

# Профессиональные системы радиосвязи.

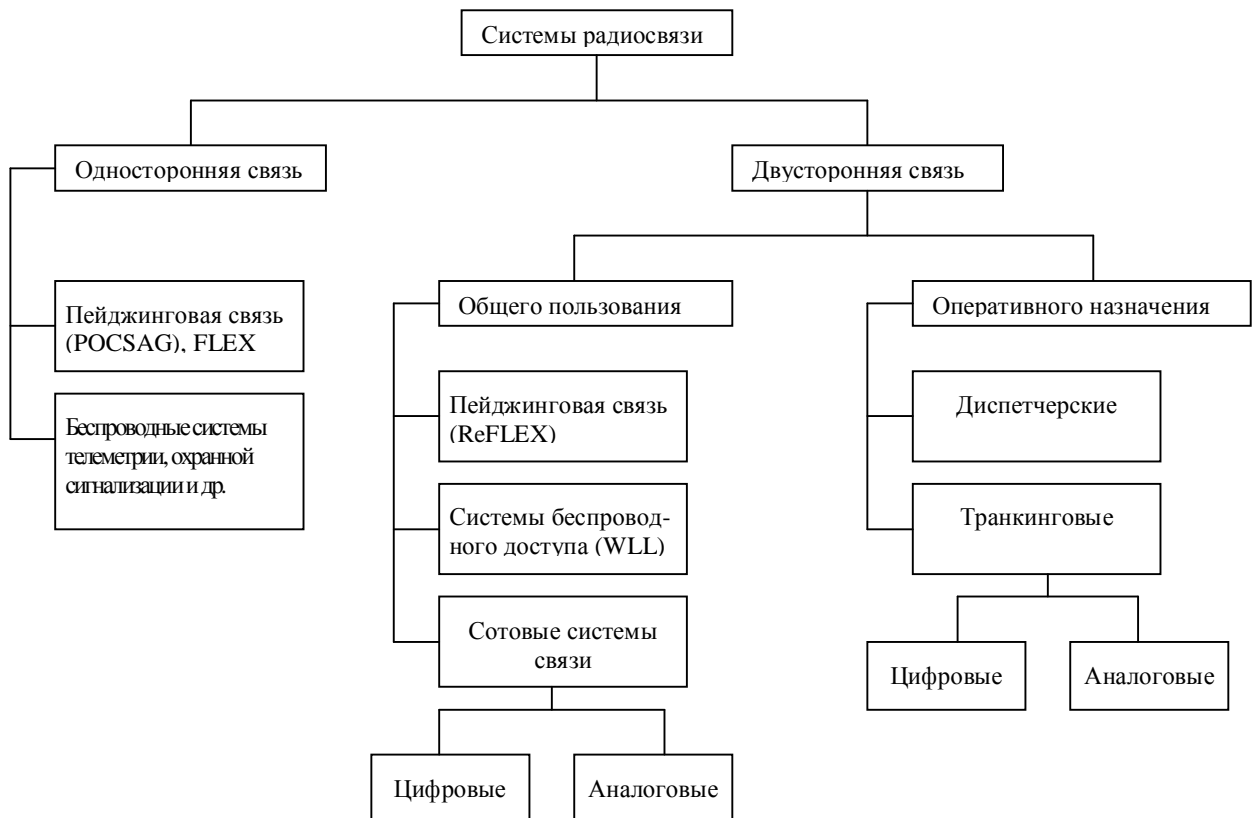
С прошлого столетия мир находится в состоянии постоянного совершенствования средств и способов связи, сравнимого по темпам разве что с индустриальной революцией. Эффективность современных государственных и ведомственных систем управления (будь то система федерального уровня или сеть связи небольшой муниципальной структуры) напрямую зависит от оперативности принятия решений. И здесь, несмотря на популярность и кажущуюся дешевизну сотовых телефонов, последние не обеспечивают все потребности в услугах связи, что особенно касается государственных организаций.

Профессиональная радиосвязь предназначена для того, чтобы наилучшим образом удовлетворять потребность в оперативной мобильной связи сотрудников подразделений различных структур и ведомств с учетом условий их профессиональной деятельности и зон их возможного местонахождения. Услуги мобильной связи общего пользования (сотовой телефонии) только частично удовлетворяют этим требованиям и не являются альтернативой профессиональной радиосвязи.

Профессиональная радиосвязь должна обеспечивать:

- минимальное время установления связи, возможность вхождения в связь путем нажатия тангенты (кнопки РТТ)
- возможность разделения абонентов на группы и организации групповой связи с неограниченным числом абонентов
- возможность индивидуального вызова
- устойчивую радиосвязь на больших расстояниях
- возможность осуществления прямого (внесистемного) режима связи между абонентскими радиостанциями
- возможность выхода в телефонную сеть общего пользования
- возможность защиты информации (скремблирования)
- высокую надежность и простоту использования

Такие, на первый взгляд, достаточно специфические функции оказались на самом деле весьма полезными не только силовым структурам, под которые создавались первые образцы связи, но и в дальнейшем муниципальным, коммерческим, транспортным и другим организациям.



