



Шабалина Н.А.

аспирант, кафедра электронных систем, энергетический факультет,
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург

ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОДЗЕМНОЙ РАДИОСВЯЗИ

В последнее время беспроводные системы и сети связи находят все более широкое применение в узкоспециализированных отраслях промышленности, таких как подземные выработки полезных ископаемых, строительство сложных подземных объектов (транспортных автомобильных и железнодорожных тоннелей, хранилищ, убежищ), помещения АЭС. Весьма актуальным является вопрос обеспечения качественной передачи радиосигнала под действием промышленных помех, возникающих в силу специфики данных промышленных объектов.

Прежде всего, на распространение сигнала в подземных объектах сильное влияние оказывает наличие большого количества препятствий, вызывающих такое явление, как многолучевость, переотражения, замирания. Кроме того, сказывается на качестве принимаемого сигнала наличие стен, перекрытий из различных материалов, которые в определенной степени влияют на возможность распространения сигнала в помещении. Препятствия из дерева, синтетических материалов, пластика, стекла не слишком сильно влияют на степень затухания сигнала в силу слабого поглощения в материале, изделия из кирпича, бетона влияют несколько сильнее, а капитальные конструкции, состоящие из железобетона, металлические стены, перекрытия уже существенно уменьшают возможную дальность связи вплоть до полной невозможности ее осуществления.

Кроме того, резко выражен интерференционный характер поля за счет многократного переотражения электромагнитной волны от крупногабаритных

предметов и стен помещения. Это может проявляться как в изменении плоскости поляризации волны, так и в уменьшении напряженности самого поля на принимаемой стороне. При приеме сигнала можно столкнуться с появлением замираний, «мертвых зон», при наличии которых прием сигнала сильно затруднен. Следует отметить, что такие явления именно в подземном пространстве возможны и в случае прямой видимости между приемником и передатчиком. Это происходит потому, что сигнал от передающей к приемной стороне проходит разными путями, а именно, отражаясь от стен, перекрытий, стальных конструкций и опор, громоздкого промышленного оборудования.

Электромагнитные помехи, которые оказывают существенное влияние на электромагнитную обстановку в каналах связи делят, в первую очередь, по их спектральным характеристикам на узкополосные и широкополосные. К первым обычно относятся помехи от систем связи на несущей частоте, систем питания переменным током и т.п. Их отличительной особенностью является то, что характер изменения помехи во времени является синусоидальным или близок к нему. При этом спектр помехи близок к линейчатому (максимальный уровень – на основной частоте, пики меньшего уровня – на частотах гармоник). Широкополосные помехи имеют существенно несинусоидальный характер и обычно проявляются в виде либо отдельных импульсов, либо их последовательности. Для периодических широкополосных сигналов спектр состоит из большого набора пиков на частотах, кратных частоте основного сигнала. Для аperiodических помех спектр является непрерывным и описывается спектральной плотностью. Типичными широкополосными помехами являются [3, с. 218-225]:

- шум, создаваемый в сети питания аппаратуры при работе импульсного блока питания;
- молниевые импульсы;
- импульсы, создаваемые при коммутационных операциях;
- ЭСР.

Особенно опасны составляющие спектра помехи, лежащие в той же полосе частот, что и рабочие сигналы. Обычно такие составляющие беспрепятственно минуют входные фильтры и далее обрабатываются так же, как если бы они были полезными сигналами. В результате повышается число ошибок в канале передачи информации.

Крупные подземные промышленные объекты, как правило, довольно часто являются потенциально опасными. При этом они занимают достаточно большую площадь. Кроме того, организация проводной связи может быть затруднена или невозможна в силу некоторых определенных особенностей функционирования объекта промышленности (изменяющаяся конфигурация помещений, угроза механического повреждения проводного канала, необходимость быстрой прокладки канала связи и т.д.).

