличению мощности формируемых ансамблей сигналов.

Таблица 1

Оценка ансамблевых и корреляционных характеристик формируемых недвоичных дискретных сигналов с символами из $GF(2^2)$

n	k	d	Корни проверочного многочлена в виде степеней примитивного элемента α	M	$R_{i,j}(0)$
15	5	8	α^{-1},α^{-4} α^{-2},α^{-8} α^{-5}	$> 10^3$	–0,067
63	10	32	$\alpha^{-1},\alpha^{-4},\alpha^{-16}$ $\alpha^{-2},\alpha^{-8},\alpha^{-32}$ $\alpha^{-5},\alpha^{-20},\alpha^{-17}$ α^{-21}	$> 10^6$	–0,017
255	19	128	$\alpha^{-1},\alpha^{-4},\alpha^{-16},\alpha^{-64}$ $\alpha^{-2},\alpha^{-8},\alpha^{-32},\alpha^{-128}$ $\alpha^{-5},\alpha^{-20},\alpha^{-80},\alpha^{-65}$ $\alpha^{-17},\alpha^{-68}$ $\alpha^{-21},\alpha^{-84},\alpha^{-81},\alpha^{-69}$ α^{-85}	$> 3\cdot10^{11}$	–0,004
1023	36	512	$\alpha^{-1},\alpha^{-4},\alpha^{-16},\alpha^{-64},\alpha^{-256}$ $\alpha^{-2},\alpha^{-8},\alpha^{-32},\alpha^{-128},\alpha^{-512}$ $\alpha^{-5},\alpha^{-20},\alpha^{-80},\alpha^{-320},\alpha^{-257}$ $\alpha^{-17},\alpha^{-68},\alpha^{-272},\alpha^{-65},\alpha^{-260}$ $\alpha^{-21},\alpha^{-84},\alpha^{-336},\alpha^{-321},\alpha^{-261}$ $\alpha^{-69},\alpha^{-276},\alpha^{-81},\alpha^{-324},\alpha^{-273}$ $\alpha^{-85},\alpha^{-340},\alpha^{-337},\alpha^{-325},\alpha^{-277}$ α^{-341}	$>5\cdot10^{21}$	–0,001

Проведем оценку ансамблевых и корреляционных свойств формируемых дискретных сигналов с использованием недвоичных циклических кодов над $GF(2^3)$.

В табл. 2 приведены кодовые параметры недвоичных циклических кодов, используемых для синтеза дискретных сигналов, корни соответствующего проверочного многочлена в виде степеней примитивного элемента и оценки ансамблевых и корреляционных характеристик формируемых недвоичных дискретных сигналов с символами из $GF(2^3)$.

Анализ данных табл. 2 и сравнение с табл. 1 показывают, что переход к недвоичным дискретным сигналам с символами из конечного поля большей мощности приводит к резкому увеличению мощности ансамбля сигналов. Фактически, при равной длине сигнала ($n = 63$) переход к сигналам с символами из $GF(2^3)$ позволил увеличить мощность ансамбля на девять порядков.

Таблица 2

Оценка ансамблевых и корреляционных характеристик формируемых недвоичных дискретных сигналов с символами из $GF(2^3)$