Современные радиостанции, являясь продуктом высоких технологий, могут обеспечивать надежную связь, удовлетворяющую всем перечисленным выше требованиям, только при условиях работы в современной системе радиосвязи. *Системой радиосвязи* называется совокупность абонентского и базового оборудования вместе с межбазовыми каналами связи. В настоящее время все разнообразие радиосистем можно в первом приближении классифицировать, как показано на рис 1. Мы в дальнейшем будем рассматривать сектор связи оперативного назначения.

### **Общие характеристики систем радиосвязи.**

В мире существует множество различных систем радиосвязи, отличающихся как по способам организации радиосетей, так и по методам доступа абонентов к сетям. От простейших, между двумя абонентами, до весьма продвинутых, выполняющих комплексные задачи передачи информации. Самыми распространенными профессиональными системами связи являются:

- радиальные (оперативно-диспетчерские)
- ретрансляторные
- транкинговые

Выбор типа радиосети определяется имеющимся частотным ресурсом, количеством пользователей и спецификой работы.

Радиальные системы радиосвязи, как следует из определения, состоят из центральной (базовой) радиостанции и парка абонентских радиостанций – стационарных, возимых (мобильных) и/или носимых (портативных). Способ построения таких систем подразумевает прямую связь между абонентами на одном заранее выбранном канале. Администратор системы - диспетчер - принимает сообщения абонентов сети и, исходя из оперативной ситуации, управляет ходом выполнения задачи. В этой схеме поток сообщений направлен от периферии к центру и наоборот. Радиальные системы являются очень простыми и, как следствие, самыми надежными с точки зрения эксплуатации. Они экономически более выгодны при обслуживании и не требуют постоянного контроля. Выбор такой системы часто является более приемлемым решением в тех случаях, когда общее число абонентов невелико, а необходимая зона покрытия ограничена. Поэтому они широко распространены, особенно в силовых ведомствах. В радиальных системах могут применяться самые разные типы радиостанций, необходима лишь совместимость по виду модуляции и рабочим частотам.

Традиционное построение диспетчерской радиосети обычно предусматривает именно радиальную структуру. Наличие высоко расположенной антенны, возвышающейся над окружающим рельефом, с большим коэффициентом усиления обеспечивает приемлемую дальность связи. Режим связи в большинстве случаев строится по принципу “все слышат всех”, хотя с применением современных радиостанций возможна организация сетей более высокого уровня

Однако радиальным системам свойственны и ограничения, главное из которых – небольшая зона покрытия. Дальность работы между базовой станцией и абонентом в диапазоне 100-450МГц не может превышать 50 км, даже при использовании довольно высоких антенных мачт. В условиях крупных городов эта цифра уменьшается до 20-25 км.

При этом радиус действия двух таких станций зависит

- от влияния окружающих препятствий: лес, горы, постройки
- от применяемого диапазона частот
- от электрических характеристик радиостанций
- от уровня помех

В некоторых случаях в рассматриваемых системах требуется организовать связь между подвижными объектами минуя оператора базовой станции, что зачастую создает серьезные проблемы. В роли подвижных абонентов выступают сотрудники, оснащенные портативными или мобильными радиостанциями. В таких случаях высота подъема

антенны не превышает 1.5 – 2м, и, следовательно, зона действия ограничивается 10 – 15км.

Для решения этих проблем и расширения зоны обслуживания используются так называемые *ретрансляторные* (или *репитерные*) системы. Организация радиосети в этом случае возможна при наличии не менее двух частот (дуплексных пар).

*Ретранслятор* – это устройство, принимающее радиосигнал с выделением голосового сообщения и передающее это сообщение на другой частоте. Для обеспечения максимального охвата ретранслятор устанавливается на возвышающихся объектах – зданиях, конструкциях, элементах рельефа. Чем выше чувствительность и мощность ретранслятора и чем выше установлены антенны, тем эффективнее его использование.

Репитер, как правило, должен работать в режиме полного дуплекса на разнесенных частотах, причем разница частот приема и передачи должна быть такова, чтобы передатчик репитера не “глушил” собственный приемник. Это условие обычно выполняется применением специальных фильтров, входящих в комплект оборудования ретранслятора, а требуемый разнос частот составляет величину 0.6МГц или более (типичное значение 2 – 5МГц) и называется *дуплексным интервалом*.

Кроме того, можно использовать две отдельные антенны для приема и передачи или одну антенну и дуплексный фильтр (дуплексер). В первом случае для исключения взаимного влияния приемная и передающая антенны должны быть установлены на удалении друг от друга. Величина пространственного разноса должна удовлетворять требованиям развязки приемника и передатчика и находится в обратной зависимости от величины дуплексного интервала. В большинстве случаев используется вариант с одной приемопередающей антенной и дуплексным фильтром. Наиболее приемлемым дуплексным разносом для работы является интервал 4 – 5МГц, при этом дуплексер получается недорогим и компактным. В случае меньшего или большего разноса конструкция фильтра усложняется, а цена значительно возрастает.

