

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра Защиты информации и систем связи

ОТЧЕТ
ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

на тему

Обзор сетей транкинговой связи

(название темы)

Специальность 210402.65 Средства связи с подвижными объектами
(код, наименование)

Автор работы (проекта)

(подпись, дата)

В.В.Самодайкин

(инициалы, фамилия)

Группа

Руководитель работы

(подпись, дата)

С.С.Хотынюк

(инициалы, фамилия)

Курск 2015 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра Защиты информации и систем связи

ЗАДАНИЕ НА ПРЕДДИПЛОМНУЮ ПРАКТИКУ

Студент В.В.Самодайкин шифр _____ группа _____
(фамилия, инициалы)

1. Тема: Обзор сетей транкинговой связи
утверждена приказом по ЮЗГУ от «___» _____ 20__ г. № _____
2. Срок представления работы к защите «___» _____ 201__ г.
3. Исходные данные: закрытая стационарная сеть транкинговой связи
силового подразделения
4. Содержание пояснительной записки работы:
 - 4.1. Основные характеристики цифровых транкинговых систем
 - 4.2. Краткий сравнительный анализ систем транкинговой связи
 - 4.3. Архитектура объекта транкинговой связи
 - 4.4. Состав объекта транкинговой связи
5. Перечень графического материала: не предусмотрено

Руководитель работы _____ С.С.Хотынюк
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению _____ В.В.Самодайкин
(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Оглавление

Введение.....	4
1. Основные характеристики цифровых транкинговых систем.....	6
2. Краткий сравнительный анализ систем транкинговой связи.....	12
2.1 Технические характеристики и функциональные возможности	12
2.2 Выполнение специальных требований к системам радиосвязи служб общественной безопасности.....	16
2.3 Ресурсы радиочастотного спектра.....	19
2.4 Статус стандарта (открытый/закрытый).....	19
3. Архитектура объекта транкинговой связи.....	22
4 Состав объекта транкинговой связи.....	28
Список использованных источников.....	34

Введение

Как известно, для увеличения дальности связи в профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР) используются ретрансляторы, устанавливаемые на высоких точках местности. При большом количестве абонентов или высокой интенсивности связи может потребоваться установка нескольких ретрансляторов в одной точке. При закреплении каждого ретранслятора за определенной группой абонентов часто может создаваться ситуация, когда один ретранслятор перегружен, в то время, как другой не используется. Увеличения эффективности использования каналов связи и пропускной способности группы ретрансляторов можно добиться на основе использования принципа свободного доступа абонентов к общему частотному ресурсу, получившему название "транкинг (или транк)" (Trunking - объединение в пучок).

Более строгое определение можно дать следующим образом: под термином "транкинг" понимается метод доступа абонентов к общему выделенному пучку каналов, при котором свободный канал выделяется абоненту на время сеанса связи. В соответствии с этим транкинговыми системами называются радиально-зоновые системы сухопутной подвижной УКВ радиосвязи, осуществляющие автоматическое распределение каналов связи ретрансляторов (базовых станций) между абонентами.

Как любые сети подвижной радиосвязи сети транкинга включают наземную инфраструктуру (стационарное оборудование) и абонентские станции. Основным элементом наземной инфраструктуры сети транкинговой радиосвязи является базовая станция (БС), включающая несколько ретрансляторов с соответствующим антенным оборудованием и контроллер, который управляет работой БС, коммутирует каналы ретрансляторов, обеспечивает выход на телефонную сеть общего пользования (ТфОП) или другую сеть фиксированной связи.

Сеть транкинговой радиосвязи может содержать одну БС (однозоновая сеть) или несколько базовых станций (многозоновая сеть). Многозоновая сеть обычно содержит соединенный со всеми БС по выделенным линиям межзональный коммутатор, который обрабатывает все виды межзональных вызовов.

Современные транкинговые системы, как правило, обеспечивают различные типы вызова (групповой, индивидуальный, широковещательный), допускают приоритетные вызовы, имеют доступ к ТфОП, обеспечивают возможность передачи данных и режим прямой связи между абонентскими станциями (без использования канала БС).

Существуют аналоговые и цифровые системы транкинговой радиосвязи. В настоящее время происходит активное внедрение цифрового транкинга (транка) на базе TETRA наряду с успешным функционированием и развитием широко распространенных аналоговых систем на базе MPT1327[1].

1. Основные характеристики цифровых транкинговых систем

Системы транкинговой радиосвязи, представляющие собой радиально-зонавые системы подвижной УКВ-радиосвязи, осуществляющие автоматическое распределение каналов связи ретрансляторов между абонентами, являются классом систем подвижной связи, ориентированным, прежде всего, на создание различных ведомственных и корпоративных сетей связи, в которых предусматривается активное применение режима связи абонентов в группе. Они широко используются силовыми и правоохранительными структурами, службами общественной безопасности различных стран для обеспечения связи подвижных абонентов между собой, со стационарными абонентами и абонентами телефонной сети.

Существует большое количество различных стандартов транкинговых систем подвижной радиосвязи общего пользования (СПР-ОП), отличающихся друг от друга методом передачи речевой информации (аналоговые и цифровые), типом многостанционного доступа (МДЧР - с частотным разделением каналов, МДВР - с временным разделением каналов или МДКР - с кодовым разделением каналов), способом поиска и назначения канала (с децентрализованным и централизованным управлением), типом канала управления (выделенный и распределенный) и другими характеристиками.

В настоящее время и в мире, и в России достаточно широко распространены появившиеся ранее аналоговые транкинговые системы радиосвязи, такие как SmarTrunk, системы протокола MPT1327 (ACCESSNET, ACTIONET и др.), системы фирмы Motorola (Startsite, Smartnet, Smartzone), системы с распределенным каналом управления (LTR и Multi-Net фирмы E.F.Johnson Co и ESAS фирмы Uniden). Наибольшее распространение получили системы MPT1327, что объясняется значительными преимуществами данного стандарта по сравнению с другими аналоговыми системами.

