

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите
Заведующий кафедрой

« _____ » _____ 200__ г.

**Выпускная
квалификационная работа бакалавра**

на тему «Организация транкинговой связи на предприятии Бекабадского
металлургического завода»

Выпускник _____ А.Абдуллаев
(подпись) (Фамилия)

Руководитель _____ Х.Мадаминов
(подпись) (Фамилия)

Рецензент _____
(подпись) (Фамилия)

Ташкент

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет РРТ кафедра Радиотехнических систем
Направление Телевидение, радиосвязь и радиовещание

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой _____
«__» _____ 200__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы Организация транкинговой связи на предприятии Бекабадского металлургического завода

2. Утверждена приказом по университету от «__» __ 200__ г. № _____

3. Срок сдачи законченной работы 12.05.

4. Исходные данные к работе Стандарты по транкинговым системам связи

5. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) Введение. 1. Транковые системы связи 2. Практические примеры конфигураций транковых систем 3. Организация транкинговой системы связи на предприятии бекабадского металлургического завода 4. Охрана труда и техника безопасности.

6. Перечень графического материала _____

7. Дата выдачи задания 30. 10. 20__ г.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял _____
(подпись)

8. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Раздел	Ф.И.О. руководителя	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
1. Транковые системы связи 2. Практические примеры конфигураций транковых систем 3. Организация транкинговой системы связи на предприятии бекабадского металлургического завода 4. ОТ и ТБ			

9. График выполнения работы

№	Наименование раздела работы	Срок выполнения	Отметка руководителя о выполнении
1	Введение		
2	1. Транковые системы связи		
3	2. Практические примеры		
4	конфигураций транковых		
5	систем		
	3. Организация транкинговой системы связи на предприятии Бекабадского металлургического завода		
	4. ОТ и ТБ		

Выпускник _____ « 30 » 10 20 г.
(подпись)

Руководитель _____ « 30 » 10 20 г.
(подпись)

УЗБЕКСКОЕ АГЕНСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РЕЦЕНЗИЯ

На выпускную квалификационную работу студента _____

на тему _____

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной рассматривается организация транкинговой системы связи на предприятии Бекабадского металлургического завода.

Кратко рассмотрены некоторые стандарты транкинговой системы связи. Приведены примерные калькуляции некоторых транкинговых систем связи.

Выбраны элементы транкинговой системы связи. Приведена структурная схема четырехканальной транкинговой системы связи.

Освещены вопросы охраны труда и техники безопасности.

АННОТАЦИЯ

Мазкур битирув малакавий ишда Бекобод металлургия заводи корхонасида транкинг алоқа тизимини ташкил қилиш қуриб чиқилган.

Транкинг алоқа тизимларининг баъзи стандартлари қисқача кўриб чиқилган. Баъзи транкинг алоқа тизимларининг тахминий ҳисоб-китоби келтирилган.

Транкинг алоқа тизимининг элементлари танланган. Тўрт каналли транкинг алоқа тизимининг тузилиш схемаси келтирилган.

Меҳнат муҳофазаси ва техника хавфсизлиги саволлари ёритилган.

SUMMARY

In given final qualifying the organization trunking of system of communication at the enterprise Bekabads of a metal works is considered.

Some standards trunking of system of communication are briefly considered. The provisional accounting some trunking of system of communication are given.

The elements trunking of system of communication are chosen. The block diagram four-channel trunking of system of communication is given.

The questions of protection of work and safety precautions are covered.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. ТРАНКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ	
1.1. Протокол SmarTrunk II	
1.2. Система FastNet	
1.3. Система TETRA	
1.4. Протокол PassPort NTS	
2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ КОНФИГУРАЦИЙ ТРАНКОВЫХ СИСТЕМ	
2.1. Практические примеры конфигураций транковых систем протокола MPT-1327	
2.2. Протокол Clearchannel LTR (Logic Trunked Radio)	
2.2.1. Имитация обычной системы связи на базе LTR-системы .	
2.2.2. Связь диспетчера с группой водителей и каждого из водителей с диспетчером без возможности связи между водителями	
2.2.3. Практические примеры конфигураций транковых систем протокола LTR	
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНКИНГОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ПРЕДПРИЯТИИ БЕКАБАДСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА	
3.1. Протокол SmarTrunk II	
3.2. РЕТРАНСЛЯТОР IC-FR3000 / IC-FR4000	
3.3. Комбайнеры с низкими потерями (CL8-4V-50-X/2)	
3.4. Антенны дипольные	
3.5. Антенны направленные	
3.6. Распредпанели	
3.7. Радиостанции протокола MPT-1327	
3.7.1. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-1200	

3.7.2. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-140	
3.7.3. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-320	
3.7.4. Автомобильные УКВ радиостанции Motorola GM-360 . . .	
3.7.5. Автомобильные УКВ радиостанции Motorola GM-380 . . .	
4. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	
4.1. Биологическое воздействие	
4.2. Результаты исследований воздействия электромагнитных полей на организм человека	
4.3. Санитарные нормы	
4.4. Электромагнитные поля и излучения	
4.5. Радиоактивные вещества	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Термин "транкинговая" (или транковая) связь происходит от английского слова trunk (ствол) и отражает то обстоятельство, что "ствол связи" содержит несколько каналов, причем жесткое закрепление каналов за абонентами отсутствует. В литературе можно найти различные определения транкинговых систем, общим для которых является именно предоставление в распоряжение абонента одного из свободных на данный момент каналов. В частности, к данному классу относят:

- радиально-зоновые системы наземной мобильной радиосвязи, использующие автоматическое распределение ограниченного частотного ресурса ретранслятора среди большого числа абонентов;
- системы массового применения, позволяющие при ограниченном частотном ресурсе обслуживать максимальное число абонентов.

Типичной сферой применения транкинговых систем являются государственные, ведомственные, корпоративные организации и институты, такие как служба скорой помощи, пожарная служба, охрана правопорядка, органы безопасности, различные коммерческие структуры и др. По большей части транкинговые системы используются как средства оперативной связи с жестко лимитированным и постоянно контролируемым контингентом абонентов в пределах ограниченной территориальной зоны. Учитывая специфику применения транкинговых систем, их иногда называют профессиональными системами мобильной радиосвязи (PMR - Professional Mobile Radio), либо частными системами мобильной радиосвязи - Private Mobile Radio. Системы PMR, обеспечивающие соединение мобильных объектов с абонентами ТФОП, часто выделяются особо как Public Access Mobile Radio (PAMR).

Транкинговые системы связи (ТСС) могут строиться как системы с однозоновой или многозоновой структурой. Принимая во внимание

специфический характер ТСС, т.е. ограниченность числа пользователей системы, переход от однозоновой к многозоновой структуре объясняется в первую очередь расширением географической зоны действия системы, а не стремлением к повышению числа абонентов (абонентской емкости) системы. При пересечении границ радиопокрытия ТСС отслеживают перемещение абонентов, обеспечивают их регистрацию и назначение им нового частотного канала. Однако, как правило, подобный переход происходит с прерыванием связи, для восстановления которой абонентам необходимо произвести повторный вызов.

Транкинговые системы могут использовать как симплексные, так и дуплексные каналы радиосвязи, однако с целью упрощения и удешевления в них нередко применяется полудуплексный режим работы, при котором один и тот же канал поочередно используется для связи от центра управления (базовой станции) к абоненту и в обратном направлении.

Реализация принципа равного доступа к каналу связи может быть осуществлена децентрализованно либо при централизованном управлении. В первом случае функция нахождения свободного канала возлагается на абонентскую станцию, которая проводит последовательный поиск незанятого частотного канала во всем выделенном системе диапазоне. Во втором случае анализ занятости каналов связи осуществляет базовая станция либо непосредственно центр коммутации мобильной связи. Как правило, установление связи при последовательном сканировании частотного диапазона занимает достаточно большой интервал времени. Для обеспечения оперативности управления в современных ТСС предусматривается существование специального канала, посредством которого производится управление транкинговой системой, в том числе выполнение процедур установления и прекращения связи.

По способу организации канала управления различают ТСС с выделенным и распределенным каналом управления. В первом случае, как следует из названия, выделенный канал используется исключительно для

управления работой системы. Во втором в процессе сеанса связи сигналы управления передаются одновременно с речевым сигналом.

Следует отметить, что для ТСС наиболее характерно разделение каналов связи по частоте с индивидуальными ретрансляторами на разных частотах. Возможен и вариант ТСС с использованием широкополосных ретрансляторов, обслуживающих сразу все каналы. Назначение остальных блоков структурной схемы является очевидным и не требует дополнительных комментариев.

Как уже упоминалось ранее, совместимость различных систем и оборудования обеспечивается стандартизацией интерфейсов. Наибольшее распространение получили следующие протоколы транкинговой связи: МРТ 1327, EDACS и TETRA.

В данной выпускной квалификационной рассматривается организация транкинговой системы связи на предприятии Бекабадского металлургического завода.

1. ТРАНКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

В обстановке постоянно нарастающей стесненности в радиочастотных ресурсах и растущих требований как к качеству и уровню пользовательского сервиса систем подвижной радиосвязи, так и к их пропускной способности, одним из наиболее эффективных путей развития систем подвижной радиосвязи является использование транкинга. Данная концепция используется в проводной телефонной связи уже на протяжении нескольких десятилетий и подразумевает автоматическое динамическое распределение имеющихся в наличии каналов связи для обслуживания большого количества пользователей. При этом делаются следующие допущения:

- вероятность того, что все пользователи одновременно попытаются получить доступ к системе, ничтожно мала;
- допускается некоторый небольшой процент вызовов, в обслуживании которых будет отказано по причине занятости всех каналов связи в данный момент времени.

Развернуть на своем предприятии беспроводную систему радиотелефонной связи (например стандарта GSM) может себе позволить далеко не каждый начальник, умеющий считать деньги. Но без связи, как известно, страдают все процессы производства, поэтому и были созданы транкинговые системы связи.

Архитектура построения "транка" достаточно демократична, но всегда содержит базовую станцию, контроллер, антенно-фидерное устройство и абонентские терминалы.

Развернув транк, владелец системы (он же и абонент), не платит абонентской платы за эфирное время. Это существенная экономия для любого предприятия, ведь не секрет, что больше половины переговоров сотрудников по корпоративной мобильной связи являются частными. Таким

образом, один раз включившись в транкинговую систему связи Вы потом экономите на разговорах.

Выпускается большое количество систем транкинговой связи подходящих под самые разнообразные задачи заказчиков. Всех их можно разделить по следующим параметрам:

По способу передачи голосовых сообщений:

- аналоговые (Smartrunk II, Smartlink, EDACS, LTR, MPT 1327)
- цифровые (EDACS, APCO 25, TETRA, Tetrapol)

По организации доступа к системе:

- без канала управления (Smartrunk II)
- с распределенным каналом управления (LTR, Smartlink)
- с выделенным каналом управления (MPT 1327)

По способу удержания канала:

- с удержанием канала на весь сеанс переговоров (Smartrunk II, MPT)
- с удержанием канала на время одной передачи (LTR, Smartlink)
- По конфигурации радиосети:
 - однозоновые системы (Smartrunk)
 - многозоновые системы (MPT, LTR, Smartlink, TETRA, APCO, EDACS, tetrapol)
- По способу организации радиоканала:
 - полудуплексные (Smartrunk II, MPT 1327, LTR, Smartlink, TETRA, APCO25, TETRAPOL)
 - дуплексные (TETRA, APCO25, TETRAPOL)

В отличие от проводной телефонии, где каждый пользователь имеет свою собственную линию к коммутационному оборудованию (АТС), а транкинг используется для межстанционных соединений, для систем подвижной радиосвязи используется транкинг соединений с

коммутационным оборудованием (т.е. радиоканалов). Эта особенность приводит к необходимости выбора некоторого способа взаимодействия абонентской аппаратуры и базового оборудования системы для передачи информации о входящих и исходящих вызовах, а также управляющей информации. В настоящее время наиболее широко используются следующие способы управления мобильным оборудованием:

- Системы без канала управления (например SmarTrunk II) - какой либо специальный канал управления отсутствует и все взаимодействие происходит через голосовые каналы системы. Для исходящего вызова абонентская радиостанция сама находит свободный канал системы и посылает запрос на соединение. При входящем вызове базовое оборудование системы посылает вызов в свободном канале, а станция находит этот канал путем сканирования.

- Системы с распределенным каналом управления (например LTR) - обмен управляющей информацией происходит в голосовом канале одновременно с голосовым радиообменом. При этом, для обмена управляющей информацией используется низкочастотная поднесущая, лежащая ниже нижней границы диапазона звуковых частот, используемого для голосового радиообмена.

- Системы с выделенным управляющим радиоканалом (например MPT-1327, SmartNet) - для управления системой используется специальный радиоканал. Аналогичный принцип используется также в системах протокола TETRA, где один из виртуальных каналов на одном из радиоканалов в зоне выделяется для управления системой.

- По принципу выделения канала для радиообмена наиболее широко используются следующие методы:

- Транкинг передач (Transmission Trunking) - выделение голосового канала производится на время одного включения на передачу. Сразу после отпущения абонентом клавиши передачи радиоканал освобождается и становится доступен для других пользователей системы. Данный метод

обеспечивает наивысшую степень эффективности использования радиочастотных ресурсов, но не может быть использован для телефонных вызовов, а также для связи между полнодуплексными абонентами.

– Транкинг сообщений (Message Trunking) - радиоканал выделяется на все время радиообмена.

Стандарт MPT1327, разработанный министерством почт и телекоммуникаций Великобритании (Ministry of Post and Telecommunication (MPT)), определяет в основном протокол передачи информации управления и контроля состояния аппаратуры (иначе — информации сигнализации) для транкинговых систем наземной мобильной радиосвязи, причем информационные сообщения передаются по аналоговому радиоканалу. На его основе разработаны радиointерфейс определяемый протоколом MPT 1343, и радиointерфейс БС — MPT 1347. Стандартами предусматривается передача информации со скоростью 1,2 кбит/с по каждому из 500 каналов связи в диапазоне частот 201,2125...207,4875 МГц (MPT 1347) и 193,2125...199,4875 МГц (MPT1343), причем каждый дуплексный канал занимает две полосы шириной 12,5 кГц с разносом каналов приема и передачи в 8 МГц [6].

Фирмой Ericsson разработана система транкинговой радио- связи, получившая название EDACS (Enhanced Digital Access Communications System — Усовершенствованная система связи с цифровым доступом). Системы EDACS выпускаются в различных модификациях, причем различают системы EDACS, сети EDACS и расширенные сети EDACS [6]. Системы EDACS, объединенные между собой посредством контроллеров узлов связи и диспетчерских пунктов управления, образуют сети EDACS, которые, в свою очередь, с помощью некоторых интегрированных узлов связи могут объединяться в расширенную сеть для покрытия значительных территорий.

В системе EDACS применяются два типа радиоканалов— рабочий канал и канал управления. Канал управления служит для обмена цифровой

информацией сигнализации между мобильными станциями и устройствами управления работой всей системы. Рабочие каналы используются для обмена собственно информацией (разговорной или данными) между мобильными станциями. Системы и сети EDACS рассчитаны на использование как аналоговых, так и цифровых станций, обеспечивающих передачу речевых сигналов в цифровой форме. Стандартная скорость передачи данных составляет 9,6 кбит/с по каждому из 20 каналов системы EDACS в диапазонах частот 30...300 МГц, 800 МГц или 900 МГц с разносом каналов связи 25, 30 и 12,5 кГц.

Общие тенденции, связанные с унификацией и интеграцией СМР идентичного назначения, привели к разработке под эгидой ETSI (European Telecommunications Standards Institute — Европейский институт стандартов связи) общеевропейского стандарта TETRA (Trans-European Trunked Radio — Общеевропейская система транкинговой связи), изменившего свое название с апреля 1997 г. на TErrestrial Trunked Radio (Сухопутная система транкинговой связи) ввиду своего широкого распространения. ТСС на основе стандарта TETRA представляют собой новое поколение систем этого типа, следующее за аналоговым. В отличие от предыдущих, в стандарте TETRA осуществлен полный переход к цифровому представлению передаваемой информации и использовано не частотное, а временное разделение каналов. В результате этих и ряда других мер скорость передачи в системе достигла 36 кбит/с. Для системы TETRA выделены два дуплексных участка спектра в полосе частот 380...400 МГц при разносе радиоканалов для приема и передачи в 10 МГц и разносе соседних каналов в 25 кГц.

1.1. Протокол SmarTrunk II

Система **SmarTrunk II** - одна из наиболее простых транковых систем, иногда называемых в литературе квазитранковыми или псевдотранковыми. Широко распространена в нашей стране ввиду относительной дешевизны и

широкого выбора оборудования. Выделенный канал управления отсутствует и поиском как входящих вызовов, так и свободных каналов для исходящих вызовов занимается абонентская радиостанция, постоянно сканируя все каналы системы. Для сигнализации применен собственный протокол обмена, подробности реализации которого не разглашаются фирмой-производителем.