В типовой состав ретранслятора обычно входят:

- приемопередатчик или две мобильных радиостанции
- контроллер (интерконнект для соединения приемника и передатчика или интерфейс телефонной линии)
- антенно-фидерная система фильтром
- источник питания от электросети с резервированием
- корпус с системой охлаждения

Корпус часто выполняют в виде металлического сейфа, вмещающего всю аппаратуру и защищающего его от несанкционированного доступа. Обычно сейф устанавливается либо в чердачном помещении, либо на последнем этаже. Это требование связано прежде всего с тем, чтобы обеспечить минимальную длину радиочастотного кабеля от приемопередатчика к антенне. На практике его длина не превышает 30м, т.к. при больших длинах происходит значительное затухание полезного сигнала в кабеле. Если ограничиться такими размерами кабеля не удастся, применяют кабель большего диаметра с подходящими характеристиками затухания.

Помимо функции ретрансляции при комплектации соответствующим контроллером ретранслятор может поддерживать различные режимы работы. Достаточно широко используются контроллеры с поддержкой селективного вызова и выходом в телефонную сеть. В этом случае возможно осуществление следующих типов вызовов:

- радиоабонент – радиоабонент
- радиоабонент – абонент ТфОП
- абонент ТфОП - радиоабонент
- радиоабонент - группа абонентов
- абонент ТфОП - группа абонентов

По набору функций подобные системы приближаются к транкинговым системам простейшего уровня.

Удачно размещенный и технически грамотно спроектированный ретранслятор позволяет заметно увеличить зону покрытия. Однако малая мощность портативных радиостанций, обусловленная ограниченными размерами аккумулятора и нормами безопасного уровня радиоизлучения для человека, а также неэффективность их антенн определяют, в конечном счете, дальность радиосвязи в целом. В настоящее время радиостанция является достаточно сложным устройством, обеспечивающим в большинстве случаев практически предельно достижимые характеристики. Кроме того, принимая во внимание потери сигнала в радиолинии, наличие помех и препятствий для прохождения радиоволн, бывает, что установкой одного ретранслятора не достигается требуемой зоны покрытия. Средняя дальность связи для однозоновой системы составляет:

- портативная – портативная до 20км
- портативная – автомобильная до 45км
- автомобильная - автомобильная до 80км
- стационарная – стационарная до 120км

Такие системы могут обеспечивать хорошее качество радиосвязи на ограниченной географической площади, такой как завод, небольшой населенный пункт или разрабатываемое месторождение.

Для дальнейшего увеличения дальности радиосвязи служат многозональные системы. В этом случае ретрансляторы располагают так, чтобы их зоны действия перекрывались. Недостатком таких сетей является требование для абонента отслеживать свое местоположение относительно мест установки ретрансляторов и соответственно переключать радиостанцию на рабочий канал ближайшего ретранслятора. Кроме того, малая абонентская емкость, неэффективное использование частот и трудности, возникающие при наращивании радиосети, ограничивают их применение в качестве протяженных систем.

### **Особенности радиосвязи в различных диапазонах волн.**

Структура производственного цикла предполагает выбор наиболее приемлемой для нее организации системы радиосвязи и, как следствие, рабочей среды собственно радиооборудования, воплощающего эту систему.

Долгое время основным и часто единственным видом связи для морского и речного флотов, авиации, воинских частей, геологов, метеорологов и других пользователей была коротковолновая связь. Дальность такой связи может достигать сотни и тысячи километров. Использование коротковолнового диапазона по-прежнему актуально для связи с труднодоступными районами, где нет сетей УКВ.

Сложность установления связи и определенные неудобства пользования КВ обусловлены особенностями распространения волн этого диапазона. Многократное переотражение радиоволн от ионосферы и земной поверхности позволяет им преодолевать значительные расстояния внутри такого волнового канала. Однако состояние ионосферы сильно зависит от времени суток, сезона, солнечной активности и других условий. Поэтому связь в этом диапазоне требует для каждого конкретного случая выбора рабочей частоты, типа антенны, режима работы. Но даже при всех оптимальных параметрах качество связи нестабильно во времени. Особенно следует подчеркнуть важность правильного выбора и настройки антенно-фидерного устройства и его профессиональной установки, т.к. это является определяющим условием наличия и надежности связи.

Современное микропроцессорное управление радиостанциями позволило в значительной степени преодолеть указанные неудобства. При правильно организованной системе с двумя и более номиналами частот в разных диапазонах частот и в соответствующей антенной системе может быть реализовано автоматическое управление выбором оптимального канала связи. Вызывающая радиостанция в такой системе, используя селективный вызов, поочередно пытается установить связь на всех каналах. Отвечающая на вызов радиостанция постоянно сканирует каналы системы и, обнаружив

свой селективный сигнал вызова на одном из каналов, обменивается информацией с вызывающей. Затем радиостанции проверяют качество связи на всех каналах и выбирают наилучший.

Микропроцессорное управление также позволяет использование дополнительных функций, расширяющих возможности радиостанций. Это, например, доступ в телефонную сеть, защита речевой информации путем скремблирования, обмен цифровой информации (электронная почта, факсимильные сообщения). Передача данных возможна при помощи специализированных модемов.

Несмотря на некоторые преимущества КВ-связи, для оперативных нужд она практически не используется. В целях организации профессиональной подвижной радиосвязи на территории РФ выделены частотные диапазоны, представленные в таблице.