Следует сказать, что и в России большинство крупных транкинговых сетей построено на базе оборудования стандарта МРТ1327. Руководители компаний, занимающихся поставками оборудования и системной интеграцией в области профессиональной радиосвязи, отмечают, что большинство стоящих перед их заказчиками задач оперативной речевой связи достаточно эффективно решается с помощью аналоговых систем стандарта МРТ1327.

Цифровые стандарты транкинговой радиосвязи пока не получили такого широкого распространения в России, но уже сейчас можно говорить об их активном и успешном внедрении.

Вместе с тем, круг пользователей цифровых транкинговых систем постоянно расширяется. В России также появляются крупные заказчики систем профессиональной радиосвязи, требования которых обуславливают переход к цифровым технологиям. В первую очередь, это крупные ведомства и корпорации, такие как РАО ЕЭС, Минтранс, МПС, Сибнефть и другие, а также силовые структуры и правоохранительные органы.

Необходимость перехода объясняется рядом преимуществ цифрового транкинга перед аналоговыми системами, такими как большая спектральная эффективность за счет применения сложных видов модуляции сигнала и низкоскоростных алгоритмов речепреобразования, повышенная емкость систем связи, выравнивание качества речевого обмена по всей зоне обслуживания базовой станции за счет применения цифровых сигналов в сочетании с помехоустойчивым кодированием. Развитие мирового рынка систем транкинговой радиосвязи сегодня характеризуется широким внедрением цифровых технологий. Ведущие мировые производители оборудования транкинговых систем объявляют о переходе к цифровым стандартам радиосвязи, предусматривая при этом либо выпуск принципиально нового оборудования, либо адаптацию аналоговых систем к цифровой связи.

Цифровые транкинговые системы по сравнению с аналоговыми имеют ряд преимуществ за счет реализации требований по повышенной оперативности и безопасности связи, предоставления широких возможностей по передаче данных, более широкого спектра услуг связи (включая специфические услуги связи для реализации специальных требований служб общественной безопасности), возможностей организации взаимодействия абонентов различных сетей:

1. Высокая оперативность связи. Прежде всего, это требование означает минимально возможное время установления канала связи (время доступа) при различных видах соединений (индивидуальных, групповых, с абонентами телефонных сетей и пр.). В конвенциональных системах связи при передаче цифровой информации, требующей временной синхронизации передатчика и приемника, для установления канала связи требуется большее время, чем аналоговой системе. Однако для транкинговых систем радиосвязи, где информационный обмен, в основном, производится через базовые станции, цифровой режим сравним по времени доступа с аналоговым (и в аналоговых, и в цифровых системах радиосвязи, как правило, канал управления реализуется на основе цифровых сигналов).

Кроме этого, в системах цифровой транкинговой радиосвязи более просто реализуются различные режимы связи, повышающие ее оперативность, такие как режим непосредственной (прямой) связи между подвижными абонентами (без использования базовой станции), режим открытого канала (выделения и закрепления частотных ресурсов сети за определенной группой абонентов для ведения ими в дальнейшем переговоров без выполнения какой-либо установочной процедуры, в т. ч. без задержки), режимы аварийных и приоритетных вызовов и др.

Цифровые системы транкинговой радиосвязи лучше приспособлены к различным режимам передачи данных, что предоставляет, например, сотрудникам правоохранительных органов и служб общественной безопасности широкие возможности оперативного получения сведений из

централизованных баз данных, передачи необходимой информации, включая изображения, с мест происшествий, организации централизованных диспетчерских систем местоопределения подвижных объектов на основе спутниковых радионавигационных систем. Данные системы позволяют потребителям нефтегазового комплекса использовать их как транспорт не только для передачи голосовой связи, но и для передачи телеметрии и телеуправления.

2. Передача данных. Цифровые системы транкинговой радиосвязи лучше приспособлены к различным режимам передачи данных, что предоставляет абонентам цифровых сетей широкие возможности оперативного получения сведений из централизованных баз данных, передачи необходимой информации, включая изображения, организации централизованных диспетчерских систем местоопределения подвижных объектов на основе спутниковых радионавигационных систем. Скорость передачи данных в цифровых системах значительно выше, чем в аналоговых.

В большинстве систем радиосвязи на основе цифровых стандартов реализуются услуги передачи коротких и статусных сообщений, персонального радиовызова, факсимильной связи, доступа к фиксированным сетям связи (в т. ч. работающим на основе протоколов TCP/IP).

3. Безопасность связи. Включает в себя требования по обеспечению секретности переговоров (исключение возможности извлечения информации из каналов связи кому-либо, кроме санкционированного получателя) и защиты от несанкционированного доступа к системе (исключение возможности захвата управления системой и попыток вывести ее из строя, защита от «двойников» и т. п.). Как правило, основными механизмами обеспечения безопасности связи является шифрование и аутентификация абонентов.

Естественно, что в системах цифровой радиосвязи по сравнению с аналоговыми системами гораздо легче обеспечить безопасность связи. Даже

без принятия специальных мер по закрытию информации цифровые системы обеспечивают повышенный уровень защиты переговоров (аналоговые сканирующие приемники непригодны для прослушивания переговоров в системах цифровой радиосвязи). Кроме того, некоторые стандарты цифровой радиосвязи предусматривают возможность сквозного шифрования информации, что позволяет использовать оригинальные (т. е. разработанные самим пользователем) алгоритмы закрытия речи.

Цифровые системы транкинговой радиосвязи позволяют использовать разнообразные механизмы аутентификации абонентов: различные идентификационные ключи и SIM-карты, сложные алгоритмы аутентификации, использующие шифрование, и т. п.

4. Услуги связи. Цифровые транкинговые системы реализуют современный уровень сервисного обслуживания абонентов сетей связи, предоставляя возможности автоматической регистрации абонентов, роуминга, управления потоком данных, различных режимов приоритетного вызова, переадресации вызова и т. д.

Наряду со стандартными функциями сетевого обслуживания по заявкам правоохранительных органов в стандарты цифровой транкинговой радиосвязи часто включают требования по наличию специфических услуг связи: режиму вызова, поступающему только с санкции диспетчера системы; режиму динамической модификации групп пользователей; режиму дистанционного включения радиостанций для акустического прослушивания обстановки и т. д.