С точки зрения пользователя работа в системе выглядит подобно работе с офисной АТС, аппаратами которой являются радиостанции. Для выхода на телефонную линию абонент должен набрать необходимый номер, после чего набрать номер телефонной линии (1 или 2) и нажать на кнопку [*]. Радиостанция автоматически найдет свободный канал и передаст в нем запрос на соединение. В том случае, если по информации, содержащейся в базе данных контроллера вызываемому абоненту разрешено совершать данный тип вызова, а также если номер не содержит запрещенных для данного абонента комбинаций (например кода выхода на междугороднюю связь), вызов будет принят, телефонная линия "подключена" к радиоканалу и набран необходимый телефонный номер. К примеру, чтобы набрать телефонный номер 555-2233 по первой телефонной линии, абонент должен набрать следующую комбинацию:

[5] [5] [5] [2] [2] [3] [3] [1] [*]

Вызов другого мобильного абонента осуществляется подобно описанному выше, но вместо номера телефона набирается абонентский номер радиостанции, а вместо номера телефонной линии - код маршрута соединения 3 (мобильный абонент). Соединение происходит аналогично телефонному, но вместо набора телефонного номера система посылает вызывной сигнал вызываемому абоненту. В том случае, если этот абонент доступен и принял вызов, контроллер информирует абонентов звуковым сигналом об установлении связи и предоставляет им возможность вести радиообмен через ретранслятор.

При необходимости несколько радиостанций пользователей может быть объединено в группу, которой будет присвоен дополнительный идентификатор. При вызове этого номера будут вызваны все радиостанции, принадлежащие к этой группе. Также, при соответствующем программировании, радиостанция может автоматически вызывать свою группу при простом нажатии на клавишу передачи.

Кроме описанных выше, в системе реализованы отдельные маршруты соединений для быстрого вызова оператора системы и экстренного вызова. К примеру, после набора комбинации [0] [*] абонент автоматически будет соединен с милицией, или другой экстренной службой, телефон которой запрограммирован в транковом контроллере.

Для отсоединения от системы при любом типе вызова абоненту достаточно нажать на клавишу [#]. Отсоединение также произойдет в том случае, если абонент превысил разрешенный ему лимит времени.

При входящих вызовах из телефонной сети, вызывающий абонент должен набрать после тонального сигнала контроллера абонентский номер радиостанции вызываемого пользователя. Хотя в транковом контроллере и имеется детектор щелчков, позволяющий принимать донабор с обычных телефонных аппаратов, наилучшие результаты достигаются при использовании тонального донабора.

Время, необходимое на установление соединения, составляет несколько секунд и зависит от количества каналов и загруженности системы. Транковые контроллеры **SmarTrunk II** могут обслуживать одну дополнительную телефонную линию в дополнение к основной (например учрежденческую АТС).

1.2. Система FastNet

Система FastNet фирмы Zetron представляет собой многозоновый вариант системы LTR. "Сердцем" каждой из зон является цифровой FastNet

коммутатор (Zetron model 2540), обеспечивающий объединение нескольких сайтов системы LTR в единую систему. Коммутатор FastNet работает с транковыми контроллерами фирмы Zetron.

Коммутаторы разных зон объединяются посредством четырехпроводных выделенных линий, либо радиорелейными линиями. В зависимости от программирования системы, входящие вызовы могут быть скоммутированы как напрямую на транковые контроллеры, подсоединенные к данному коммутатору FastNet, так и переадресованы коммутатору FastNet любой из зон.

Для входящих вызовов с телефонной сети поддерживаются как режим донабора номера абонента (импульсный набор, DTMF и MF), так и режим DID. Мобильные пользователи системы имеют возможность переадресации входящих вызовов на другого мобильного абонента, на определенный телефонный номер, либо на систему голосовой почты. Программирование переадресаций может быть произведено как с использованием DTMF клавиатуры мобильной станции, так и с телефонной сети. Для защиты от несанкционированного доступа к данной функции используется пароль, вводимый абонентом.

Для исходящих телефонных вызовов, система FastNet поддерживает возможность переадресации вызова на наиболее эффективную для данного телефонного номера группу телефонных линий. В том случае, если к коммутаторам FastNet подключены телефонные линии разных телефонных зон (разных городов), то по результатам анализа набранного телефонного номера вызов переадресуется на ту из телефонных линий, которая обеспечивает минимальную стоимость телефонного звонка. Кроме того, исходящие телефонные вызовы, адресованные абонентам системы, автоматически маршрутизируются с использованием внутренних линий связи системы, что обеспечивает более высокое качество связи для данного типа вызовов и позволяет избежать занятию двух телефонных линий для внутрисистемных вызовов. Кроме описанных выше функций, коммутатор

FastNet обеспечивает проверку набираемых телефонных номеров с целью недопущения набора абонентом не разрешенных для него междугородных номеров и номеров платных служб.

Сетевые функции коммутатора FastNet включают роуминг и многозоновые диспетчерские вызовы. При переезде в другую зону, мобильный пользователь должен однократно нажать клавишу передачи для регистрации в данной зоне, после чего все вызовы, адресованные данному абоненту будут автоматически переадресовываться в ту зону, в которой данный абонент был зарегистрирован в последний раз. FastNet также поддерживает автоматическую перерегистрацию абонента в заранее запрограммированное время в любой из зон.

Использование многозоновых диспетчерских вызовов позволяет автоматически переадресовать входящий вызов для определенного абонента (или группы абонентов) в несколько зон одновременно, согласно заранее запрограммированному списку. Этот тип вызова может быть использован только для абонентов, использующих полудуплексные радиостанции.

1.3. Система TETRA

Цифровой транковый протокол TETRA (изначально аббревиатура от Trans-European Trunking RAdio, ныне в связи со всемирным развитием данного стандарта название изменено на TErrestrial Trunking RAdio – наземное транковое радио) является одним из наиболее многообещающих стандартов транковой связи. По сравнению с аналоговыми системами транковой связи, системы TETRA обеспечивают более широкий спектр функциональных возможностей и значительно эффективнее используют радиочастотный спектр. Открытость протокола гарантирует наличие нескольких поставщиков, что обеспечивает более широкий выбор оборудования и дополнительную защиту инвестиций в систему связи.

Системы стандарта TETRA используют метод множественного доступа к каналу с временным разделением пользователей (TDMA). Радиоканалы в системе TETRA имеют ширину полосы 25 кГц. Каждый радиоканал разделяется по времени на 4 временных слота (рис.1), обеспечивающих независимый доступ к системе до четырех пользователей по одному радиоканалу. Таким образом, системы стандарта TETRA позволяют организовать четыре дуплексных канала связи на одной дуплексной паре частот. При необходимости передачи данных с более высокими скоростями временные слоты могут объединяться, обеспечивая скорость передачи данных до 28.8 кбит/с (при этом один пользователь занимает все 4 временных слота радиоканала). В стандарте предусмотрена возможность динамического выделения пропускной способности канала для передачи данных в зависимости от загрузки системы.

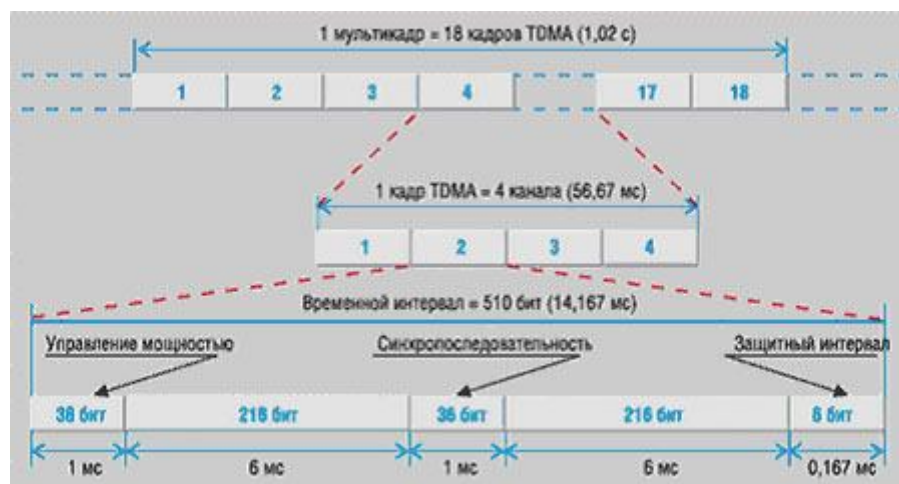


Рис.1. Протокол TETRA

Для передачи речи в системах TETRA используется алгоритм кодирования ACELP, обеспечивающий высокую разборчивость при относительно невысокой скорости передачи данных.

В настоящее время далеко не все функциональные возможности, из заложенных в стандарт, реализованы на практике, однако даже частичный список функциональных возможностей систем TETRA выглядит

впечатляюще. В дополнение к широкому выбору голосовых функций, типичных для современных транковых систем, TETRA обеспечивает также широчайший спектр возможностей по передаче данных.

- Услуги передачи речи
 - Индивидуальный вызов
 - Групповой вызов
 - Подтвержденный групповой вызов
 - Широковещательный вызов без возможности ответа
- Услуги передачи данных
 - Незащищенный режим передачи: скорость до 28,8 кбит/с.

Используется, если нет необходимости в защите от ошибок или она встроена в приложение

- Защищенный режим: скорость до 19,2 кбит/с (средний уровень защиты) или 9,6 кбит/с (высокий уровень защиты). Используется, если ошибки передачи могут привести к серьезным последствиям (например, при транзакциях по кредитным картам)

- Передача данных с коммутацией пакетов
- Передача данных с коммутацией каналов связи
- Дополнительные услуги связи для ведомственных радиосетей
 - Вызов, санкционированный диспетчером
 - Выбор зоны обслуживания абонентского терминала
 - Приоритетный доступ
 - Преимущественный приоритетный вызов
 - Приоритетный вызов
 - Подключение к соединению после начала сеанса
 - Избирательное прослушивание переговоров диспетчером
 - Дистанционное прослушивание звукового фона в окрестностях абонентского терминала по инициативе диспетчера
- Динамическая перегруппировка
- Дополнительные услуги телефонной связи

- Идентификация вызывающего/вызываемого абонента
- Ограничение идентификации вызывающего/вызываемого абонента
- Изменение маршрута прохождения вызова при занятости, недоступности абонента или отсутствии ответа
- Сообщение о вызове
- Идентификация своей рабочей группы
- Завершение вызова для занятого или не отвечающего абонента
- Подключение к сеансу (включающий вызов)
- Информация об оплате
- Вызов с использованием списка абонентов
- Адресация с использованием коротких номеров
- Ожидание вызова
- Удержание вызова

Стандарт TETRA поддерживает все методы выделения канала, используемые в аналоговых системах:

- Транкинг сообщений — выделение канала на весь период вызова (он может включать в себя несколько отдельных вызовов, инициализированных различными терминалами) одного и того же канала для передачи трафика. Канал освобождается лишь тогда, когда вызывающая сторона завершает связь (при групповом вызове), отключается (при индивидуальном вызове) или когда исчерпывается время связи.

- Транкинг передач — выделение канала только на время одной передачи. После освобождения канала передача управляющего сигнала для следующей передачи выполняется по служебному каналу. Возможно также удержание канала на некоторое время после завершения передачи для его приоритетного выделения той же группе пользователей.

Для обеспечения возможности связи между терминалами вне зоны радиопокрытия базовых станций системы предусмотрена возможность

прямой связи между абонентскими радиостанциями, а также использования абонентской станции в качестве ретранслятора.

1.4. Протокол PassPort NTS

Разработка фирмы Trident Micro Systems, система PassPort NTS, выполнена с использованием последних достижений технологии, как в смысле элементной базы, так и в отношении примененных технических решений. Как и существующие LTR системы, PassPort в подавляющем большинстве случаев использует концепцию транкинга передач, обеспечивающую максимально эффективное использование радиочастотных ресурсов. Для передачи управляющей информации используется низкочастотная поднесущая, что позволяет передавать служебную информацию одновременно с голосовым обменом.

Наличие выделенного канала управления в системах на базе PassPort NTS не обязательно, но рекомендуется для многозоновых систем с целью упрощения процедуры регистрации мобильных пользователей. При этом данный канал также будет использоваться для голосового обмена в те моменты времени, когда все остальные каналы системы заняты.

Конструктивно, базовое оборудование PassPort NTS выполнено по блочно-модульному принципу. Все составляющие модули устанавливаются в "корзину", снабженную вентиляцией и, при необходимости, сетевым источником питания с широким диапазоном входного напряжения (89-240 вольт). Система может также питаться от внешнего источника постоянного тока напряжением 12 вольт. Монтажная "корзина" рассчитана на последующую установку в стандартную 19" стойку или шкаф. В одной "корзине" может быть установлено до 16 плат. При необходимости количество "корзин" может быть увеличено до 4-х.

Межсоединения между базовым оборудованием разных зон могут быть выполнены как обычными четырехпроводными выделенными линиями, так и

цифровыми линиями связи (T1, E1, fractional T1, ISDN, Frame Relay). Для зон, трафик между которыми незначителен, межсоединения могут выполняться по обычным коммутируемым телефонным линиям (вызывающая система набирает телефонный номер, обменивается с вызываемой системой информацией о вызове, после чего предоставляет телефонный канал для голосового обмена на все время связи). Поддерживается как линейное соединение зон, так и схема "звезды". При необходимости может быть использована любая комбинация данных схем. Одна из зон системы может, если необходимо, выполнять роль центрального коммутатора.

Будучи законченным техническим решением от одного производителя, базовое оборудование PassPort NTS в гораздо меньшей степени подвержено проблемам с совместимостью компонентов системы, которые весьма часто возникают при наладке систем из оборудования нескольких производителей. Канальные платы PassPort NTS выполняют все функции транковых контроллеров и не требуют дополнительного внешнего оборудования. Предусмотренная возможность "горячего резервирования" жизненно важных компонентов системы в значительной степени снижает вероятность полного выхода системы по причине повреждения одного из функциональных узлов. К примеру, в оборудование каждой из зон может быть установлено две платы центрального процессора и две платы синхронизации. При выходе из строя рабочей платы, управление системой будет автоматически переведено на резервную и оператор системы будет уведомлен о неисправности. Для замены вышедшего из строя модуля нет необходимости отключать систему - все платы могут заменяться "на ходу" без нарушения функционирования остальных компонентов.

Данная система - одна из немногих, позволяющих дистанционно производить подавляющее большинство операций, ранее требовавших выезда техника или инженера на место установки оборудования. Практически все регулировки в компонентах системы, обновление

программного обеспечения любого компонента можно производить не выходя из офиса, что чрезвычайно важно для территориально развитых систем, также как и для систем, имеющих труднодоступные места установки оборудования. Абонентская аппаратура для систем на базе PassPort может включать как обычные LTR радиостанции, так и специально разработанные радиостанции протокола PassPort, о намерении производить которые заявили фирмы Kenwood, Ritron и Standard. Учитывая тот факт, что разработчик, фирма Trident Micro Systems, готов к предоставлению лицензий на использование протокола PassPort и другим производителям, следует в будущем ожидать появления новых поставщиков абонентского оборудования PassPort.

Сохраняя полную совместимость с существующим LTR оборудованием, данная система предоставляет целый ряд новых возможностей:

- Свыше 60000 идентификаторов на зону системы. (Для LTR абонентов сохраняется ограничение в 250 идентификаторов на канал).

- Персональные, групповые вызовы, входящая и исходящая телефонная связь.

- Автоматическое включение в связь членов группы, находящихся в момент вызова в разных зонах системы.

- Защита от несанкционированного доступа к системе с использованием уникального 27-битного электронного серийного номера радиостанции, программируемого изготовителем (только для радиостанций протокола PassPort).

- Автоматическое обновление информации о "домашней" системе и доступных для роуминга системах для радиостанций протокола PassPort. Дополнительные идентификаторы также могут быть перепрограммированы по эфиру без отзыва станции у пользователя для перепрограммирования.

- Автоматическая регистрация в системе при включении питания радиостанции и при переезде абонента из зоны в зону, как в пределах своей

сети, так и в сетях, с которыми существует соглашение об обслуживании абонентов. (Для абонентов, использующих LTR радиостанции необходимо однократно нажать на клавишу передачи для выполнения регистрации).

- Автоматическая deregистрация при выключении питания радиостанции (только для радиостанций протокола PassPort).

- Возможность интеграции в единую сеть абонентов, использующих аппаратуру разных частотных диапазонов, а также возможность включения в систему обычных (нетранковых) каналов, которые будут использовать те же телефонные линии, что и абоненты транковой системы, для получения доступа к телефонной сети.

- Использование технологии цифровой обработки сигналов (DSP) в противоместных схемах телефонных модулей, обеспечивающее высокое качество связи при выходе в телефонную сеть.

