

У статті запропонована модель мінімізації часових затрат реалізації ГИС-проекту, проведено аналіз чутливості моделі до стану інформаційного забезпечення.

**Ключові слова:** ГИС, просторові данні, тестові данні, модель, проектування, інформаційне забезпечення.

The paper proposes a model to minimize time-consuming implementation of GIS project, an analysis of the sensitivity of the model to the state of information security.

**Keywords:** GIS, spatial dataset, test dataset, model, designing, information ensuring

## УДК 621.391

**В. В. КОРЧИНСКИЙ**, канд.техн. наук, доц., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

### **МОДЕЛЬ ШУМОВОГО СИГНАЛА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Рассматриваются вопросы применения шумовых сигналов в современных конфиденциальных системах связи. Предложена математическая модель шумового сигнала для задачи синтеза сигнальных конструкций с заданными спектральными и автокорреляционными характеристиками.

**Ключевые слова:** шумовой, хаотический, сигнал, спектр, конфиденциальный.

#### **Введение**

В настоящее время большой интерес представляют методы передачи, в которых в качестве носителей информации используются не гармонические колебания, а шумовые сигналы. Особенность такого вида переносчика информации, как шум, объясняется новыми открывающимися перспективами по организации защиты передаваемых данных на первом уровне эталонной модели OSI. Очевидно, что такая мера необходима не только для проводного канала, но и для радиоканала, который в силу своей доступности является наиболее уязвимым для перехвата передаваемых по нему сообщений средствами несанкционированного доступа (НСД).

Не является секретом и тот факт, что на протяжении многих лет вопросы защиты конфиденциальной информации от НСД рассматривались и решались в основном на верхних уровнях модели OSI [1]. Объясняется это, с одной стороны, наличием продвинутой теоретической базой по созданию систем криптографической защиты, а, с другой стороны, благоприятствующими на тот период техническими возможностями по их реализации. Первое десятилетие нынешнего века характеризуется заметным технологическим прорывом в области создания высокопроизводительной элементной базы, что служит толчком для построения сложных вычислительных систем и средств радиотехники, а также возможности внедрения сложных видов модуляции с использованием шумовых сигналов. Однако этот же прогресс существенно увеличивает потенциал НСД к информационным ресурсам пользователей сети и перехвату передаваемых сигналов непосредственно в физическом канале связи.

Известно [4], что несущее колебание, сформированное на основе шумового сигнала, позволяет эффективно использовать распознавание сигналов по форме и называется кодовым разделением каналов (КРК). Преимуществом шумового сигнала также является возможность обеспечивать скрытность передачи на уровне физического канала [5], что особенно актуально при построении конфиденциальных систем связи многопользовательского доступа.

Одним из видов шумового сигнала являются шумоподобные сигналы [3], в которых расширение спектра передаваемой элементарной посылки осуществляется ортогональными последовательностями, например, Уолша, а в качестве переносчика могут браться сигнальные конструкции, реализованные на основе гармонического колебания (АМ, ФМ, ЧМ и т.д.).

Другим видом шумового сигнала является хаотический сигнал. Исследования хаотических сигналов были проведены в работах [2, 5] и показали перспективность их использования в качестве переносчика информации для реализации методов защиты конфиденциальной информации в физическом канале.

Таким образом, на сегодня создано большое количество методов формирования шумового сигнала, как аппаратных, так и программных, однако, отсутствует единый подход к синтезу таких сигнальных конструкций и оценке их основных параметров с помощью соответствующей математической модели.

### **Цель работы**

Целью данной статьи является разработка математической модели для задачи синтеза дискретного шумового сигнала с заданными спектральными и автокорреляционными свойствами.