Диапазон, МГц	Обозначение
30 - 56	LB(Low Band)
136 - 174	VHF
300 - 345	300MHz (речной диапазон)
400 – 512	UHF
800	

Низкочастотный участок Low Band используется в основном для симплексной связи без дуплексных ретрансляторов. Сигналы в этом диапазоне в наибольшей степени подвержены влиянию промышленных помех, помех от бытовых приборов, радиовещательных и телевизионных передатчиков и особенно из-за сверхдальнего распространения радиоволн. Применение оборудования на этих частотах приемлемо в сельской местности, где уровень помех значительно ниже. Диапазон характеризуется хорошим огибанием неровностей ландшафта и распространением за пределы прямой видимости. Хорошие результаты по дальности связи получаются между стационарными объектами и автомобилями. Портативные станции имеют меньшую дальность из-за низкой эффективности малогабаритных антенн, а в помещениях – из-за того, что длина волны (примерно 10 м) существенно превышает размеры оконных проемов.

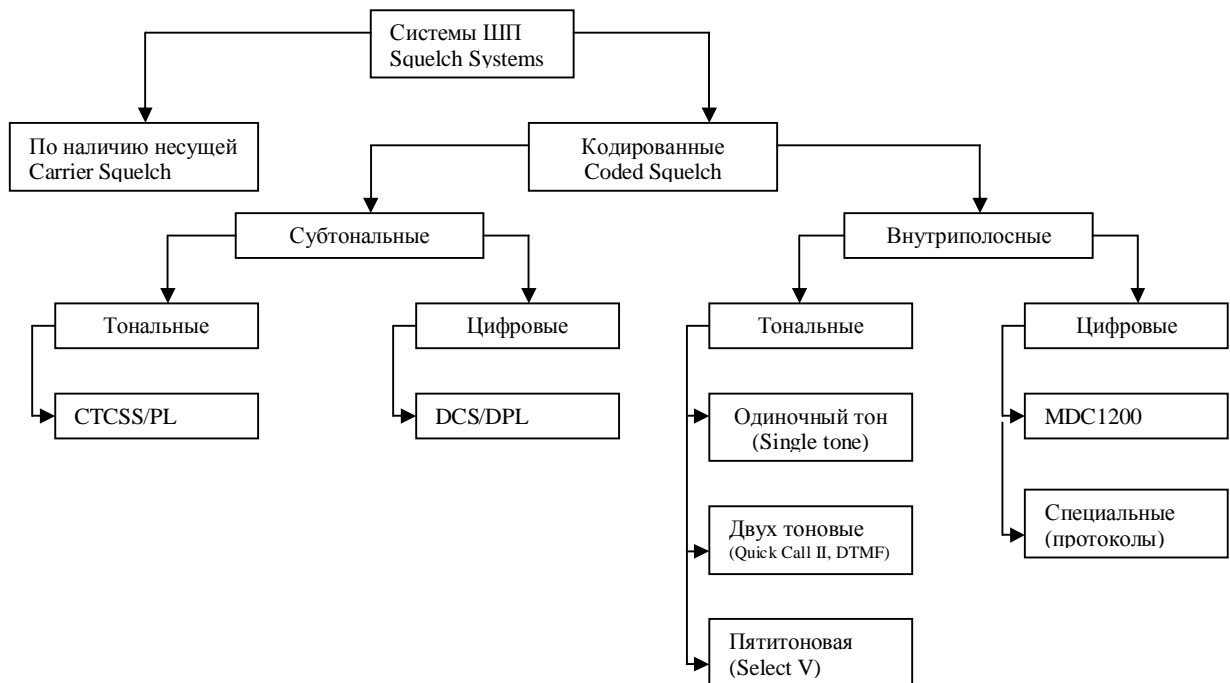
Диапазон VHF – один из самых универсальных диапазонов, но и самых загруженных. Он используется для связи как в оперативно-диспетчерских так и в транкинговых системах. По сравнению с диапазоном Low Band он имеет меньшее распространение за горизонт и поэтому требует гораздо большей высоты установки базовой антенны. Портативные станции работают достаточно успешно на открытой местности, но в условиях плотной городской застройки качество связи существенно снижается, поскольку отсутствуют переотражения.

Высокочастотный диапазон UHF выделен преимущественно для работы в транкинговых системах. Этот диапазон считается “городским” и позволяет получить лучшие результаты в условиях плотной застройки. Благодаря многократному переотражению радиоволн от зданий обеспечивается прием в зоне радиотени, а оконные проемы не являются препятствием для волн такой длины (около 70см). Даже при использовании портативных радиостанций обеспечивается устойчивая связь с минимальным количеством “мертвых” зон. Для открытой местности диапазон UHF не очень удобен, т.к. радиоволны в этом случае плохо огибают неровности рельефа и имеют сильное затухание в лесистой местности. Еще одним преимуществом высокочастотного диапазона является значительно меньший уровень помех различной природы.

## Системы шумоподавления и избирательного вызова.

Если физическое построение системы связи определяют внешние к данной системе факторы – используемый диапазон, особенности рельефа и окружающей обстановки, протяженность требуемой зоны покрытия и т.д., то принцип взаимодействия абонентов сети определяют возможности самого оборудования и полнота их реализации. Именно уровень качества обслуживания абонентов определяет “интеллектуальность” радиосети и ее место в классификации систем.

