



# Радиотелеметрические системы в городском хозяйстве

Александр Корноушкин, Сергей Яблоновский, Альберт Балтаев,  
Владимир Журковский, Вадим Лундовских

Рассматриваются вопросы построения интегрированных радиотелефонных и радиотелеметрических систем на примере системы диспетчерского управления пассажирским транспортом и системы охранной сигнализации.

## Ты помнишь, как все начиналось...

— Ну все, хочу кофе, — подумал Федя, когда на ковше его экскаватора заблестели какие-то разноцветные проводки. — Опять прораб накануне махнул рукой не в ту сторону.

— Утро добрым не бывает, — подумал начальник службы телемеханики Сергей, когда связной компьютер пропел: «Off Line. Off Line», — и на экране зажглись многочисленные красные транспаранты тревоги.

— Ну вот, опять не посмотрю 1235-ю серию «Санта-Барбары», — подумала техник Соня, когда отправилась на трамвае, как это она сама называла, «писать показания приборов» в grossбух на разбросанных по всему городу подстанциях. И 1236-ю серию не посмотрю, — грустно думала она, подъезжая к 36-й подстанции на следующий день.

— Туда или сюда? — решал задачу с тремя неизвестными директор Иван Иванович. — Зарплата, налоги или шипованная резина для служебного авто? И за что я плачу ГТС по сотне в месяц за каждую выделенную пару? — подумал он, когда из компьютера раздался голос любимой секретарши: «Нет данных о выработке товарного продукта».

Эта или похожая история — не редкость в наше время. Так где же выход?

А выход нашел Александр Степанович Попов. Радиоволны, радиоканал, транковые системы связи.

## Почем транки для народа...

— Слушай, дорогой, транковую станцию хачу. Пачему нэ говоришь, сколько стоит? — нервничал курчавый гражданин, обращаясь к высокому очкарику на выставке средств связи. Очкарик с двадцатилетним стажем работы не потел так даже тогда, когда подписывал акт установочных испытаний изделия у товарища с красной полоской на штанине. Ну как ему в сотый раз объяснить тому парню с бритым затылком и этому курчавому, что транковые системы связи функционируют на специально выделенных частотах и не могут продаваться в частные руки. Тот, кто отстоял на подобных выставках хотя бы один день, знает, что подобные вопросы могут поставить в тупик любого.

— Придется объяснять все сначала, — подумал очкарик, тем более, что подошла группа киповцев с соседнего завода.

Существуют два УКВ-диапазона частот, предназначенных для организации ведомственных радиосетей: 136-

174 МГц и 403-470 МГц. Диапазоны поделены на радиоканалы шириной 25 кГц. Первый диапазон отличается тем, что в нем радиоволны лучше распространяются в условиях многоэтажной железобетонной промышленной и жилой застройки. Второй диапазон открыт сравнительно недавно и отличается тем, что в нем применяются в основном современные радиосредства, которые не создают помех на соседних радиоканалах.

Радиомодемная сеть передачи цифровых сообщений может строиться на одной симплексной частоте. При передаче голосовых сообщений, а тем более в случае необходимости выхода абонентов в ГТС требуется наличие дуплексной пары частот. Структура таких сетей представлена на рис. 1. К достоинствам можно отнести простоту построения и низкую стоимость. Недостатки:

- низкая эффективность использования радиоканала,
- ограниченный радиус действия (25-50 км, в зависимости от характера местности),
- изолированность различных радиосетей друг от друга, исключая возможность взаимодействия абонентов различных радиосетей.

Транковые системы связи (рис. 2) позволяют резко повысить эффективность использования ограниченных частотных ресурсов. Главной чертой, отличающей транковую систему связи от обычной, является равная доступность всех имеющихся в системе радиоканалов для всех работающих в ней радиостанций. Селективный вызов, разделение абонентов на группы обеспечиваются за счет использования какого-либо транкового протокола. Все протокольные действия радиостанций при этом

происходят очень быстро и практически незаметны для пользователя. В то же время транковая система предоставляет пользователю массу дополнительных сервисных услуг: выход в ведомственную и городскую телефонные сети, автоматический поиск вызываемого абонента, возможность вызова любой станции или группы станций, приоритетное обслуживание и многое другое. При этом любая сервисная возможность может быть оперативно заблокирована оператором системы, а освободившиеся ресурсы перераспределены в пользу более приоритетных абонентов.

