

*Розглядаються особливості моделювання процесу взаємодії вузлів систем радіочастотної ідентифікації з кодовим розділенням*

*Ключові слова: радіочастотна ідентифікація, кодове розділення*

*Рассматриваются особенности моделирования процесса взаимодействия узлов систем радиочастотной идентификации с кодовым разделением*

*Ключевые слова: радиочастотная идентификация, кодовое разделение*

*Article addresses specifics of modeling the interaction process between blocks of the radio frequency identification system with code division*

*Key words: radio frequency identification, code division*

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЗЛОВ СИСТЕМЫ FRID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CDMA

**И. В. Филиппенко**

Кафедра автоматизация проектирования  
вычислительной техники  
Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники  
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166

## 1. Введение

На сегодняшний день глобальная информатизация, как новая методология оптимизации и организации оптимальных потоков, их обработки глобальными коммуникационными инфраструктурами обусловила необходимость развития нового вида идентификационных технологий – радиочастотной идентификации RFID.

RFID - технология автоматического бесконтактного дистанционного обнаружения, распознавания и оперативного сопровождения, пространственно распределенных объектов быстро заменяет штрих-коды.

Система RFID состоит из трех главных компонентов: метки, считывателя и канала связи. Метка имеет свой уникальный номер, который и должен быть идентифицирован по беспроводному каналу связи ридером и передаваться для обработки дальше. Одной из главных задач при проектировании таких систем является проблема коллизий, так как при считывании информации множество сигналов от разных меток могут одновременно поступать на входную антенну ридера, и считывание информации становится невозможным.

## 2. Постановка задачи

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости использования технологии беспроводного широкополосного доступа или Code Division Multiple Ac-

cess – множественный доступ с кодовым разделением, основанный на методе расширения спектра.

Отличительными чертами этой технологии являются возможность повторного использования спектра, помехоустойчивость, структурная скрытность, энергетическая скрытность, ослабление влияния многолучевого распространения.

Возможность повторного использования спектра дает возможность одновременного опроса неограниченного количества меток сразу с разрешением ситуации коллизии. А этот фактор оказывает большое влияние на время считывания, что в данном случае является преимуществом.

При использовании технологии CDMA задача защиты информации решается расширением спектра исходного информационного сигнала по закону, известному только самой системе. Это приводит к сложности обнаружения самого факта передачи информации вследствие очень низкой спектральной плотности излучаемого сигнала, и обеспечивает высокий уровень скрытности. Кроме того, даже в случае обнаружения присутствия сигнала в канале, выделение из него полезной информации без знания способа расширения спектра превращается в практически неразрешимую задачу.

Кроме того, появляется возможность отказаться от задачи побитового арбитража. То есть, если в выше рассмотренном случае для того, чтобы выбрать одну метку понадобилось передавать достаточно большой объем данных и совершить несколько итераций, то по-

средством выбора закона расширения спектра появляется возможность сразу выбрать необходимую метку и считывать необходимую информацию без передачи серийного номера.

Также важной для современных беспроводных информационных систем является проблема электромагнитной совместимости. То есть подразумевается бесконфликтное сосуществование различных систем в эфире, несмотря на то, что каждая из них принимает не только свой собственный сигнал, но и сигналы соседних систем. Понятно, что полностью исключить взаимные влияния систем друг на друга невозможно в принципе. Широкополосные системы передачи информации же незначительно увеличивают электромагнитную нагрузку на единичную полосу частот, что делает возможным повторное использование одного и того же участка спектра. С позиции приемной системы любой сигнал, пришедший от сторонней излучающей системы, может трактоваться как узкополосная или широкополосная помеха. А так как широкополосный сигнал очень незначительно увеличивает электромагнитную нагрузку, то эта технология оказывается одним из действенных средств обеспечения электромагнитной совместимости.

Однородность сигнала и полное использование рабочей полосы частот, с увеличением скорости передачи данных, уменьшение мощности, передаваемой от метки, без снижения качества передачи информации, а также невозможность идентифицировать сигнал без знания псевдослучайной последовательности может

обеспечить эффективное кодовое разделение большого количества одновременно активных меток.

Эффективным инструментом для проведения натурных испытаний и численного моделирования является пакет Matlab, содержащий целый набор моделей систем с расширением спектра. Однако данный пакет не является универсальным и потому не может быть применен непосредственно для моделирования систем RFID.

### 3. Имитационное моделирование процесса взаимодействия

В данной статье предложен алгоритм разрешения проблем коллизии с использованием технологии CDMA, на основе которого была разработана имитационная модель реализованная в пакете Matlab системы визуального моделирования Simulink.