В настоящее время системы беспроводной связи способны обеспечивать радиосвязь приемлемого качества и достаточной скорости. Среди возможных вариантов по обеспечению радиосвязью промышленных объектов можно выделить следующие [1, с. 105]:

- аналоговая транкинговая радиосвязь MPT 1327 (SmarTrunk; SmarTrunk2);

- конвенциональная и транкинговая радиосвязь DMR;
- технология беспроводных сетей Wi-Fi;
- использование ресурсов операторов радиосвязи (GSM; CDMA);
- цифровая транкинговая радиосвязь TETRA (APCO 25, Tetrapol, IDEN, пр.);
- пикросотовая радиосвязь DECT.

Наиболее перспективной и динамично развивающейся является промышленная радиосвязь на основе стандарта DECT.

Основные принципы организации промышленной радиосвязи стандарта DECT:

- высокая емкость сотовой структурированной сети доступа;
- высокая мобильность абонентов радиосети;
- большая гибкость структуры и конфигурации сети;
- надежный и безопасный радиодоступ;
- качество передачи речевого сигнала сопоставимо с телефонией;
- гибкость по отношению к потребностям пропускной способности;
- возможность создания расширенной радиосети с большим количеством и плотностью абонентов на единицу площади.

Этот стандарт определяет основные характеристики системы и то, как она функционирует (табл. 1)[2, с 6]:

Таблица 1

Основные технические характеристики стандарта DECT

Рабочий спектр радиочастот, МГц	1880 - 1900
Общее число радиоканалов	120 дуплексных
Метод доступа	MC/TDMA/TDD
Модуляция	GFSK
Число дуплексных каналов речевых каналов (одной несущей)	12
Ширина полосы пропускания канала, МГц	1,728
Скорость передачи данных, кбит/с	1152
Средняя мощность передатчика (пиковая мощность), мВт	10 (250)
Радиус зоны обслуживания переносного устройства, м	50 – 300
Радиус зоны обслуживания стационарного устройства, м	До 5000
Антенна базовой станции	Возможен выбор вариантов

Так же к характеристикам стандарта следует отнести:

- Автоматическое частотное планирование на основе распределенного алгоритма (динамическое распределение каналов);
 - Низкое энергопотребление благодаря особой технологии создания архитектуры сети;
 - Дополнительное кодирование каналов для обеспечения скрытности;
- Как уже отмечалось выше, сети промышленной связи на основе

технологии DECT организованы по принципам пикосотовой связи. В идеале форма соты представляет собой правильный шестиугольник. Однако на практике невозможно достичь такой формы соты, поэтому практически на границах сот они перекрываются и накладываются друг на друга. Практически это означает, что происходит переключение абонента с одной базовой станции на другую. Связь должна устанавливаться с тем устройством базовой станции, сигнал которой на абонентском устройстве является наиболее сильным [2, с. 32]. Соседние соты используют различные радиоканалы, поэтому связь может быть прервана при переходе от обслуживания одной базовой станции к другой. Однако, прерывание сеанса связи неприемлемо в условиях подземного промышленного объекта, так как может повлечь серьезные последствия. Для решения этой проблемы разработан и включен в стандарт процесс hand over (рис. 1).