В нашей стране для построения небольших ведомственных и коммерческих радиосетей широко используется система SmarTrunk II. Радиус действия такой сети ограничен территорией, покрываемой одной базовой станцией (25-50 км). Количество радиоканалов в системе – до 16, количество абонентов – до 400-600. Многозоновое расширение системы не предусмотрено протоколом системы. Система SmarTrunk II обеспечивает достаточно высокий уровень надежности. Абоненты системы не имеют возможности вмешиваться в разговоры друг друга и вести передачу на уже занятом канале, а также имеют свои идентификационные номера, что исключает доступ посторонних радиостанций в систему. При отсутствии свободных каналов более приоритетный абонент может прервать разговор абонентов с низшим приоритетом. Управление канальными контроллерами осуществляется с помощью компьютера через последовательный порт или через модем. К достоинствам сетей SmarTrunk II можно отнести сравни-

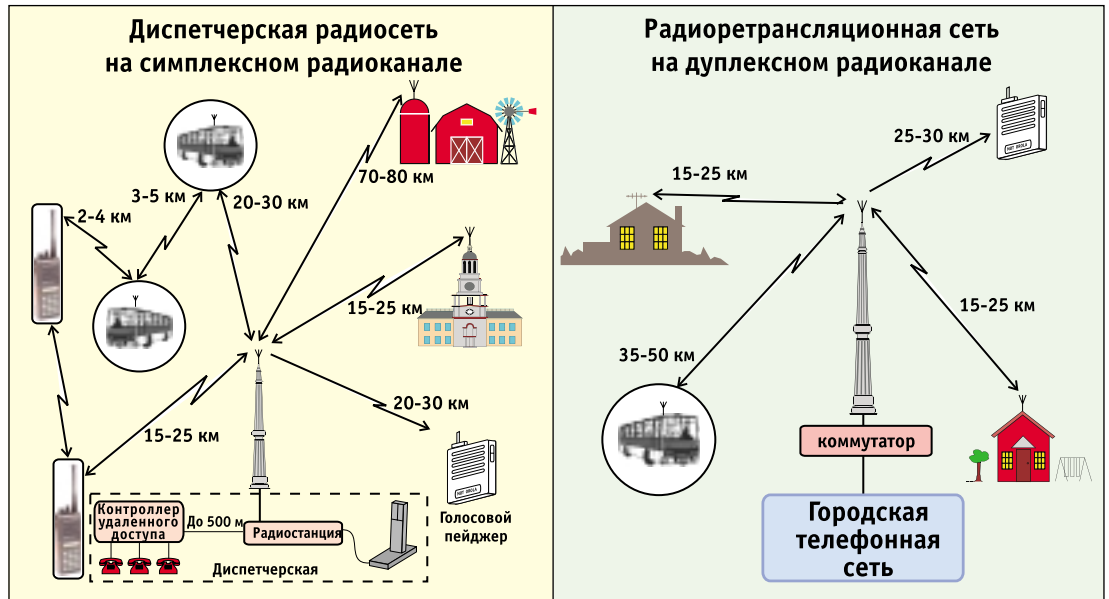


Рис. 1. Структура радиосетей

тельно низкую канальную стоимость, возможность поэтапного наращивания числа каналов, а также широкое распространение.

Существуют и более продвинутые транковые протоколы, например, стандарт МРТ-1327. Этот стандарт наиболее предпочтителен для создания крупных межведомственных многозоновых систем. Масса сервисных возможностей (в

том числе возможность передачи небольших цифровых сообщений непосредственно на абонентскую станцию) и значительное уплотнение частотных ресурсов выводят этот стандарт в лидеры транковых аналоговых протоколов. К сожалению, область применения этого стандарта сегодня ограничена относительно высокой стоимостью как канального, так и абонентского оборудования.

Для организаций с небольшим числом абонентов и незначительными объемами передачи цифровой информации, возможно, дешевле и значитель-