5. Возможность взаимодействия. Цифровые системы радиосвязи, имеющие гибкую структуру адресации абонентов, предоставляют широкие возможности как для создания различных виртуальных сетей в рамках одной системы, так и для организации при необходимости взаимодействия абонентов различных сетей связи. Для служб общественной безопасности особенно актуальным является требование по обеспечению возможности взаимодействия подразделений различных ведомств для координации

совместных действий при чрезвычайных ситуациях: стихийных бедствиях, террористических актах и т. п.

К наиболее популярным, заслужившим международное признание стандартам цифровой транкинговой радиосвязи, на основе которых во многих странах развернуты системы связи, относятся:

- ~ EDACS, разработанный фирмой Ericsson;
- ~ TETRA, разработанный Европейским институтом стандартов связи;
- ~ APCO 25, разработанный Ассоциацией официальных представителей служб связи органов общественной безопасности;
- ~ Tetrapol, разработанный фирмой Matra Communication (Франция);
- ~ iDEN, разработанный фирмой Motorola (США).

Все эти стандарты отвечают современным требованиям к системам транкинговой радиосвязи. Они позволяют создавать различные конфигурации сетей связи: от простейших локальных однозоновых систем до сложных многозоновых систем регионального или национального уровня. Системы на основе данных стандартов обеспечивают различные режимы передачи речи (индивидуальная связь, групповая связь, широкоэвещательный вызов и т. п.), данных (коммутируемые пакеты, передача данных с коммутацией цепей, короткие сообщения и т. п.) и возможность организации связи с различными системами по стандартным интерфейсам (с цифровой сетью с интеграцией услуг, с телефонной сетью общего пользования, с учрежденческими АТС и т. д.). В системах радиосвязи указанных стандартов применяются современные способы речепреобразования, совмещенные с эффективными методами помехоустойчивого кодирования информации. Производители радиосредств обеспечивают соответствие их стандартам MIL STD 810 по различным климатическим и механическим воздействиям.

2. Краткий сравнительный анализ систем транкинговой связи

2.1 Технические характеристики и функциональные возможности

Обобщенные сведения о системах стандартов EDACS, TETRA, APCO 25, Tetrapol, iDEN и их технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – стандарты транкинговой связи

№	Характеристика стандарта (системы) связи	EDACS	TETRA	APCO25	Tetrapol	IDEN
1.	Разработчик стандарта	Ericsson (Швеция)	ETSI	APCO	Matra Communications (Франция)	Motorola
2.	Статус стандарта	корпоративный	открытый	открытый	корпоративный	корпоративный с открытой архитектурой
3.	Основные производители радиосредств	Ericsson	Nokia, Motorola, OTE, Rohde&Schwarz	Motorola, E.F.Johnson Inc., Transcrypt, ADI Limited	Matra, Nortel, CS Telecom	Motorola
4.	Возможный диапазон рабочих частот, МГц	138-174; 403-423; 450-470; 806-870	138-174; 403-423; 450-470; 806-870	138-174; 406-512; 746-869	70-520	805-821/ 855-866
5.	Разнос между частотными каналами, кГц	25; 12,5 (передача данных)	8	12,5; 6,25	12,5; 10	25
6.	Эффективная полоса частот на один	25	6,25	12,5; 6,25	12,5; 10	4,167

	речевой канал, кГц					
7.	Вид модуляции	FM	p/4-DQPSK	C4FM (12,5 кГц) CQPSK (6,25 кГц)	GMSK (BT=0,25)	M16-QAM
8.	Метод речевого кодирования и скорость речепреобразования	адаптивное много-уровневое кодирование (преобразование 64Кбит/с и компрессия до 9,2 Кбит/с)	CELP (4,8 Кбит/с)	IMBE (4,4 Кбит/с)	RPCELP (6 Кбит/с)	VSELP (7,2 Кбит/с)
9.	Скорость передачи информации в канале, бит/с	9600	7200 (28800 – при передаче 4-х информационных каналов на одной физической частоте)	9600	8000	9600 (до 32К при передаче данных в пакетном режиме)
10	Время установления канала связи, с	0,25 (в однозоновой системе)	0,2 с - при индив. вызове (min); 0,17 с - при групповом вызове (min)	0,25 - в режиме прямой связи; 0,35 - в режиме ретрансляции ; 0,5 - в радио-подсистеме	не более 0,5	не более 0,5
11	Метод разделения каналов связи	МДЧР	МДВР (с использованием частотного разделения в многозоновых системах)	МДЧР	МДЧР	МДВР
12	Вид канала управления	выделенный	выделенный или распределенный (в зависимости от конфигурации сети)	выделенный	выделенный	Выделенный или распределенный (в зависимости от конфи-

						гurations сети)
13	Возможность и шифрования информации	стандартный фирменный алгоритм сквозного шифрования	1) стандартные алгоритмы; 2) сквозное шифрование	4 уровня защиты информации	1) стандартные алгоритмы; 2) сквозное шифрование	нет сведений

Примечание: (н/с - нет сведений)

Функциональные возможности, предоставляемые системами стандартов цифровой транкинговой радиосвязи, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональные возможности систем

№	Функциональные возможности системы связи	EDACS	TETRA	APCO 25	Tetrapol	IDEN
1.	Поддержка основных видов вызова (индивид., групповой, широковещ.)	+	+	+	+	+
2.	Выход на ТФОП	+	+	+	+	+
3.	Полнодуплексные абонентские терминалы	+	+	-	-	+
4.	Передача данных и доступ к централизованным базам данных	+	+	+	+	+
5.	Режим прямой связи	+	+	+	+	н/с
6.	Автоматическая регистрация мобильных абонентов	+	+	+	+	+
7.	Персональный вызов	-	+	+	+	+
8.	Доступ к фиксированным сетям IP	+	+	+	+	+

9.	Передача статусных сообщений	+	+	+	+	+
10.	Передача коротких сообщений	-	+	+	+	+
11.	Поддержка режима передачи данных о местоположении от системы GPS	+	+	н/с	+	н/с
12.	Факсимильная связь	-	+	+	+	+
13.	Возможность установки открытого канала	-	+	н/с	+	-
14.	Множественный доступ с использованием списка абонентов	-	+	+	+	+
15.	Наличие стандартного режима ретрансляции сигналов	н/с	+	+	+	н/с
16.	Наличие режима «двойного наблюдения»	-	+	н/с	+	н/с

Рассматривая технические характеристики и функциональные возможности представленных стандартов транкинговой связи, можно отметить, что все стандарты имеют высокие (относительно данного класса систем подвижной радиосвязи) технические показатели. Они позволяют строить различные конфигурации сетей связи, обеспечивают разнообразные режимы передачи речи и данных, связь с ТФОП и фиксированными сетями. В средствах радиосвязи данных стандартов используются эффективные методы речепреобразования и помехоустойчивого кодирования информации. Все стандарты обеспечивают высокую оперативность связи.