- Система многоязычного голосового оповещения, с возможностью индивидуального программирования языка сообщений для каждого пользователя системы.

- Возможность безусловной переадресации вызовов, переадресации вызовов в случае занятости или недоступности абонента. Отключаемая возможность оповещения абонента, находящегося в связи, о поступлении еще одного вызова.

- Поддержка голосовой почты.

2. ПРОТОКОЛ MPT-1327

Протокол MPT-1327, разработанный в Великобритании как национальный стандарт транковых систем подвижной радиосвязи, в настоящее время получает все более широкое распространение во всем мире, становясь де-факто одним из международных стандартов. Богатые функциональные возможности, открытость протокола и многочисленность производителей оборудования позволяют надеяться на то, что и в дальнейшем развитие систем на базе данного стандарта будет происходить со все ускоряющимися темпами.

Системы стандарта MPT-1327 используют концепцию транкинга с выделенным управляющим каналом. При включении питания радиостанция мобильного абонента сканирует все доступные каналы системы и, найдя канал управления ближайшей доступной зоны, регистрируется в нем. После регистрации все дальнейшее взаимодействие мобильного и базового оборудования происходит через канал управления. Из него абонентская радиостанция получает информацию о вызовах, о выделенных для переговоров голосовых каналах, а также может получать короткие сообщения, адресованные пользователю. В том случае, если в процессе перемещения мобильного абонента прием канала управления становится неустойчивым, радиостанция повторяет процесс сканирования с целью нахождения канала управления другой зоны и регистрации в нем. При всех типах вызовов, которые используют голосовые каналы системы, используется транкинг сообщений, т.е. канал выделяется на все время радиосвязи. Стандарт предусматривает до 1036800 идентификаторов абонентов, до 32768 идентификаторов систем, и до 1024 каналов управления в системе.

В качестве абонентских радиостанций в системах MPT-1327 используются специализированные радиостанции, которые в настоящее

время производятся целым рядом фирм с мировым именем. В их числе Motorola, TAIT, Icom, Nokia.

В настоящее время на рынке присутствуют несколько поставщиков базового оборудования MPT-1327. Несмотря на аналогичные функции оборудования, существуют некоторые разночтения в наименовании функциональных блоков систем разных производителей. Для избежания путаницы, в дальнейшем мы постараемся придерживаться терминологии и англоязычных аббревиатур, введенных одним из разработчиков данного стандарта и одним из крупнейших производителей базового оборудования - фирмой Fylde Micro Systems. Так как дословный перевод названий некоторых компонентов системы не слишком понятен русскоязычному читателю, позволим себе в некоторых случаях называть компоненты системы наиболее подходящими по их функциональному назначению русскими названиями, сопровождая их при необходимости английскими аббревиатурами для избежания разночтений.

Базовое оборудование систем протокола MPT-1327 строится по блочно-модульному принципу. Ретрансляторы в каждой из зон подключаются к контроллеру канала (TSC - Trunking System Controller), который обеспечивает управление ретранслятором, кодирование и декодирование цифровых посылок сигнализации, а также согласование с линиями, используемыми для соединения с коммутационным оборудованием. Все контроллеры каналов объединяются между собой высокоскоростной последовательной шиной данных, к которой также подключается зональный контроллер (SCI - System Control Interface). Зональный контроллер обеспечивает проверку пользователей, ведение протокола вызовов, а также взаимодействие с системным терминалом (SYSCON) или (в многозоновых системах) с региональным управляющим процессором (RCP - Regional Control Processor). В состав однозоновой системы (при отсутствии планов расширения системы) также может быть

включен однозоновый телефонный интерконнект, обеспечивающий возможность доступа к двум телефонным линиям.

В многозоновых системах все зональные контроллеры соединяются цифровыми линиями связи (при помощи прямого RS-232 соединения или с использованием модемов) с региональным управляющим процессором (RCP), который способен объединить до 10 зон в единую систему. RCP обеспечивает управление ИКМ коммутатором (PCM Switch), позволяющим любому из подсоединенных к нему контроллеров канала установить соединение с телефонной линией, либо межзоновое соединение. Поддерживается до 24 телефонных линий в регионе и до 16 диспетчерских терминалов на базе персональных компьютеров. Кроме того, RCP обеспечивает управление переадресацией вызовов, координацию работы каналов, расположенных в близлежащих зонах и использующих одни и те же частоты (pooled channels) и взаимодействие с межрегиональным управляющим процессором (IRP -Interregional Control Processor), позволяющим объединить 16 регионов в единую систему.

ИКМ коммутатор представляет собой модульную конструкцию, состоящую из 19-ти дюймовой "корзины" с блоком питания, в которую устанавливаются 4-портовые платы расширения (до 16 штук в одну "корзину", максимально до трех "корзин"). Ко всем четырем портам карты расширения могут быть подключены выделенные линии, ведущие к контроллерам канала удаленных зон, либо к межрегиональному коммутатору, но только два из четырех портов на каждой карте могут обслуживать телефонные линии. Для телефонных линий поддерживаются 2-х и 4-х проводные E&M соединения, а также обычные телефонные линии с DTMF набором. Импульсный набор номера также поддерживается для исходящих вызовов.

Системный терминал (SYSCON), подсоединяемый к региональному управляющему процессору поддерживает следующие функции:

- Сбор и обработка информации о вызовах с целью учета использования эфирного времени и выставления счетов за переговоры. Возможно назначение до 4-х различных тарифов на разные дни недели и время суток.

- Сбор статистической информации о загрузке системы.
- Сбор информации о сбоях и неисправностях системы.
- Валидация пользователей и назначения им различных уровней доступа, включая возможность назначения разных уровней доступа на некоторые дни недели или время суток.

- Назначение до 16 конфигураций системы на разные дни недели и время суток, что позволяет более гибко использовать возможности системы.

- Проверка электронных серийных номеров пользователей и сравнение их с базой данных.

- Диагностика и техническое обслуживание системы.

В системах стандарта МРТ-1327 поддерживаются следующие типы вызовов:

- Голосовые:

- Местные групповые вызовы.
- Местные групповые вызовы без возможности ответа для вызываемого абонента ("вещательные" вызовы).

- Местные и межзоновые персональные вызовы.

- Вызовы мобильного абонента диспетчером, рабочее место которого напрямую подключено к коммутатору и наоборот.

- Выход мобильного абонента в телефонную сеть.

- Вызов мобильного абонента из телефонной сети.

- Цифровые:

- Статусные сообщения (5 бит) через канал управления.

- Короткие цифровые сообщения (до 23 байт) через канал управления.

– Длинные цифровые сообщения, либо цифровой обмен нестандартного протокола - через голосовые каналы системы.

При необходимости, вызовы могут переадресовываться с мобильного абонента на другого мобильного абонента, на диспетчера и на определенный телефонный номер. При этом переадресация для голосовых вызовов и для передачи данных может быть различной. Включить или выключить переадресацию может только мобильный абонент и только для себя. Изменение переадресации с другой мобильной радиостанции, а также с телефонной линии невозможны. Срок действия переадресации может быть установлен от 1 часа до 10 суток

2.1. Практические примеры конфигураций транковых систем протокола MPT-1327

Примерная спецификация базового оборудование четырехканальной транковой системы протокола MPT-1327 диапазона 403-470 МГц

Краткие технические характеристики:

Таблица 1

Диапазон частот, МГц	403-470
Число каналов в системе	12 (3 зоны по 4 канала)
Число телефонных линий	8
Разнос между частотами приема и передачи, МГц	5
Разнос между частотами передачи соседних каналов, кГц	25
Выходная мощность базового передатчиков (на выходе комбайнера), Вт	20
Тип межзоновых соединительных линий	4-проводные выделенные

**Примерная калькуляция оборудования:
Зона 1 - 4 канала, региональный коммутатор**

Таблица 2

Системная консоль			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Персональный компьютер с программным обеспечением	\$3500,00	\$3500,00
Итого			\$3500,00
Региональный коммутатор			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Региональный управляющий процессор (RCP)	\$12000,00	\$12000,00
1	Региональный коммутатор (PCM Switch) - монтажная корзина	\$750,00	\$750,00
5	4-портовая карта для коммутатора	\$4500,00	\$22500,00
2	Модем для выделенных линий	\$250,00	\$500,00
Итого			\$35750,00
Монтажные шкафы			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажный шкаф 19", высота 72", с арматурой	\$2360,00	\$2360,00
1	Монтажный шкаф 19", высота 40", с арматурой	\$1540,00	\$1400,00
Итого			\$3760,00
Зональные контроллеры			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Зональный контроллер (SCI)	\$4575,00	\$4575,00
4	Контроллер канала (TSC)	\$2750,00	\$11000,00
Итого			\$15575,00
Ретрансляторы			

Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
4	Ретранслятор, 100W, 403-470 MHz	\$6300,00	\$25200,00
Итого			\$25200,00
Антенный комбайнер			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	4-кан. гибридный комбайнер	\$6880,00	\$6880,00
1	Приемно-распределительная панель	\$1590,00	\$1590,00
Итого			\$8470,00
Антенно-фидерные устройства			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
2	Базовая антенна, 9 dB, 406-512 MHz	\$460,00	\$920,00
100	Коаксиальный кабель с низкими потерями (50 Ом)	\$3,00	\$300,00
4	Коаксиальный разъем N-типа для кабеля	\$5,00	\$20,00
18	Переходные кабели и разъемами N-типа	\$40,00	\$720,00
Итого			\$1500,00
Разное			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажная арматура, кабели, соединители (комплект)	\$890,00	\$890,00
2	Грозозащитник	\$90,00	\$180,00
Итого			\$1070,00
Итого / Зона 1			\$94825,00

Зона 2 - 4 канала

Таблица 3

Монтажные шкафы			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажный шкаф 19", высота 72", с арматурой	\$2360,00	\$2360,00
Итого			\$2360,00
Зональные контроллеры			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Зональный контроллер (SCI)	\$4575,00	\$4575,00
4	Контроллер канала (TSC)	\$2750,00	\$11000,00
Итого			\$15575,00
Ретрансляторы			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
4	Ретранслятор, 100W, 403-470 MHz	\$6300,00	\$25200,00
Итого			\$25200,00
Антенный комбайнер			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	4-кан. гибридный комбайнер	\$6880,00	\$6880,00
1	Приемно-распределительная панель	\$1590,00	\$1590,00
Итого			\$8470,00
Антенно-фидерные устройства			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
2	Базовая антенна, 9 dB, 406-512 MHz	\$460,00	\$920,00
100	Коаксиальный кабель с низкими потерями (50 Ом)	\$3,00	\$300,00

4	Коаксиальный разъем N-типа для кабеля	\$5,00	\$20,00
18	Переходные кабели и разъемами N-типа	\$40,00	\$720,00
Итого			\$1500,00
Разное			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажная арматура, кабели, соединители (комплект)	\$890,00	\$890,00
1	Грозоразрядник	\$90,00	\$90,00
Итого			\$980,00
Итого / Зона 2			\$54085,00

Зона 3 - 4 канала

Таблица 4

Монтажные шкафы			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажный шкаф 19", высота 72", с арматурой	\$2360,00	\$2360,00
Итого			\$2360,00
Зональные контроллеры			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Зональный контроллер	\$4575,00	\$4575,00
4	Контроллер канала	\$2750,00	\$11000,00
Итого			\$15575,00
Ретрансляторы			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
4	Ретранслятор, 100W, 403-470 MHz	\$6300,00	\$25200,00
Итого			\$25200,00

Антенный комбайнер			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	4-кан. гибридный комбайнер	\$6880,00	\$6880,00
1	Приемно-распределительная панель	\$1590,00	\$1590,00
Итого			\$8470,00
Антенно-фидерные устройства			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
2	Базовая антенна, 9 dB, 406-512 MHz	\$460,00	\$920,00
100	Коаксиальный кабель с низкими потерями (50 Ом)	\$3,00	\$300,00
4	Коаксиальный разъем N-типа для кабеля	\$5,00	\$20,00
18	Переходные кабели и разъемами N-типа	\$40,00	\$720,00
Итого			\$1500,00
Разное			
Кол-во	Наименование	Цена	Стоимость
1	Монтажная арматура, кабели, соединители (комплект)	\$890,00	\$890,00
1	Грозоразрядник	\$90,00	\$90,00
Итого			\$980,00
Итого / Зона 3			\$54085,00
Итого оборудование системы			\$202995,00

2.2. Протокол Clearchannel LTR (Logic Trunked Radio)

Протокол Clearchannel LTR™ был разработан фирмой E.F.Johnson (ныне подразделение фирмы Transcrypt). В данном стандарте применена концепция транкинга без выделенного канала управления. Каждый из каналов системы является управляющим для определенной группы пользователей, радиостанции которых постоянно находятся на приеме в этом

канале. Управляющая информация передается одновременно с голосом на низкочастотной поднесущей со скоростью 300 бод. Полоса частот, используемая для сигнализации удаляется фильтрами в аудиотракте радиостанций и контроллеров и передача цифровой информации одновременно с голосом не ухудшает разборчивость речи.

В отличие от обычных радиостанций, у которых пользователь может переключать частотные каналы, для LTR радиостанций существует понятие "системы" и "группы". Вместо переключения каналов или набора идентификатора необходимого абонента на клавиатуре (как в системе SmarTrunk II), пользователь, для того, чтобы связаться с необходимым корреспондентом, устанавливает необходимую комбинацию системы и группы и нажимает на передачу. Радиостанция, которая постоянно получает от системы информацию о свободных каналах, переходит на свободный в данный момент канал и передает запрос на соединение. В случае успешного приема системой запроса, радиоканал выделяется на время данного включения на передачу, после чего радиостанция выдает короткий звуковой сигнал, оповещающий пользователя о том, что соединение установлено.

В качестве различных LTR "систем" могут быть запрограммированы как физически различные системы, так и комплекты резервных идентификаторов на той же самой системе (но с другим "домашним" ретранслятором) с целью обеспечения связи при выходе из строя того из ретрансляторов, который в обычной конфигурации является "домашним". Те радиостанции, которые поддерживают функцию "сканирование систем" могут автоматически принимать вызовы во всех системах, запрограммированных в радиостанции.

Кроме того, большинство LTR радиостанций способны дополнительно работать в режиме обычной радиостанции. Эта возможность также может использоваться как способ обеспечения локальной аварийной связи при серьезных неполадках с базовым оборудованием системы (например стихийные бедствия, приведшие к повреждению антенно-фидерных систем

базы, либо полное исчезновение электропитания). Кроме того, этот режим можно использовать для дополнительной возможности работы в обычных (нетранковых) системах радиосвязи.

Выделение канала только на время включения на передачу значительно повышает пропускную способность системы, так как даже паузы между репликами корреспондентов могут быть с пользой использованы системой для обслуживания других пользователей. Процедура установления связи занимает от 0.3 до 1 секунды (в зависимости от загруженности системы и качества связи мобильной радиостанции с базовым ретранслятором) и не зависит от общего количества каналов в системе. В том случае, если в системе разрешено так называемое удержание канала, канал будет освобожден сразу же, как только пауза между репликами корреспондентов превысит время удержания (обычно 2-3 секунды). Использование удержания канала незначительно снижает пропускную способность системы, но обеспечивает для активно беседующих корреспондентов практически мгновенный доступ к системе при каждом последующем включении и исключает перехват канала другими пользователями во время пауз между включениями на передачу.

Максимальное количество каналов в сайте системы - 20, каждый канал имеет 250 абонентских идентификаторов. "Адрес" радиостанции в системе состоит из номера "домашнего" ретранслятора радиостанции и ее идентификатора в этом ретрансляторе. Радиостанция может иметь один или несколько приемных идентификаторов с разными уровнями приоритета, а помимо этого - блок последовательно расположенных идентификаторов, длиной от 2 до 250 идентификаторов, которые также будут являться адресами данной радиостанции с низшим приоритетом.

Вызывной (передаваемый) идентификатор (передающийся при переходе радиостанции на передачу) для каждой LTR-группы программируется независимо.

Некоторые LTR радиостанции поддерживают так называемые запрещающие блоки идентификаторов (Inhibit ID Block). После того, как радиостанция примет в канале один из этих идентификаторов, она на протяжении нескольких секунд будет неспособна переходить на передачу, за исключением ответа на поступивший вызов. Это может быть использовано для обеспечения наиболее важным пользователям системы (например аварийные службы, службы безопасности) возможности автоматически исключить перехват канала второстепенными службами во время их переговоров (своеобразная дополнительная система приоритетов).

Подобная схема адресации позволяет, при грамотном планировании реализовать практически любую схему связи.

Рассмотрим два наиболее простых и часто встречающихся примера организации связи в системе LTR :

2.2.1. Имитация обычной системы связи на базе LTR-системы

Данная схема организации связи наиболее проста и обеспечивает для определенной группы пользователей впечатление работы через персональный ретранслятор. В радиостанции всех членов рабочей группы программируется один и тот же идентификатор и как передаваемый, и как приоритетный приемный.