Абонент, прослушивающий все переговоры в диспетчерской радиосвязи в ожидании вызова, вынужден отвлекаться от основных служебных обязанностей. Для повышения эффективности и удобства работы в радиосетях используют системы управления работой шумоподавителя радиостанции. Такое название эти системы сохранили от первых схем, позволявших ограничить прохождение естественных шумов в радиоприемнике при отсутствии полезного сигнала. Поскольку переговоры в сети, не касающиеся данного абонента, можно условно назвать шумом, то это название вполне отражает назначение таких систем, а их обозначение – принцип работы. Классифицировать системы шумоподавления можно следующим образом:



Стоит заметить, что в радиостанциях возможна работа шумоподавителя с одновременным использованием субтональных и внутриполосных систем, например в радиосистемах с сигналлингом Select V вызов и речь могут передаваться вместе с тоном PL.

Большинство современных радиостанций имеют систему шумоподавления, выключающую низкочастотный тракт приемника при отсутствии в канале связи сигнала вызывающей радиостанции. Такие системы реагируют на появление несущей частоты. Они, конечно, облегчают работу пользователя, но, тем не менее, абонент постоянно отвлекается от дел, стараясь не пропустить предназначенный ему вызов и прослушивая все переговоры в канале. Это обусловило появление более совершенных систем шумоподавления, которые реагируют только на специальную, предназначенную конкретному пользователю или группе пользователей служебную информацию. По наличию в радиостанции развитых сигнальных систем можно судить о рейтинге производителя на рынке средств связи.

Одним из простейших способов решения этой проблемы является добавление к речевому сигналу дополнительного служебного сигнала. Этот сигнал формируется кодером в передатчике и обнаруживается декодером в приемнике. Высокая степень распознавания служебных сигналов в условиях помех и простота фильтрации их от речевого сообщения, не ухудшающей качество приема – основные требования к таким системам.

В зависимости от занимаемой области частот выделяют два типа сигналов избирательного вызова – субтональные и внутриполосные. Сигналы подтональных систем занимают полосу частот 60 – 250 Гц, т.е. находятся ниже полосы передаваемого речевого сигнала, и эффективно отфильтровываются в низкочастотном тракте приемника. Их непрерывно передают на протяжении всего сеанса связи, что позволяет надежно контролировать канал даже в условиях неустойчивой связи. Недостатком этих систем является уменьшение доли модуляции несущего колебания, приходящейся на информационное сообщение, а также ограниченное адресное пространство из-за узкой полосы частот.

Самой распространенной системой, использующей подтональную сигнализацию, является система CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch System) или система шумоподавления с кодированием длительным тоном. Под кодированием тут понимается передача дополнительного элемента информации, которому присвоено стандартное буквенно-цифровое обозначение. Такое соответствие между частотой и символическим кодом впервые введено фирмой Motorola и зарегистрировано под торговой маркой Private Line® - PL. Частоты субзвуковых сигналов устанавливаются в радиостанции программным путем, а их обработка (генерация и декодирование) производится процессором. Всего используется около 40 номиналов частот, которых вполне хватает для работы небольших радиосистем. Весьма популярный радиотелефонный интерфейс Zetron320 для разделения абонентов и организации группового режима работы использует именно PL-сигнализацию, путем присвоения каждому абоненту индивидуального кода. Например, абонент 15 просто передавал свое сообщение вместе с частотой номер 15 из таблицы соответствия или 91.5 Гц (код - ZZ).

Увеличить число абонентов на одном канале позволяет цифровое кодирование шумоподавителя – система DCS (Digital Coded Squelch). Система содержит 80 двоичных последовательностей. При формировании сигнала к речевому сообщению циклически добавляется стандартная цифровая последовательность, представляющая собой некоторое трехзначное число – код группы или абонента. Помехоустойчивость системы достигается включением в цикл последовательности проверочных битов. Работа с применением системы DCS (DPL) аналогична работе с системой CTCSS, и практически одинаково прозрачна для абонента, - ему достаточно только нажать тангенту радиостанции, и его индивидуальный или групповой номер будет автоматически передаваться в эфир. DCS является более медленной системой по сравнению с CTCSS – при скорости передачи 134 бит/сек основная частота модуляции лежит в диапазоне 11.7 – 67 Гц. Поэтому применение DCS в системах связи менее предпочтительно, тем более что седьмая гармоника сигнализации, хотя и ослабленная попадает в звуковую полосу пропускания большинства приемников.

Наиболее простой схемой из систем с внутриполосной сигнализацией является система с тональным вызовом, применяемая на устаревших типах радиостанций (“Лен”, “Маяк”). Диспетчер перед сообщением кратковременно нажимает кнопку тонального вызова и затем голосом вызывает требуемого абонента. При нажатии кнопки в эфир излучается несущая частота, модулированная звуковым тоном. Для всех радиостанций системы этот тон служит командой открывания ключа шумоподавителя на все время, пока нажата тангента вызывающей радиостанции. Все абоненты слышат вызов, и вызываемый абонент после его окончания отвечает, сняв микрофон с крепления. Снятие микрофона переключает шумоподавитель в режим работы по несущей, и далее связь продолжается как обычно. Абоненты, не снявшие микрофон с крепления, дальнейшие переговоры не

слышат. В такой системе групповая связь организуется по ходу работы, т.е. вызывающий просто перечисляет всех, кто должен войти в группу.