Можно отметить, что по сравнению с другими стандартами EDACS имеет несколько меньшую спектральную эффективность. Кроме этого, некоторые специалисты отмечают, что в стандарте EDACS не используются

цифровые методы модуляции, что позволяет говорить о нем как о стандарте, в котором осуществляется передача оцифрованной речевой информации по аналоговому каналу связи.

По функциональным возможностям стандарт EDACS, пожалуй, также в определенной мере уступает остальным трем стандартам, т. к. он был разработан несколько раньше. Стандарты TETRA, APCO 25, Tetrapol и iDEN специфицируют широкий спектр предоставляемых стандартных услуг связи, по уровню сравнимый между собой. (Как правило, перечень предоставляемых услуг определяется при проектировании конкретной системы или сети радиосвязи.)

2.2 Выполнение специальных требований к системам радиосвязи служб общественной безопасности

Информация о наличии некоторых специфических услуг связи, ориентированных на использование представителями служб общественной безопасности, представлена в таблице 3. Стандарт iDEN здесь не рассматривается, т. к. этот стандарт разрабатывался без учета специальных требований служб общественной безопасности. В настоящее время появляются только отдельные сведения о ведущихся попытках адаптации систем данного стандарта к специальным требованиям.

Таблица 3 - IDEN

№	Специальные услуги связи	EDACS	TETRA	APCO 25	Tetrapol
1.	Приоритет доступа	+	+	+	+
2.	Система приоритетных вызовов	+	+	+	+
3.	Динамическая перегруппировка	+	+	+	+
4.	Избирательное	+	+	+	+

	прослушивание				
5.	Дистанционное прослушивание	-	+	н/с	+
6.	Идентификация вызывающей стороны	+	+	+	+
7.	Вызов, санкционированный диспетчером	+	+	+	+
8.	Передача ключей по радиоканалу (OTAR)	-	+	+	+
9.	Имитация активности абонентов	-	-	-	+
10	Дистанционное отключение абонента	н/с	+	+	+
11	Аутентификация абонентов	н/с	+	+	+

Так как представленные в таблице стандарты разрабатывались в интересах служб общественной безопасности, все они обеспечивают выполнение большинства требований, предъявляемых к специальным системам связи, что можно видеть по таблице 2. Представленные цифровые стандарты обеспечивают высокую оперативность связи (время доступа для всех систем - не более 0,5 с) и предусматривают возможности повышения отказоустойчивости сетей радиосвязи за счет гибкой архитектуры. Все стандарты позволяют реализовать защиту информации: для систем TETRA и Tetrapol стандарты предусматривают возможность использования как стандартного алгоритма шифрования, так и оригинальных алгоритмов за счет сквозного шифрования; в системах EDACS можно использовать стандартный фирменный алгоритм или специально согласовать с фирмой возможность применения собственной системы защиты; в соответствии с

функциональными и техническими требованиями к системам стандарта APCO 25 должно обеспечиваться 4 уровня защиты информации (из которых только один может быть предназначен для экспортируемых применений).

При рассмотрении перечня предоставляемых каждым стандартом специальных услуг связи можно отметить, что стандарты TETRA, APCO 25, Tetrapol обеспечивают сравнимый уровень специальных услуг, а EDACS - несколько меньший. Стандарт iDEN не предусмотрен для выполнения специальных требований.

Так как представленные в таблице стандарты разрабатывались в интересах служб общественной безопасности, все они обеспечивают выполнение большинства требований, предъявляемых к специальным системам связи, что можно видеть по таблице 2. Представленные цифровые стандарты обеспечивают высокую оперативность связи (время доступа для всех систем - не более 0,5 с) и предусматривают возможности повышения отказоустойчивости сетей радиосвязи за счет гибкой архитектуры. Все стандарты позволяют реализовать защиту информации: для систем TETRA и Tetrapol стандарты предусматривают возможность использования как стандартного алгоритма шифрования, так и оригинальных алгоритмов за счет сквозного шифрования; в системах EDACS можно использовать стандартный фирменный алгоритм или специально согласовать с фирмой возможность применения собственной системы защиты; в соответствии с функциональными и техническими требованиями к системам стандарта APCO 25 должно обеспечиваться 4 уровня защиты информации (из которых только один может быть предназначен для экспортируемых применений).

При рассмотрении перечня предоставляемых каждым стандартом специальных услуг связи можно отметить, что стандарты TETRA, APCO 25, Tetrapol обеспечивают сравнимый уровень специальных услуг, а EDACS - несколько меньший. Стандарт iDEN не предусмотрен для выполнения специальных требований.

2.3 Ресурсы радиочастотного спектра

Наличие ресурсов радиочастотного спектра (РЧС) для развертывания системы радиосвязи является важнейшим критерием выбора той или иной системы. В данном случае наиболее перспективны стандарты, которые обеспечивают возможность построения сетей связи в наиболее широком диапазоне.

Системы EDACS реализуются в диапазонах 138-174, 403-423, 450-470 и 806-870 МГц, причем есть сведения о действующих сетях радиосвязи во всех диапазонах.

Системы TETRA предполагают использование следующих диапазонов: 380-385/390-395, 410-430/450-470 МГц и 806-870 МГц.

Системы APCO 25 в соответствии с функциональными и техническими требованиями обеспечивают возможность работы в любом из диапазонов, отведенных для подвижной радиосвязи.

