

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Бонцевич
Ирина Александровна

Антиколлизийные процедуры в системах радиочастотной идентификации

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 81 03 – Информационные радиотехнологии

(подпись магистранта)

Научный руководитель
Козел Виктор Михайлович
к.т.н., доцент

(подпись научного руководителя)

Минск 2016

Главной задачей при проектировании систем радиочастотной идентификации (RFID) является проблема наиболее быстрого и безошибочного считывания информации с транспондеров. При этом необходимо учитывать возможность возникновения коллизий и принимать меры по их устранению. Целью диссертации является систематизация антиколлизионных процедур в системах радиочастотной идентификации для разработки дополнительных способов решения проблемы коллизий.

В системе опроса пассивной метки сигнал от ридера активирует метку, после чего получает ответ. В данной системе, использующей индуктивную связь, одновременно опрашиваться несколько тегов не могут.

В системе с активными метками сигнал от ридера одновременно активизирует множество меток и также «одновременно» получает от них ответ. Когда в такой системе в рабочей зоне ридера находится одна метка, считывание информации проходит, как правило, безошибочно. Однако, когда в поле ридера попадает несколько меток, возникает ситуация коллизии, что влечет за собой проблему правильной идентификации каждой отдельно взятой метки и безошибочного считывания информации с нее. По мере увеличения количества меток в поле ридера вероятность одновременного безошибочного считывания уменьшается. Соответственно с возрастанием количества меток в поле ридера возрастает вероятность ситуаций коллизии и как следствие – неправильное чтение информации.

Задача безошибочного получения информации, передаваемой с метки, является первостепенной. Поэтому возникает необходимость решения антиколлизионных задач.

Антиколлизионные алгоритмы, используемые в системах RFID, сходны со способами разрешения конфликтных ситуаций множественного коммуникационного доступа и различными сетевыми протоколами. Реализация этих алгоритмов ограничена множеством параметров, такими как объемом памяти на метке, скоростью считывания информации, стоимостными критериями оценки системы в целом и т.д.

На сегодняшний день существует большое разнообразие антиколлизионных алгоритмов. Различают следующие методы мультидоступа – это пространственное, временное, частотное и кодовое разделение. Однако все эти методы накладывают определенные ограничения при разработке и эксплуатации таких систем.

Принцип действия SDMA-схемы основан на том, что сигнал, излучаемый удаленным источником, принимается разными антенными элементами решетки в разные моменты времени, что обусловлено пространственным разносом первых. Эта задержка используется для различения одного или групп пользователей, находящихся в разных областях обслуживания (покрытия). Эта схема обеспечивает возможность осуществления эффективной передачи в одной ячейке, не являющейся на одновременную передачу в другой.

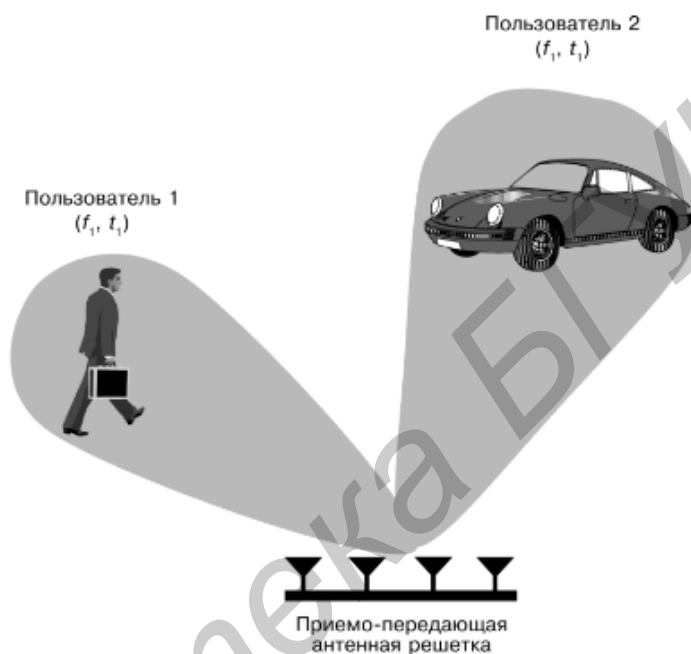


Рисунок 1 - Принцип действия множественного доступа с пространственным разделением каналов (SDMA)

Как показано на рисунке 1, фильтрация в пространственной области может обеспечить разделение спектрально и пространственно накладывающихся сигналов, поступающих от нескольких подвижных терминалов, и одновременное коллективное обслуживание на одной частоте и временном интервале в пределах одной радиоячейки. Это означает что, исключительно по средством углового разнесения на одном физическом канале в пределах одной ячейки может быть реализовано одновременное обслуживание более чем одного пользователя.