Имитационная модель (рис. 1), включает в себя множество меток, ридер, состоящий из множества корреляторов, и модель канала связи между ридером и метками. В данной модели параметры канала связи, кодирующие последовательности могут быть скорректированы для проверки работы системы в различных условиях. Так же может быть увеличено число как меток, так и число декодирующих устройств. Для анализа поведения модели в сложных шумовых условиях может быть включен дополнительный блок имитирующий источник помех в эфире.

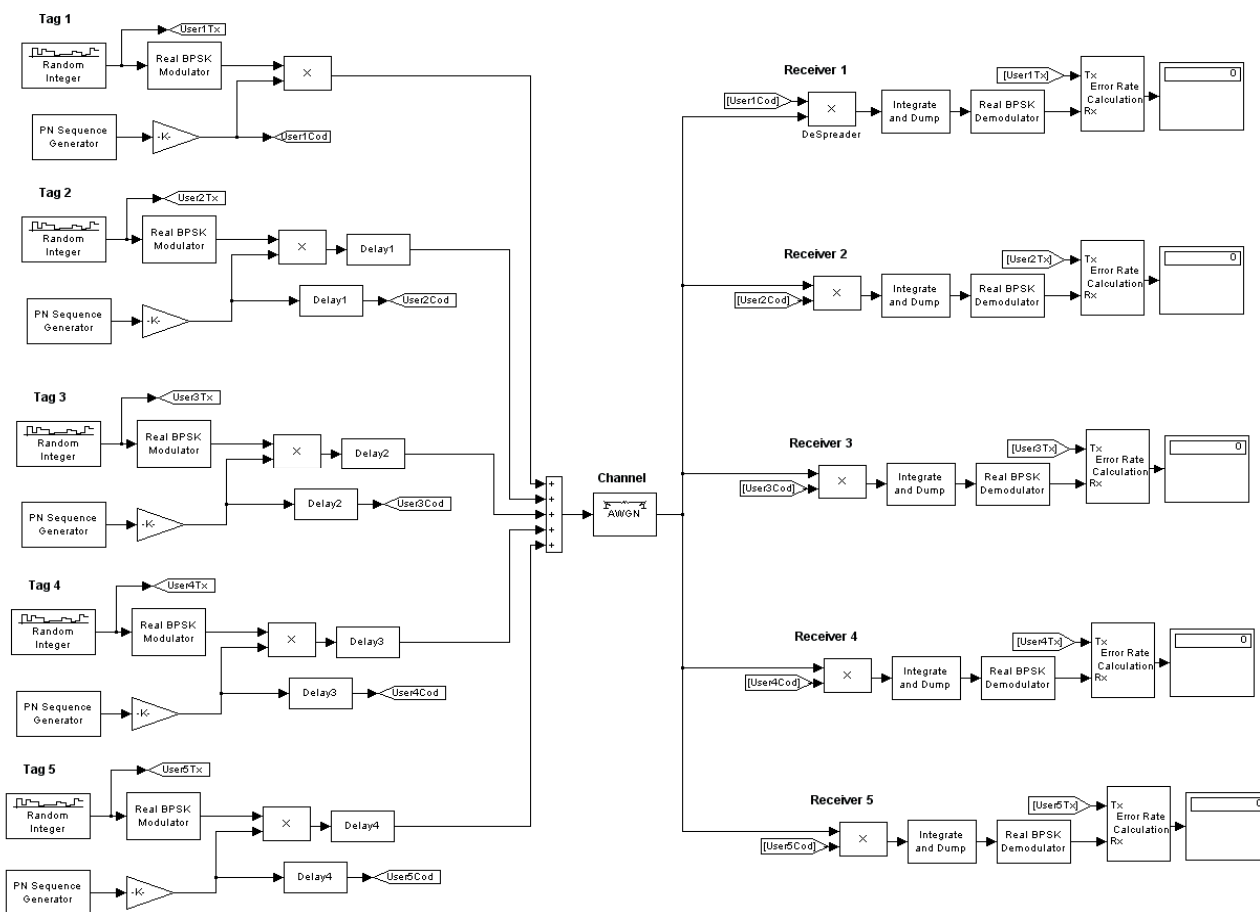


Рис.1. Модель системы

Предложенная имитационная модель работает следующим образом. Низкочастотный информационный сигнал в метке кодируется псевдослучайной последовательностью (рис. 2).