Стандарт TetraPro ограничивает верхнюю частоту своих систем на уровне 520 МГц.

Системы стандарта iDEN функционируют только в диапазоне 800 МГц, что ограничивает их использование для построения определенного круга систем.

Следует отметить, что выделение ресурсов радиочастотного спектра для построения систем цифровой транкинговой радиосвязи наиболее реально в диапазоне 400 МГц.

2.4 Статус стандарта (открытый/закрытый)

При выборе стандарта радиосвязи обязательно необходимо учитывать информацию о том, является ли стандарт открытым или корпоративным (закрытым).

Корпоративные стандарты (EDACS и Tetrapol) являются собственностью их разработчиков. Приобретение оборудования возможно только у ограниченного круга производителей.

Открытые стандарты, к которым относятся TETRA и APCO 25, обеспечивают создание конкурентной среды, привлечение большого количества производителей базового оборудования, абонентских радиостанций, тестовой аппаратуры для выпуска совместимых радиосредств, что способствует снижению их стоимости. Доступ к спецификациям стандартов предоставляется любым организациям и фирмам, вступившим в соответствующую ассоциацию. Пользователи, выбирающие открытый стандарт радиосвязи, не попадают в зависимость от единственного производителя и могут менять поставщиков оборудования. Открытые стандарты пользуются поддержкой со стороны государственных и правоохранительных структур, крупных компаний многих стран мира, а также поддерживаются ведущими мировыми производителями элементной и узловой базы.

Краткий сравнительный анализ данных стандартов цифровой транкинговой радиосвязи по основным рассмотренным критериям позволяет сделать определенные выводы о перспективности их развития как в мире, так и в России.

Стандарт EDACS практически не имеет перспектив развития. По сравнению с другими стандартами, он имеет меньшую спектральную эффективность и менее широкие функциональные возможности. Компания Ericsson не планирует расширять возможности стандарта и практически свернула производство оборудования.

Стандарт iDEN не предусматривает многих специальных требований, а также, несмотря на высокую спектральную эффективность, ограничен необходимостью использования диапазона 800 МГц. Вероятно, что системы данного стандарта имеют определенный потенциал и будут еще разворачиваться и эксплуатироваться, в особенности в Северной и Южной

Америке. В других регионах перспективы развертывания систем данного стандарта выглядят сомнительными.

Стандарт Tetrapol имеет хорошие технические показатели и достаточные функциональные возможности, однако так же, как и стандарты EDACS и iDEN, не обладает статусом открытого стандарта, что может существенно сдерживать его развитие в техническом плане, а также в части стоимости абонентского и стационарного оборудования.

Стандарты TETRA и APCO 25 обладают высокими техническими характеристиками и широкими функциональными возможностями, включая выполнение специальных требований силовых структур, имеют достаточную спектральную эффективность. Самым главным доводом в пользу этих систем является наличие статуса открытых стандартов.

В то же время, большинство экспертов склоняется к мнению, что рынок цифровой транкинговой радиосвязи будет завоеван стандартом TETRA. Данный стандарт пользуется широкой поддержкой большинства крупных мировых производителей оборудования и администраций связи различных стран. Последние события на отечественном рынке профессиональной радиосвязи позволяют сделать вывод, что и в России данный стандарт получит наиболее широкое распространение[2].

3. Архитектура объекта транкинговой связи

Основные архитектурные принципы транкинговых систем легко просматриваются на обобщенной структурной схеме однозоновой транкинговой системы, представленной на рисунке 1. Инфраструктура транкинговой системы представлена базовой станцией (БС), в состав которой, кроме радиочастотного оборудования (ретрансляторы, устройство объединения радиосигналов, антенны), входят также коммутатор, устройство управления и интерфейсы разных внешних сетей.



Рисунок 1 - Обобщенная структура однозоновой транкинговой системы.

Ретранслятор – набор приёмопередающего оборудования, которое обслуживает одну пару несущих частот. К последнему времени в

подавляющем большинстве транкинговых систем одна пара несущих означала один канал трафика. В данное время, с появлением систем стандарта TETRA и системы EDACS ProtoCALL, которые предусматривают временное уплотнение, один ретранслятор может обеспечить 2 или 4 канала трафика.

Антенны. Важнейший принцип построения транкинговых систем заключается в том, чтобы создавать зоны, с как можно большей зоной радиопокрытия. Поэтому антенны базовой станции, как правило, размещаются на высоких сооружениях или мачтах, имеют круговую диаграмму направленности. Понятно, что при расположении базовой станции на краю зоны применяются направленные антенны. Базовая станция может быть оборудована как единой приёмопередающей антенной, так и отдельными антеннами для приема и передачи. В некоторых случаях на одной мачте могут размещаться несколько приемных антенн для борьбы с замираниями, которые вызваны многолучевым распространением радиоволн. Устройство объединения радиосигналов разрешает использовать одно и то же антенное оборудование для одновременной работы приемников и передатчиков на нескольких частотных каналах. Ретрансляторы транкинговых систем работают только в дуплексном режиме, причем разность частот приема и передачи (дуплексный разнос) в зависимости от рабочего диапазона составляет от 3 МГц до 45 МГц.

Коммутатор в однозональной транкинговой системе обслуживает весь ее трафик, включая соединение подвижных абонентов с телефонной сетью общего пользования (ТфОП) и все вызовы, связанные с передачей данных.

Устройство управления обеспечивает взаимодействие всех узлов базовой станции. Он также обрабатывает вызовы, осуществляет аутентификацию абонентов, которые вызывают (проверку «свой-чужой»), ведение очередей вызовов и внесение записей в базы данных почасовой оплаты. В некоторых системах это устройство регулирует максимально допустимую продолжительность соединения с телефонной сетью. Как

правило, используются два варианта регулирования: уменьшение продолжительности соединений в заранее заданные часы наибольшей нагрузки, или адаптивное изменение продолжительности соединения в зависимости от текущей нагрузки.

Интерфейс ТфОП реализуется в транкинговых системах разными способами. В недорогих системах (например, SmarTrunk) подключение может реализовываться по двупроводных линиях, которые коммутируются. Более современные ТСС имеют в составе интерфейса к ТфОП аппаратуру прямого набора номера DID (Direct Inward Dialing), что обеспечивает доступ к абонентам транкинговой сети с использованием стандартной нумерации АТС. Ряд систем использует цифровое ИКМ – соединение с аппаратурой АТС.