Необходимо обратить внимание, что при данной схеме организации связи используется всего один идентификатор на всю группу пользователей, вне зависимости от их количества.

2.2.2. Связь диспетчера с группой водителей и каждого из водителей с диспетчером без возможности связи между водителями

Реализация данной схемы связи в наиболее простой форме требует двух идентификаторов вне зависимости от количества обслуживаемых

автомобилей. Один из идентификаторов программируется как передаваемый в радиостанции диспетчера и как приоритетный приемный во всех радиостанциях, установленных в автомобилях. Второй идентификатор программируется как приемный в радиостанции диспетчера и как передаваемый в автомобильных радиостанциях. При таком программировании радиостанций диспетчер услышит включение на передачу любого из водителей и все водители услышат диспетчера.

Возможна также реализация более сложной системы связи, реализующей ту же функцию, но позволяющей диспетчеру не только делать объявления всем водителям одновременно, но и связываться персонально с каждым из водителей. Подобная схема связи может быть реализована несколькими способами, рассмотрим один из них.

В каждой автомобильной радиостанции программируется свой собственный идентификатор как в качестве приемного, так и в качестве передаваемого. При этом идентификаторы машин должны быть расположены по возрастающей без промежутков (либо промежутки не должны быть заняты посторонними пользователями). Кроме того, в качестве второго приемного идентификатора во всех автомобильных радиостанциях программируется одинаковый идентификатор, лежащий вне упоминавшегося выше блока последовательно расположенных идентификаторов машин (он будет использоваться для общего вызова машин диспетчером).

В радиостанции диспетчера для реализации данной схемы связи необходимо программирование соответствующего числа LTR "групп", по одной на каждую машину и одной для общего вызова. В каждой "группе", соответствующей определенной машине в качестве приоритетного приемного и передаваемого идентификатора программируется идентификатор данной машины. В "группе", предназначенной для общего вызова, в качестве передаваемого идентификатора программируется специально выделенный для этого идентификатор (см. выше). Приоритетный приемный идентификатор в данной группе может быть любым (или не

запрограммированным вообще). Кроме того, в диспетчерской радиостанции программируется блок приемных идентификаторов низшего приоритета, начало и конец которого совпадают соответственно с самым низшим и самым высшим (по номеру) идентификаторами, выделенными, как отмечалось выше, в качестве персональных идентификаторов автомобильных радиостанций.

Рассмотрим работу данной схемы. В том случае, если диспетчер выбирает на панели "группу" общего вызова, то его передача будет услышана всеми водителями одновременно (так как передаваемый идентификатор диспетчерской станции совпадает со вторым приемным идентификатором, который одинаков для всех автомобильных станций). Диспетчер также будет слышать ответ любого из водителей, так как все их идентификаторы лежат в пределах блока приемных идентификаторов низшего приоритета, запрограммированных в станции диспетчера.

В том случае, если диспетчер выберет на панели станции "группу", соответствующую конкретной машине, то его услышит только данная конкретная машина (передаваемый идентификатор диспетчера совпадает только с первым приемным идентификатором данной машины). Диспетчер в этом состоянии услышит включение любого из водителей, но выбранная на панели машина будет иметь приоритет (так как блочный приемный идентификатор имеет более низкий приоритет по сравнению с приоритетным идентификатором данной "группы", принадлежащим выбранной машине).

Естественно, возможные реализации систем связи не ограничиваются рассмотренными выше примерами. Для каждого конкретного случая возможно создание собственной, наиболее эффективной схемы связи, от простейших, до очень сложных иерархических схем с многоуровневыми приоритетами вызовов.

В качестве абонентских радиостанций используются как специализированные модели (фирм E.F.Johnson, Kenwood, Uniden, Standard, Vertex), так и некоторые стандартные модели после модификации. LTR

радиостанции выпускаются на диапазоны 400 и 800/900 МГц, однако специалистами нашей фирмы проводились успешные испытания и в других диапазонах (включая LOW BAND). Базовые контроллеры LTR выпускаются фирмами E.F.Johnson, Zetron, CSI, IDA, Trident, Uniden. В качестве ретрансляторов могут быть использованы как специализированные, так и многие обычные модели после модификации.

Существуют многозонавые расширения системы **LTR**, известные под названиями **FastNet** и **LTRNet**. Данный протокол также поддерживается многозонавой системой **PassPort** NTS фирмы Trident Micro Systems.

2.2.3. Практические примеры конфигураций транковых систем протокола LTR

Примерная спецификация базового оборудования четырехканальной транковой системы протокола LTR диапазона 450-470 МГц.

Типичная конфигурация для ведомственной или малой коммерческой системы подвижной радиосвязи диапазона UHF, ориентированной в основном на обеспечение связи между мобильными абонентами. Два из четырех каналов системы оснащены интерконнектом и могут использоваться для предоставления выхода в ведомственную или городскую телефонную сеть.

Краткие технические характеристики:

Таблица 5

Диапазон частот, МГц:	450-470
Число каналов в системе:	4
Число каналов с выходом в телефонную сеть:	2
Разнос между частотами приема и передачи, МГц	5
Разнос между частотами передачи соседних каналов, кГц	25
Выходная мощность базового передатчиков (на выходе комбайнера), Вт	20

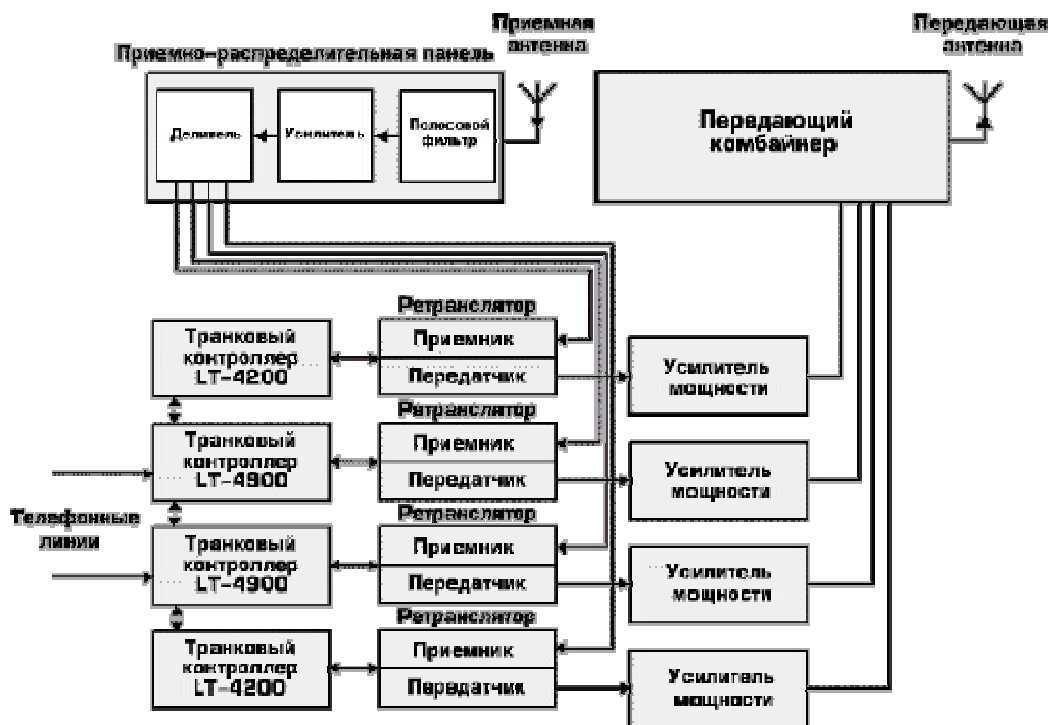


Рис. 2. Блок-схема транковых систем протокола LTR

Примерная калькуляция четырех-канальной транковой системы протокола LTR:

Таблица 6

Наименование	Цена	Кол-во	Стоимость
Транковый контроллер CSI LT-4200	900.00	2	1800.00
Транковый контроллер/интерконнект CSI LT-4900	1800.00	2	3600,00
Кабель соединительный низкочастотный	10.00	4	40.00
Модифицированный ретранслятор Vertex VXR-5000M	512.50	4	2050.00
Комплект арматуры для крепления VXR-5000 в 19" стойку	10.00	4	100.00
Усилитель мощности VoCom UVC100-25	1070.00	4	4280.00
Источник питания DuraComm RM-7512	380.00	2	760.00
Базовые антенны Communication Technologies TC450D2-6	230.00	2	460.00

Коаксиальный кабель с низкими потерями Н-1000	3.00	80м	240.00
Комплекты разъемов типа N для кабеля Н-1000	10.00	4	40.00
Гибридный комбайнер Telewave TW450-4HRB1	6880,00	1	6880,00
Приемно-распределительная панель Wacom WP8875-4B	1599.00	1	1599.00
Монтажная стойка (19-ти дюймовая) высотой 2м.	640.00	1	640.00
Коаксиальные переходные кабели с разъемами типа N	40.00	9	40.00
Итого:			\$22529.00

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНКИНГОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ПРЕДПРИЯТИИ БЕКАБАДСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Теперь приступим к организации транкинговой системы связи на предприятии Бекабадского металлургического завода.

Транкинговые системы стандарта МРТ-1327 предназначены для построения больших сетей связи, где абонентские радиостанции должны автоматически регистрироваться в ближайшей базовой станции при переходе из одной зоны в другую, обеспечивая тем самым наилучшее качество связи. Этот процесс называется роумингом и является необходимым условием при создании больших протяженных сетей связи. Но мы будем создавать только одну зону обслуживания, центр которого будет находиться здании управления (главном здании завода на рис. 3 показана маленьким белым кругом).

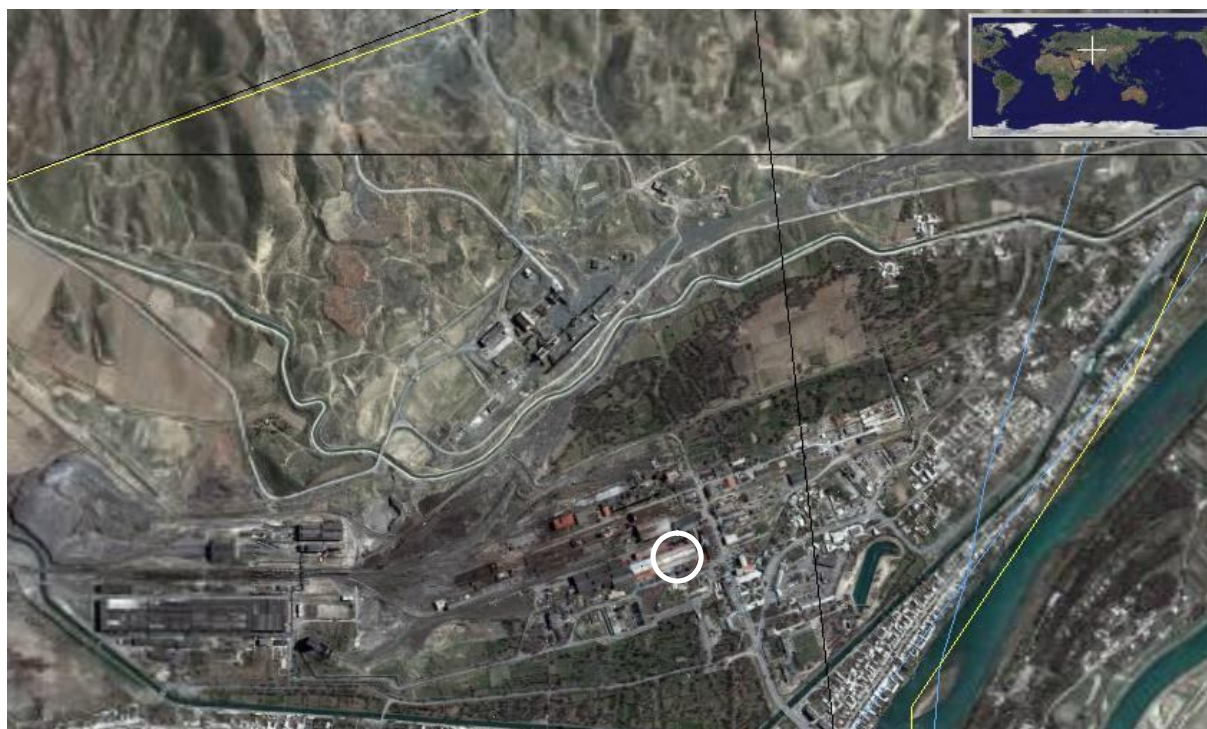


Рис.3. Территория Бекабадского металлургического завода

Зоной обслуживания естественно является территория завода (рис. 4), но у заводов бывают другие здания вне территории завода, но находящиеся вблизи примерно 10-30 км.

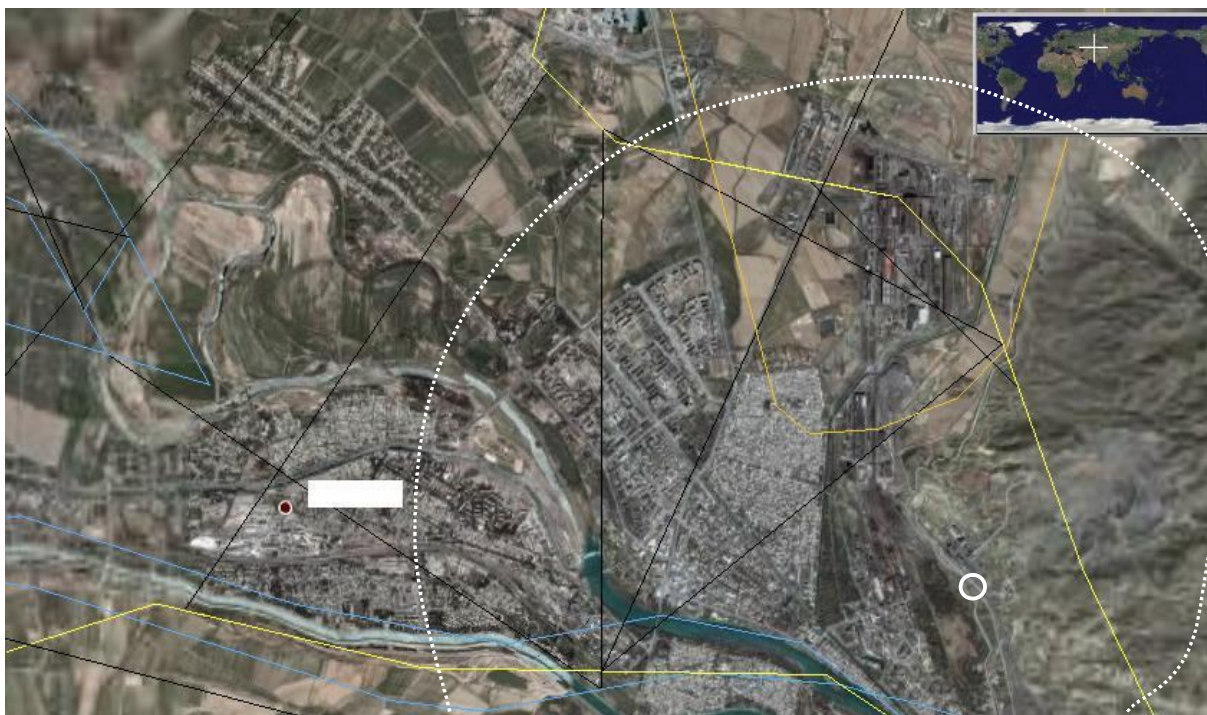


Рис. 4. Охват территории Бекабадского металлургического завода

Однозоновая система состоит как правило из одной базовой станции. Базовая станция может включать в себя от 2-х до 20-ти каналов. Каждый канал состоит из ретранслятора (приемопередатчик) и контроллера, управляющего работой канала. Антенно-фидерная часть базовой станции выбирается исходя из конкретных номиналов частот и условий места установки системы. Зона действия базовой станции зависит от высоты установки антенн и составляет в среднем 25-50 км.

3.1. Протокол SmarTrunk II

Система SmarTrunk II - одна из наиболее простых транковых систем, иногда называемых в литературе квазитранковыми или псевдотранковыми.

Широко распространена в нашей стране ввиду относительной дешевизны и широкого выбора оборудования. Выделенный канал управления отсутствует и поиском как входящих вызовов, так и свободных каналов для исходящих вызовов занимается абонентская радиостанция, постоянно сканируя все каналы системы. Для сигнализации применен собственный протокол обмена, подробности реализации которого не разглашаются фирмой-производителем.