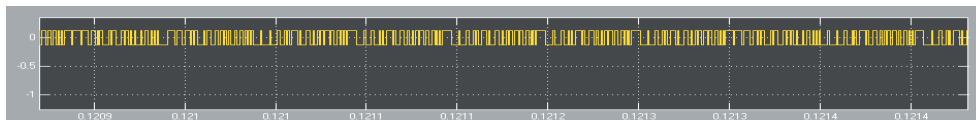


Рис. 2. Информационный сигнал, закодированный псевдослучайной последовательностью

Очень важен вопрос формирования ансамбля оптимальных кодовых последовательностей. Необходимо выбирать такие кодовые последовательности, у которых взаимная корреляционная и автокорреляционная функции будут минимальны. Причем для решения задачи асинхронного приема важны только корреляционные свойства сигнала, а не их форма.

Наилучшим семейством кодовых последовательностей будет то, при использовании которого обеспечивается наименьший уровень взаимных помех. Сложность синтеза асинхронного ансамбля заключается в необходимости различения каждой последовательности со всеми сдвинутыми по времени копиями других последовательностей. Если никаких ограничений на диапазон задержек нет, то любая кодовая последовательность может присутствовать в виде любой из своих  $N$  циклически сдвинутых копий и являться потенциальным источником помех в корреляторе.

Затем полученный сигнал поступает в канал связи со случайной задержкой времени ответа. Имитацию случайной задержки появления сигнала на выходе передатчика в Matlab Simulink можно осуществить двумя равноценными с точки зрения результата способами:

1. Задержать начало процесса ответа;
2. Задержать уже сформированный сигнал.

С точки зрения аппаратной реализации данной модели проще осуществить задержку времени начала ответа. С точки зрения моделирования в Matlab Simulink проще задержать полностью сформированный сигнал. В обоих случаях результат одинаков – сигнал

на выходе антенны передатчика появляется со случайной задержкой. У каждой метки блок задержки сформированного сигнала свой, время задержки для ответа каждой метки задаются с разными параметрами. Первая метка передает свои данные в канал связи без задержек.

В канале связи сигналы передаваемые от всех меток складываются (рис. 3), также добавляется шум эфира, который в имитационной модели задается с помощью генератора белого шума (его мощность можно изменять, имитируя различную шумовую обстановку).

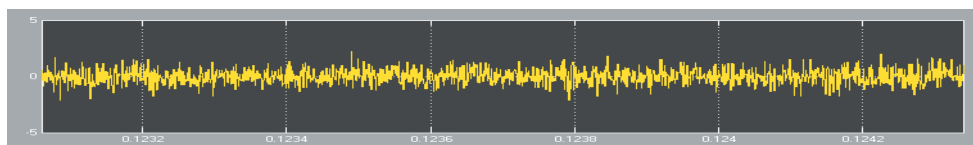


Рис. 3. Сигнал в канале связи

На приемной стороне происходит синхронизация последовательности генератора местного ПСП с расширяющей последовательностью принятого сигнала, после чего сигнал подается на устройство, осуществляющее свертку. Число битовых ошибок подсчитывается с помощью блока Error Rate Calculation. Восстановленный сигнал приведен на рис. 4.

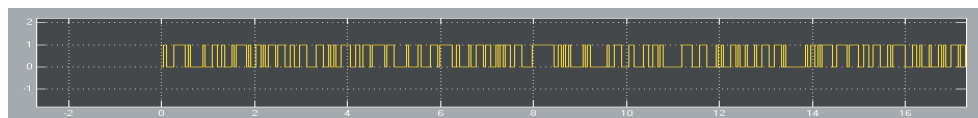


Рис. 4. Восстановленный информационный сигнал

#### 4. Выводы

Результаты моделирования показывают, что предложенная имитационная модель RFID использующая метод CDMA является эффективным методом решения проблемы коллизий и может быть реализована в аппаратном виде. Модель обеспечивает анализ во временной области. Настраиваемые модули позволяют осуществить анализ работы системы при различных условиях.

Также эта имитационная модель может быть использована для любого числа меток использующих кодирование информации с помощью псевдослучайной последовательности.

#### Литература

1. D.Shih, P.L. Sun, D.C. Yenand, S.M. Huang, Taxonomy and Survey of RFID Anti-collision protocols, Computer and Communications, Vol. 29, pp. 2150- 2166, 2006.
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ - М.: Радио и связь, 2000. – 800с.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-ое издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104с.
4. Goswami C. S, 1984: " Linear codes for spread spectrum communications" Msc Thesis, University of Manchester.