Одной из основных проблем при регистрации и использовании транкинговых есть проблема их соединения с ТфОП. При исходных вызовах транкинговых абонентов в телефонную сеть сложность заключается в том, что некоторые транкинговые системы не могут набирать номер в декадном режиме по абонентским линиям в электромеханических АТС. Таким образом, необходимо использовать дополнительное устройство преобразования тонального набора в декадный.

Входная связь от абонентов ТфОП к радиоабонентам оказывается также проблематичным по ряду причин. Большинство транкинговых сетей соединяются с телефонной сетью по двупроводных абонентских линиях или линиях типа E&M. В этом случае после набора номера ТфОП нужен донабор номера радиоабонента. Однако после полного набора номера абонентской линии и замыкание шлейфа управляющим устройством транкинговой системы телефонное соединение считается установленным, и дальнейший набор номера в импульсном режиме осложнен, а в некоторых случаях невозможный. Применяемый в системе SmarTrunk II детектор «щелчков» не гарантирует правильности импульсного донабора, так как

качество «импульсов-щелчков» что приходят из абонентской линии зависит от их электрических характеристик, длины линии и т.д.

Для выхода из данной ситуации в лаборатории фирмы ИВП вместе со специалистами компании ELTA-R был разработан телефонный интерфейс ELTA 200 для соединения транкинговых систем связи разных типов с ТфОП. Такой интерфейс позволяет совмещать транкинговые системы связи и ТФОП по цифровым каналам (2,048 Мбит/с), по трехпроводным соединительным линиям с декадным набором номера, а также по четырехпроводных каналах ТЧ с системами сигнализации разных типов при соединении с ведомственными телефонными сетями.

Соединение с ТфОП есть традиционным для транкинговых систем, но в последнее время все более возрастает число приложений, в связи с чем наличие интерфейса к СКП также становится обязательным.

Терминал технического обслуживания и эксплуатации (терминал ТОЭ) располагается, как правило, на базовой станции однозоновой сети. Терминал предназначен для контроля за состоянием системы, проведение диагностики неисправностей, учета тарификационной информации, внесение изменений в базу данных абонентов. Подавляющее большинство транкинговых систем, которые выпускаются и разрабатываются имеют возможность удаленного подключения терминала ТОЭ через ТфОП или СКП.

Диспетчерский пульт. Необязательными, но очень характерными элементами инфраструктуры транкинговой системы – диспетчерские пульта. Дело в том, что транкинговые системы используются в первую очередь теми потребителями, чья работа не обходится без диспетчера. Это службы охраны правопорядка, быстрая медпомощь, пожарная охрана, транспортные компании, муниципальные службы. Диспетчерские пульта могут включаться в систему по абонентским радиоканалам, или подключаться по выделенным линиям непосредственно к коммутатору базовой станции. Следует отметить, что в рамках одной транкинговой системы может быть организовано

несколько независимых сетей связи, каждая из которых может иметь свой диспетчерский пульт. Пользователи каждой из таких сетей не будут замечать работы соседей, и что не менее важно, не смогут вмешиваться в работу других сетей.

Абонентское оборудование транкинговых систем содержит в себе широкий набор устройств. Как правило, наиболее многочисленными есть полудуплексные радиостанции (см. рисунок 2), так как именно они наибольшей мерой подходят для работы в замкнутых группах. В большинстве это радиостанции с ограниченным числом функций, которые не имеют цифровой клавиатуры. Их пользователи, как правило, имеют возможность связываться лишь с абонентами внутри своей рабочей группы, а также посылать экстренные вызовы диспетчеру. Впрочем, этого вполне достаточно для большинства потребителей услуг связи транкинговых систем. Выпускаются и полудуплексные радиостанции с широким набором функций и цифровой клавиатурой, но они, будучи немного дороже, предназначены для более узкого привилегированного круга абонентов.

