

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Строцев А.А., Сеницын С.В., Шухардин О.Н., Оганесян А.Л.* Применение смешанного расширения матричных игр "неклассического" типа в задачах определения технического состояния сложных систем. Радиоэлектроника. Известия ВУЗов. –Т. 50.– 2007. –№10. – С 42–50.
2. *Оуэн Г.* Теория игр: изд. 3-е. – М.: Изд-во ЛКИ, 2000. – 216 с.

УДК 621.396.93

**А.В. Алексеенко, И.С. Жуков****МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ,  
ПЕРЕДАВАЕМЫХ В РАДИОКАНАЛАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ,  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ**

В настоящее время вопрос качественного управления и своевременного получения достоверной информации по радиоканалам спутниковой связи получил очень широкое распространение, как в военном деле, так и в гражданских отраслях, причем четко прослеживается тенденция развития космических технологий и освоения глубин космического пространства. Одними из важнейших характеристик радиосистем спутниковой связи являются качество связи и достоверный прием переданной информации. Дальнейшее совершенствование существующих и вновь разрабатываемых систем радиосвязи с целью улучшения этих характеристик является актуальной научно-практической задачей [1].

Проведенный анализ существующих подходов к повышению качества радиосвязи показал недостаточно эффективную работу аппаратуры по идентификации дискретных сигналов в сложных условиях [1,4]. Например, при ведении боевых действий, высокой помеховой обстановке или при передаче информации, когда спутник-ретранслятор выходит на границу невидимости и повторная передача данного сообщения невозможна. Одним из способов решения данной проблемы является применение интеллектуализированных систем, в качестве которых предлагается использовать нейронные сети, широко применяемые сегодня в области распознавания образов. В предлагаемой методике для идентификации дискретных сигналов, передаваемых по радиоканалам спутниковой связи, совместно используются нейронные сети, построенные на алгоритме обратного распространения ошибки, и сети, построенные на алгоритмах прямого распространения ошибки - сети Хэмминга. Для упрощения дальнейших рассуждений далее по тексту нейронная сеть, построенная на алгоритме обратного распространения ошибки – сеть №1, а нейронная сеть, построенная на алгоритме встречного распространения ошибки (сеть Хэмминга) – сеть №2.

Структурная схема радиосистемы передачи дискретной информации с использованием нейросетевых алгоритмов идентификации представлена на рис.1.

На представленной схеме устройство идентификации дискретных сигналов работает параллельно с существующей радиосистемой передачи дискретной информации.

Реализация устройства идентификации может быть выполнена двумя способами:

- программно, когда выполняется эмуляция нейронных сетей на ПЭВМ с использованием объектно-ориентированного программирования;
- аппаратно на основе нейропроцессоров.

Отметим, что первый вариант реализации (программно) наиболее прост, и авторами разработан программный прототип устройства, на основе которого и проведена практическая составляющая исследования.

Задачей устройства идентификации является идентификация искаженных или зашумленных дискретных радиосигналов, переданных по радиоканалу спутниковой связи, в условиях повышенной помеховой обстановки или при ведении боевых действий, когда возникает ситуация невозможности повторной передачи кодовой посылки по радиоканалу и отсутствуют другие способы получения данной информации.

