

7. XT08-01 Contraband detector with wireless transceiving [Электронный ресурс] / Shanghai WeiEn Security Equipment Co., Ltd. - Режим доступа: http://weien.en.alibaba.com/product/347561861-200140217/XT08_01_Contraband_detector_with_wireless_transceiving.html.
8. CDS-2002i Contraband Detector [Электронный ресурс] / Science Applications International Corporation (SAIC) - Режим доступа: <http://www.saic.com/products/security/cdc-2000i/>.
9. Contraband detector - RadFlex 2 [Электронный ресурс] / Force Ware GmbH – Режим доступа: <http://forceware.de/en/equipment/security/mirrors/77/>.
10. Merlin Contraband Detector [Электронный ресурс] / Allen-Vanguard Corporation – Режим доступа: <http://www.allenvanguard.com/Products/SearchDetection/Detectors/MerlinContrabandDetector/>.
11. Захарченко А.А. Моделирование функции отклика CdZnTe детекторов для дозиметрии гамма-излучения / А.А. Захарченко, А.А. Веревкин, В.Е. Кутний, А.В. Рыбка, М.А. Хажмурадов, А.Ю. Семенов. // Вісник Харківського університету – 2008 - № 823 - С. 71–76.
12. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: затверджено наказом МОЗ України від 02.02.2005, № 54; зареєстр. в Мін'юсті України 20.05.2005 р. за № 552/10832.

Розглядаються питання застосування хаотичних сигналів в сучасних системах зв'язку, зокрема, запропонований метод організації доступу з багатьма користувачами в системах передачі конфіденційної інформації. Показано, як за допомогою кореляційного прийому з групового сигналу виділяються сигнали індивідуальних абонентів

Ключові слова: хаотичний сигнал, розрахований на багато користувачів доступ, сигнатура

Рассматриваются вопросы применения хаотических сигналов в современных системах связи, в частности, предложен метод организации многопользовательского доступа в системах передачи конфиденциальной информации. Показано, как с помощью корреляционного приема из группового сигнала выделяются сигналы индивидуальных абонентов

Ключевые слова: хаотический сигнал, многопользовательский доступ, сигнатура

The problems of chaotic signals usage in modern communication systems were discussed. The method of organizing multi-user access system for transmission of confidential information was proposed. The example of usage of correlation reception for allocation the individual subscriber signal in the group signal was shown

Key words: chaotic signal, multi-user access, signature

УДК 691.321.25

МНОГО-ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ДОСТУП В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ С ХАОТИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ

Н.В. Захарченко

Доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе**
Контактный тел.: (048) 731-73-55

В.В. Корчинский

Кандидат технических наук, доцент*
E-mail: vladkorchin@rambler.ua

Б.К. Радзимовский

Инженер*

*Кафедра информационной безопасности и передачи данных**

Контактный тел.: (048) 788-35-82

**Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова
ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, Украина, 65029

1. Введение

На современном этапе развития телекоммуникационных технологий возникла необходимость в создании новых систем, обладающих повышенной информационной емкостью, высокой помехозащи-

щенностью и обеспечивающих конфиденциальность передаваемого сообщения [1]. При построении таких систем передачи информации в последнее время все чаще используется явление динамического хаоса [2]. Под динамическим хаосом понимают сложные непериодические колебания, порождаемые нелинейны-

ми системами, вид которых полностью определяется только параметрами динамической системы.

Перспективность динамического хаоса с точки зрения его приложения к системам конфиденциальной связи, прежде всего, определяется самими свойствами хаотических сигналов и систем. Это и возможность получения сложных широкополосных хаотических сигналов со сплошным спектром в заданном диапазоне частот с помощью простых по структуре электронных устройств, и управление хаотическими режимами путем малых изменений параметров системы, и наличие значительного количества методов модуляции хаотического сигнала. Среди разнообразия используемых алгоритмов передачи информации на основе динамического хаоса можно выделить [2]:

1) хаотическую маскировку, при которой информационный сигнал суммируется с хаотическим сигналом и передается в канал связи;

2) переключение хаотических режимов, когда, например, в случае бинарного информационного сигнала символ «1» кодируется одним типом хаотического сигнала, а символ «0» – другим;

3) нелинейное подмешивание, когда информационный сигнал непосредственно участвует в формировании хаотического сигнала.

В литературе приведенные алгоритмы используются для формирования выходного сигнала одноканальных систем передачи, однако интерес представляет организация многопользовательского доступа, когда сигналы всех абонентов объединяются в групповой сигнал и им предоставляется возможность одновременной работы в общей полосе частот. В данной работе рассматривается возможность организации многопользовательского доступа на основе хаотических сигналов в системах конфиденциальной передачи информации.

Цель работы - показать возможность организации в системах конфиденциальной связи [3] многопользовательского доступа с использованием в качестве сигнатур ортогональных многоуровневых кодовых последовательностей сформированных на реализации хаотического процесса.

