

Авторы:

Шаронина Ирина Сергеевна

студентка

Шлыкова Ольга Анатольевна

студентка

ФГБОУ ВО «Омский государственный

технический университет»

г. Омск, Омская область

СИСТЕМЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В ВЧ-ДИАПАЗОНЕ

Аннотация: данная статья посвящена изучению систем, позволяющих оценивать распространение радиоволн, качество линии связи и производительность данных систем. Авторы приходят к выводу, что метод анализа качества линии ALE является стандартным компонентом автоматизированных систем. Он широко используется для настройки канала для голосовой связи, телефонии, электронной почты и IP-трафика. Он хорошо обеспечивает механизм доступа к каналу и обеспечивает эффективный способ использования нескольких каналов одновременно.

Ключевые слова: радиоволны, ВЧ-диапазон, системы, сигнал, линия связи.

ВЧ-диапазон является наиболее востребованным для организации связи, как в бытовом применении, так и в профессиональном. Данный диапазон занимает частоты от 3 до 30 МГц, однако на практике для большинства ВЧ радиостанций используется спектр от 1,6 до 30 МГц. При этом большинство дальних коммуникаций в этом диапазоне происходят между 4 и 18 МГц [1].

В ВЧ спектре группы частот распределены между конкретными радиослужбами – авиационной, морской, военной, государственного управления, трансляции или любительской. Однако при распространении радиоволн в данном диапазоне частот необходимо учитывать такие факторы, как время суток, состояние ионосферы, протяженность линии радиосвязи, а также географическое

направление линий радиосвязи. Например, ионосфера важна для ВЧ радиосвязи, потому что это защитный слой газов, который делает возможной ВЧ радиосвязь. Когда радиоволны ударяются об эти ионизированные слои, в зависимости от частоты, некоторые полностью поглощаются, другие преломляются так, что возвращаются на землю, а третьи проходят через ионосферу в космос [1]. Поглощение, как правило, больше при более низких частотах, и увеличивается, когда степень ионизации возрастает.

Для того чтобы предсказать распространение радиоволн в ВЧ-диапазоне существует ряд компьютерных программ. Две наиболее широко применяемые программы – это «Анализ ионосферной связи и предсказание ее результатов» (IONCAP) и программа анализа зоны действия, «Голос Америки» (VOACAP) – которые предсказывают производительность системы в данное время суток в зависимости от частоты, для данного ВЧ пути и заданного комплекта оборудования.

Однако наиболее прогрессивным способом является зондирование ионосферы. Одна из данных систем, Chirpsounder®, использует удаленные станции для передачи тестовых сигналов (*ЛЧМ-импульсов*), у которых размах частот варьируется от 2 до 30 МГц. Приемник отслеживает сигнал, анализирует его получение на выделенных рабочих частотах и отображает диапазоны частот для оптимального распространения.

Кроме того, современные системы ВЧ связи используют метод анализа качества линии (ALE) [4]. В этих системах принимающая и передающая станция взаимодействуют, автоматически оценивая качество каналов, доступных им. Когда необходимо возникновение связи, информация ALE используется для выбора наилучшей частоты. Рассмотрим подробнее данную систему.

ALE-системы быстро реагируют на изменяющиеся условия распространения радиоволн и используют обратную связь из метода оценки характеристик канала в реальном времени (RTCE) для выбора частоты, настройки скорости передачи данных, или изменения схем модуляции. Как правило, системы ALE используют в последнее время для измерения характеристик радиоканала (данные LQA), которые хранятся в запоминающем устройстве «матрице».

Принцип работы данной системы заключается в следующем [4]: каждой радиостанции в сети присваивается адрес. Когда устройство не используется, каждый радиоприемник непрерывно просматривает свои назначенные частоты, прослушивая вызовы, адресованные ему. Чтобы добраться до конкретной станции, абонент просто выбирает адрес ALE так же, как набирает телефонный номер. Радиоприемник принимает во внимание свою LQA матрицу и выбирает наилучшую доступную назначенную частоту. Затем он посылает короткое сообщение, которое содержит адрес получателя. Когда принимающая станция «слышит» этот адрес, она прекращает сканирование и остается на этой частоте. Две станции автоматически осуществляют подтверждение связи и готовности взаимодействия. Принимающая станция, которая молчала при сканировании, как правило, излучает сигнал вызова для оповещения оператора о входящем вызове. По окончании вызова, одна из станций «вешает трубку», сигнал разъединения отправляется на другую станцию, и каждая из них возвращается в режим сканирования. Если элементы не связываются на первом выбранном канале, система выбирает следующий наилучший канал из матрицы LQA и совершает звонок. Этот процесс повторяется до тех пор, пока системы не свяжутся, или пока список каналов не будет исчерпан.