С точки зрения пользователя работа в системе выглядит подобно работе с офисной АТС, аппаратами которой являются радиостанции. Для выхода на телефонную линию абонент должен набрать необходимый номер, после чего набрать номер телефонной линии (1 или 2) и нажать на кнопку [*]. Радиостанция автоматически найдет свободный канал и передаст в нем запрос на соединение. В том случае, если по информации, содержащейся в базе данных контроллера вызываемому абоненту разрешено совершать данный тип вызова, а также если номер не содержит запрещенных для данного абонента комбинаций (например кода выхода на междугороднюю связь), вызов будет принят, телефонная линия "подключена" к радиоканалу и набран необходимый телефонный номер. К примеру, чтобы набрать телефонный номер 555-2233 по первой телефонной линии, абонент должен набрать следующую комбинацию:

[5] [5] [5] [2] [2] [3] [3] [1] [*]

Вызов другого мобильного абонента осуществляется подобно описанному выше, но вместо номера телефона набирается абонентский номер радиостанции, а вместо номера телефонной линии - код маршрута соединения 3 (мобильный абонент). Соединение происходит аналогично телефонному, но вместо набора телефонного номера система посылает вызывной сигнал вызываемому абоненту. В том случае, если этот абонент доступен и принял вызов, контроллер информирует абонентов звуковым сигналом об установлении связи и предоставляет им возможность вести радиообмен через ретранслятор.

При необходимости несколько радиостанций пользователей может быть объединено в группу, которой будет присвоен дополнительный идентификатор. При вызове этого номера будут вызваны все радиостанции, принадлежащие к этой группе. Также, при соответствующем программировании, радиостанция может автоматически вызывать свою группу при простом нажатии на клавишу передачи.

Кроме описанных выше, в системе реализованы отдельные маршруты соединений для быстрого вызова оператора системы и экстренного вызова. К примеру, после набора комбинации [0] [*] абонент автоматически будет соединен с милицией, или другой экстренной службой, телефон которой запрограммирован в транковом контроллере.

Для отсоединения от системы при любом типе вызова абоненту достаточно нажать на клавишу [#]. Отсоединение также произойдет в том случае, если абонент превысил разрешенный ему лимит времени.

При входящих вызовах из телефонной сети, вызывающий абонент должен набрать после тонального сигнала контроллера абонентский номер радиостанции вызываемого пользователя. Хотя в транковом контроллере и имеется детектор щелчков, позволяющий принимать донабор с обычных телефонных аппаратов, наилучшие результаты достигаются при использовании тонального донабора.

Время, необходимое на установление соединения, составляет несколько секунд и зависит от количества каналов и загруженности системы. Транковые контроллеры SmarTrunk II могут обслуживать одну дополнительную телефонную линию в дополнение к основной (например учрежденческую АТС).

Базовое оборудование состоит из комплектов «базовый ретранслятор - транковый контроллер» и антенно-фидерных устройств. В настоящее время существует две модели контроллеров для систем SmarTrunkII:

- Контроллер ST-852 (ныне снятый с производства) поддерживает до 1100 абонентов и содержит встроенный модем (1200 бод без коррекции

ошибок) для удаленного программирования. В этой модели отсутствует взаимодействие между контроллерами, что вызывает некоторые проблемы в больших системах (более 5 каналов) при большой загрузке входящими телефонными вызовами. Кроме того, необходимость индивидуального программирования каждого из контроллеров системы делает обслуживание больших систем, базирующихся на этих контроллерах, весьма трудоемким.

- Транковый контроллер ST-853 может поддерживать до 4096 абонентов и сохранять в памяти до 4500 записей о совершенных абонентами вызовах. Наличие общей шины данных обеспечивает возможность программирования всех совместно установленных контроллеров, а также снятия с них тарификационной информации, при помощи одного внешнего модема со скоростью до 9600 бод. Кроме того, синхронизацией работы контроллеров при помощи шины данных решается проблема с потерей входящих вызовов при большой нагрузке на систему, которая была характерна для контроллеров ST-852. В отличие от контроллера ST-852, у контроллера ST-853 добавлены некоторые возможности, обеспечивающие большее удобство администрирования системы:

а) отдельные пароли для системного оператора (уровень доступа, позволяющий изменять любые параметры системы) и администратора (данный уровень доступа позволяет просматривать информацию о пользователях и работать с тарификационной информацией);

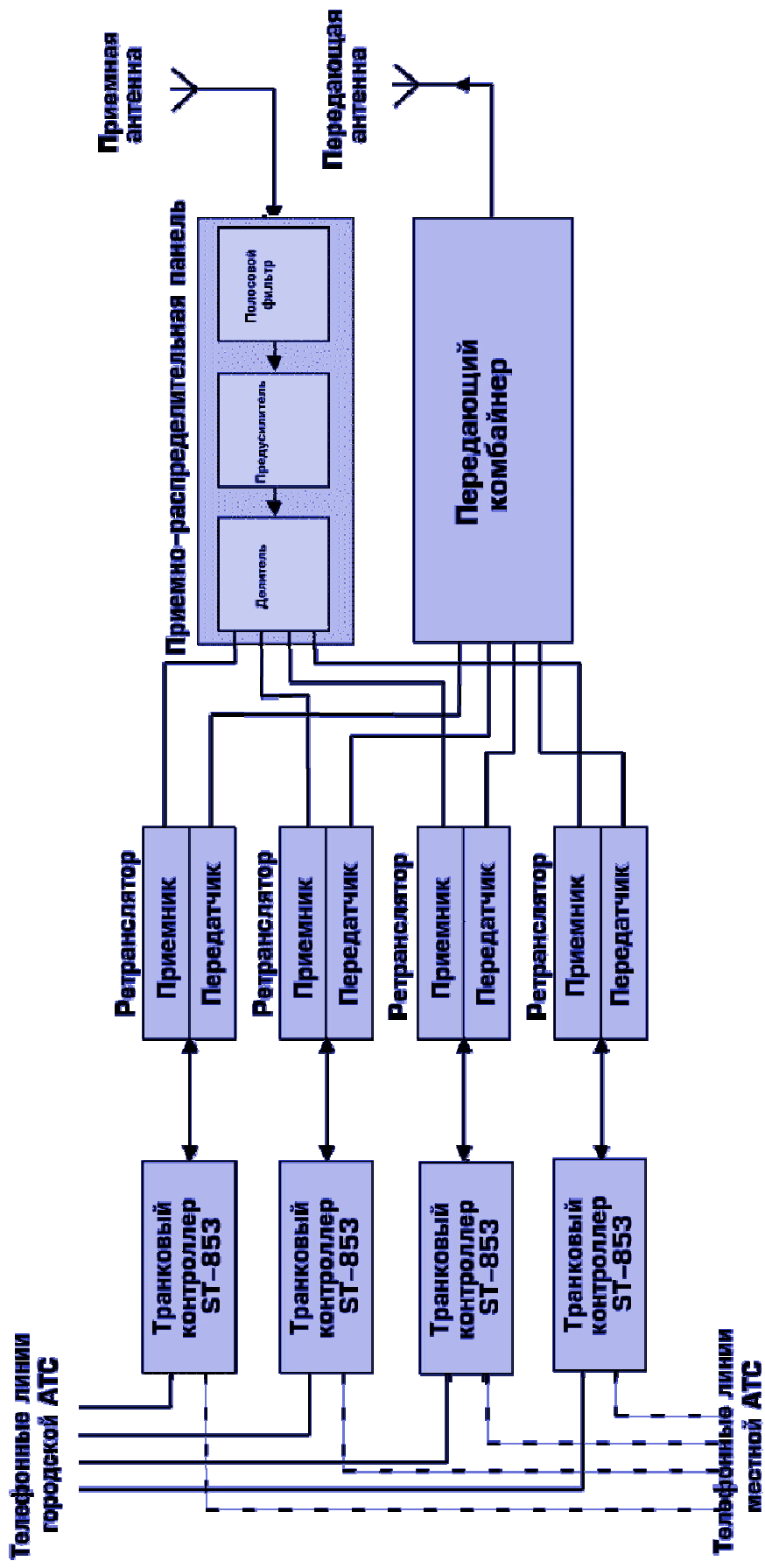


Рис. 5. Структурная схема Четырехканальной системы на основе контроллера ST-853

б) возможность индивидуально разрешать или запрещать для каждого пользователя доступ к первой и второй телефонным линиям, а также возможность инициировать вызовы других мобильных абонентов. Работа с контроллерами ведется при помощи достаточно удобной специализированной программной оболочки, позволяющей упростить выполнение большинства рутинных процедур, связанных с повседневным обслуживанием системы.

Абонентское оборудование представляет собой стандартные радиостанции со встроенными транковыми логическими платами, которые разработаны для практически всех распространенных в настоящее время профессиональных радиостанций.

3.2. Комбайнеры с низкими потерями (CL8-4V-50-X/2)

Если частотный разнос каналов передачи позволяет использовать комбайнеры на объемных резонаторах, то такую возможность не стоит упускать. Это значительно сэкономит энергию радиосигнала, который пойдет в антенну, а не в балластную нагрузку. Помимо этого резонаторы обеспечат высокую чистоту спектра ваших передатчиков, очистят от шумов и побочных излучений, что благоприятно скажется на общей ситуации в эфире. Модульная конструкция этих комбайнеров позволяет добавлять новые блоки при расширении системы и подключении следующих каналов практически без внесения потерь. Применяя резонаторы с высокой добротностью и оперируя вносимыми потерями, мы получаем предельно низкие потери мощности сложения сигналов. Линейка резонаторов различной конструкции и ферритовых изоляторов на различную проходную мощность позволяет выбрать оптимальный комбайнер по соотношению цена/потери при планировании самых различных конфигурациях АФО. Наши специалисты помогут вам определиться в выборе комбайнера при

предоставлении им информации о частотном плане, мощностях и возможной схеме расположения антенн.

Комбайнеры класса Regular (R) обеспечивают работу передающего тракта во временном режиме эксплуатации TX/RX =1:5, то есть когда рабочая нагрузка на передатчики системы невысокая. Комбайнеры класса Extreme (X) применяются в случае работы ретрансляторов с повышенной нагрузкой (до 100 % цикла). Это более дорогие высоконадежные изделия с вентилями на радиаторах (которые не позволяют перегреваться ферритам) и более массивными выносными нагрузками.



Рис. Комбайнер с низкими потерями CL8-4V-50-X/2

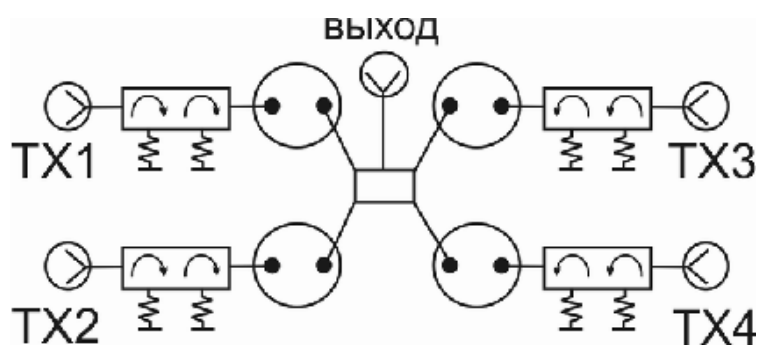


Рис. Схема комбайнера с низкими потерями CL8-4V-50-R/2(X/2)

Электрические характеристики

Таблица

Модель	Мин. разнос ТХ/ТХ, кГц	Потери при мин. разнесе ТХ/ТХ, дВ	Проходная мощность, Вт	Электр. длина резон.	Диаметр резон. мм (дюймы)	Масса (без учета стойки), кг	Крепление в стойку
CL8-2V-50-R/2(X/2)	125	2,8	50	1/4λ	8	8,15	в 19"
CL8-4V-50-R/2(X/2)	125	3,2	50	1/4λ	8	15,7	в 19"
CL8-6V-50-R/2(X/2)	125	3,5	50	1/4λ	8	23,9	ст. 19" КОМПЛ.
CL8-8V-50-R/2(X/2)	125	3,8	50	1/4λ	8	31,4	ст. 19" КОМПЛ.
CL8-2V-125-R/2(X/2)	125	2,8	125	1/4λ	8	9,6	в 19"
CL8-4V-125-R/2(X/2)	125	3,2	125	1/4λ	8	18,3	в 19"
CL8-6V-125-R/2(X/2)	125	3,5	125	1/4λ	8	28	ст. 19" КОМПЛ.
CL8-8V-125-R/2(X/2)	125	3,8	125	1/4λ	8	36,5	ст. 19" КОМПЛ.
CL8-2V-300	125	2,8	300	1/4λ	8	11	в 19"
CL8-3V-300	125	3	300	1/4λ	8	16,3	в 19"
CL10-2V-50-R/2(X/2)	100	2,6	50	1/4λ	10	9,5	ст. 24"КОМПЛ."
CL10-4V-50-R/2(X/2)	100	3,2	50	1/4λ	10	18,3	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-6V-50-R/2(X/2)	100	3,4	50	1/4λ	10	27,8	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-8V-50-R/2(X/2)	100	3,6	50	1/4λ	10	36,5	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-2V-125-R/2(X/2)	100	2,6	125	1/4λ	10	11	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-4V-125-R/2(X/2)	100	3,2	125	1/4λ	10	20,9	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-6V-125-R/2(X/2)	100	3,4	125	1/4λ	10	31,6	ст. 24"КОМПЛ.
CL10-8V-125-R/2(X/2)	100	3,6	125	1/4λ	10	41,7	ст. 24"КОМПЛ.
CL12-2V-50-R/2(X/2)	75	2,5	50	1/4λ	12	17	в напольном исп.
CL12-4V-50-R/2(X/2)	75	2,8	50	1/4λ	12	34,2	в напольном исп.
CL12-6V-50-R/2(X/2)	75	3	50	1/4λ	12	52,8	в напольном исп.
CL12-8V-50-R/2(X/2)	75	3,2	50	1/4λ	12	70	в напольном исп.
CL12-2V-600S-R/2(X/2)	75	2,2	600	1/4λ	12	20,5	в напольном исп.

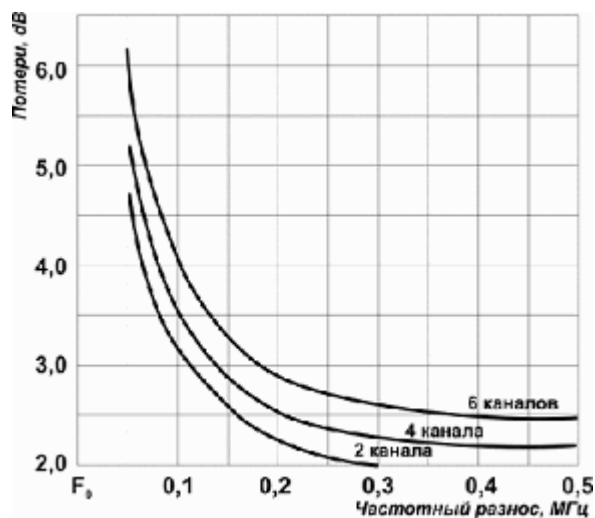


Рис. Зависимость потерь от частотного разнеса ТХ-ТХ в 2-8 канальных комбайнерах серии "CL8-VHF"

3.3. Антенны дипольные

Антенна D1 VHF представляет собой петлевой вибратор Пистолькорса. Основные его достоинства — широкая полоса и относительно низкая чувствительность к помехам промышленного происхождения. Сборно-разборная конструкция позволяет легко осуществлять монтаж и демонтаж антенны, а сварной диполь исключает возникновение интермодуляции. Изменяя расстояние от излучающего элемента до мачты, можно в небольших пределах корректировать его диаграмму направленности. Антенна имеет надёжное полимерное покрытие, защищающее от агрессивных сред и обледенения. Цельнометаллическая конструкция обеспечивает надёжную грозозащиту. Антенны D2, D4, D8 VHF построены по принципу параллельного сложения мощностей коллинеарно расположенных 2-х, 4-х и 8-ми активных петлевых вибраторов, что обеспечивает сохранение широкой рабочей полосы во всем диапазоне. Эти антенны комплектуется сумматорами ТК-52V, ТК-54V и ТК-52VL. Антенны D1 и D2 имеют акт освидетельствования