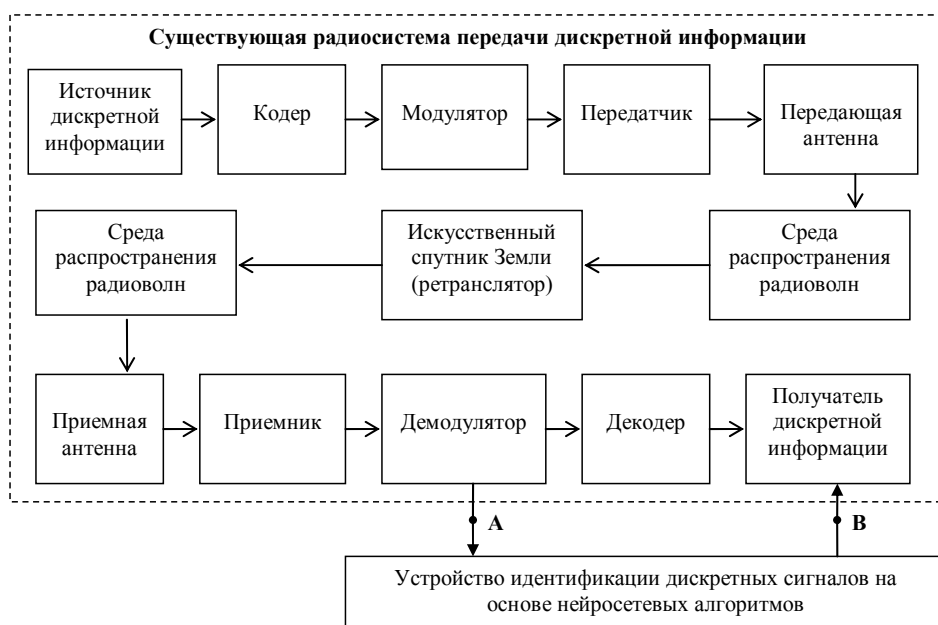


Рис.1. Структурная схема радиосистемы передачи дискретной информации с использованием нейросетевых алгоритмов

В связи с ограниченным объемом статьи рассмотреть методику идентификации дискретных сигналов, передаваемых по радиоканалам спутниковой связи, с использованием нейросетевых алгоритмов целиком не представляется возможным. В упрощенном виде методика выглядит следующим образом.

Кодовая посылка, состоящая из  $n$  разрядов с демодулятора (точка А на рис.1), поступает на вход нейронной сети №1. Нейронная сеть №1, функционирует по известному алгоритму обратного распространения ошибки [2,3]. На выходе нейронной сети №1 формируется сообщение, определяющее степень принадлежности искаженного (зашумленного) входного кодового сообщения к тому или иному эталонному значению.

Параллельно, с поступлением дискретного сигнала на нейронную сеть №1, он поступает на нейронную сеть №2 [2,3], которая восстанавливает по искаженному (зашумленному) образу ближайший к нему эталонный сигнал. Сеть №2 выбирает эталон с минимальным хэмминговым расстоянием от предъявленного входного вектора путем активизации одного выхода сети (нейрона выходного слоя), соответствующего этому эталону. При этом, здесь и далее, под хэмминговым рас-

стоянием понимается мера сходства или, вернее, различия, первоначально введенная для бинарных функций в диадном пространстве.

В случае если необходимо определить эталон, ближайший к предъявленному входному вектору на основе хэммингова расстояния при идентификации дискретных сигналов, часто возникают проблемы, связанные с различием длин или с ограничениями на длину последовательностей или количество компонентов в наборах. В связи с этим для формирования дискретных кодовых сообщений, передаваемых по радиоканалам спутниковой связи, воспользуемся следующим утверждением 1.

Утверждение 1.

Если разрядность передаваемой кодовой посылки ( $N$ ) кратно 8, количество единиц ( $k$ ) в кодовой посылке кратно 2 и равняется  $k=N/2^i$ , то максимальное количество кодовых посылок ( $K_{max}$ ) с заданным хэмминговым расстоянием ( $\rho \geq N/2^i$ ) определяется по следующей формуле (1):

$$K_{\max_i} = K_0 \cdot 3^{i-1} + (3^{i-1} - 1), \quad (1)$$

где  $K_0$  – константа, одинаковая для всех кодовых посылок равная 12, при выполнении следующих условий: кратности кодовой посылки 8, количеству единиц равной  $N/2$ , и хэмминговым расстоянием  $\rho \geq N/2$ ;  $i$  – величина, равная  $\log_2(N/k)$ .

К примеру, если разрядность кодовой посылки ( $N$ ) равняется 16, количество единиц ( $k$ ) равняется 8,  $i = \log_2(N/k) = 1$  и хэммингово расстояние  $\rho \geq 8$ , где  $\rho=8$  – минимальное из максимальных значений хэммингово расстояние при заданных условиях, то максимальное количество эталонных значений ( $K_{max}$ ) равно 12.

В противном случае, если кратность кодовой посылки не равна 8, а равна любому другому значению, то экспериментально определено, что минимальное из максимальных хэммингово расстояние резко уменьшается при том же количестве эталонных образов.