### **Моделирование шумовых сигналов**

Рассмотрим характерные особенности реального шумового сигнала  $\xi(t)$  и колебаний, формируемых генератором хаоса  $x_n$ . Реальный шумовой сигнал  $\xi(t)$  представляет собой совокупность одновременно существующих электрических колебаний частоты, фазы, амплитуды, имеющие случайный характер. Спектр шумовых сигналов занимает широкую полосу частот. Если этот спектр равномерен на всех частотах от 0 до  $\infty$ , то такой сигнал называется «белым». Практически такой шум получить нельзя, но для любого устройства, полоса пропускания которого во много раз меньше спектра шумового сигнала, шум можно считать «белым». Используемая мощность шумового сигнала определяется полосой пропускания устройства, на вход которого он поступают. Если излучается управляемый шумовой сигнал длительностью  $T$ , а прием происходит с помощью согласованного фильтра или корреляционной схемы, то и на выходе коррелятора при совпадении по времени принимаемого и опорного сигналов ( $\tau = 0$ ) к концу существования сигнала выделится энергия

$$E_{\text{шт}} = \int_0^T \xi^2(t) dt, \quad (1)$$

Предположим, что эта энергия также является случайной величиной со средним значением  $E_0$  и дисперсией  $\sigma^2$ . Флуктуацию энергии переносчика можно рассматривать как помеху, искажающую сигнал. Вопрос о флуктуациях энергии «белого» шума был достаточно хорошо исследован [4]. Если шум ограничен полосой  $\Delta f_{\text{ш}}$  и при большой его базе, то относительное среднеквадратическое отклонение величины  $E_{\text{шт}}$  равно

$$\frac{\sigma^2}{E_0} \approx \frac{1}{\Delta f_{\text{ш}} T}. \quad (2)$$

Для того чтобы уменьшить искажение информации, которая переносится шумом, целесообразно применять сигналы с большей базой и усреднять результаты измерений энергии шума за время, в несколько раз превышающее время корреляции  $\tau_{\text{кор}}$  исследуемого сигнала. «Белый» шум является идеальным шумовым сигналом,

обладающий бесконечным спектром и функцией корреляции в виде дельта-функции. Реализовать на практике «белый» шум невозможно, так как для его генерации и обработки требуется аппаратура с неограниченной полосой пропускания, поэтому в реальных системах используется шум с ограниченной полосой  $\Delta f_{ш}$ . При чисто шумовом сигнале с ограниченной базой сложно обеспечить в каждой реализации постоянство уровня боковых лепестков функции неопределенности на всей плоскости  $\tau$ ,  $F_d$  [4]. Также вызывают затруднения в обеспечении стабильной работы передатчика в условиях, когда непрерывно меняется его мощность передачи. По этой причине целесообразно использовать заранее отобранные «хорошие» реализации шумоподобных сигналов. Очевидно, что такие реализации могут быть сформированы на основе программных генераторов шума, например, на основе динамического хаоса.

Под динамическим хаосом [2] будем понимать некоторое нерегулярное, апериодическое изменение состояния (движение) нелинейной динамической системы, обладающее основными свойствами случайного процесса. Для формирования реализаций хаотического сигнала в системах связи можно использовать как аппаратный [6], так и программный генератор [2, 5].

Программный генератор хаоса является детерминированным устройством, поэтому сформированный по определенному алгоритму сигнал, также является детерминированным. Свойства дискретных генераторов хаоса определяются видом функции отображения и значениями управляющих параметров. Генерировать хаотическое колебание  $x_n$  можно в соответствии с некоторым разностным уравнением

$$x_{n+1} = f(x_0; x_n; a) \quad (3)$$

где  $f(\cdot)$  – нелинейная функция отображения;  $a$  – управляющий параметр,  $x_0, x_n, x_{n+1}$  – начальное, текущее и последующее значения соответственно.

Например, дискретные значения хаотической последовательности можно реализовать на основе логистического отображения

$$x_{n+1} = ax_n(1 - x_n), \quad (4)$$

где  $a=3,9$  – управляющий параметр,  $x_n$  – начальное значение хаотической последовательности.