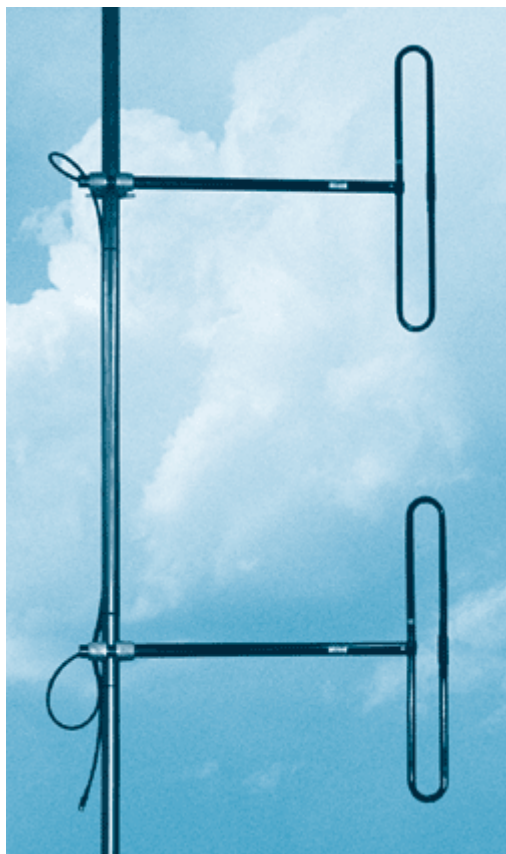


Рис. Антенна D1 VHF

Электрические характеристики

Таблица

Модель	D1 VHF	D2 VHF	D4 VHF	D8 VHF
Рабочий диапазон частот, МГц			136-174	
КСВ, не хуже			1,5	
Усиление OMNI, dBi	2.15	5.15	8.15	11.15
OFFSET, dBi	5.15	8.15	11.15	14.15
Сектор излучения в вертикальной плоскости по уровню -3dB	70°	37°	18°	9°
Входное сопротивление, Ом			50	
Допустимая мощность, Вт	400	400	400	400 (800 под заказ)

Механические характеристики

Таблица

Модель	D1 VHF	D2 VHF	D4 VHF	D8 VHF
Масса, кг	2,3	5,2	10,4	21,5
Высота в сборе, м	0,85	2,1	5	9,5
Материал антенны	АД-31			
Диаметр мачты, мм	38-65			
Допустимая скорость ветра, м/с	45			
Площадь ветрового сопротивления, м ²	0,07	0,14	0,29	0,6
Нагрузка при боковом ветре 45 м/с, Н	80	165	335	675
Допустимая скорость ветра при обледенении (слой льда 12 мм), м/с	28			
Диапазон рабочих температур, °С	от -50 до +50			
Разъем	N-мама			

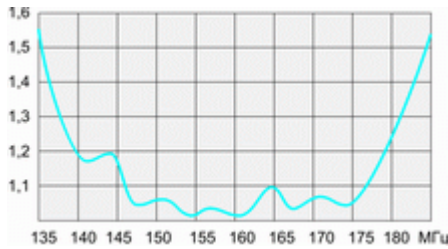


Рис. График КСВ антенны D1 VHF

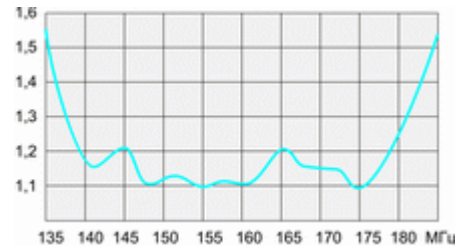


Рис. График КСВ антенны D2 VHF

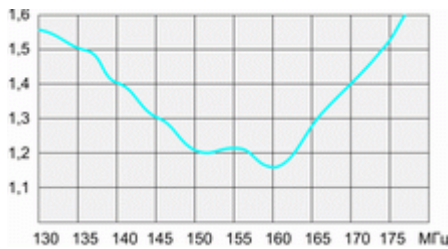


Рис. График КСВ антенны D4 VHF

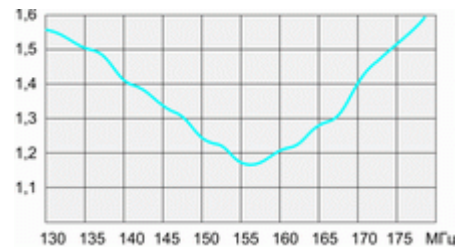


Рис. График КСВ антенны D8 VHF

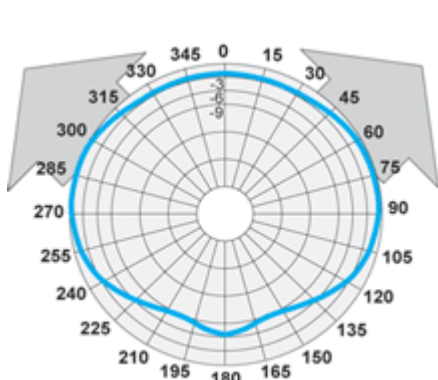


Рис. Диаграмма антенны D1 VHF в Н-плоскости, OMNI ($1/2\lambda$)

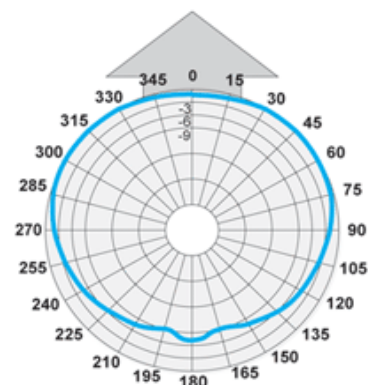


Рис. Диаграмма антенны D1 VHF в Н-плоскости, OFFSET ($1/4\lambda$)

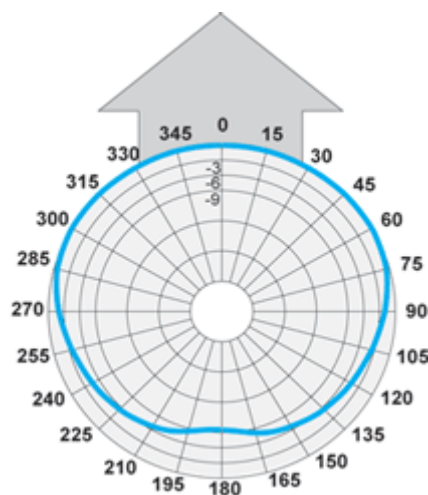


Рис. Диаграмма антенны D1 VHF в Н-плоскости, OFFSET ($1/8\lambda$)

3.4. Антенны направленные

Антенна Y3 VHF — трехэлементная антенна типа "волновой канал". Благодаря использованию петлевого вибратора в сочетании с симметричной системой запитки, антенна обладает достаточно широкой полосой рабочих частот. Рекомендуется для создания антенных решеток с высоким коэффициентом усиления и удаленных абонентских станций. В настоящее время выпускаются три модели, разработанные специально для эксплуатации на частотах с центрами 148 МГц (ведомственная связь структур МВД), 159,975 МГц (пейджинговые передатчики) и 165 МГц (системы транкинговой связи). Для удобства транспортировки антенна выполнена в сборно-разборном варианте.



Рис. Антенна Y3 VHF — трехэлементная антенна типа "волновой канал"

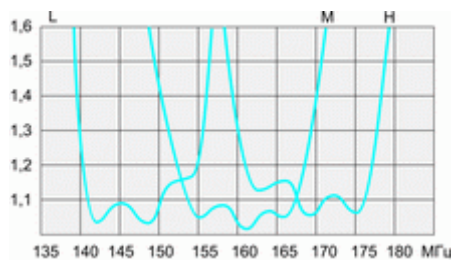


Рис. Графики КСВ антенн Y3 VHF(L, M, H)

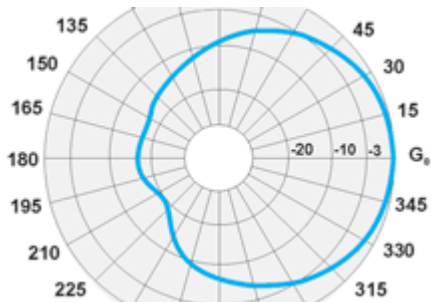


Рис. Диаграмма антенны Y3 VHF в H-плоскости

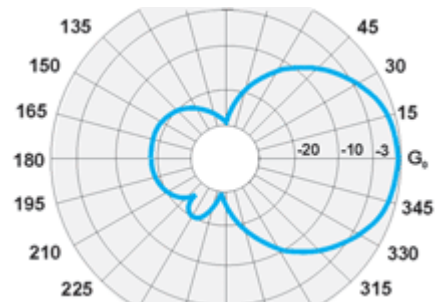


Рис. Диаграмма антенны Y3 VHF в E-плоскости

3.5. Распредпанели

Приемные распределители PRP-4 используются в многоканальных системах подвижной радиосвязи для подключения четырех приемников ретрансляторов к одной общей антенне. Конструктивно представляют собой объединение резонансных мостов Вилкинсона и обеспечивают развязку между входными портами приемников не менее 30 дБ, что необходимо для предотвращения интермодуляционных биений между ними. Для компенсации потерь можно дополнительно установить усилитель AGS-19. Распределитель рассчитан под крепление в стандартную 19" стойку. При работе 3-х приемников свободный порт необходимо "заглушить" 50-омной нагрузкой NC-0,2 для обеспечения баланса схемы.

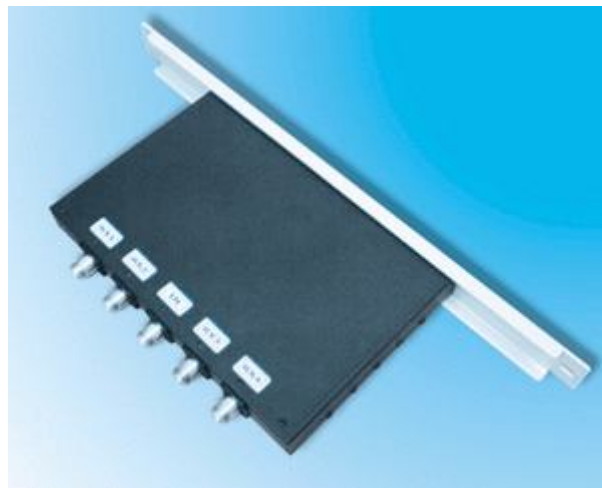


Рис. Приемная распределительная панель PRP-4

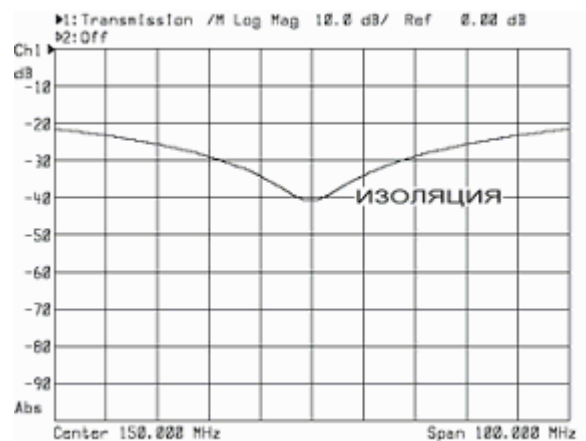
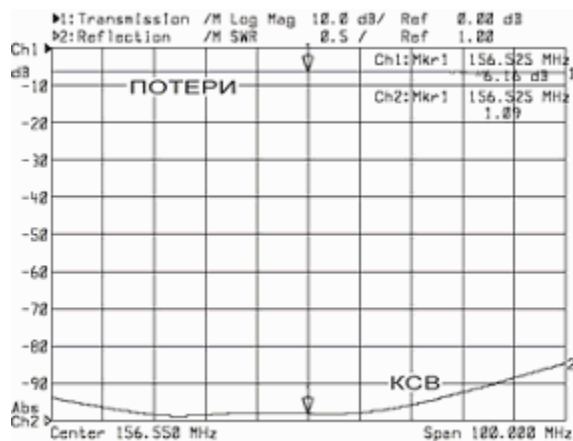


Рис. Типовые характеристики распределительной панели PRP-4V

Электрические характеристики

Модель	Таблица		
	PRP-4V	PRP-4A	PRP-4U
Рабочий диапазон, МГц	140-174	300-360	400-490
Рабочая полоса, МГц	15	30	40
Минимальный уровень изоляции, dB		30	
Типовой уровень изоляции, не менее, dB		50	
Потери, dB		6,2	
КСВ не хуже		1,5	
Импеданс, Ом		50	

Механические характеристики

Модель	Таблица		
	PRP-4V	PRP-4A	PRP-4U
Масса, кг		0,78	
Габариты, мм		480x46x160	
Диапазон рабочих температур, °C		от -30 до +50	
Разъемы		N-мама	

3.6. Радиостанции протокола MPT-1327

3.6.1. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-1200



Носимая радиостанция **Motorola GP-1200** предназначена для работы в транкинговых системах связи стандарта MPT-1327 и удовлетворяет всем его требованиям, включая поддержку протокола передачи данных MAP-27. УКВ радиостанция **Motorola GP-1200** может работать и в обычных конвенциональных системах. Обладает исключительными характеристиками надежности. Модификация Celenec - взрывобезопасное исполнение.

Функциональные возможности радиостанций Motorola GP-1200:

- Рабочий диапазон частот:

- VHF: 146-174МГц,
- UHF: 403-470МГц
- Выходная мощность передатчика 5Вт VHF, 4Вт UHF.
- Сертифицирована на соответствие MIL-STD 810 C/D/E и IP54
- Сканирование, приоритетное сканирование каналов
- Программируемый уровень мощности
- Снижение выходной мощности в условиях уверенного приема
- Встроенный таймер
- Ограничение времени работы на передачу
- Полная программируемость
- 14-ти разрядный дисплей с подсветкой
- Сигнал оповещения о низком уровне заряда аккумулятора
- Двойные функции - короткое/длинное нажатие
- Индивидуальный вызов, приоритетный вызов
- Повторный вызов последнего набранного номера

Таблица

Модель	GP-1200V	GP-1200U
Шаг канальной сетки	12,5 кГц	
Напряжение питания	7,5 В	
Потребляемый ток:		
Температура окружающей среды	-25° С...+55° С	
Стабильность частоты	±5*10 ⁻⁶	
Габариты	160x59x38 мм	
Вес	532 г	
Приемник		
Чувствительность:		
EIA 12 дБ SINAD	0.4 мкВ	
Избирательность по соседнему каналу	60 дБ	
Передатчик		
Модуляция	8K50F3E	
Нелинейные искажения	<5%	

3.6.2. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-140



Новая разработка компании **Motorola** – радиостанция **Motorola GP-140** выполнена с учетом требований к оборудованию современных систем связи. Богатый выбор программируемых функций в сочетании с исключительной простотой использования и высоким качеством звука позволяют использовать радиостанцию в системах с невысокой технической квалификацией персонала. Встроенная система компрессии речевого сигнала позволяет получить высокое качество звука на каналах с малой девиацией в сетке 12.5 кГц. При габаритных размерах 137x57.5x37.5мм радиостанция **Motorola GP-140** в стандартной комплектации с аккумулятором большой емкости весит всего 420г.

Функциональные возможности радиостанций Motorola GP-140:

- Рабочий диапазон частот:
 - VHF: 136-174МГц,
 - UHF: 403-470МГц
- Выходная мощность передатчика:
 - 1/5Вт VHF,
 - 1/4Вт UHF
- Сертифицирована на соответствие MIL-STD 810 C/D/E
- Системы тонального шумоподавителя CTCSS/DCS
- Селективный вызов и автоматическая идентификация станции с использованием протокола MDC-1200

- Речевая компрессия X-Pand, обеспечивающая высокое качество звука в узкополосном канале сетки 12.5кГц
- Совместима с системой SmarTrunk II (при установке логического модуля).
- Возможность установки платы цифрового магнитофона, поддерживающей режимы автоответчика и диктофона. (несовместимо с SmarTrunk II, так как использует тот же разъем расширения)
- Программируемое сканирование
- Встроенная схема голосового управления передачей (может быть использована с совместимыми аксессуарами).
- Программируемое значение межканального разнеса 12.5/20/25кГц.
- Режим аварийного вызова, позволяющий передавать сигнал тревоги заранее запрограммированному абоненту или группе абонентов
- Режим “Lone Worker” для контроля за безопасностью сотрудников, выполняющих в одиночку опасные работы. В том случае, если работник не ответил нажатием на клавишу передачи на периодический контрольный сигнал, радиостанция автоматически переходит в режим передачи аварийного вызова.
- Постепенно нарастающая громкость звукового сигнала вызова позволяет использовать селективный вызов с минимальными неудобствами для окружающих
- Тоновая маркировка вызывающего абонента позволяет назначить различные звуковые сигналы для входящих вызовов от разных абонентов.

