



# ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ БАЗОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕТИ СТАНДАРТА TETRAPOL

**С. Н. Орлов**

начальник технического отдела департамента телекоммуникаций ЗАО «ИТ-Центр»

➤ TETRAPOL является открытым для широкого пользования стандартом профессиональной полностью цифровой системы подвижной транкинговой радиосвязи, которая в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к таким системам.

История создания и развития этого стандарта началась в 1987 году, когда компания Matra Communications (Франция) подписала контракт с французской жандармерией на разработку и ввод в эксплуатацию сети подвижной радиосвязи RUBIS. В 1994 году эта сеть, а также сети национальной полиции (ACROPOL) и национальной железной дороги в Париже (IRIS) были введены в эксплуатацию.

В настоящее время в 32 странах развернуто более 70 сетей этого стандарта, пользователями которых являются около 450 тыс. человек.

Следует отметить, что определенные шаги по продвижению TETRAPOL предпринимаются и в России. Так, в 2002 году запущен в эксплуатацию первый русский-язычный сайт TETRAPOL (<http://www.tetrapol.ru>). Впервые в истории развития этого стандарта в Санкт-Петербурге состоялась 17-я Международная конференция «TETRAPOL Форум», проходившая с 15 по 17 сентября 2003 года.

В 2002 и 2003 годах Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-технический центр «Атлас» совместно с компанией ЗАО «ИТ-Центр» (г. Москва) была проведена научно-исследовательская работа «Исследование возможности использования оборудования транкинговой связи стандарта TETRAPOL в интересах органов

государственной власти». В рамках этой НИР в одном из регионов нашей страны был развернут опытный район сети и проведены испытания его оборудования. По всем пунктам программы испытаний были получены положительные результаты. В ходе исследований было сделано заключение о соответствии реальных технических характеристик оборудования стандарта TETRAPOL параметрам, заявленным производителем, а также о возможности и целесообразности использования этого оборудования для обеспечения мобильной связи в интересах органов государственной власти и управления.

К числу основных потребителей услуг профессиональной цифровой подвижной радиосвязи традиционно относятся специальные и силовые структуры, службы по преодолению чрезвычайных ситуаций, а также различные организации производственного и коммерческого профиля. Известно, что основные тактико-технические характеристики системы подвижной радиосвязи и набор поддерживаемых ею сервисов во многом определяются вариантами построения ее базовой инфраструктуры, поэтому более детальное освещение этого вопроса представляет не только познавательный, но и практический интерес. Рассмотрим особенности организации базовой инфраструктуры сети TETRAPOL.

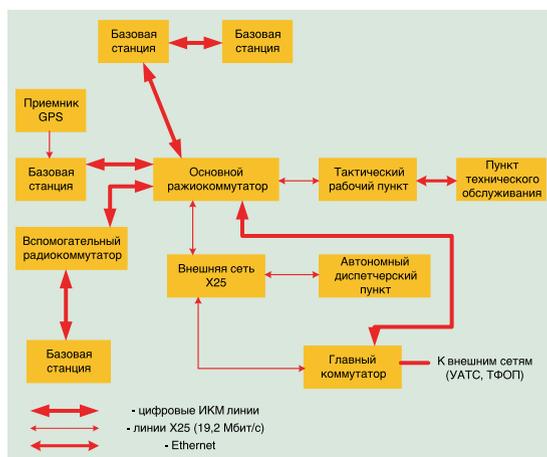
## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ БАЗОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Сеть транкинговой связи TETRAPOL строится по модульной схеме. Благодаря этому обеспечивается возможность:

- создания локальных и территориально распределенных сетей (например, линейно протяженных);
  - изменения масштаба сети от местной до национальной;
  - поэтапного ввода в эксплуатацию новых зон обслуживания и внедрения различных видов сервисов.
- В зависимости от требований заказчика сеть может быть организована по сотовому принципу, строиться на основе ретрансляторов, работающих на одном наборе частот, либо сочетать оба указанных принципа.