В таком генераторе малейшее изменение его начальных параметров приводит к существенному изменению формы генерируемого колебания, что имеет практический интерес для формирования различных траекторий хаотического процесса. Хаотический сигнал  $x_{xc}(t)$  (рис. 1) обладает всеми свойствами шумового сигнала [8]: непериодичностью траекторий во времени; быстро спадающей автокорреляционной функцией  $r_{xc}(m)$  (рис. 2 б); сплошным непрерывным спектром мощности  $S_k$  (рис. 3 б). Данные свойства хаотического сигнала, используемого в качестве переносчика информации, позволяют решать задачи по маскировке сообщений, т.е. обеспечивать скрытность и конфиденциальность передачи. Использование программного генератора хаоса обеспечивает возможность: выбора реализаций сигнала с требуемыми качественными показателями; многократного воспроизведения одних и тех же реализаций.

Рассмотрим математическую модель шумового сигнала, сконцентрированного в полосе  $\Delta f_{ш}$ , на основе синусоидального колебания, модулированного по амплитуде,

частоте или фазе низкочастотным шумом. Тогда шум с полосой  $\Delta f_{ш} \ll \Delta f_0$  можно представить в виде шумоподобного сигнала

$$u_{ш_1}(t) = U_{ш}(t) \cos[2\pi f_0 t - \varphi_{ш}(t)], \quad (5)$$

где амплитуда  $U_{ш}(t)$  и фаза  $\varphi_{ш}(t)$  – взаимонезависимые случайные функции, медленно изменяющиеся по сравнению с  $\cos 2\pi f_0 t$ ;  $f_0$  – центральная частота спектра шума.

Воспользуемся выражением (5) и методом имитационного моделирования, сформируем шумовую последовательность  $u_{ш_1}(t)$ . Для сравнения на рис. 1 приведены сигнальные конструкции, полученные различными методами:

- 1)  $x_{xc}(t)$  – хаотический сигнал (4);
- 2)  $u_{ш_1}(t)$  – шумовой сигнал (5).

Как видно из рис. 1 определить визуально метод формирования шумового сигнала  $x_{xc}(t)$  или  $u_{ш_1}(t)$  не представляется возможным. Сравним автокорреляционные функции этих сигналов и их спектры.

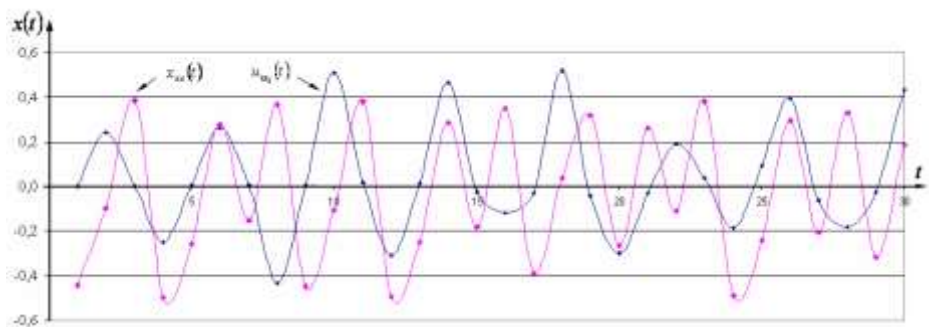


Рис. 1 – Шумовые последовательности  $x_{xc}(t)$  и  $u_{ш_1}(t)$ , сформированные методом имитационного моделирования и генератором хаоса (4)

Автокорреляционную функцию таких сигналов можно получить по формуле:

$$R(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1-m} z_n \times z_{n+m}, \quad (6)$$

где  $m$  – временной сдвиг при единичном временном интервале;  $\overline{z_n}$  – реализации сигналов  $u_{ш_1}(t)$  и  $x_{xc}(t)$ . С учетом (6) найдем нормированную автокорреляционную функцию (АКФ)