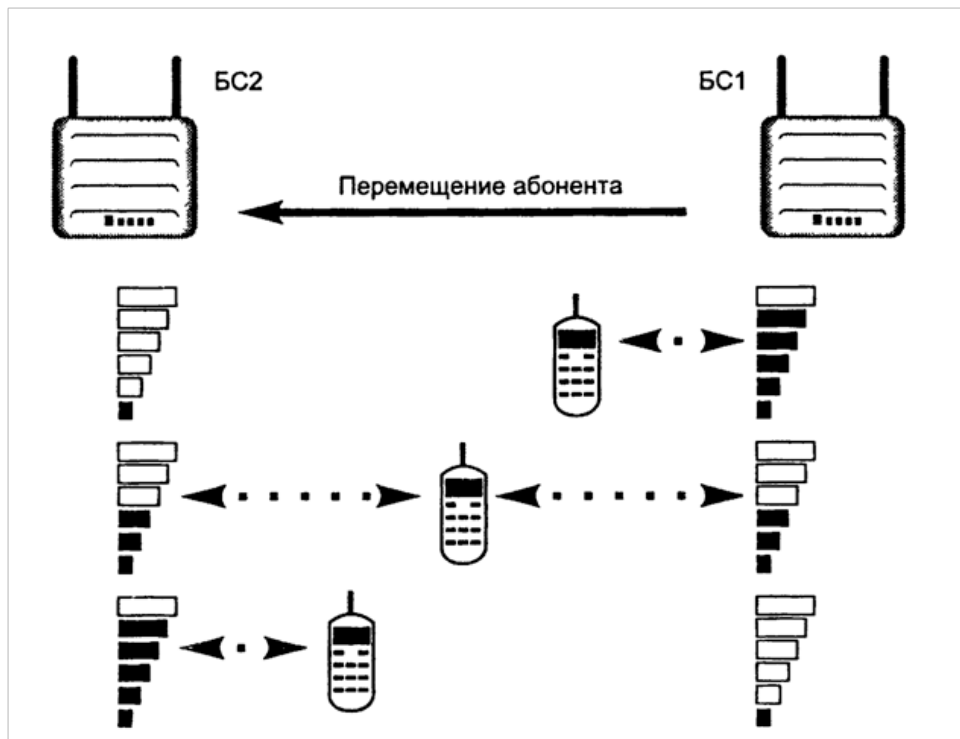


Рисунок 1 - Межсотовый хэндовер в системе промышленной связи DECT

Хэндовер в системах DECT – это способ ухода от каналов, подверженных воздействию сильных электромагнитных помех. Однако он может быть не достаточно быстрым, чтобы бороться с быстрыми замираниями. Для этой цели используются методы разнесенного приема. Выбор антенны позволяет улучшить качество передачи сигнала не только по восходящему каналу, но, так же, и по нисходящему каналу, на невысокой скорости. MC/TDMA/TDD, постоянный динамический диапазон, выбор определенного канала, процедуры хэндовера в стандартах DECT говорят о

хорошей совместимости и качестве работы даже в условиях воздействия сильных электромагнитных помех разной природы возникновения, диапазонов частот и уровня мощности.

В настоящее время системы связи на основе этого стандарта активно внедряются на многих промышленных подземных объектах. Перспективы развития этого стандарта в настоящее время уже разрабатываются следующие приложения[5]:

- модификации, необходимые для достижения более высоких скоростей передачи, позволяющих использовать стандарт для качественной передачи мультимедийной информации и приложений;
- двухмодовые терминалы, поддерживающие не только стандарт DECT, но и GSM или DCS1800, а так же терминалы, способные работать сразу с несколькими различными сетями одновременно.

Технология DECT в настоящее время является наиболее перспективной и передовой. Гибкая архитектура, широкий набор услуг, удобные и надежные способы доступа характеризуют эту технологию как одну из наиболее привлекательных для использования на промышленных объектах в условиях повышенного внимания к качеству и надежности радиосвязи между техникой и персоналом.

Литература.

1. Вербин А.С. Обоснование выбора технологии радиосвязи промышленных объектов.// Материалы международной научно-технической конференции 14-17 ноября 2011. Часть 3, с. 105 – 107.
2. Дигнес С.И. Мобильная связь: технологии DECT/ С.И. Дигнес – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 272 с. – (Серия «Библиотека инженера»)
3. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации/А.Г. Зюко, А.И. Фалько, И.П. Панфилов, В.Л. Банкет, П.В.Иващенко; Под ред. А.Г. Зюко. – М.: Радио и связь, 1985.- 272 с., ил.
4. Семенов М.А. Организация современной подземной связи на шахтах и рудниках // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2012 URL: <http://www.online-electric.ru/articles.php?id=20> (Дата обращения: 13.09.2012)
5. Перспективы развития DECT-систем. – URL: http://www.prodect.ru/article_070819_1.html . Дата обращения: 24.10.12.