Сотовая структура в основном применяется в локальных сетях и предполагает использование в каждой соте своего набора частот. Одинаковые частоты присваиваются каждому кластеру, состоящему из 12 сот. При таком принципе построения сети необходимо разрешение контролирующих органов на использование значительного частотного ресурса, что сопряжено с большими временными и материальными затратами.

При обеспечении режима синхронного вещания базовые станции передают один и тот же сигнал на одной частоте. При этом образуется макросота, размер зоны обслуживания которой значительно превышает аналогичный параметр для одной соты. Рассматриваемый принцип построения сети обеспечивает экономное использование частотных ресурсов. Он наиболее эффективен для организации связи между различными группами абонентов, например, при обеспечении связи в производственно-технологических целях, в интересах специальных подразделений силовых структур, пожарных команд, милиции, службы скорой медицинской помощи и др.



**Рис. 1. Основные элементы базовой инфраструктуры сети TETRAPOL**

Основными элементами базовой инфраструктуры сети являются (рис. 1):

- базовые станции;
- цифровые коммутаторы;
- пункты управления сетью;
- диспетчерские пункты.

Ключевые параметры сетей, которые могут строиться на основе оборудования TETRAPOL, приведены в таблице.

Остановимся на наиболее важных особенностях и некоторых характеристиках элементов базовой инфраструктуры.

В настоящее время в сетях TETRAPOL применяются базовые станции двух типов.

Базовая станция первого типа является основной и может обеспечить до 24 радиоканалов, работающих на различных па-

рах частот передачи и приема. Один из них используется как канал управления. Он служит для передачи служебных данных и сигналов управления. Остальные радиоканалы применяются для передачи трафика.

Базовая станция монтируется в стандартной 19-дюймовой стойке, в которой содержится следующее оборудование:

- комбайнеры для сложения мощностей передатчиков в одной антенне;
- приемные распределительные панели, обеспечивающие распределение мощности сигналов, поступающих от двух разнесенных в пространстве приемных антенн между приемниками;
- модули приемопередатчиков и усилителей мощности.

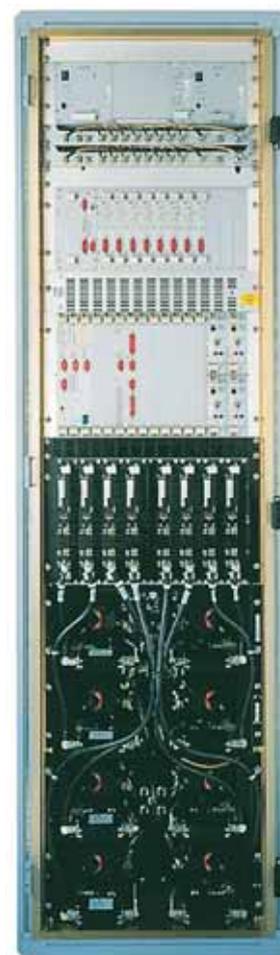
Оборудование базовой станции управляется контроллером, который обслуживает канал управления и каналы трафика. Контроллер обеспечивает подключение до 3 цифровых потоков с импульсно-кодовой модуляцией. По этим потокам со скоростью 2 Мбит/с в коммутирующую сеть передаются сигналы трафика и команды управления.

Базовая станция второго типа является вспомогательной и предназначена для реализации режима синхронного вещания. Ее структура аналогична структуре базовой станции первого типа, за исключением следующих особенностей:

- вспомогательный контроллер базовых станций выполнен в упрощенной версии;
- синхронизация оборудования осуществляется от приемника глобальной системы позиционирования (GPS).

Конфигурация базовой станции может дистанционно изменяться из центра управления и обслуживания сети.

Базовые станции обоих типов обрабатывают и передают сигналы внешней аварийной сигнализации, обеспечивающей контроль общей безопасности технических помещений, в которых они развернуты. С этой целью фиксируются открывание дверей, повышение температу-



**Рис. 2. Внешний вид аппаратуры базовой станции**

ры, наличие задымления и т. д. Внешний вид аппаратуры базовой станции представлен на рис. 2.