Таблица

Модель	GP-140V	GP-140U
Количество каналов	16	
Шаг канальной сетки	12.5/20/25 кГц	
Напряжение питания	7,5 В	
Потребляемый ток:		
дежурный прием	null	
Температура окружающей среды	-25° С...+55° С	
Стабильность частоты	$\pm 2.5 \cdot 10^{-6}$	
Габариты	137x57.5x37.5 мм	
Вес	420 г	
Приемник		
Схема	супергетеродин с двойным преобразованием	
Чувствительность:		
EIA 12 дБ SINAD	0,25 мкВ	
Избирательность по соседнему каналу	70 дБ @ 25 кГц/60 дБ @ 12.5 кГц	
Интермодуляционная избирательность	70 дБ	
Подавление побочного и зеркального каналов	70 дБ	
Выходная мощность НЧ	0.5 Вт, нелинейные искажения <3%	
Передатчик		
Выходная мощность	1-5 Вт	1-4 Вт
Модуляция	16K0F3E (11K0F3E для 12,5 кГц версии)	
Максимальная девиация	± 5 кГц ($\pm 2,5$ кГц для 12,5 кГц версии)	
Побочные излучения	<-36 dBm @ <1 ГГц/<-30 dBm @ >1 ГГц	
Шумы передатчика	<-40 дБ	
Нелинейные искажения	<3%	

3.6.3. Носимая УКВ радиостанция Motorola GP-320



Новая разработка компании **Motorola** – радиостанция **Motorola GP-320** выполнена с учетом требований к оборудованию современных систем подвижной радиосвязи. Исключительная простота ее использования сочетается с высоким качеством звука и широким выбором программируемых функций, что позволяет эффективно использовать радиостанции **Motorola GP-320** в системах с невысокой технической квалификацией персонала. Встроенная система компрессии речевого сигнала позволяет получить высокое качество звука на каналах с малой девиацией в сетке 12.5кГц. Поддержка тональной сигнализации SelectV делает эту радиостанцию хорошим выбором для малых систем радиосвязи, в которых необходима организация селективного вызова. Радиостанция **Motorola GP-320** сертифицирована на соответствие военному стандарту MIL-STD-810. При габаритных размерах 137x57.5x37.5мм радиостанция **Motorola GP-320** в стандартной комплектации с аккумулятором большой емкости весит всего 420 г.

Функциональные возможности радиостанций Motorola GP-320:

- Рабочий диапазон частот:
 - VHF: 136-174МГц,
 - UHF: 403-470МГц
- Выходная мощность передатчика
 - 1/5Вт VHF,
 - 1/4Вт UHF

- Сертифицирована на соответствие MIL-STD 810 C/D/E
- Системы тонального шумоподавителя CTCSS/DCS
- Селективный вызов и автоматическая идентификация станции с использованием тональных протоколов SelectV
- Речевая компрессия X-Pand, обеспечивающая высокое качество звука в узкополосном канале сетки 12.5 кГц
- Встроенная схема голосового управления передачей (может быть использована с совместимыми аксессуарами).
- Программируемое значение межканального разнеса 12.5/20/25кГц.
- Режим аварийного вызова, позволяющий передавать сигнал тревоги заранее запрограммированному абоненту или группе абонентов.
- Режим “Lone Worker” для контроля за безопасностью сотрудников, выполняющих в одиночку опасные работы. В том случае, если работник не ответил нажатием на клавишу передачи на периодический контрольный сигнал, радиостанция автоматически переходит в режим передачи аварийного вызова.
- Whisper Mode – увеличивает чувствительность микрофона и позволяет вести переговоры скрытно от окружающих.
- Таймер ограничения длительности передачи автоматически выключает передачу в том случае, если она длится свыше разрешенного времени (например если кнопка передачи случайно зажата посторонними предметами).
- Режим переадресации селективного вызова позволяет переадресовать вызов другому абоненту в том случае, если нет возможности ответить на него персонально.

Таблица

Модель	GP-320V	GP-320U
Количество каналов	1	
Шаг канальной сетки	12.5/20/25 кГц	
Напряжение питания	7,5 В	
Потребляемый ток:		
дежурный прием	null	
Температура окружающей среды	-25° С...+55° С	
Стабильность частоты	$\pm 2.5 \cdot 10^{-6}$	
Габариты	137x57.5x37.5 мм	
Вес	420 г	
Приемник		
Схема	супергетеродин с двойным преобразованием	
Чувствительность:		
EIA 12 дБ SINAD	0,25 мкВ	
Избирательность по соседнему каналу	70 дБ @ 25 кГц/60 дБ @ 12.5 кГц	
Интермодуляционная избирательность	70 дБ	
Подавление побочного и зеркального каналов	70 дБ	
Выходная мощность НЧ	0.5 Вт, нелинейные искажения <3%	
Передатчик		
Выходная мощность	1-5 Вт	1-4 Вт
Модуляция	16K0F3E (11K0F3E для 12,5 кГц версии)	
Максимальная девиация	± 5 кГц ($\pm 2,5$ кГц для 12,5 кГц версии)	
Побочные излучения	<-36 dBm @ <1 ГГц/<-30 dBm @ >1 ГГц	
Шумы передатчика	<-40 дБ	
Нелинейные искажения	<3%	

3.6.4. Автомобильные УКВ радиостанции Motorola GM-360



Радиостанция **Motorola GM-360** из серии "Многофункциональная" представляет в распоряжение пользователя широкий выбор функциональных возможностей.

Однострочный алфавитно-цифровой дисплей с удобной системой меню позволяет оперативно изменять параметры радиостанции, а также отображать идентификаторы вызывающих корреспондентов. Для наиболее часто используемых функций радиостанция **Motorola GM-360** имеет программируемые функциональные клавиши и светодиодные статусные индикаторы. Большая канальная емкость и наличие богатых возможностей селективного вызова позволяет использовать радиостанции **Motorola GM-360** в весьма сложных системах связи.

Функциональные возможности радиостанций Motorola GM-360:

- Рабочий диапазон частот:
 - LB: 29-50 МГц,
 - VHF: 136-174 МГц,
 - UHF: 403-470 МГц
- Мощность передатчика 1-25 Вт
- Сертифицирована на соответствие MIL-STD 810 C/D/E и IP54
- Поддержание систем сигнализации: CTCSS и 5-тоновый селективный сигналинг (Select-V)
 - Голосовая активная передачи VOX
 - Экстренная сигнализация
 - "Одинокий" работник
 - Внешний сигнал оповещения
 - 14-символьный буквенно-цифровой дисплей
 - Пиктограммы меню
 - Адерсная книга
 - Статусные сообщения
 - Сигналы DTMF
 - Режим мегафона

- Канал памяти - программирование кнопок для быстрого доступа к выбранному каналу
- Отключение автомагнитолы при приеме или передаче вызова
- возможность передачи данных
- Режим сканирования
- Голосовая активная передачи VOX
- Технология сжатия речи X-Pand и система шумопонижения
- переадресация вызова
- Возможность установки дополнительных плат

Таблица

Модель	GM-360V	GM-360U
Количество каналов	255	
Шаг канальной сетки	12.5/20/25 кГц	
Напряжение питания	13,2 В	
Потребляемый ток:		
Температура окружающей среды	-30° С...+60° С	
Стабильность частоты	$\pm 2.5 \cdot 10^{-6}$	
Габариты	59x179x186 мм	
Вес	1400 г	
Приемник		
Чувствительность:		
EIA 12 дБ SINAD	0,22-0,30 мкВ	
Интермодуляционная избирательность	>65 дБ	
Подавление побочного и зеркального каналов	>65 дБ	
Выходная мощность НЧ	3-13 Вт на нагрузке 4 Ом, нелинейные искажения <10%	
Передатчик		
Выходная мощность	до 25 Вт	
Модуляция	16K0F3E (8K50F3E для 12,5 кГц версии)	
Максимальная девиация	± 5 кГц ($\pm 2,5$ кГц для 12,5 кГц версии)	

3.6.5. Автомобильные УКВ радиостанции Motorola GM-380



Радиостанция **Motorola GM-380** из серии "Универсальная" ориентирована на пользователей, нуждающихся в исключительно высоком уровне

функциональности. Четырехстрочный алфавитно-цифровой дисплей, клавиатура для набора телефонных номеров на передней панели, расширенные возможности сигнализации, наличие встроенного цифрового магнитофона - это лишь некоторые из функциональных возможностей, делающих радиостанции **Motorola GM-380** пригодными для использования в системах связи любой сложности

Функциональные возможности радиостанций Motorola GM-380:

- Рабочий диапазон частот:
 - LB: 30-50 МГц,
 - VHF: 136-174 МГц,
 - UHF: 403-470 МГц
- Мощность передатчика 1-25 Вт
- Сигналинг - PL-тоны и 5-ти тоновый сигналинг (Select-V)
- Экстренная сигнализация
- "Одинокий" работник
- Диктофон
- Сжатие речи X-Pand и система шумопонижения
- 14-символьный буквенно-цифровой дисплей
- Пиктограммы запрограммированных функций
- Возможность передачи данных
- Статусные сообщения
- DTMF
- Режим мегафона

- Возможность передачи данных
- Режим сканирования
- Возможность установки дополнительных плат
- переадресация вызова
- Голосовая активация передачи VOX
- Управление внешним сигналом оповещения
- Канал памяти
- Отключение колонок автомагнитолы при получении или передаче

вызова

Таблица

Модель	GM-380V	GM-380U
Количество каналов	255	
Шаг канальной сетки	12.5/20/25 кГц	
Напряжение питания	13,2 В	
Потребляемый ток:		
Температура окружающей среды	-30° С...+60° С	
Стабильность частоты	$\pm 2.5 \cdot 10^{-6}$	
Габариты	56x176x177 мм	
Вес	1400 г	
Приемник		
Чувствительность:		
EIA 12 дБ SINAD	0,22-0,30 мкВ	
Интермодуляционная избирательность	>65 дБ	
Подавление побочного и зеркального каналов	>65 дБ	
Выходная мощность НЧ	3-13 Вт на нагрузке 4 Ом, нелинейные искажения <10%	
Передачик		
Выходная мощность	до 25 Вт	
Модуляция	16K0F3E (8K50F3E для 12,5 кГц версии)	
Максимальная девиация	± 5 кГц ($\pm 2,5$ кГц для 12,5 кГц версии)	

4. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Основной принцип обеспечения безопасности – соблюдение организациями, эксплуатирующими вещательные станции, установленных «Санитарными нормами и правилами» предельно допустимых уровней электромагнитного поля. Каждая радио- и телевещательная станция имеет так называемый Стандартный паспорт, в котором определены границы санитарно-защитной зоны. Только при наличии этого документа территориальные органы, выполняющие контролирующие функции, разрешают эксплуатировать такие объекты. Периодически эти же органы выполняют инструментальную проверку электромагнитной обстановки на предмет ее соответствия установленным предельно допустимым уровням и нормам. В случае обнаружения отклонений эти органы имеют право обращаться в соответствующие инстанции, добиваясь приведения электромагнитной обстановки в соответствии с паспортной.

С целью обеспечения безопасности населения в пределах санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки запрещается строительство жилых зданий, лечебных, курортных, детских дошкольных и средних учебных заведений, предназначенных для круглосуточного пребывания людей. При необходимости должны приниматься меры по экранированию отдельных объектов, а также по защите от вторичного излучения, создаваемого элементами конструкции, зданиями, коммуникациями, линиями электропроводки и т.д.

4.1. Биологическое воздействие

Вопрос о воздействии излучения на организм пользователя до сих пор остается открытым. Многочисленные исследования, проведенные учеными

разных стран на биологических объектах (в том числе и на добровольцах), привели к неоднозначным, иногда противоречащим друг другу, результатам.

Биологическое действие электромагнитных полей зависит от двух основных параметров – мощности и частоты излучения. В зависимости от мощности различают тепловое и нетепловое воздействие. Весьма условной границей между ними установлена величина мощности в 10 мкВт/см^2 (приходящаяся на облучаемую поверхность) считающаяся пороговой. При таком уровне мощности биологические ткани могут прогреться на несколько десятых долей градуса.

От частоты же излучения зависит как глубина проникновения волны, так и степень поглощения. Например, волны метрового диапазона (90 МГц) слабее поглощаются в тканях, чем волны дециметрового диапазона (900 МГц), а излучение сантиметрового диапазона практически полностью затухает в живой ткани уже на глубине нескольких сантиметров.

Основной энергетической характеристикой является значение выходной мощности, излучаемой устройством – чем она больше, тем больший уровень электромагнитного поля будет около антенны. Для переносных (в том числе мобильных) радиотелефонов значение мощности может находиться в пределах 0,1 – 10 Вт. К числу наиболее мощных относятся симплексные радиостанции различного типа и назначения (их часто называют *walkie-talkie*) – до 4 Вт, радиостанции «гражданского» (СВ) диапазона (27 МГц) – от 4 до 50 Вт, мобильные блоки радиоудлинителей – от 3 до 7 Вт. К числу наименее мощных относятся бытовые бесшнуровые телефоны (46 – 49 МГц, 900 МГц, 2,4 ГГц) – излучаемая ими мощность не превышает 10 мВт.

Однако само по себе абсолютное значение мощности еще ничего не говорит о степени опасности. Прежде чем оценивать риск, необходимо установить определенные критерии его оценки. Например, для устройств, работающих в области частот 30 – 300 МГц, была введена предельная

напряженность электрического поля 80 В/м. Для частот свыше 300 МГц установлена предельно допустимая мощность излучения 10 мкВт/см² (для облучаемого персонала). Для населения этот уровень меньше в 5 – 10 раз без ограничения времени облучения.

Понятно, что эти нормы должны соблюдаться для любой эксплуатируемой радиоаппаратуры, а особенно бытовой. Простейшие же расчеты показывают, что мобильный радиостанции УКВ диапазона, излучающий мощность около одного ватта, способен создать в области височной кости плотность мощности, в 10 000 раз превышающую предельно допустимые значения. Тем не менее, такие (и многие другие) радиостанции сегодня продолжают широко эксплуатироваться и считаются безопасными.

Причины такой ситуации заключаются, прежде всего, в том, что в ряде стран нормы для предельно допустимых уровней электромагнитного излучения различаются, причем отличие может составлять тысячи раз. Такие различия возникают из-за разного подхода к выбору критериев воздействия электромагнитного поля на организм. При этом можно считать, что с точки зрения непороговой концепции любое излучение, превышающее фоновое, считается опасным в принципе – хотя получить достоверные данные о степени опасности при этом оказывается практически невозможным. Понятно, что такой (в определенной степени абстрактный) подход на практике можно применять лишь при наличии статистически состоятельного массива исходных данных, полученных к тому же в соответствующих условиях. Прочие же (пороговые) концепции различаются лишь величиной установленного порога, обусловленного критерием его обнаружения (проявления). Так, например, российские нормы безопасности основаны на таком пороге чувствительности, при котором возникают какие-либо физиологические изменения, исчезающие с прекращением воздействия электромагнитной волны. Американский подход к гигиеническим нормам можно назвать «тепловым». В качестве порога выбирается тот уровень излучения, которому соответствует начальная стадия какого-либо

патологического или необратимого процесса. В последнее время нормативы разных стран начали сближаться, но, тем не менее, разница все равно достигает 10 и более раз.

4.2. Результаты исследований воздействия электромагнитных полей на организм человека

Специальные исследования возможностей влияния излучения радиотелефона на здоровье начались в конце 1994 г. В рамках европейского проекта «Биомедицинские эффекты воздействия электромагнитных полей», первый этап которого должен был завершиться в ноябре 2001 г.

Традиционно при рассмотрении влияния электромагнитного поля считалось, что основным механизмом воздействия является тепловое «поражение» тканей. Именно исходя из этого и разрабатывались стандарты безопасности во многих странах. Однако в последнее время стало появляться все больше доказательств существования других путей воздействия электромагнитного поля на живой организм при интенсивности поля, недостаточных для тепловых воздействий. При этом к числу отдаленных проявлений этих воздействий ученые относят и онкологические и гормональные заболевания и многое другое. Кроме того, ученые обратили внимание на комбинированное воздействие малых интенсивностей различных видов воздействий. Практически все мы находимся в условиях одновременного воздействия электромагнитных полей, ионизирующих излучений, химических веществ и прочих факторов. В результате совместного действия всего этого процессы в организме протекают иначе, не так, как это моделировалось в лабораториях для какого-либо одного вредного воздействия.

Эксперименты на животных показали, что практически все контрольные системы организма реагируют именно на модулированный сигнал при относительно низкой интенсивности воздействия (100 мкВт/см^2).

При исследовании теплового воздействия электромагнитного излучения была учтена неоднородность тканей живого организма. Например, в тканях головного мозга есть участки, которые из-за высокой проводимости способны поглотить большую часть энергии электромагнитного излучения, чем соседние ткани. Возможность такого «локального» перегрева была достоверно установлена еще до изобретения радиотелефона. При превышении некоторых доз (кстати, весьма незначительных), высокочастотного излучения в мозгу подопытных животных наблюдались микроскопические участки, которые были буквально сварены. Не исключено, что подобное явление приводит к раку мозга.

Исследования возможного влияния, биологического действия электромагнитного поля элементов систем сотовой связи вызывают большой интерес общественности, породив большое количество публикаций в средствах массовой информации, который, в общем, достаточно точно отражают современные тенденции этих исследований.

К данным такого рода следует относиться с известной долей осторожности. Аппаратура связи современных стандартов обеспечивает автоматическое изменение мощности, излучаемой мобильным телефоном, в зависимости от условий связи. Поэтому количественный эффект излучения будет несомненно зависеть от условий, в которых работают радиостанции. Иными словами, при лабораторных измерениях такого рода величина излучаемой телефоном мощности должна изменяться не автоматически, а вручную организаторами эксперимента. Только в этом случае (и это принципиально важно) результаты можно рассматривать как достоверные. Влияние же модуляции сигнала на результаты испытаний, отмечаемое исследователями, также следует рассматривать в первую очередь с

энергетических позиций, поскольку между характером модулирующего сигнала и уровнем излучаемой мощности существует определенная, достаточно сложная (но не всегда однозначная) связь.