Система ALE получила широкое развитие, в настоящее время используется ее 2-ое и 3-е поколение. Второе поколение ALE синонимично со стандартом MIL-STD-188-141B [2]. Она обеспечивает умеренно надежную передачу сигнала (соединение примерно на 2 дБ ОСШ), гибкую адресацию, простое внедрение сообщений и асинхронное сканирование. Она имеет простую схему модуляции (8-ичную FSK) и достаточно легкую реализацию. Системы сбора данных, которые используют второе поколение ALE, как правило, связываются и затем передают свободный трафик к отдельному модему для передачи данных, как показано на рисунке 1.

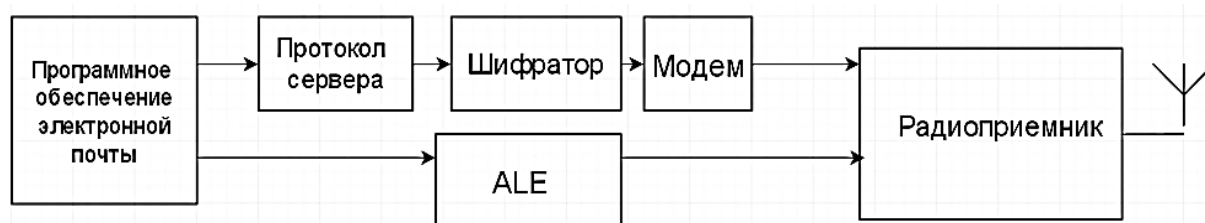


Рис. 1. Структурная схема системы второго поколения

Понятия «STANAG 4538» и «третье поколение» (3G) ALE часто взаимозаменяемы. Система третьего поколения отличается во многом от второго поколения. Несколько ключевых изменений было внесено, чтобы значительно улучшить производительность системы для согласования нового поколения информационных приложений, сосредоточенных на тактическом интернете.

Основные отличия [3]:

- встроенные ALE и данные. STANAG 4538 это одновременно и ALE и стандарт канала передачи данных. Эти две функции используют общий набор форм сигналов. Это дает возможность быстро переключаться между функциями, экономя время в эфире и сокращая *одновременное использование канала связи*. Канал передачи данных использует объединение кода и скрытую сторону метода ARQ, чтобы улучшить пропускную способность;

- надежная передача сигналов. 3G использует преимущества распространения форм сигнала и улучшение обработки мощности, сделанные еще в 90-х годах. Она может связываться, и передавать данные в каналах с ОСШ ниже 5 дБ. Это особенно важно для использования наземных мобильных платформ, в которых системы нередко используют плохие антенны при низкой мощности;

- режим синхронного управления для более быстрого соединения. Системы STANAG 4538, как правило, синхронизированы. Это ликвидирует длинное введение систем второго поколения. В результате получается, обычное время соединения около 6 секунд по сравнению с типичными 12 секундами для MIL-STD-188–141В. Данное улучшение очень важно в тактических сетях, где существует множество коротких сообщений, доставляемых одновременно.

Защита линии связи (LP) это скремблирование передающихся сигналов ALE. В строгих условиях она не является функцией коммуникационной

безопасности или безопасной передачи и ее часто называют LINKSEC. Защита линии связи преследует две цели [4]: антиспуфинг и защита адресов. Система ALE подвержена спуфингу со стороны автоматизированной системы или просто из записывающего устройства. Например, противник может просто записать завершение канала передачи вашей системы, не передаваемые в эфир, и воспроизводить его через сотовую сеть, когда ваша система соединяется. Ваша система будет, правильно интерпретировать передачу сообщения – «возврат к сканированию» и будет делать именно это. Во-вторых, если информация об адресе посылается в незашифрованном виде, противник может узнать, одновременно ваш адрес и адрес станции, с которой вы разговариваете.

Защита линии связи решает обе эти проблемы путем скремблирования в прямом эфире битов ALE. Все элементы в сети имеют LP ключ, и могут расшифровать поступающие сигналы. Скремблирование изменяется периодически (каждый «защитный интервал»), чтобы аннулировать атаки записывающего устройства. Второе поколение LP обозначается в дополнительном стандарте MIL-STD-188–141B Приложение Б – он использует защитный интервал от 2 до 60 секунд в зависимости от уровня защиты. Третье поколение LP неотъемлемая часть STANAG 4538 и входит в состав всех уязвимых конструкций.

ALE стал стандартным компонентом автоматизированных систем. Он широко используется для настройки канала для голосовой связи, телефонии, электронной почты и IP-трафика. Он хорошо обеспечивает механизм доступа к каналу и обеспечивает эффективный способ использования нескольких каналов одновременно. Он также может быть использован для определения начальной скорости передачи данных для информационных система второго поколения, таких как STANAG 5066.

Список литературы

1. Головин О.В. Радиосвязь / О.В. Головин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 288 с.
2. MIL-STD-188–141B. Interoperability and performance standards for medium and high frequency radio systems. DOD interface standard. – 1 March, 1999.

3. STANAG 4538 – Technical Standards for an Automatic Radio Control System for HF Communication Links. DOD interface standard. – 24 February, 2009.

4. Harris Corporation, RF Communications Division. Radio communications in the digital age. – Volume One: HF Technology. – Edition 2. – USA, 2005. – 94 p.