Такая система только частично уменьшает нагрузку на абонентов сети, поскольку необходимость прослушивать все вызовы остается.

В современных радиостанциях предусмотрена возможность использования систем индивидуального вызова с применением многотональных или цифровых кодов. Более того, к настоящему времени эти системы вышли далеко за рамки простого управления шумоподавителем и все чаще именуется сигналлингами или протоколами. Расширение возможностей таких систем привели к формированию концепции построения диспетчерских радиосетей современного уровня с набором определенных функций. Перечень таких функций, применяемых в сети независимо от используемого сигналлинга, определила фирма Motorola в системе RapidCall.

К одним из простейших тональных систем относятся системы Quick-Call II и DTMF (Dual Tone Multiple Frequency). Последний тип сигнализации был разработан для использования в проводных сетях телефонной связи для тонального донабора номера в электронных и квазиэлектронных АТС. Соответственно DTMF набор с радиостанции позволяет радиоабоненту через телефонный интерфейс (подобный упоминавшемуся ранее Zetron 320) выйти в ТфОП и осуществить вызов. Однако нужно подчеркнуть, что в этом случае DTMF сигнализация не представляет собой систему избирательного вызова, поскольку в самой радиостанции может и не быть DTMF декодера. Например, обратный вызов из телефонной сети на радиостанцию через телефонный интерфейс Zetron 320 осуществляется с помощью PL/DPL кода. Именно такой возможностью обладает популярная радиостанция Motorola P080. Полноценный сигналинг DTMF, удовлетворяющий требованиям RapidCall, заложен в другой радиостанции этой фирмы P020/030.

Каждый символ DTMF кодируется суммой двух гармонических колебаний. Параметры сигнала (частоты и длительность тона и паузы) определены ГОСТом. Поскольку изначально данный тип сигнализации предназначался для использования в проводных телефонных сетях, его параметры не в полной мере отвечают требованиям избирательного вызова для радиосетей. В частности модуляция несущей двумя колебаниями предъявляет повышенные требования к линейности тракта модуляции-демодуляции радиостанции. При этом также уменьшается мощность излучения, приходящаяся на каждую составляющую сигнала, что приводит к снижению его помехоустойчивости. Относительно низкая скорость передачи информации и низкая помехоустойчивость, делает нежелательным применение DTMF сигнализации в радиосетях с напряженным трафиком и высокими требованиями к оперативности связи.

Самой мощной тональной системой избирательного вызова, разработанной специально для использования в сетях радиосвязи, является система Select 5. Ее возможности позволяют строить радиосети с уровнем обслуживания сравнимым с уровнем простейших транкинговых систем. Кстати, недавно появившийся на рынке контроллер CST107T позволяет осуществлять взаимную конвертацию протоколов Select 5 и SmartTrunk II и, таким образом, делает возможным работу в одном канале радиостанций разных протоколов.

Алфавит системы состоит из десятичных цифр от 0 до 9 и восьми символов – А, В, С, D, E, F, G и R. Каждому элементу алфавита поставлен в соответствие тон фиксированной частоты и длительности, которые определяются стандартом системы и его модификацией (ZVEI, CCIR, EEA и т.д.). Применение того или иного стандарта зависит от используемой сетки частот, помеховой обстановки, требованиями к скорости обмена телеграммами и др.

Тональная посылка образуется из последовательностей символов, а сами последовательности группируются в телеграммы. Сформированная таким образом телеграмма может содержать кроме адреса вызываемого абонента (или группы абонентов) собственный идентификатор радиостанции, статусное сообщение или команду. Декодер

приемной стороны в зависимости от заранее занесенной в радиостанцию программы производит обработку принятой посылки.

Очевидно, что более “емкие” форматы способны эмулировать работу менее сложных систем избирательного вызова. Например, радиостанция с системой Select 5 легко может быть вписана в радиосеть, использующую сигналы Quick-Call II или Singletone.

Не уступающий по возможностям предыдущему цифровой протокол MDC-1200<sup>®</sup> был разработан фирмой Motorola в целях обеспечения передачи сообщения с повышенной степенью помехозащищенности. Благодаря примененному алгоритму обнаружения и коррекции ошибок достигнута максимальная вероятность доставки неискаженной информации, значение которой при чрезвычайной ситуации неопределимо. MDC - посылка, как правило, содержит идентификаторы радиостанций и номер статуса или сообщения. Ниже приведена обобщенная таблица используемых типов избирательного вызова в современных радиостанциях фирмы Motorola:

	Singletone	Quick-Call II	DTMF	Select5	MDC-1200 <sup>®</sup>
<b>P040/080</b>	-	-	кодер	-	-
<b>GP/GM100</b>	-	+	+	-	+
<b>GP/GM300</b>	+	-	+	+	-
<b>P020/030</b>	-	-	+	-	-
<b>CM300</b>	+	-	+	+	-

Протокол Select5 является открытым и более распространенным в Европе, чем конкурирующий с ним протокол MDC-1200<sup>®</sup>. Любой производитель радиостанции может предлагать в своем оборудовании в качестве системы избирательного вызова Select5, в то время как для MDC-1200<sup>®</sup> требуется приобретение лицензии у фирмы Motorola. Производителям, ориентирующимся на американский рынок, приходится идти на дополнительные затраты, поскольку протокол там весьма популярен и фактически является стандартом для диспетчерских радиосистем.