Для быстрого развертывания сети в районах, где базовая инфраструктура слабо развита или отсутствует вообще, выпускаются базовые станции контейнерного типа (рис. 3).

В составе базовой инфраструктуры сети используются 4 вида цифровых коммутационных устройств: основной и вспомогательные коммутаторы, а также основной и вспомогательный контроллеры базовых станций.

Основной коммутатор управляет базовой архитектурой сети и обеспечивает автоматическое управление сетевым оборудованием, устанавливает соединительные каналы, обрабатывает и маршрутизирует голосовые вызовы и пакеты данных, а также обслуживает абонентские терминалы.

**Основные параметры сетей TETRAPOL**

№	Параметр	Величина
1	Максимальное количество региональных сетей в национальной сети	120
2	Количество радиокоммутаторов в региональной сети	9 (1 главный и 8 вторичных)
3	Максимальное количество сот в региональной сети	32
4	Максимальное количество радиоканалов в региональной сети	500
Возможности главного радиокоммутатора		
5	Количество поддерживаемых абонентских терминалов	15000
6	Количество управляемых приемопередающих базовых станций	22
Возможности вторичного радиокоммутатора		
7	Количество управляемых сот	16/24
8	Количество поддерживаемых радиоканалов	150

Вспомогательные коммутаторы применяются в том случае, если сеть содержит большое число базовых станций. Коммутаторы предназначены для обеспечения бесперебойной работы сети в аварийных ситуациях путем создания замкнутого сетевого контура. Каждый такой коммутатор обслуживает несколько базовых станций и управляется основным коммутатором.

При наличии нескольких вспомогательных коммутаторов в составе сети существенно упрощается задача увеличения ее емкости. Эта цель может быть достигнута одним из следующих способов:

- подключением дополнительных базовых станций к любому вспомогательному коммутатору для увеличения зоны обслуживания в регионах с большой плотностью трафика;
- организацией взаимодействия с другими системами радиосвязи через вспомогательные коммутаторы и шлюзы передачи речи и данных;
- обеспечением доступа местных операторов к ресурсам сети на вспомогательных коммутаторах без выделения радиоканалов или создания дополнительных ИКМ-контуров.

Основной и вспомогательный контроллеры базовых станций используются для организации сложной сетевой архитектуры.

Все коммутаторы имеют одинаковую структуру, собраны из плат одного типа и работают по одному и тому же принципу.

Основной (вспомогательный) коммутатор обслуживает до 16 базовых станций, 150 радиоканалов, 6500 (6000) абонентских терминалов соответственно.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

К таким элементам могут быть отнесены мобильные ретрансляторы, радиошлюзы, комплексные аппаратные мо-

бильной радиосвязи и малогабаритные базовые станции в настенном исполнении.

Мобильные ретрансляторы и радиошлюзы предназначены для обеспечения связи в ситуации, когда зоны обслуживания базовых станций не покрываются.

Портативный одноканальный цифровой ретранслятор, выполненный в виде чемодана с автономным питанием, позволяет организовать автономную соту, которая может размещаться вместе с абонентами куда угодно. Он одновременно поддерживает как нешифрованный, так и зашифрованный радиообмен в полудуплексном режиме.

Дальность связи между абонентскими терминалами зависит от высоты размещения антенны ретранслятора и может достигать 15–20 км.

Цифровой радиошлюз позволяет осуществить привязку удаленной группы абонентов к базовой станции, а также объединить две сети TETRAPOL. Он выполнен в переносном варианте с автономным питанием на основе двух автомобильных аккумуляторных батарей; поддерживает работу как в нешифрованном, так и в зашифрованном режиме. Радиошлюз рассчитан на полностью автономную работу при выходной мощности передатчика 10 Вт в течение 1,5 ч при 50 % цикле. Масса устройства – 20 кг.