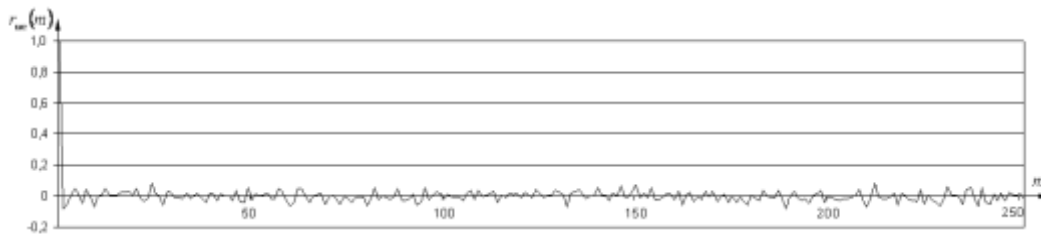
$$r(m) = \frac{R(m)}{R(0)}, \quad (7)$$

Для сигналов  $x_{xc}(t)$  и  $u_{ш_1}(t)$  на рис. 2 (а) и 2 (б) приведены графики нормированной АКФ, где видно, что АКФ сигналов  $x_{xc}(t)$  и  $u_{ш_1}(t)$  является непериодической и стремится к нулю за достаточно малый промежуток времени.

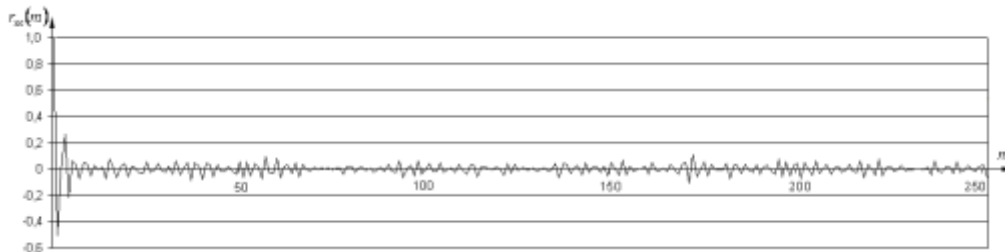
Чтобы более полно судить о свойствах сигналов  $x_{xc}(t)$  и  $u_{ш_1}(t)$  рассмотрим распределение энергии по частотам. Односторонний спектр мощности определим по формуле [4]

$$S(k) = \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} z_n \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right]^2 + \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} z_n \sin\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right]^2, \quad (8)$$

где  $k$  – аналог частоты  $f$ , представленный на рис. 3 (а) и 3 (б) для сигналов  $x_{xc}(t)$  и  $u_{ш_1}(t)$  соответственно.



а



б

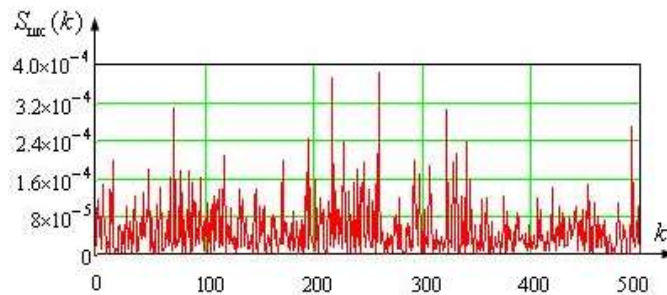
Рис. 2 - Нормированная автокорреляционная функция шумового сигнала  $r_{ш}(m)$  (а) и хаотического сигнала  $r_{х}(m)$  (б) для длины реализации 1000

Анализ АКФ и спектра хаотического сигнала  $x_{х}(t)$  (рис. 3, б) показывает его принадлежность к шумовому сигналу гауссова типа. Полученный спектр синтезированного шумового сигнала  $u_{ш}(t)$  (рис. 3, а) является сплошным, непрерывным, а спектральная плотность мощности его распределена по всему частотному диапазону, что свидетельствует о его лучших маскировочных свойствах в канале по сравнению с сигналом  $x_{х}(t)$

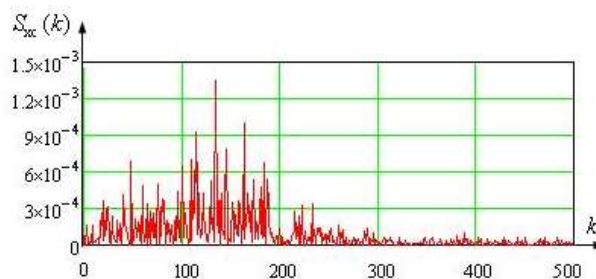
### Вывод

В работе предложена математическая модель шумового сигнала для задачи синтеза сигнальных конструкций с заданными спектральными и автокорреляционными характеристиками. Требуемые характеристики формируемой шумовой реализации обеспечиваются за счет варьирования во времени параметров гармонического колебания. Изменение амплитуды, частоты и фазы производится в соответствии с задаваемым законом распределения выборки случайных или псевдослучайных чисел.