Данная технология значительно улучшает возможности подавления помех и многократного использования частоты, ведущих к увеличению пропускной способности и уменьшения стоимости их структуры.

SDMA-система является эффективным инструментом борьбы замирания сигналов, так как она обеспечивает их пространственное и угловое распознавание за счет управления коэффициентом направленного действия антенны и формирование диаграммы направленности в зависимости от направления на источник изучения полезных сигналов.

Основной проблемой пространственных методов является сложность достижения высокой точности определения дальности. Требования к точности определения дальности еще более возрастают с увеличением числа меток в зоне действия считывателя и, соответственно, уменьшением расстояния между ними. В настоящее время считается, что наилучшим является использование пространственных методов в сочетании с частотными и временными методами.

Для обеспечения уверенной беспроводной связи обычно используются частотные методы. Системы FDMA (Frequency Domain Multiple Access) используют разделение общей полосы частот на фиксированное число каналов. В системах RFID низкой стоимости такое решение не применимо, так как при этом потребуются высокостабильные генераторы и селективные полосовые фильтры.

Принцип FDMA заключается в том, что весь частотный спектр разделяется между пользователями на равные или не равные частотные полосы. Причем каналы могут быть как симметричными в обоих направлениях, так и ассиметричными. Источники информации могут использовать выделенный им частотный ресурс неограниченно по времени, но при этом не должны создавать помехи соседним каналам. Чтобы избежать переходных помех вводят специальный защитный частотный интервал между соседними каналами. Это так называемая полоса расфильтровки. Она не используется для передачи информации и поэтому снижает общую пропускную способность имеющегося канала связи.

Метод FDMA используется как в аналоговых системах связи, так и в цифровых обычно наряду вместе с другими методами множественного доступа TDMA (Time Division Multiple Access) и CDMA.

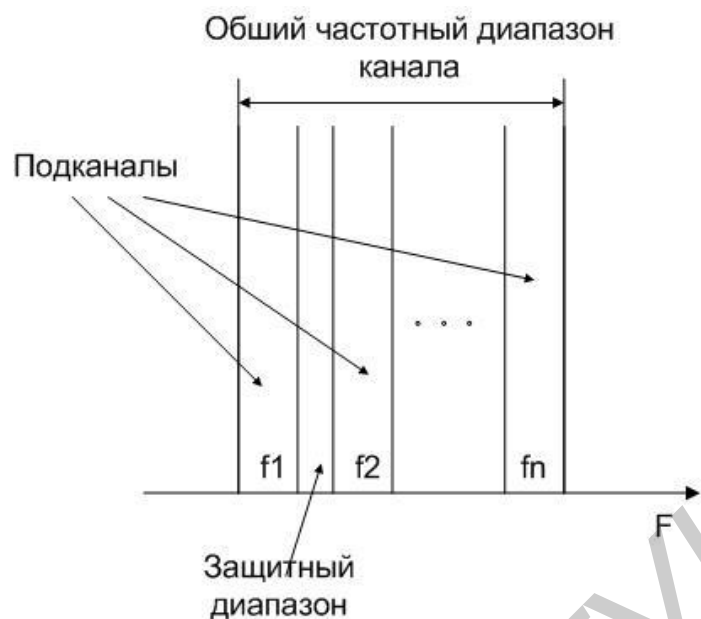


Рисунок 2 - Принцип организации FDMA.

Достоинством данного метода, является простота его реализации, а недостатками – узкополосностью информационного канала, низкая помехоустойчивость, нерациональное использование участков диапазона частот.

TDMA (Time Division Multiple Access) – множественный доступ с временным разделением. Это один из трех основных методов множественного доступа, т.е. способов разделения общего ресурса канала связи между участниками информационного обмена. Подавляющее число антиколлизийных алгоритмов в технологии RFID основано на использовании временных методов, в которых момент передачи сигнала изменяется во времени. Эти алгоритмы подразделяются на детерминистические и вероятностные.

Детерминистический алгоритм реализуется, когда считыватель генерирует запрос или команду, которая возбуждает определенную метку с уникальным идентификационным номером UID (Unique Identification Number) [5]. На основании этого номера считыватель или перебирает список известных номеров, или выполняет определенные действия по поиску бинарным способом. Переборные методы особенно эффективны, когда в зоне действия считывателя находится небольшое количество меток. При этом также требуется предварительное знание всех номеров меток.

В настоящее время наиболее широкое применение находят бинарные алгоритмы. Существуют различные варианты такого алгоритма. Некоторые из них могут быть достаточно быстродействующими, однако все же они

работают достаточно корректно, если в течение поиска в поле считывания не появляются дополнительные метки.