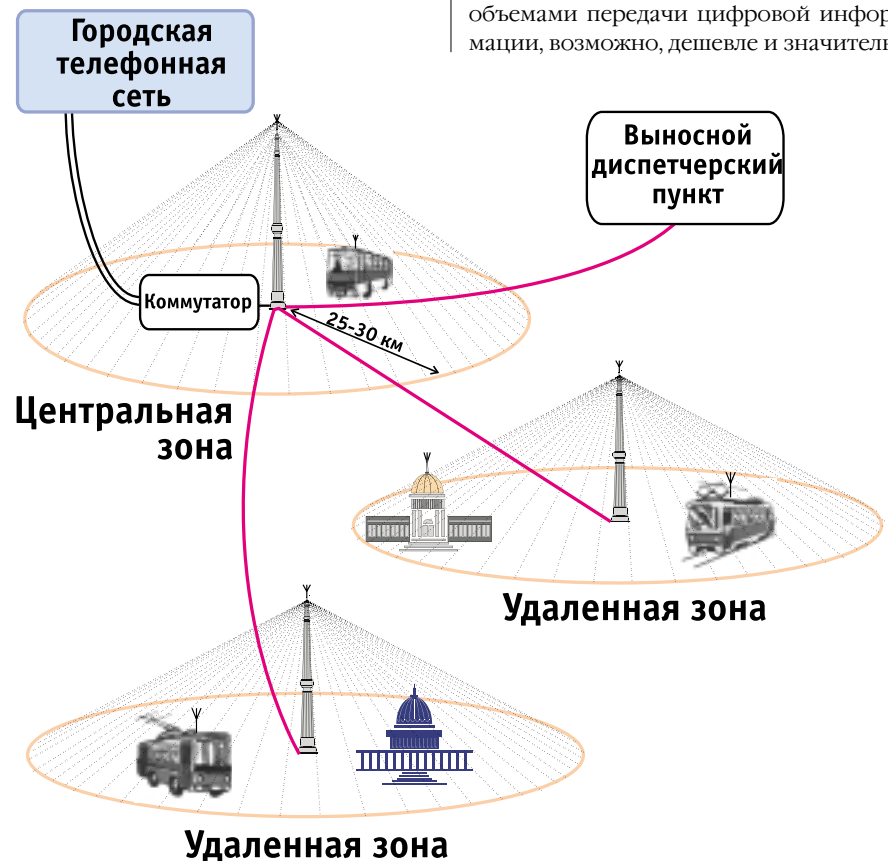


Рис. 2. Транковая система связи

но быстрее стать абонентами коммерческого транка, чем получать частотные ресурсы и разворачивать на них собственные ведомственные радиосети. Для таких организаций и был разработан транковый пакетный контроллер АРКО-1200-ST.

**Пакетный контроллер АРКО-1200-ST**

Пакетный контроллер АРКО-1200-ST (рис. 3) предназначен для организации радиомодемной передачи данных между компьютерным оборудованием через последовательный интерфейс RS-485 в комплексах АСУ ТП, информационных управляющих системах, в охранно-пожарных комплексах, телеметрических системах. Контроллер может функционировать в абонентской емкости радиотелефонной сети SmarTrunk II или на свободных радиоканалах. Он поддерживает режим радиотелефонии для исходящих и входящих вызовов и подключается к радиостанции Motorola GM350 через штатные разъемы радиостанции, предназначенные для установки карты SmarTrunk II. Питание контроллера осуществляется от радиостанции. Он предназначен для эксплуатации в диапазоне температур от минус 40 до +85 °С.

Основные технические характеристики:

- тип базовой радиостанции — Motorola GM350,
- скорость передачи данных по радиоканалу — 1200/2400 бод (задается в конфигурации),
- максимальная длина пакетов в эфире — 64 байта,
- защита информации в эфире — передача квитанции при совпадении контрольной суммы CRC16,
- количество каналов дискретного ввода-вывода — 14 шт.,
- каждый дискретный канал может применяться для подключения дискретных телеметрических входных-выходных сигналов, охранных шлейфов и т.п.

**Система «СОТА»**

Система охраны и телеметрического анализа «СОТА» (рис. 4) предназначена для организации охраны территориально рассредоточенных объектов и оповещения владельцев указанных объектов о попытках несанкционированного проникновения. Оповещение осуществляется посредством телефонных, радио- и пейджинговых каналов связи.

Система может развертываться в абонентской емкости радиотелефонной

сети SmarTrunk II или на свободных радиоканалах. С целью повышения надежности и расширения зоны обслуживания система допускает установку вынесенных приемников, связанных с базовым центром проводными каналами.

Система предназначена для эксплуатации в диапазоне температур от -40°С до +85°С (для объектовых компонентов системы), от 0 до +55°С (для базовых и групповых компонентов системы).