Опираясь на утверждение 1, авторы в методике при формировании кодовой посылки, передаваемой в радиоканалах спутниковой связи, использовали кодовые посылки с разрядностью кратной 8, а количество единиц в кодовой посылке, кратное 2.

Идентифицированный сигнал на выходе устройства (точка В на рис.1) анализируется и регистрируется, после чего распознанный образ, соответствующий данному сигналу в формализованном виде, поступает лицу, принимающему решение.

Предлагаемое использование сети №1 и сети №2 в методике идентификации дискретных сигналов, передаваемых по радиоканалам спутниковой связи, увеличивает возможность идентификации зашумленных (искаженных) дискретных сигналов. Так проведенный авторами численный эксперимент показал, что методика идентификации дискретных сигналов, передаваемых по радиоканалам спутниковой связи с использованием нейросетевых алгоритмов, позволяет с вероятностью не ниже 0,9 идентифицировать дискретные сигналы с уровнем шума до 30% сигнала. Применяемые в системах спутниковой связи методы и способы идентификации дискретных сигналов не позволяют достигнуть таких результатов. Это позволяет авторам утверждать, что практическое применение разработанной методики в системах спутниковой связи является актуальным на сегодняшний день и позволит существенно повысить эффективность работы системы в целом.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бородич С.В.* ЭМС наземных и космических радиослужб. – Москва: Радио и связь, 1990.
2. *Круглов В.В., Борисов В.В., Харитонов Е.В.* Нейронные сети: конфигурации, обучение, применение. – Смоленск: Изд-во Моск. энерг. ин-та, филиал в г.Смоленске, 1998.
3. *Muller B., Reinhardt J.* Neural Networks. An introduction. – Berlin: Springer-Verlag, 1991.
4. *Тепляков И.М., Калашиников И.Д., Роцин Б.В.* Радиолинии космических систем передачи информации. – Москва: Советское радио, 1975.

УДК 681.53

**Е.Ф. Стукалина, Н.С. Марков, К.С. Масленников**

### **СПЕЦИФИКА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РКІ**

Внедрение РКІ представляет собой сложный и трудоемкий процесс. От его правильной организации, в конечном итоге, зависит эффективность функционирования инфраструктуры безопасности информационной системы, равно как и самой информационной системы в целом.

РКІ-решение, как правило, внедряется в уже существующую IT-инфраструктуру с определенными механизмами взаимодействия компонент.

Специфика предлагаемого проекта внедрения технологии РКІ заключается в модернизации уже существующей доменной архитектуры рассматриваемого подразделения Ижевского государственного технического университета – кафедры «Системы и технологии информационной безопасности».

Действующий вариант построения сети и доверительных отношений между ее хостами затрудняет полный переход на новый организационный уровень. Причиной являются следующие факторы:

- внедрение технологии «активной директории» (Active Directory) на существующую доменную структуру возможно; следует учесть, что при этом будет не полностью реализована политика безопасности контроллера домена (Domain Security Policy) требуемого уровня, так как последовательность построения новой системы в целом нарушена; это во многом определяет корректность работы служб центра сертификации;
- ряд сетевого программного обеспечения, функционирующего в уже существующей иерархии и использующего жесткую регламентацию разделения прав доступа пользователей к предоставленным ресурсам (например, Microsoft Internet Information Security), может перестать корректно выполнять возложенные функции в связи с реорганизацией системы распределения доступа учетным записям к сетевым и локальным ресурсам и изменением политики безопасности, как контроллера домена, так и самого выделенного сервера.

Для более детальной отработки процедуры миграции на принципиально новый уровень иерархии построения сети и доверительных отношений между хостами предложен вариант введения в опытную эксплуатацию проекта, используя программное обеспечение VMware Workstation 6.0.2 (Build 59824), позволяющее строить модели виртуальных машин и сетей. Данное решение позволит детально проанализировать процесс миграции, определить минимальные требования для реализации наиболее полного решения перехода к технологии РКІ.

На сегодняшний день стоит учитывать тот факт, что опытная эксплуатация во многом будет предопределена в основном учебным процессом и лишь отчасти будет обеспечивать информационную безопасность кафедры «Системы и технологии информационной безопасности». Для обеспечения полнофункциона-