n	k	d	Корни проверочного многочлена в виде степеней примитивного элемента α	M	$R_{i,j}(0)$
63	17	32	α^{-1},α^{-8} $\alpha^{-10},\alpha^{-17}$ α^{-2},α^{-16} $\alpha^{-11},\alpha^{-25}$ α^{-3},α^{-24} α^{-18} α^{-4},α^{-32} $\alpha^{-19},\alpha^{-26}$ α^{-9} α^{-27}	$> 2\cdot10^{15}$	–0,016
511	66	256	$\alpha^{-1},\alpha^{-8},\alpha^{-64}$ $\alpha^{-27},\alpha^{-216},\alpha^{-195}$ $\alpha^{-2},\alpha^{-16},\alpha^{-128}$ α^{-73} $\alpha^{-3},\alpha^{-24},\alpha^{-192}$ $\alpha^{-74},\alpha^{-81},\alpha^{-137}$ $\alpha^{-4},\alpha^{-32},\alpha^{-256}$ $\alpha^{-75},\alpha^{-89},\alpha^{-201}$ $\alpha^{-9},\alpha^{-72},\alpha^{-65}$ $\alpha^{-82},\alpha^{-145},\alpha^{-138}$ $\alpha^{-10},\alpha^{-80},\alpha^{-129}$ $\alpha^{-83},\alpha^{-153},\alpha^{-202}$ $\alpha^{-11},\alpha^{-88},\alpha^{-193}$ $\alpha^{-90},\alpha^{-209},\alpha^{-139}$ $\alpha^{-17},\alpha^{-136},\alpha^{-66}$ $\alpha^{-91},\alpha^{-217},\alpha^{-203}$ $\alpha^{-18},\alpha^{-144},\alpha^{-130}$ α^{-146} $\alpha^{-19},\alpha^{-152},\alpha^{-194}$ $\alpha^{-147},\alpha^{-154},\alpha^{-210}$ $\alpha^{-25},\alpha^{-200},\alpha^{-67}$ $\alpha^{-155},\alpha^{-218},\alpha^{-211}$ $\alpha^{-26},\alpha^{-208},\alpha^{-131}$ α^{-219}	$> 4\cdot10^{59}$	–0,002

В табл. 3 приведены кодовые параметры, корни проверочного многочлена и оценки ансамблевых и корреляционных характеристик формируемых недвоичных дискретных сигналов с символами из $GF(2^4)$.

Таким образом, предлагаемый метод позволяет формировать недвоичные дискретные сигналы с улучшенными свойствами: при невысоких значениях коэффициента корреляции $R_{i,j}(0)$ наблюдается существенное увеличение мощности формируемых ансамблей сигналов. С увеличением мощности алфавита символов мощность формируемых ансамблей дискретных сигналов увеличивается на несколько порядков.

Выводы

Проведенные исследования показали, что для построения дискретных сигналов разработанным методом наиболее целесообразно использовать недвоичные циклические коды большой длины. С использованием полученных аналитических соотношений оценены ансамблевые и корреляционные свойства формируемых дискретных сигналов. Установлено, что даже для небольшой длины формируемых дискретных сигналов обеспечиваются высокие ансамблевые и корреляционные характеристики. Так, уже для длины $n = 63$ мощность ансамбля формируемых дискретных сигналов с символами из $GF\left(2^2\right)$ превышает миллион при значении коэффициента корреляции $R_{ij}\left(0\right) = -0,016$.

Таблица 3

Оценка ансамблевых и корреляционных характеристик формируемых недвоичных дискретных сигналов с символами из GF(2^4)

n	k	d	Корни проверочного многочлена в виде степеней примитивного элемента α		M	$R_{i,j}(0)$
255	65	128	α^{-1},α^{-16}	$\alpha^{-37},\alpha^{-82}$	$>10^{75}$	-0,004
			α^{-2},α^{-32}	$\alpha^{-38},\alpha^{-98}$		
			α^{-3},α^{-48}	$\alpha^{-39},\alpha^{-114}$		
			α^{-4},α^{-64}	α^{-51}		
			α^{-5},α^{-80}	$\alpha^{-52},\alpha^{-67}$		
			α^{-6},α^{-96}	$\alpha^{-53},\alpha^{-83}$		
			$\alpha^{-7},\alpha^{-112}$	$\alpha^{-54},\alpha^{-99}$		
			$\alpha^{-8},\alpha^{-128}$	$\alpha^{-55},\alpha^{-115}$		
			α^{-17}	α^{-68}		
			$\alpha^{-18},\alpha^{-33}$	$\alpha^{-69},\alpha^{-84}$		
			$\alpha^{-19},\alpha^{-49}$	$\alpha^{-70},\alpha^{-100}$		
			$\alpha^{-20},\alpha^{-65}$	$\alpha^{-71},\alpha^{-116}$		
			$\alpha^{-21},\alpha^{-81}$	α^{-85}		
			$\alpha^{-22},\alpha^{-97}$	$\alpha^{-86},\alpha^{-101}$		
			$\alpha^{-23},\alpha^{-113}$	$\alpha^{-87},\alpha^{-117}$		
			α^{-34}	α^{-102}		
			$\alpha^{-35},\alpha^{-50}$	$\alpha^{-103},\alpha^{-118}$		
			$\alpha^{-36},\alpha^{-66}$	α^{-119}		

Увеличение длины формируемых сигналов ведет к существенному снижению коэффициента корреляции $R_{ij}(0)$ и резкому увеличению мощности формируемых ансамблей сигналов.