Комплексная аппаратная мобильной связи, смонтированная на базе автомобиля «Мерседес», обеспечивает оперативное развертывание системы транкинговой связи в условиях неподготовленной инфраструктуры и может применяться аварийными, мобильными и оперативными службами различных организаций и ведомств. Общий вид комплексной аппаратной представлен на рис. 4.

При мощности передатчика 10 Вт и использовании направленной антенны аппаратная поддерживает работу 4-канальной соты с радиусом зоны



Рис. 3. Базовые станции контейнерного типа

обслуживания до 25 км в условиях равнинной местности и до 50 км при размещении на возвышенности.



Рис. 4. Общий вид комплексной аппаратной

В состав аппаратной входят:

- базовая станция;
- радиоконмутатор;
- стойка электропитания;
- пульт тактического управления;
- пульт технического управления;
- диспетчерский пульт.

Внутренний вид комплексной аппаратной изображен на рис. 5.

Малогабаритная базовая станция в настенном исполнении



Рис. 5. Внутренний вид комплексной аппаратной



Рис. 6. Малогабаритная базовая станция в настенном исполнении

нии (рис. 6) предназначена для эксплуатации в условиях ограниченного энергопотребления, при размещении аппаратуры в нежилых помещениях, на ограниченных площадях и в ограниченных объемах. В большей мере это изделие ориентировано на обеспечение транкинговой связью нефте- и газопроводов, где перечисленные ограничения встречаются наиболее часто.

Все перечисленное оборудование построено по модульному принципу, что позволяет адаптировать его к требованиям конкретного заказчика. Надежность аппаратуры достигается за счет ее функциональной избыточности, а разветвленная



Рис. 7. Автономный диспетчерский пункт

система самодиагностики и тестирования позволяет быстро обнаруживать и устранять возможные отказы.

Следует отметить, что в случае принятия решения о развертывании сети TETRAPOL в России, вероятно, потребуются дополнительные элементы базовой инфраструктуры сети, такие как:

- преобразователь сигнализации ISDN в сигнализацию телефонной сети общего пользования и протоколы различных ведомственных сетей;
- устройства защиты информации, прошедшие сертификацию в соответствующих организациях.

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ

Построенная сеть нуждается в конфигурировании и управлении. С этой целью в сети реализовано три уровня управления: технический, тактический и оперативный.

Для обеспечения первого уровня предусмотрен выполненный на базе персонального компьютера пункт технического управления, предназначенный для получения общей картины состояния сети и предоставления доступа к полному набору функций контроля через удобный интерфейс.

Основными составляющими технического управления являются:

- управление конфигурацией (определение компонентов сети и их связей, организация инфраструктуры, обновление программного обеспечения);
- контроль состояния сети (мониторинг оборудования, обнаружение сбоев) и корректирующие действия;
- контроль функционирования и наблюдение за терминалами (в том числе за их регистрацией), а также за использованием радиочастотных ресурсов с помощью специального информационного дисплея;
- системное администрирование и конфигурирование па-

раметров радиоканалов (определение профиля доступа, плана адресации и зоны обслуживания конкретной группы пользователей).

Все данные, применяемые для управления, выводятся на экран внешнего компьютера с целью получения статистических отчетов и дальнейшего анализа. Администратор системы может запретить или ограничить доступ технического персонала к определенной части системной информации с помощью паролей.

Архитектура системы технического управления тесно связана со структурой элементарных сетей. Информация, относящаяся к элементарной сети, собирается в рабочей базе данных, реализованной на основе персонального компьютера с операционной системой UNIX, который связан с главным коммутатором каналом X.25.

Второй уровень управления реализован в виде тактического рабочего пункта. Тактическое управление предполагает управление абонентскими терминалами, абонентскими группами и оперативное планирование.

К задачам управления терминалами относятся:

- загрузка программного обеспечения;
- конфигурирование и персонализация с помощью специальной станции терминального программирования;
- работа с базой данных абонентов (создание и удаление записей, внесение изменений).