В завершение рассмотрим основные возможности, предоставляемые пользователю при работе в системе Select5. Предпочтительней вариант применения в качестве абонентских радиостанций полнофункциональных моделей – с дисплеем и клавиатурой. В портативном исполнении это GP380 (комфортная модель – GP388), мобильные – GM360 и GM380.

Вызов абонента производится набором на клавиатуре его номера в системе (то же адреса или идентификатора) или выбором из списка контактов. Список контактов – это перечень имен абонентов или групп, с присвоенными им идентификаторами по аналогии с адресной книгой сотового телефона. Список открывается с помощью кнопки или из меню и формируется заранее при программировании радиостанции. Далее в зависимости от назначения вызова передается соответствующая телеграмма. Очевидно, что наиболее часто вызов предполагает последующий разговор абонентов. В этом случае приемник вызываемого абонента после декодирования посылки переключает шумоподаватель в режим работы по несущей и выводит на дисплей имя вызывающего абонента, либо, если его нет в списке контактов – декодированный из посылки идентификатор. Кроме того, в обеих радиостанциях запускается таймер активности autoreset, который автоматически запирает приемники по завершению сеанса связи.

Если вызов имеет статус приоритетного или аварийного никакой другой абонент не сможет его прервать, пока вызов не будет отработан. Наивысший статус имеет аварийный вызов, для которого предусмотрена специальная программа его отработки как для передавшего абонента, так и для диспетчера.

Кроме рассмотренных возможны такие типы вызовов, которые скорее носят характер команд. Например, диспетчер может дистанционно отключить радиостанцию, опросить ее на предмет доступа без извещения владельца, разрешить или нет работу по

предварительному запросу, вывести на дисплей абонента короткое сообщение (статус) и проч.

Такой гибкий механизм взаимодействия радиостанций позволяет строить самые разнообразные системы. Вот, например, как просто возможности протокола Select 5 позволили реализовать разработчикам процедуру соединения конвенциональных абонентов в радиотелефонной системе на базе упомянутого контроллера CST-107T исходя из схемы соединения абонентов диспетчерской системы RACS. Вызывающий абонент после набора номера посылает вызов - короткую телеграмму, содержащую собственный идентификатор. Контроллер, расшифровав последовательность, проверяет прописку и статус отправителя и делает обратный запрос на предмет его системного кода. Станция, получив запрос, автоматически отвечает телеграммой, содержащей соответствующий набор символов кода и сохраненный номер радиоабонента или телефона. Получивший подтверждение контроллер формирует посылку Stlect 5 вызываемому радиоабоненту (либо DTMF-набор в телефонную линию в зависимости от типа вызова). Если вызов достиг требуемой станции, она опять же в автоматическом режиме отвечает передачей контроллеру своего системного кода. В случае истинной идентификации и обнаружения активного статуса контроллер передает сигнал вызова, слышимый абонентом. В ином случае вызывающей стороне передается звуковое сообщение о невозможности связи с абонентом и телеграмма, закрывающая приемник инициатора вызова. Без участия контроллера базовый передатчик может передавать диспетчеру статусные сообщения о пропаже сетевого напряжения (разумеется, при наличии резервного питания), о несанкционированном проникновении к оборудованию и проч.

## Многозоновые диспетчерские системы

Как уже было показано, при необходимости обеспечить большую зону покрытия простое увеличения числа ретрансляторов малоприемлемо. Для повышения эффективности работы больших организаций разработаны диспетчерские системы управления радиодоступом с центральным коммутатором, которые по функциональным возможностям близки к сотовым сетям. При этом пользователи этих систем получают доступ к самым современным услугам, таким как переадресация вызова, роуминг, групповые вызовы, конференции и т.д. Системы **RACS**, рассматриваемые ниже, могут быть скомбинированы с системами телеметрии. Таким образом, можно дистанционно наблюдать за состоянием объектов и радиосайтов, находящихся на расстоянии сотен километров.

### **RACS**

В системе RACS каждому пользователю присвоен индивидуальный номер – Call Control ID, который хранится в базе данных, расширяемой до 10000 абонентов. Причем база интегрирует в единое номерное поле мобильные и портативные радиостанции, группы, пейджеры, телефонные абоненты, диспетчерские станции, радио- и телефонные каналы. Длина номера может быть фиксированной как в телефонной сети и содержать до 8 цифр. К идентификатору добавляется управляющая цифра, позволяющая пользователю выбрать тип вызова. Например, «1» может обозначать вызов на номер базы данных, «9» – на телефонную линию, «7» – перенаправление вызова и т.д. Т.е. процедура вызова напоминает работу с большинством АТС для доступа к внешним линиям, переадресации и другим подобным функциям.

Обычно вызов производится вводом с клавиатуры идентификатора требуемого абонента. Система по получении запроса обращается к пользовательской базе за информацией, необходимой для обработки вызова. Например, при вызове мобильного пользователя, система определяет его “домашний” канал, сигнальный формат и код вызова. Если абонент зарегистрировался на другом канале, вызов автоматически переадресуется не этот канал. После получения ответа станции абонента производится коммутация голосового канала.