Вероятностные алгоритмы — это такие методы разрешения коллизий, когда метки в поле считывателя генерируют сигналы в случайные моменты времени. Существует большое число решений, когда считыватель различным образом управляет метками. Значительное число способов основывается на протоколе Aloha, предназначенном для множественного сетевого доступа. По этой схеме узел передает пакет после приема пакета. В случае возникновения коллизии узел входит в насыщение и передает пакет снова после случайной задержки.

Основной принцип TDMA заключается в том, что имеющийся ресурс разделяется между участниками информационного обмена на циклически повторяющиеся промежутки времени. Промежутки времени получили название "таймслот" (timeslot, TS). При этом абонент может использовать всю ширину пропускания канала, но только в определенные временные отрезки. В такой ситуации главное, чтобы сигналы соседних таймслотов не накладывались друг на друга. Это может быть вызвано как слишком высокой мощностью передачи, так и помехами в канале, несовершенством используемого оборудования. Чтобы избежать подобных межслотовых помех часто вводят специальный защитный временной интервал. Таким образом, если часть энергии одного передатчика просочится за пределы отведенного ему таймслота, то она будет оказывать воздействие лишь на не несущий информации защитный интервал. Введение такого интервала снижает общую пропускную способность канала связи, но необходимо для поддержания заданных характеристик качества обслуживания.

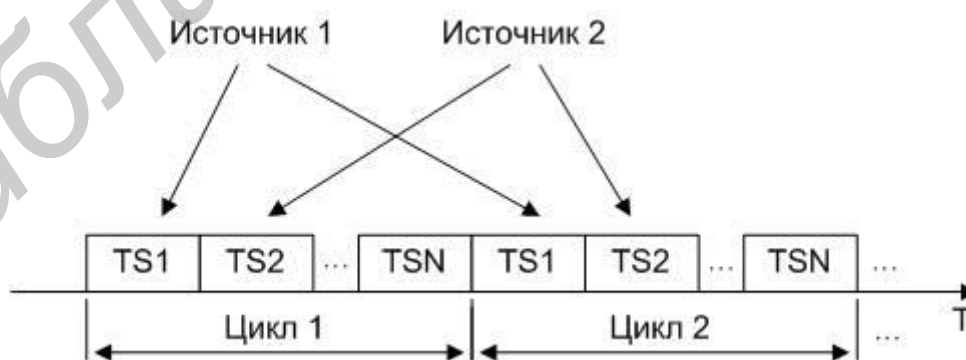


Рисунок 3 - Структура цикла TDMA

CDMA (Code Division Multiple Access) – метод множественного доступа с кодовым разделением. Этот метод отличается от двух других наиболее распространенных методов разделения каналов FDMA (Frequency

Division Multiple Access) и TDMA (Time Division Multiple Access) тем, что коды в отличие от времени и частоты не являются явным ресурсом канала связи. Несмотря на сложность реализации данный метод используется в радиосвязи уже довольно давно, т.к. обладает очень заманчивыми преимуществами, которых не имеют другие методы множественного доступа.

Принцип CDMA заключается в том, что каждому источнику информации назначается индивидуальный код, при помощи которого он кодирует передаваемое сообщение. Приемник информации также знает этот код и его задача в том, чтобы выделить закодированное сообщение нужного отправителя из всего потока других сообщений. В этом и заключается вся сложность, т.к. коды должны быть как можно меньше похожи друг на друга, даже при временном смещении сообщений. На математическом языке свойство "похожести" называется корреляцией. Таким образом, закодированные сообщения должны обладать как можно меньшей корреляцией. Этим свойством обладают ортогональные коды, взаимное скалярное произведение которых равно 0. На практике удастся получить не полностью ортогональные коды, а почти ортогональные. Это означает, что ортогональное произведение стремится к 0, но не достигает его, чего вполне достаточно для устойчивой работы системы, но, в свою очередь, накладывает определенные ограничения. В теории если бы можно было сгенерировать бесконечное число полностью ортогональных кодов, то в одном канале связи смогут одновременно работать бесконечное число абонентов. Из-за неполной ортогональности кодов сигналы различных источников могут создавать помехи друг на друга. Причем чем выше мощности сигналов, тем острее может оказаться влияние. Поэтому число одновременно работающих абонентов и максимально возможная передаваемая мощность в системе с CDMA ограничены.

Метод CDMA используется в основном в системах радиодоступа, т.к. в проводных системах его нецелесообразно использовать из-за высокой сложности и стоимости приемо-передающих устройств.