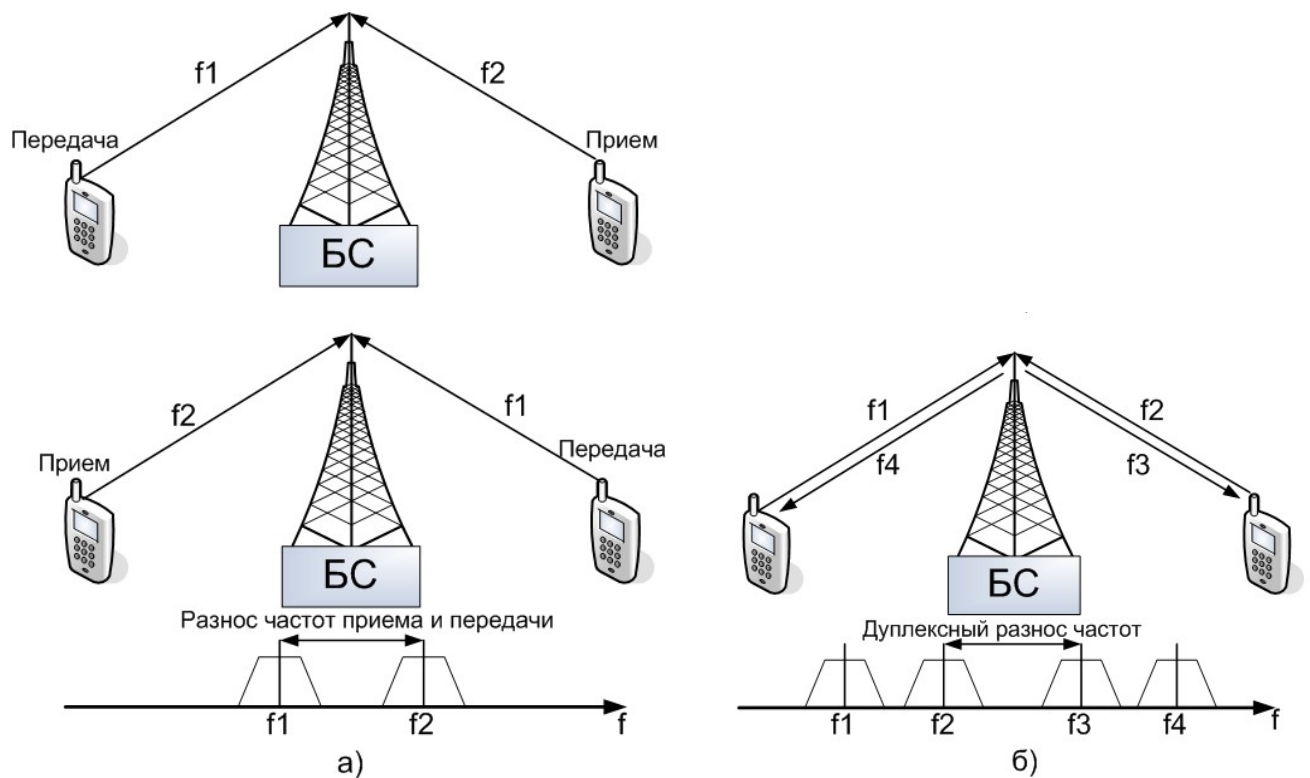


Рисунок 2 - Работа полудуплексом(а) и дуплексом(б)

В транкинговых системах, особенно рассчитанных на коммерческое использование, применяются также дуплексные радиостанции, которые скорее напоминают сотовые телефоны, но имеют значительно большую функциональность в сравнении с последними. Дуплексные радиостанции транкинговых систем обеспечивают пользователям полноценное соединение с ТфОП. Что же касается групповой работы в радиосети, то она осуществляется в полудуплексном режиме. В корпоративных транкинговых сетях дуплексные радиостанции применяются в первую очередь для персонала высшего звена управления.

Как полудуплексные, так и дуплексные транкинговые радиостанции выпускаются не только в портативном, но и в автомобильном исполнении. Как правило, исходная мощность передатчиков автомобильных радиостанций в 3...5 раз выше, чем у портативных радиостанций. Относительно новым классом устройств для транкинговых систем есть терминалы передачи данных.

В аналоговых транкинговых системах терминалы передачи данных – это специализированные радиомодемы, которые поддерживают соответствующий протокол радиоинтерфейса. Для цифровых систем более характерно встраивание интерфейса передачи данных в абонентские радиостанции разных классов. В состав автомобильного терминала передачи данных иногда включают и спутниковый навигационный приемник системы GPS (Global Positioning System), предназначенный для определения текущих координат и следующей передачи их диспетчеру на пульт.

В транкинговых системах используются также стационарные радиостанции, преимущественно для подключения диспетчерских пультов. Исходная мощность передатчиков стационарных радиостанций приблизительно такая же, как в автомобильных радиостанциях[3].

4 Состав объекта транкинговой связи

Для построения систем связи, охватывающих большие территории или целые регионы, оптимальным решением компанией Motorola была разработана система связи Dimetra стандарта TETRA. Dimetra Система включает в себя целый спектр чрезвычайно сложных средств цифровой радиосвязи, обеспечивающих использование всех преимуществ стандарта TETRA. Диметра позволит существенно повысить не только качество радиосвязи, но и эффективность работы организации, путем установления контроля за ресурсами, уровень которого значительно превосходит имеющиеся сегодня возможности.

Dimetra включает в себя sctle.obq системный портфель продуктов:

- базовые станции;
- коммутаторы;
- устройство оперативного управления (ОМС);
- портативные устройства;
- мобильные устройства;
- консоли.

Все выше перечисленное оборудование может быть легко и просто перепрограммировано всегда, когда производится усовершенствование системы или возникает необходимость обеспечить соответствие новым требованиям по мере развития технологии. Сердцем любой системы TETRA (TETRA) является Инфраструктура Коммутации и Управления (SwMI), позволяющая пользователям и организациям дифференцировать использование сетевых функций и функций управления, позволяющих оптимизировать работу сетей.

Возможности связи:

- индивидуальный вызов;
- групповой вызов;
- групповой вызов с подтверждением;

- оповещение;
- дуплексная связь;
- передача данных;
- передача данных одновременно с речью;
- передача изображений;
- кодирование речевого канала (ЗАС).

Основные характеристики оборудования инфраструктуры Motorola Dimetra приведены в таблице 4.

Таблица 4

Частотный диапазон	380–400 или 410–430 МГц
Дуплексный разнос	10 МГц
Метод передачи	TDMA (Временное уплотнение)
Вид транкинга	сообщение, передача, псевдо-сообщение
Оцифровка речи	A-CELP 4.567 кбит/с
Вид модуляции	DQPSK
Шаг частотной сетки	25 кГц
Количество каналов связи	4 на частотной паре
Скорость передачи данных	до 28.8 бит/с
Мощность базовой станции	25 Вт
Мощность мобильной радиостанции	3 Вт
Мощность портативной радиостанции	1 Вт
Межсайтовая связь	64 Кбит/с

Контроллер групповой коммутации Dimetra (Group Switch Controller — GSC) представляет собой модульную многопроцессорную компьютерную систему с возможностями расширения. Контроллер включает в себя два микропроцессора Motorola MC68040. Этот компьютер многоцелевого назначения поддерживает координацию обработки широкозонных вызовов. Важнейшим показателем надежности GSC является режим работы с резервированием. В такой конфигурации GSC предназначен для поддержания непрерывной обработки вызовов — для этого предусмотрены резервные аппаратные модули и диагностическое программное обеспечение, позволяющее системе обрабатывать вызовы даже в процессе ремонта. Модульная конструкция системы позволяет увеличивать емкость системы путем использования запасных расширительных слотов.

Групповой Коммутатор

Групповой Коммутатор Dimetra (Group Switch — GS) осуществляет маршрутизацию PCM/ACELP голосовых каналов от любого единичного источника к одному или нескольким местам назначения для групповых вызовов. Маршрутизация групповых вызовов управляется контроллером групповой коммутации. GS обеспечивает также коммутацию голосовых каналов таким образом, что удаленные диспетчеры могут одновременно контролировать работу нескольких разговорных групп. GS поддерживает цифровой поток 2 Мбит/с, и планируется вдвое увеличить этот поток в будущем.