2. Формирование кодовых последовательностей

Для формирования хаотического сигнала в системах связи используются генераторы хаотических колебаний. Небольшие изменения параметров или начальных значений генератора приводят к существенному изменению формы генерируемого колебания, что дает возможность формирования и выбора различных реализаций хаотического процесса.

Например, можно генерировать хаотическое колебание x_n в соответствии с некоторым разностным уравнением

$$x_{n+1} = f(x_0; x_n; a) \tag{1}$$

где $f(\cdot)$ нелинейная функция отображения; a – управляющий параметр, x_0, x_n, x_{n+1} – начальное, текущее и последующее значения соответственно или $x(t)$ в соответствии с дифференциальным уравнением вида

$$\frac{dx(t)}{dt} = F[x(t); m] \tag{2}$$

где F нелинейный оператор; m – управляющий параметр.

На рис. 1 приведена одна из реализаций хаотического сигнала $x(t)$.

Формируемые по таким алгоритмам колебания обладают всеми свойствами шумоподобного сигнала, так как для них характерно:

- 1) непериодичность траекторий во времени;
- 2) экспоненциально спадающая корреляционная функция;
- 3) сплошной непрерывный спектр мощности.

Приведенные свойства хаотического сигнала позволяют предположить возможность организации многопользовательского доступа в системах конфиденциальной связи с использованием в качестве сигнатур предварительно отобранных ортогональных многоуровневых кодовых последовательностей, сформированных на реализации хаотического сигнала.

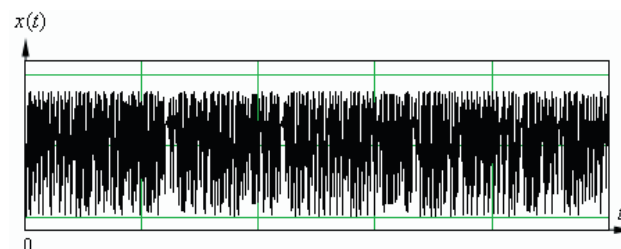


Рис. 1. Реализация хаотического сигнала $x(t)$

В работе методом перебора был осуществлен поиск семи ортогональных сигнатур на базе одной из реализаций хаотического сигнала. Предварительно, прошедший дискретизацию по времени (использована теорема отсчетов) и квантование по уровню хаотический сигнал $x(t)$ (в эксперименте использовалось 256 уровней), преобразовывается в многоуровневую кодовую последовательность x_n . Кодовая последовательность x_n разбивается на сегменты определенной длины, например, $s = 30$ элементов (чипов) и путем их сравнения находят взаимно-ортогональные кодовые последовательности, которые и будут использоваться в качестве сигнатур.

В табл. 1 приведены коэффициенты взаимной корреляции r_{ij} отобранных c_1, c_2, \dots, c_7 сигнатур. Как показали результаты эксперимента, обеспечить условие $r_{ij} = 0$ между сигнатурами при таком алгоритме их формирования не представляется возможным, поэтому при отборе был использован диапазон значений $-0,08 < r_{ij} < 0,08$.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции r_{ij} между сигнатурами c_i

№ j i	r_{ij}					
	2	3	4	5	6	7
1	-0,00021	0,0070	-0,037	0,0091	0,0442	-0,0196
2		-0,0081	0,011	0,0724	0,0129	0,0548
3			-0,080	-0,0286	-0,0567	-0,0474
4				-0,0469	0,0691	-0,0586
5					-0,0222	-0,0295
6						-0,0348

3. Формирование группового сигнала

Рассмотрим формирование группового сигнала с помощью отобранных ортогональных многоуровневых кодовых последовательностей. Пусть имеется некоторое количество N источников цифрового сигнала, использующих избыточные коды, и соответствующее им количество двоичных каналов. Каждому i -му каналу присваивается своя многоуровневая кодовая последовательность в качестве сигнатуры c_i . Формирование сигнала в индивидуальном канале осуществляется путем замены единичных посылок сигнатурой, разной по структуре, но равной длительности в чипах для каждого канала (в нашем случае $s=30$). С целью обеспечения эффективности корреляционного приема в каждом индивидуальном канале на приемной стороне отдельные элементы (посылки) индивидуальных каналов должны быть синхронизированы между собой.

Следует заметить, что если для замены каждой «1» в исходном двоичном потоке данных используется некоторая сигнатура определенной длины, то для замены «-1» применяют ту же сигнатуру, но с инвертированием значений чипов. Использование прямой и инвертированной сигнатуры обеспечивает не только определение полярности передаваемых посылок, но и позволяет регистрировать их передние и задние фронты при корреляционном приеме в каждом индивидуальном канале.