Базовый центр системы решает следующие задачи:

- контроль работоспособности группового и объектового оборудования методом приоритетного циклическо-

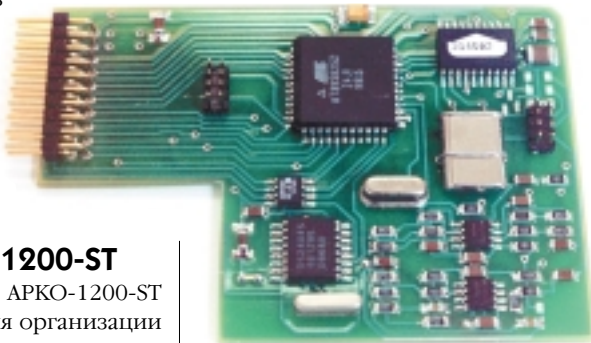


Рис. 3. Пакетный контроллер АРКО-1200-ST

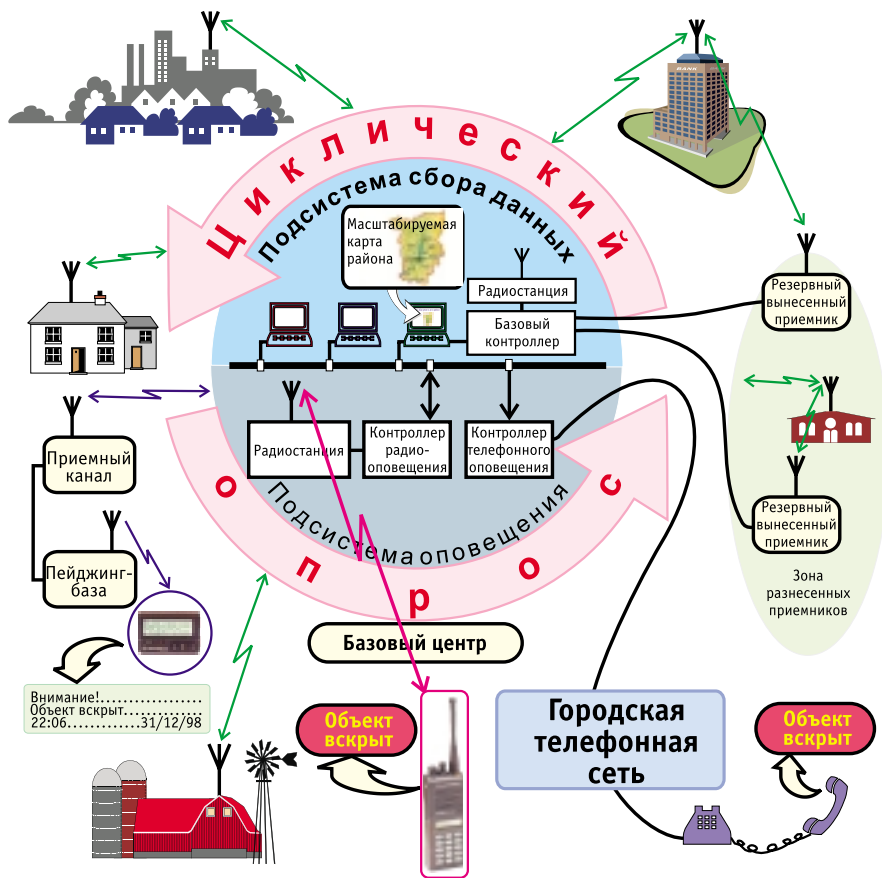


Рис. 4. Многоканальная многозонавая система охраны и телеметрического анализа «СОТА»

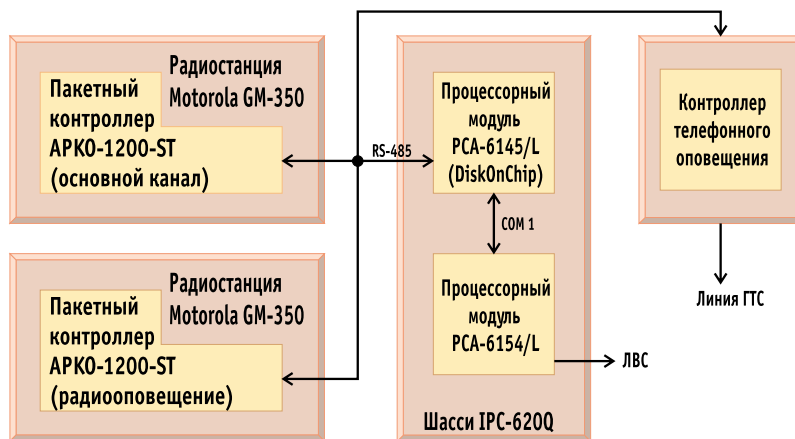


Рис. 5. Структура базового центра системы «СОТА»

- го опроса, ведение статистики потерь сеансов радиосвязи,
- прием тревожных спорадических сообщений от группового оборудования с подтверждением полученных от базы сообщений,
- контроль оперативной обстановки на охраняемых объектах и состояния оборудования,
- оповещение владельцев объектов по телефонным, радио- и пейджинг-каналам связи.