По данным Института биофизики Российской академии наук, полученные в эксперименте данные соответствуют известным в радиобиологии фактам о последствиях влияния однократных воздействий излучения электромагнитного поля, слабой интенсивности на организм человека. Описанные изменения в деятельности центральной нервной системы не выходят за рамки нормального функционирования организма и в физиологии трактуются как защитная реакция.

Также следует заметить, что для испытаний были специально отобраны добровольцы – здоровые мужчины. Это, с одной стороны, позволяет отчетливо отследить реакцию здорового (но именно мужского) организма на излучение, с другой – не дает объективных данных о зависимости состояния здоровья других групп людей (отличных по признакам пола, возраста, самочувствия) от условий облучения и режима пользования сотовым телефоном. Только при их точном учете станет возможным однозначно выявить условия, при которых может проявляться неблагоприятное влияние радиостанции на здоровье человека.

Понятно, что никакие предостережения не смогут остановить устойчивый рост числа абонентов сотовой связи. И хотя специалисты во всем мире стремятся выработать четкие рекомендации, позволяющие создать новое поколение техники связи, работающей в «щадящем» режиме, пользователь не должен сидеть, сложа руки. Выбор применяемого оконечного (т.е. именно пользовательского) оборудования всегда остается за ним.

4.3. Санитарные нормы

Уровни электромагнитного излучения, создаваемые объектами системы сотовой связи, нормируются в соответствии с Гигиеническими нормативами «Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи» (таблица 4.2).

Временно допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами радиосвязи (для населения)

Таблица 4.2.

Категории облучения	Величина ВДУ ЭМИ	Примечание
Облучение населения, проживающего на прилегающей селитебной территории, от антенн базовых станций	$ППЭ_{ПД} = 10 \text{ мкВт/см}^2$	
Облучение пользователей радиотелефонов	$ППЭ_{ПДУ} = 100 \text{ мкВт/см}^2$	Условия: измерения ППЭ следует производить на расстоянии от источника ЭМИ, соответствующего расположению головы человека, подвергающегося облучению

4.4. Электромагнитные поля и излучения

Электромагнитные излучения различных частот находят широкое применение в связи. Источниками электромагнитных излучений в

радиотехнических установках являются генераторы к антенне, антенные устройства, ВЧ трансформаторы, фидерные линии, в установках для термообработки материалов – электромагниты, конденсаторы. При работе указанных устройств в окружающем их пространстве создаются электромагнитные поля (ЭМП). Наряду с полезным действием ЭМП проникая в организм человека, могут оказывать на него неблагоприятное влияние и быть причиной профессиональных заболеваний. Они могут вызвать расстройство нервной, эндокринной и сердечно сосудистой систем, у человека понижается кровяное давление, замедляется пульс, тормозятся рефлексы, изменяется состав крови. Влияние ЭМП сказывается также в тепловом воздействии на организм. Поглощённая телом человека энергия ЭМП, превращается в тепловую, вызывая перегрев тела и отдельных органов, что может привести к их заболеванию. Перегрев тела более чем на 1°C недопустим.

Особенно подвержены воздействию ЭМП мозг, глаза, кишечник, почки и семенники. Субъективное проявление воздействия ЭМП выражается в повышенной утомляемости, головной боли, раздражительности, сонливости, отдышке, ухудшению зрения, повышении температуры тела.

Степень поражения при воздействии ЭМП зависит от интенсивности, частоты и времени действия излучения. Чем больше интенсивность, частота и время действия ЭМП, тем сильнее воздействие на организм человека.

С целью предупреждения вредных воздействий ЭМП на человека, установлены предельно допустимые значения напряжённости и ППЭ ЭМП на рабочих местах. Для диапазонов волн ВЧ и УВЧ нормируется напряжённость электрической (E) и магнитной (H) составляющих ЭМП.

Для диапазонов волн СВЧ нормируется предельно допустимая плотность потока энергии (ППЭ) ЭМП, которая устанавливается исходя из допустимого значения энергетической нагрузки на организм W и времени пребывания в зоне облучения T .

$$ППЭ = W/T$$

На рабочих местах и в местах возможного пребывания персонала
Предельно Допустимая Плотность (ПДП) потока энергии ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц

ПДП ≤ 10 Вт/м² или 10^3 мкВт/см², а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры воздуха в рабочих помещениях $> 28^{\circ}\text{C}$ – 1 Вт/м² или 100 мкВт/см²

Контроль интенсивности облучения должен проводиться не менее 1 раза в год, а также при вводе в действие новых или реконструкции старых генераторных установок и изменение условий труда. Измерения проводятся при максимальной мощности в трёх точках на расстоянии 0,5 1 1,7 м от пола.

Для измерений электрической магнитной составляющих ЭМП используется прибор ИЭМП – 1, для измерения плотности потока мощности – приборы ПО – 1, ПО – 3, ПО – 9, ПО – 13, с помощью этих приборов можно установить зону, в которой интенсивность ЭМП превышает предельно допустимые нормы и принять соответствующие меры защиты.

К основным способам и средствам защиты от воздействия ЭМП относятся:

1. Организационные меры защиты
2. Уменьшение интенсивности излучения от источника
3. Экранирование источника излучения
4. Экранирование или удаление рабочего места от источника излучения
5. Применение средств сигнализации

6. Применение средств индивидуальной защиты

В зависимости от конкретных условий работы может применяться одно из этих средств или любая их комбинация.

Организационные меры – это рациональное размещение оборудования, установление определённых режимы работы установок и обслуживающего персонала.

К работе с установками ВЧ и СВЧ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие мед. осмотр, обучение и сдавшие экзамен по ТБ. Ежегодно обслуживающий персонал проходит мед. осмотр.

Если работа проходит в условиях повышенной опасности, при дозе облучения, превышающей предельно допустимые нормы, то для работников устанавливается укороченный рабочий день и дополнительный отпуск.

2. Уменьшение интенсивности излучения источника достигается применением согласованных нагрузок, поглотителей мощности.

При регулировке и испытании генераторов СВЧ, снятии частотных и амплитудных характеристик передатчиков последние подключаются не к антенне, а к нагрузке, в которой происходит затухание Электромагнитных волн.

Т. о. Исключается их излучение в окружающее пространство через антенну. Нагрузки (эквивалент антенны) применяемые в настоящее время, позволяют ослабить ВЧ энергию на 40-60 Дб.

При проверке работы приёмного, индикаторного, антенно-фидерного трактов, систем автоматики и управления радиостанцией можно воспользоваться маломощными имитаторами сигналов. В этом случае работает вся система станций, кроме передающего устройства, что исключает возможность облучения работающих.

3. Источник излучения экранируется с помощью спец. экранов. Защитные свойства экранов основаны на отражении и поглощении электромагнитных излучений различными материалами.

Типы экранов: сплошные, металлические, сетчатые металлические, мягкие металлические с х/б или другой тканью, поглощающие. Все экраны, кроме поглощающих обеспечивают отражение СВЧ энергии.

Поскольку глубина проникновения ЭМ энергии ВЧ с СВЧ очень мала, экран в виде замкнутых поверхностей из металлических листов 0,5 – 1 мм при толщине 0,01 мм поле СВЧ ослабляется на 50 дБ (100000 раз).

Легкий экран - фольга.

Сетчатый экран хуже экранирует на 20 – 30 дБ (100 – 1000 раз).

Эластичные экраны для экранных штор, драпировок, чехлов, спец. одежды, (комбинезоны, халаты, капюшоны) защищают от СВЧ энергии.

Для эластичных экранов х/б ткань в структуре которой тонкие металлические нити образуют сетку 0,5x0,5 мм, d проволоки 0,08 – 0,5 мм, защитные свойства сохраняются при t –ре - 40⁰С до + 100⁰С, R = 98%.

Прозрачные экраны из спец. прозрачного оптического стекла покрытого двуокисью олова даёт ослабление до 30 дБ в диапазоне волн 0,8 – 150 см.

Лучшими отражающими свойствами обладают металлы, имеющие высокую электропроводность.

Лучшими поглощающими свойствами обладают диэлектрики, имеющие большие потери.

Отражающие экраны из стали или меди, сплошные или сеточные. Листы экранов должны иметь надёжный контакт между собой. Экраны обязательно заземляются.

Сетчатые экраны обладают несколько худшими свойствами.

Поглощающие экраны выполняются из спец. резины. Полное поглощение электромагнитных волн возможно в материалах, для которых диэлектрическая постоянная и магнитная проницаемость равны. Эти требования не всегда соблюдаются и поглощающие экраны снабжаются коническими шипами, увеличивающими поглощаемую способность. Если по технологическим причинам невозможно экранировать источник излучения, то экранируют рабочее место, или удаляют его на безопасное расстояние (дист. управление работой передатчика).

При превышении уровней интенсивности ЭМП по отношению к допустимым используются индивидуальные средства защиты. Это радиозащитные очки и спец. халаты с капюшонами или комбинезоны. Стёкла очков оР 3-5, покрыты плёнкой двуокиси олова. Очки ослабляют энергию на 30 дБ. Халаты и комбинезоны изготавливают из металлизированной ткани. Ослабляется излучение в этом случае за счёт отражающих свойств.

Радиоактивные вещества используются в контрольно-измерительной аппаратуре, извещателях пожарной сигнализации.

Рентгеновское излучение возникает в электровакуумных приборах, в которых высокие напряжения (десятки киловольт). Это лампа бегущей волны, электронно-лучевые трубки.

Источник облучения может быть внешним и внутренним, т.к. радиоактивные вещества могут попадать внутрь организма, через дыхательные пути и пищеварительный тракт (при вдыхании воздуха или потребления воды, продуктов, загрязнённых радиоактивными веществами).

В поражённом организме нарушается обмен веществ, функции УНС, желез внутренней секреции, кроветворных органов. В результате развивается лучевая болезнь, которая может быть острой и хронической в виде общих и местных поражений.

Общие – лейкоemia (белокровие).

Местные – злокачественные опухоли, заболевания кожи. Ионизирующие излучения воздействуют на генетический код клеток, вызывая их необратимые изменения, что приводит к болезни в последующих поколениях.

Степень поражения человека определяется значением поглощённой дозы, видом излучения, временем воздействия, индивидуальной чувствительностью.

Нормами радиационной безопасности (НРБ – 69) установленные предельно допустимые дозы (ПДД) внешнего и внутреннего облучения:

для лиц непосредственно работающих с источником ионизирующих излучений (категория А),

находящихся вблизи источников излучения (категория Б), и для всего населения в целом (категория В).

Для категории А при облучении всего тела ПДД не должна превышать 3 бэр при однократном воздействии в течении квартала и 5 бэр при воздействии в течении всего года.

Для категории Б – 0,5 бэр в год.

Для категории В – 0,05 бэр в год.

Для контроля доз ионизирующих излучений используются методы : ионизационный, фотографический, химический, суинциляционный.

Все дозиметрические приборы делятся на две группы:

А) для количественных измерений дозы и мощности дозы облучения

Б) Индикаторные приборы для быстрого обнаружения источников излучения

Защита от воздействия радиоактивных веществ и ионизирующих излучений возможна с помощью ряда технических и организационных мероприятий.

Технические меры – экранирование, герметизация, удаление от источника излучения на большое расстояние.

Установка экранов у источников излучения существенно снижает дозы облучения.

Размеры, толщина и материал экранов выбирается в зависимости от вида излучения.

Защита от альфа частиц - слой воздуха в несколько см, одежда, перчатки.

От бета излучений - слой воздуха в несколько метров или слой алюминия в несколько миллиметров, т.к. эти виды излучений обладают малой проникающей способностью.

Гамма и рентгеновские излучения обладают большой проникающей способностью, поэтому для экранов применяют материалы с большими атомными весами (свинец, вольфрам) т.к. в этих материалах излучение поглощается наиболее интенсивно. Толщина экрана выбирается по спец. таблицам в зависимости от энергии гамма – излучений и кратности ослабления и колеблется в пределах от нескольких мм до десятков сантиметров.

Экраны могут быть стационарные, передвижные, устанавливаемые на рабочих местах.

Защитой от внутреннего облучения служит герметизация радиоактивных веществ. Радиоактивные вещества помещаются в специальные емкости – контейнеры, на них обязательно должен быть знак радиоактивной опасности.

Индивидуальные средства защиты халаты, комбинезоны, шапочки, шлемы, резиновые перчатки, очки, респираторы, специальные пневмо- костюмы с подачей воздуха.

Индивидуальны средства защиты эффективны при воздействии альфа – излучений, и малоэффективны при воздействии гамма – излучений.

Периодически защитные средства подвергаются дезактивации. Лица, работающие с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений пользуются дополнительными льготами (сокращённая рабочая неделя, дополнительный отпуск).

3.5. Радиоактивные вещества

Все радиоактивные вещества (РВ) имеют свой период полураспада, т.е. время в течении которого исходное количество радиоактивных ядер уменьшается вдвое. Скорость распада неизменна и присуща только данному изотопу при любых физических или химических воздействий на него. Так для :

йода 131 - 8,04 дня

стронция 90 – 28 лет

цезия 137 - 30 лет

плутония 239 – 24 100 лет

урана 238 – 4,5 млрд. лет

Альфа частицы задерживаются листом бумаги, их пробег в воздухе 8 – 9 см, в тканях живого организма доли мм, т.е. эти частицы не способны проникнуть через слой кожи, но ионизирующая способность очень велика и опасность их воздействия резко возрастает при попадании внутрь организма с водой, пищей, воздухом, через открытую рану.

Бета частицы – большей проникающей способностью, но меньшей ионизирующей. Пробег в воздухе до 15м., в тканях организма 1 – 2 см.

Гамма излучение распространяется со скоростью света, обладает наибольшей глубиной проникновения, его может ослабить только свинец или бетонная стена.

Бер – биологический эквивалент рентгена. Для оценки радиационной обстановки на местности в рабочем или жилом помещении используют экспозиционную дозу облучения, на практике она измеряется в рентгенах (Р).

$$1\text{Р} = 0,95 \text{ рад.}$$

Так если уровень радиации 1Р/час т.е. за 1 час нахождения на местности человек получил дозу = 1Р.

Доза облучения от всех естественных источников ионизирующего излучения в год около 200мР, но в разных регионах Земли от 50 до 10^3 мР в год.

Диапазон ВЧ

$$E < 20 \text{ В/м}$$

$$H < 5 \text{ а/м}$$

Для помещений р/станций в диапазоне f от 0, 15 до 30 МГц величина излучений

$$E < 20 \text{ В/м}$$

Диапазон УВЧ (УКВ)

Для УВЧ установок помещений р/перед. станций и ТВ станций $E < 5 \text{ В/м}$

Диапазон СВЧ

Интенсивность облучения см. волнами оценивается по величине ППЭ

$0,01 \text{ МВт/см}^2$ (10 мкВт/см^2) – при облучении в течении рабочего дня

$0,1 \text{ МВт/см}^2$ (100 мкВт/см^2) – 2 часа в день

1 МВт/см^2 (100 мкВт/см^2) - при облучении 15 –20 мин. за рабочий день при условии обязательного пользования защитными очками

При облучении от нескольких МВт/см^2 и более появится тепловой эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фиретьва Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-ТРЕНЗ, 2001
2. Громоков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: «Эко-ТРЕНЗ», 1998
3. Бобков В.Ю., Возжюк М.А., Михайлов П.А. Сети мобильной связи: частотно-территориальное планирование. – М.: Горячая линия-телеком, 2005
4. Под ред. Профессора А.В. Заряева. Защита информации в системах мобильной связи. – М.: изд-во «Горячая линия - Телеком», 2005
5. Варакин Я.Е. Теория сложных сигналов. – М.: Сов. Радио, 1970
6. Варакин Н.Е. Теория систем сигналов. – М.: Сов. Радио, 1978
7. Ратынский М.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 1998
8. Прокс Дж. Цифровая связь. Пер с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского – М.: Радио и связь, 2000
9. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Коржак В.И., Назаров М.В. Теория электрической связи. Учебник для вузов – М.: Радио и связь, 1998
10. Сердюков П.Н., Бельчиков А.В., Дронов А.Е. и др. Защищенные радиосистемы цифровой передачи информации. – М.: АСТ, 2006
11. Кох Р., Яповский Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. – М.: Радио и связь, 2001
12. Каплун В.А., Браммер Ю.А., Лохова С.П. и др. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем. – М.: Высшая школа, 2005
13. Балавенко И.Н. Электромагнитная безопасность. – Киев: Наукова Думка, 2002
14. Гаддиковский В.И. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. – М.: Радио и связь, 2004
15. Скляр Т. Цифровые системы связи. – М.: Радио и связь, 2004

ПРИЛОЖЕНИЕ