Перспективным направлением являются дальнейшие исследования особенностей программной и аппаратной реализации предложенного метода, разработка структурных схем устройств формирования сигналов, оценка сложности практической реализации.

Список литературы

1. *Гряник М.В. Технология CDMA – будущее сотовых систем в Украине / М.В. Гряник, В.И. Фролов // Мир связи. – 1998. – № 3. – С. 40-43.*
2. *Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.*
3. *Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин. – М.: Сов. радио, 1985. – 384 с.*
4. *Стасев Ю.В. Формирование псевдослучайных последовательностей с улучшенными автокорреляционными свойствами / Ю.В. Стасев, А.А. Кузнецов, А.М. Носик // Кибернетика и системный анализ: Международный научно-теоретический журнал. – К.: НАНУ, 2007. – № 1. – С. 3-16.*
5. *Формирование больших ансамблей дискретных сигналов с использованием избыточных кодов / Ю.В. Стасев, А.А. Кузнецов, А.М. Носик, Л.Н. Качур // Зб. наук. пр. ХУ ПС. – Х., 2008. – Вип. 2 (17). – С. 102-109.*
6. *Кузнецов А.А. Разработка метода и алгоритмов синтеза больших ансамблей недвоичных дискретных сигналов на основе обобщенных перестановочных преобразований / А.А. Кузнецов, Ал.М. Носик, А.А. Смирнов, Ан.М. Носик, Л.Н. Качур // Системи обробки інформації. – Х. ХУПС, 2008. – Вип. 5 (72). – С. 151-156.*
7. *Синтез больших ансамблей дискретных сигналов с использованием недвоичных избыточных кодов / А.А. Смирнов, А.М. Носик, Л.Н. Качур, С.Ю. Стасев // Четверта наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба 16 – 17 квітня 2008 р. Матеріали конференції. – Х., 2008. – С. 154-155.*
8. *Стасев Ю.В. Обоснование правила формирования обобщенно-перестановочных матриц для построения дискретных сигналов с улучшенными свойствам / Ю.В. Стасев, А.М. Носик, Л.Н. Качур, В.Н. Сай // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2008. – Вип. 3 (7). – С. 158-162.*
9. *Блэйхут Р. Теория и практика кодов контролирующих ошибки: пер. с англ. / Р. Блэйхут. – М.: Мир, 1986. – 576 с.*

Поступила в редколлегию 21.11.2008

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. А.А. Кузнецов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

СИНТЕЗ НЕДВІЙКОВИХ ДИСКРЕТНИХ СИГНАЛІВ З ПОКРАЩЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ І ОЦІНКА ЇХ ПАРАМЕТРІВ

Л.М. Качур

Розглядаються методи формування дискретних сигналів для радіосистем управління з множинним доступом. Досліджуються особливості формування великих ансамблів дискретних сигналів з використанням надмірних кодів, обгрунтовуються параметри використовуваних кодових конструкцій, проводиться оцінка кореляційних і ансамблевих властивостей формованих дискретних послідовностей.

Ключові слова: *дискретний сигнал, радіосистема управління.*

SYNTHESIS OF UNBINARY DISCRETE SIGNALS WITH THE IMPROVED PROPERTIES AND ESTIMATION OF THEIR PARAMETERS

L.N. Kachur

The methods of forming of discrete signals are examined for radiosystem. of management with plural access. The features of forming of large bands of discrete signals are explored with the use of surplus codes, the parameters of the used constructions of codes are grounded, the estimation of properties of correlations and bands of the formed discrete sequences is conducted.

Keywords: *discrete signal, management radiosystem.*