**Список литературы:** 1. Шаньгин А.И. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей / А. И. Шаньгин. – М.: ИД «Форум»: ИФРА-М, 2008. – 416 с. 2. Залогин, Н. Н. Широкополосные хаотические сигналы в радиотехнических и информационных системах / Н. Н.



а



б

Рис. 3 - Односторонний спектр шумового сигнала  $S_{ш}(k)$  (а) и хаотического сигнала  $S_{х}(k)$  (б) для длины реализации 1000

Залогин, В. В. Кислов. – М.: Радиотехника, 2006. – 208 с. 3. *Ипатов, В. П.* Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / В. П. Ипатов. – М.: Техносфера, 2007. – 487 с. 4. *Свистов, В. М.* Радиолокационные сигналы и их обработка / В. М. Свистов. М.: Сов. Радио, 1977. – 448 с. 5. *Захарченко, Н. В.* Многопользовательский доступ в системах передачи с хаотическими сигналами / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 5/9(53). – С. 26–29. 6. Генераторы хаотических колебаний / Б. И. Шахтарин, П. И. Кобылкина, Ю. А. Сидоркина и др. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 248 с.

Надійшла до редколегії 20.02.2013

УДК 621.391

**Модель шумового сигнала для передачи конфиденциальной информации / В. В. Корчинский** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 11 (985). – С. 89-94. – Бібліогр.: 6 назв.

Розглядаються питання застосування шумових сигналів в сучасних конфіденційних системах зв'язку. Запропоновано математичну модель шумового сигналу для задачі синтезу сигнальних конструкцій з заданими спектральними та автокореляційними характеристиками.

**Ключові слова:** шумовий, хаотичний, сигнал, спектр, конфіденційний.

The issues of application of noise signals in modern confidential communications systems is considered. The mathematical model of the noise signal for the problem of synthesis signaling constructions with predetermined spectral and autocorrelation characteristics is proposed.

**Keywords:** noisy, chaotic, the signal, spectrum, confidential.

УДК 681.32

**В. О. ГАЄВСЬКА**, канд. техн. наук, доц., ХНУБА, Харків;

**В. А. ШУР**, канд. техн. наук, с. н. с., ХНУБА, Харків;

**А. Ю. КАБИШ**, аспірант, ХНУБА, Харків

## **УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА ПИТНОЇ ВОДИ З ПІДЗЕМНИХ ДЖЕРЕЛ**

Розглянута проблема управління унікальними проектами створення систем виробництва нефасованої питної води з підземних джерел в складі конкретних проектів в межах керованої організаційно-технічної системи «Управління будівельними проектами в сфері постачання населенню нефасованої питної води з підземних джерел» (УБП ПВ).

**Ключові слова:** Поверхневі води, підземні води, водопостачання, проблема, будівельний проект, система, виробництво, реалізація.

**Постановка проблеми.** Дефіцит та низька якість питної води в Україні є однією з головних загроз здоров'ю населення. Поширюються захворювання від її споживання. Вона є чинником виникнення й ускладнення більш 70 % хвороб, особливо онкологічних[1-7].

Поверхневі води забезпечують 95 % всієї потреби питної води, підземні – 5 % [1-3]. Підземні води більш захищені від забруднення.

Понад 80 % населення України забезпечується централізовано питною водою з поверхневих вод, яка в більшості регіонів країни не відповідає санітарно-гігієнічним та екологічним вимогам: нешкідливість хімічного складу, безпечність у епідемічному відношенні, сприятливі органолептичні властивості та радіаційна безпечність [1-2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** Загальна проблема забезпечення

© В. О. ГАЄВСЬКА, В. А. ШУР, А. Ю. КАБИШ, 2013