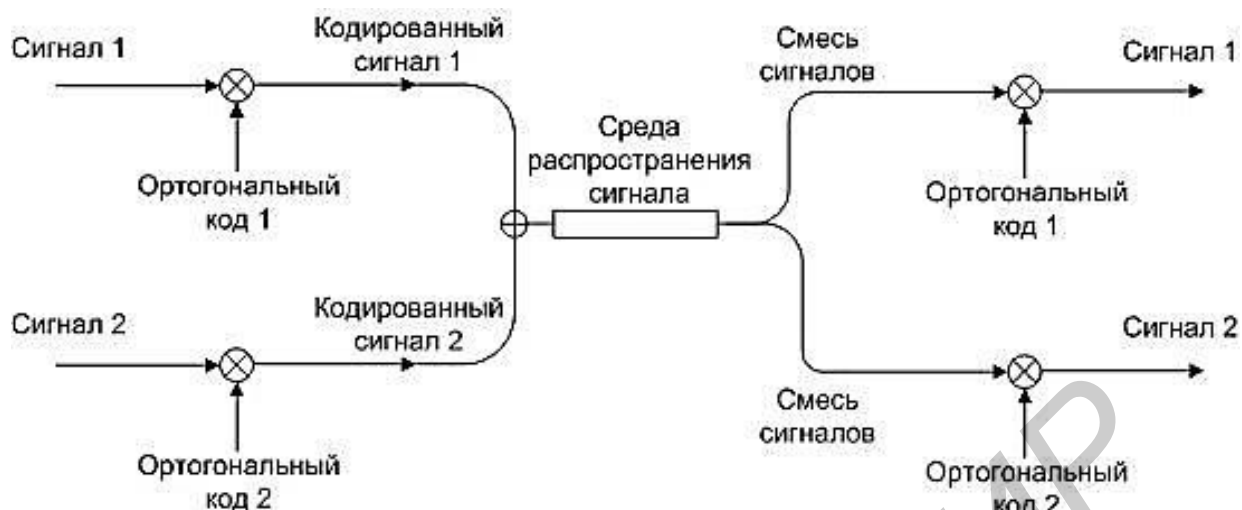


Рисунок 4 - Принцип организации CDMA

Достоинства: высокая помехозащищенность канала связи, высокоэффективное использование частотного спектра, высокая скорость передачи данных, высокая пропускная способность сети CDMA.

Недостатки: сложное системное планирование, жесткие требования к синхронизации сети CDMA и отсутствие многовариантности систем синхронизации.

Цель данной работы – произвести моделирование антиколлизийного алгоритма идентификации RFID-меток, реализованный во временной области с использованием привязки идентифицированных меток к свободным каналам считывания, и, если необходимо, записи данных в транспондеры.

Суть метода: после приема меткой стартовой команды считывателя, метка однократно случайным образом генерирует текущий временный идентификационный номер, заданный генератором случайных положительных целых чисел (ГСЦЧ) из диапазона $[0, 256]$. Метка, после присвоения номера, определяет при помощи ГСЦЧ случайное время задержки ответа ридеру. «Левый» и «правый» пределы ГСЦЧ определяются на этапе проектирования системы идентификации меток. Номер метки и задержка активации ответа задаются двумя независимыми друг от друга ГСЦЧ со своими диапазонами значений случайных чисел и однократно задаваемыми случайными числами, используемые для инициализации генераторов случайных чисел.

На первом этапе идентифицируются номера RFID-меток, сгенерированные ГСЦЧ. По мере идентификации номеров меток им выделяются свободные каналы связи для считывания и, если необходимо, для записи пакета данных.

Предложенная компьютерная модель статистического моделирования процесса антиколлизийной идентификации номеров меток была реализована на объектно-ориентированном языке СИ++. Модель содержит средства накопления и обработки полученных в результате моделирования статистических данных о времени идентификации номеров меток, зависящих от количества меток, и значений пределов случайных задержек активации меток.

Для удобства сравнительной оценки времен считывания меток различными способами полученные данные приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 Выборочные данные времени, необходимого для считывания 10, 50 и 100 меток в поле считывателя, взятые из учебного пособия.

Число меток в поле	Время разрешения коллизий (мс)					
	QT.ds (пост.)	QT.ds (случ.)	ST.std. free	ST.std. off	ST.fast. free	ST.fast. off
10	21,8	117	180	90	38	21
50	70	656	2800	807	447	183
100	130	1210	5220	2316	1035	326

Таблица 2 Время, необходимое для идентификации номеров 10, 50 и 100 транспондеров, расположенных в зоне действия считывающего устройства, методом, предложенным в работе

Количество транспондеров, которые находятся в зоне действия считывателя	Время считывания (мс)	
	Среднее время	При надежности 99,9%
10	16,375	23,875
50	85,25	115,25
100	156	243,75

Компьютерная модель позволяет проводить имитационное моделирование антиколлизийного процесса идентификации номеров RFID-меток для различного количества меток, находящихся в зоне действия ридера, различных значений длительности считывания одной метки и различных значений диапазона генератора случайных задержек активации меток.