Так как групповой сигнал $X_{гр}$ формируется в результате суммирования сигнатур c_i всех индивидуальных каналов

$$X_{гр} = \sum_{i=1}^N x_i c_i, \tag{3}$$

то надежность разделения каналов определяется степенью ортогональности сигнатур c_1, c_2, \dots, c_N .

На рис. 2 показано формирование группового сигнала при использовании семи индивидуальных каналов, длительность сигнатур которых $s=30$ чипов на одну элементарную посылку.

4. Разделение группового сигнала на приемной стороне

На приемной стороне каждый разряд группового сигнала $X_{гр}$ умножается на соответствующий элемент «своей» прямой (используемой на передаче для замены «+1») сигнатуры c_i , в результате получаем сигнал, в котором заложена информация индивидуального i канала. Результаты каждого умножения с учетом амплитуды и значения полярности интегрируются в накопителе в пределах одного периода последовательности. В конечном счете, по окончании периода сигнатуры на выходе интегратора формируется уровень напряжения, полярность которого будет соответ-

ствовать полярности принятой посылки «1» или «-1» в каждом индивидуальном канале. При этом сигналы других пользователей с их сигнатурами воспринимаются как аддитивные шумы для данного канала.

Попытка разделения группового сигнала с использованием сигнатур, неиспользуемых на передаче, не приведет к положительному результату, так как значения уровня напряжения каждого периода интегрирования будет близким к нулю.

Предполагая линейность системы и наличие идеальной синхронизации в каналах на рис. 3 показано выделение элементарных посылок первого индивидуального канала из группового сигнала при корреляционном приеме.

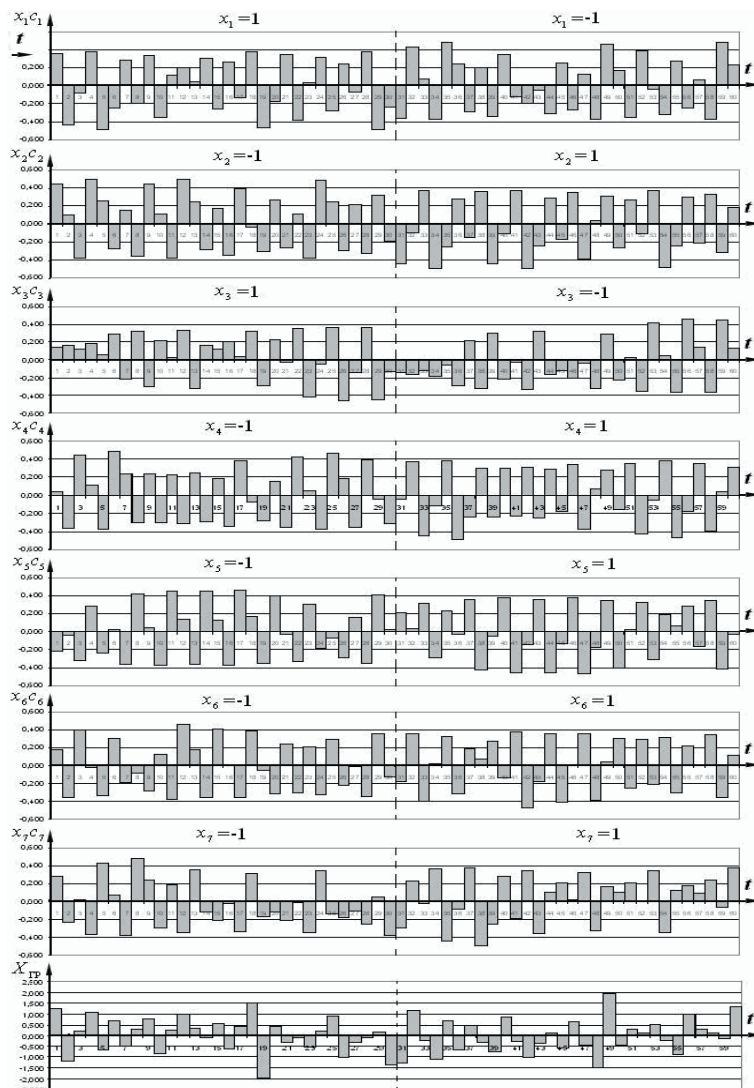


Рис. 2. Формирование группового сигнала

Из рисунка видно, что уровень сигнала на выходе интегратора $U_{вых\ интегр}$ значительно превышает порог принятия решения $U_{макс} / 2$, чем обеспечивается надежное выделение сигнала каждого индивидуального канала. Кроме того, если $U_{вых\ интегр} > U_{макс} / 2$, тогда принята посылка положительной полярности, если $U_{вых\ интегр} < -U_{макс} / 2$, то – отрицательной.