Кроме весьма привычной процедуры индивидуального вызова абонента, напоминающей выход в телефонную сеть, системой RACS предлагается дополнительный набор функций для повышения качества обслуживания.

#### **Конференция**

В продолжении вызова абонент имеет возможность набором цифры передать команду системе на вызов и подключение к разговору других абонентов по любому каналу. Любой участник конференции может выйти из разговора без разрыва соединения других участников. Например, диспетчер может установить соединение между двумя абонентами сети и затем выйти из канала.

#### **Переадресация**

Как и в АТС, любой вызов может быть перенаправлен на другой номер по любому каналу в случае невозможности установить соединение с данным абонентом. Для включения функции переадресации необходимо ввести управляющую цифру, дождаться ответа системы и ввести идентификатор пользователя, на которого будет перенаправлен вызов. Отмена функции производится подобным образом.

### **Роуминг**

Мобильные абоненты, перемещающиеся из одной зоны в другую, могут отслеживаться системой по первому выходу в канал. RACS обновляет пользовательскую базу в коммутаторе т.о. вызов абонента автоматически направляется по новому каналу. При регистрации абонент получает подтверждение сразу после обновления базы, что занимает менее 0.5 сек. Абонент может зарегистрироваться даже в другом узле сети. По возвращении в зону прописки регистрация может отключаться вводом управляющей цифры. При конфигурировании системы возможно программирование на сброс базы в исходное состояние при смене суток.

### **Вызов группы**

Для вызова группы пользователь просто вводит идентификатор, присвоенный этой группе. Система выбирает нужный канал и соединяет со всеми доступными абонентами, входящими в группу, в том числе находящимися в роуминге. Единственное ограничение, накладываемое на организацию групп – это необходимость прописки ее членов на одном коммутаторе.

### **Мониторинг каналов**

Использование диспетчерской станции управления позволяет пользователю, выбрав любой канал системы, производить его прослушивание неограниченное время. При необходимости диспетчер может подключиться к каналу и завершить соединение. Несколько каналов могут прослушиваться как группа, включая каналы, входящие в сеть других коммутаторов.

### **Пейджинг**

В дополнение к возможности использовать индивидуальные вызовы на радиостанции в системе RACS предусмотрено применение тональных и голосовых пейджеров всех стандартных двух- и 5/6-тоновых форматов. Как и для остальных пользователей, каждому пейджеру присваивается собственный идентификатор. Сохраняется возможность включения через диспетчерский пульт функции переадресации.

### **Абонентское оборудование**

Одной из мощных и привлекательных особенностей системы RACS является возможность применения широкого спектра абонентского оборудования, поддерживающего распространенные сигнальные форматы – DTMF, FFSK и STS(5-tone). Одна система способна использоваться все форматы, более того какие-то из них могут привлекаться одновременно для осуществления конкретного вызова. Например, пользователь с FFSK или 5-тоновым форматом получив доступ к телефонной линии, может далее произвести донабор номера в DTMF.

### **Голосование**

В некоторых случаях возможно возникновение ситуации, когда мобильный абонент оказывается в зоне покрытия двух или более ретрансляторов, и его вызов одновременно принимается по одному каналу несколькими ретрансляторами. Коммутатор, снабженный соответствующим оборудованием, способен автоматически определить наилучший вариант приема и подключить именно этот ретранслятор для обеспечения качественной связи. Другие станции с худшим показателем сигнал/шум отключаются, чтобы избежать возможности интерференции.

## ***Системная архитектура.***

Коммутатор 7032 представляет собой блок модульного исполнения, состав которого определяется особенностями построения системы. Наряду с системным контроллером в него входят модули интерфейсов каждого радиоканала, телефонной линии, линии привязки и диспетчерской станции. Конструктивно устройство изготавливается для установки в 19-дюймовую стойку.

Используемое оборудование и ПО определяют емкость и специфику работы системы в целом. При изменении требований или наращивании системы она легко обновляется путем добавления модулей интерфейсов и перепрограммирования.

### **Модуль системного контроллера**

Системный контроллер хранит системную и пользовательскую базы данных. Системная база содержит характеристики каждого разговорного канала и предусмотренную для него процедуру вызова. Например, при взаимной перестановке двух модулей системная база автоматически переконфигурирует их для работы с соответствующими каналами, подключенными к этим слотам. Пользовательская база содержит характеристики, дополнительные возможности или ограничения для каждого пользователя системы.

Контроллер отслеживает трафик работы абонентов, определяет маршруты соединений, отслеживает состояние текущих соединений, обрабатывает системные данные и управляет работой системы в целом.

### **Программное обеспечение**

С помощью ПО, устанавливаемого на IBM совместимом компьютере, создается системная база данных. Файлы данных могут впоследствии обновляться либо через непосредственное подключение, либо по модему, подключенному к модулю телефонного интерфейса.

Каждый коммутатор программируется под требуемые параметры системы и характер работы. Программа системного менеджера задает распределение модулей по слотам, коды доступа, таймеры, функции управления радиоканалом, межсайтовую маршрутизацию, телефонные группы и т.д.

Пользовательская база данных коды идентификации и используемые форматы абонентов