Радиотелефонный коммутатор

Радиотелефонный коммутатор (BX) представляет собой цифровой телефонный коммутатор, обеспечивающий необходимые интерфейсы с ТФОП и УАТС с использованием цифровых /аналоговых/ транковых/телефонных соединений.

Мультиплексор каналов сайтов

Мультиплексор каналов сайтов (SLM) Dimetra используется для стыковки BBTS систем TETRA (TETRA) на удаленных сайтах базовых

станций по интерфейсу X.21, по которому передаются цифровые каналы 64 кбит/с в пакетном формате. Мультиплексор каналов сайтов подсоединяется к групповому коммутатору и управляется контроллером групповой коммутации. SLM может включать в себя процессор (CPU) и источники питания (PSLJ) для повышения эффективности работы.

Терминал передачи данных FORTE Wireless CommPad

Терминал передачи данных FORTE Wireless CommPad представляет собой высокопрочный портативный компьютер, предназначенный для управления сетью двусторонней радиосвязи Motorola. FORTE разработан специально для таких сегментов рынка как правоохранительные органы, коммунальные службы и другие отрасли, успешная работа которых в большой степени зависит от оперативной передачи мобильных данных. Терминал FORTE использует программное обеспечение Microsoft Windows и позволяет с помощью простой ручки легко вводить и получать необходимую информацию.

Диспетчерский пульт CENTRACOM Elite

CENTRACOM Elite представляет собой графический интерфейс пользователя (GUI). Работает под Microsoft Windows NT/NTM и соответствует тем же стандартам, что и другие программы Windows. Единственный необходимый Вам для работы инструмент — кончики Ваших пальцев. В зависимости от того, какой тип системы радиосвязи Вы используете, диспетчер может видеть следующую информацию: кем производится вызов, тип/статус вызова. Вызывающие абоненты идентифицируются реальными именами. Тысячи четырехсимвольных имен могут быть сохранены в системе для идентификационных номеров радиостанций и телефонных номеров. Имеющуюся в системе информацию легко обновлять по мере роста численности персонала и объема ресурсов.

Консольный сервер

Консольный сервер (CS) Dimetra обеспечивает необходимые интерфейсы 2 Мбит/с к GS от удаленных диспетчерских мест (консолей).

Каждый консольный сервер может поддерживать до 30 удаленных диспетчеров. Можно использовать несколько CS для поддержания большего числа удаленных диспетчеров.

Транскодер

Транскодер (XCDR) представляет собой устройство, преобразовывающий PCM 64 кбит/с в формат ACELP вокодера для передачи в сеть TETRA(TETRA). Транскодер осуществляет преобразование ACELP в PCM 64 кбит/с.

Системный менеджер

Функция контроля и управления каждым из основных элементов системы осуществляются через рабочие станции с большими экранами. Системный менеджер (SM), координирующий работу менеджеров элементов системы, выполнен на базе процессора UNIX, обеспечивающего интерфейс с внешними центрами управления (например, HP Open View) через прикладной программный интерфейс (API). Скоординированный сбор информации позволяет осуществлять оперативный контроль управления радиосвязью (ОМС).

Система базовой станции

Система базовой станции (EBTS) обеспечивает радиочастотный интерфейс между TETRA(TETRA) SwM1 и мобильным радиостанциям системы. EBTS представляет собой отдельно стоящее смонтированное в стойке устройство, включающее в себя четыре подсистемы:

- ~ Контроллер сайта TETRA (TETRA) (TSC);
- ~ Базовая радиостанция (BR);
- ~ Система аварийной сигнализации (EAS);
- ~ Система распределения радиочастот (RFDS).

На удаленных сайтах может быть установлено дополнительное устройство кондиционирования окружающей среды (ECU) с диапазоном температур от -20 °C до +55 °C.

Контроллер сайта ТЕТРА (TETRA): TSC Dimetra обеспечивает удаленный интерфейс X.21 к сети ТЕТРА(TETRA) и контролирует работу базовых радиостанций через линию Ethernet. TCS способен контролировать до 8 базовых радиостанций. Базовая радиостанция: Базовая радиостанция Dimetra имеет модульную структуру с отдельными модулями для источника питания, генератора, РЧ усилителя мощности, приемников и базового радио контроллера. Базовая радиостанция Dimetra может обеспечивать мощность до 25 Вт (регулируемую) и предоставляет 4 логических канала на одной общей несущей радиочастоте шириной полосы 25 кГц. Расположенные на передней панели индикаторы обеспечивают визуальную индикацию статуса и рабочего состояния.

Система аварийной сигнализации (KAS): EAS предоставляет отчет об отказах и функцию дистанционного управления на сайте EBTS. Она позволяет контролировать 48 местных входов и прочие данные, включая аварийные сигналы для индикации отказа первичного источника питания или индикации несанкционированного доступа на базовых станциях.

Распределительная комбайнерная система (RFDS): RFDS Dimetra объединяет РЧ выходы передатчиков базовой радиостанции для работы с одной передающей антенной. Для минимизации рассеивания РЧ мощности, снижения потерь и обеспечения высокой емкости каналов используется полостная комбайнерная система.

Система Dimetra предназначена для построения систем связи среднего и большого масштаба. Иерархическая структура построения системы с централизованным управлением позволяет объединять территориально разнесенные системы связи предприятий в единую сеть связи, а также наращивать систему связи[4].

Список использованных источников

1. Материалы сайта

<http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/systems/detail.php?ID=75;>

2. Обзор и сравнительный анализ стандартов цифровой транкинговой радиосвязи., Автор: Овчинников А.М. , интернет-статья ,

http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/detail.php?SECTION_ID=28&ID=90;

3. Материалы сайта [http://kunegin.narod.ru/ref4/tetra/1.htm;](http://kunegin.narod.ru/ref4/tetra/1.htm)

4. Техническая документация для системы Dimetra на англ. языке

http://www.ok1mjo.com/all/tetra/Motorola-Dimetra/TETRA_Motorola_Dimetra_IP_Micro.pdf