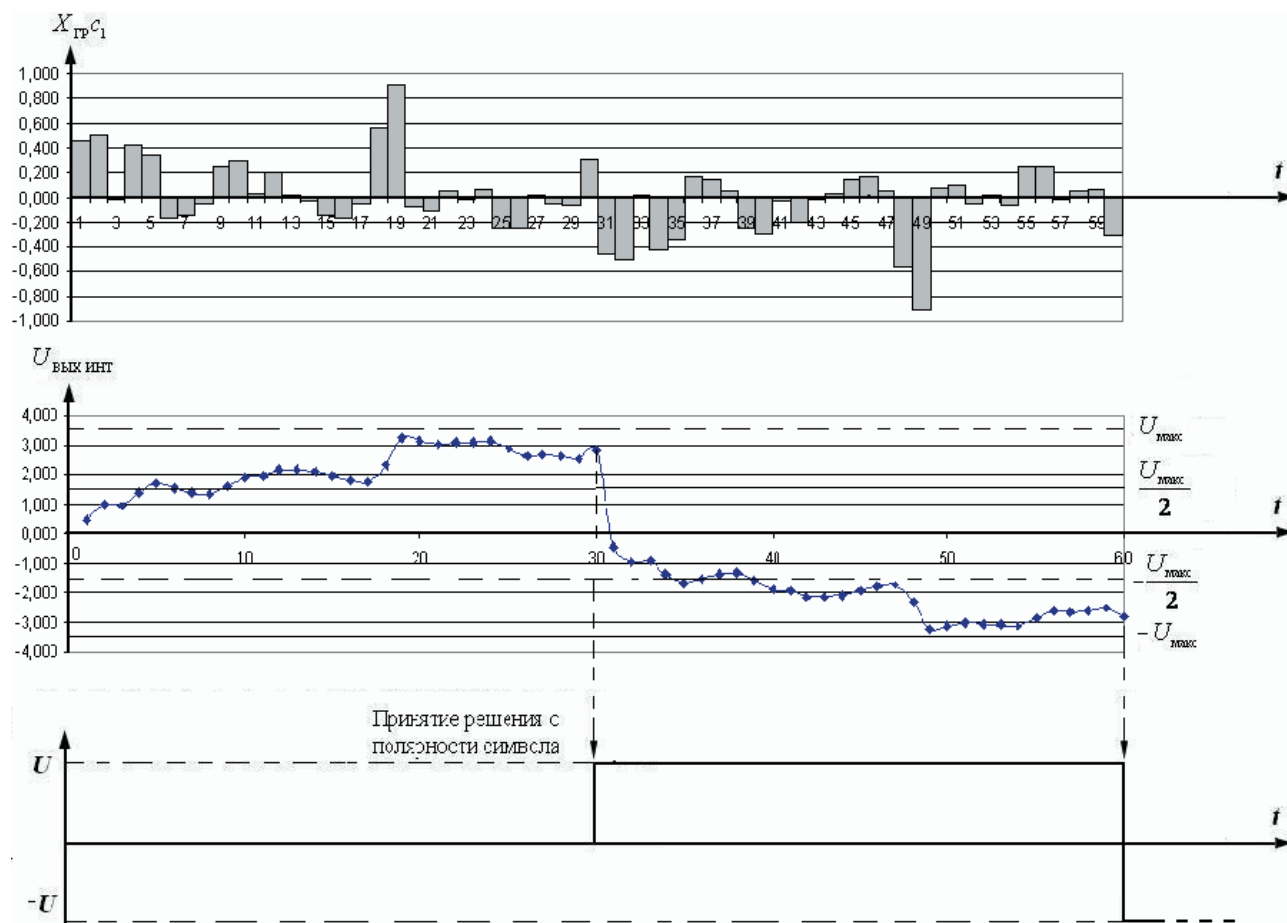


Рис. 3. Выделение элементарной посылки первого индивидуального канала из группового сигнала

5. Вывод

Предложенные методы формирования многоуровневых ортогональных последовательностей на базе хаотического процесса и группового сигнала на их основе показали возможность организации

многопользовательского доступа в современных конфиденциальных системах связи. При построении таких систем возникает задача поиска достаточного количества взаимно - ортогональных кодовых последовательностей с хорошими корреляционными свойствами.

Литература

1. Гуляев, Ю.В. Информационные технологии на основе динамического хаоса для передачи, обработки, хранения и защиты информации / Ю.В. Гуляев, Р.В. Беляев, Г.М. Воронцов и др. // Радиотехника и электроника. - 2003. - Т. 48, №10. - С 1157-185.
2. Капранов, М. В. Регулярная и хаотическая динамика нелинейных систем с дискретным временем / М. В. Капранов, А. И. Томашевский. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 256 с.
3. Захарченко, Н. В. Структурная скрытность таймерных сигналов в системах с кодовым разделением каналов / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2011. - № 2/9(50). - С. 7-9.