Управление абонентскими группами включает в себя определение состава групп и контроль за их работой, в процессе которого учитываются полномочия, предоставленные каждой группе.

Тактический оператор имеет в своем распоряжении дополнительные механизмы управления: динамическую перегруппировку и блокировку абонентского терминала незаметно для абонента.

В задачи оперативного планирования входит предварительное определение зоны об-

служивания, в пределах которой абонентам будут предоставляться все необходимые услуги связи. Это позволяет оптимизировать использование ресурсов каждой абонентской группы в соответствии с конкретными условиями.

Третий уровень управления обеспечивается с помощью автономного диспетчерского пункта (рис. 7). Управление заключается в контроле коммуникационного процесса в масштабе реального времени, а его основной задачей является адаптация сценариев управления связью, с одной стороны, к требованиям пользователя и условиям обеспечения связи, а с другой – к ресурсам сети. В процессе управления задействуются функции, обеспечивающие контроль за связью. Знание рабочих параметров соты также позволяет диспетчеру определить текущее состояние сети в зоне его деятельности.

Диспетчер должен иметь возможность участвовать в сеансах связи и обрабатывать информацию о состоянии сети, поэтому диспетчерские станции оснащены портами V.11 для подключения к коммутатору (передача речи) и интерфейсами X.25 (передача данных).

Рабочее место диспетчера организуется на базе компьютера, оборудованного дополнительными аудиоустройствами. Диспетчер имеет доступ к полному набору услуг, предоставляемых с обычного абонентского терминала, и ряду дополнительных, таких как принудительное включение голосовой связи, работа со статусной информацией, запись текущего сеанса связи и др.

Таким образом, рассматриваемый стандарт специфицирует современные инструменты управления сетью, которые позволяют операторам технического, тактического и оперативного уровней управления своевре-

менно реагировать на любые события, происходящие как в оперативной обстановке, так и в самой системе связи.

В заключение следует отметить, что большой положительный опыт, накопленный в процессе натурных испытаний и эксплуатации действующих сетей TETRAPOL, работа «TETRAPOL Форума» по развитию и продвижению стандарта и ориентация производителей оборудования на наиболее полное удовлетворение потребностей потенциальных заказчиков создают благоприятные условия для обеспечения TETRAPOL доминирующего положения на рынке профессиональной подвижной радиосвязи.



### Диспетчерское оборудование для конвенциональных радиосетей на базе технологий VOIP.



**S6200** - диспетчерская консоль настольного использования модульной конструкции (до 18 линий) с телефонным интерфейсом, встроенным пейджинг-кодером (декодером основных промышленных стандартов и такими протоколами как Select 5, Fleetsync и др.)

**VIPER 8** - мобильная система в противоударном транспортном контейнере позволяет оперативную взаимосвязку радиосетей различных служб и подразделений.

**S-Coft** - ПО для организации рабочего места диспетчера под OS Windows 2000 и XP, гибкая настройка профиля диспетчерской консоли непосредственно пользователем, поддержка функции Touch Screen



### Коммуникационные гарнитуры для работы в сложных условиях эксплуатации.



**Com Tac** - наушники с электронным управлением, предназначены для использования военными подразделениями.

Обеспечивают высокое качество связи и безопасности в сложных условиях, осуществляют контроль окружающего пространства в стерео режиме, имеют регулируемый уровень усиления сигнала и приоритет сигнала радиостанции перед сигналами окружающими сигналами. Имеют встроенную систему мгновенного подавления звука выстрела.

**Dect-Com** - портативная система беспроводного дуплексного интеркома до 8 абонентов. Цифровое качество связи, высокая помехоустойчивость. Совместима со всей линейкой гарнитур PELTOR.



125375, г.Москва, ул.Тверская, д.7, Тел: (095) 101-45-51, 692-13-13, www.itr.com.ru, e-mail: Info@itr.com.ru