Радиоканал базового центра организуют две радиостанции Motorola GM350 с встроенными пакетными контроллерами АРКО-1200-ST (рис. 5).

С целью повышения надежности базовое оборудование включает два процессорных модуля Advantech, установленных в промышленном четырехсистемном шасси IPC-620Q. Процессор радиоканала PCA-6145/L с DiskOnChip поддерживает протокол радиообмена, планирует приоритетные очереди циклического опроса, принимает спорадические сообщения, управляет подсистемой оповещения, ведет базу данных электронных ключей Touch Memory (Dallas Semiconductor, USA) и базу данных пейджинговых сообщений. В случае отказа основного пакетного контроллера или радиостанции процессор радиоканала переключает управление на контроллер радиооповещения.

Процессор пульта PCA-6154/L поддерживает интерактивное взаимодействие с персоналом службы безопасности. Программное обеспечение основано на инструментальной графической SCADA-системе TRACE MODE v.4.2x (рис. 6). Пилотная версия программного обеспечения системы «СОТА» позволяет производить визуализацию оперативной обстановки на любом из 1400 охраняемых объектов, как на планах объектов, так и на масштабируемой административной карте населенного пункта. Все тревожные сообщения и вводимые с клавиатуры комментарии архивируются на жестких дисках компьютера с указанием даты и времени событий и накапливаются в виде суточных архивов. Имеются средства фильтрации информации перед выводом на экран. Возможна распечатка архивов на бумаге. Любые тревожные сообщения сопровождаются воспроизведением

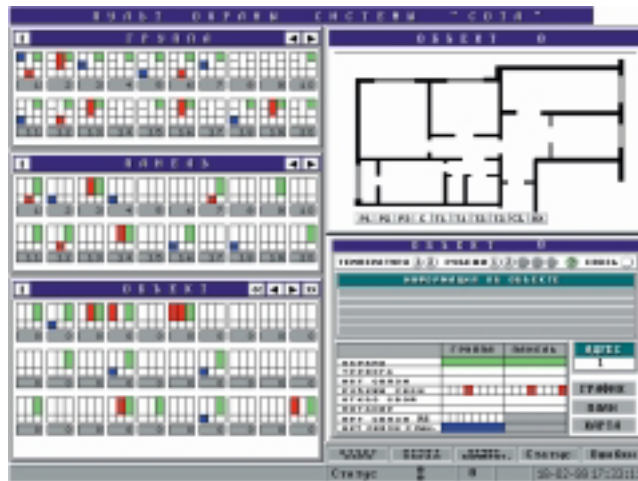


Рис. 6. Пульт охраны системы «СОТА»

звуковых роликов. Статистический контроль потерь сеансов радиосвязи с любым объектом выводится в графическом виде с возможностью просмотра истории процесса в течение длительного времени. При наличии локальной вычислительной сети (ЛВС) оперативные и архивные данные могут быть доступны всем пользователям ЛВС. Развитие системы в части расширения числа объектов и нанесения планов объектов и охраняемых рубежей, составление паспортов объектов, ведение базы данных электронных ключей и пейджинговых сообщений, изменение звуковых роликов и других компонентов осуществляется сотрудниками заказчика.

Приемный канал пейджинг-базы (рис. 7) предназначен для приема по радиоканалу тревожной информации от базы системы и формирования в определенном формате файлов-извещений в ЛВС пейджинг-базы оператора. Рассылка сообщений на пейджеры с целью оповещения владельцев охраняемых объектов осуществляется средствами пейджинг-базы. Приемный канал пейджинг-базы включает радиостанцию Motorola GM 350 с встроенным пакетным контроллером АРКО-1200-ST и одноплатный компьютер Advantech PCM-4822 с встроенным сетевым адаптером Ethernet. Система может поддерживать несколько пейджинг-баз с целью расши-

рения зоны обслуживания и привлечения максимального числа клиентов.

В настоящее время система «СОТА» развернута в г. Тюмени на базе 4-канальной транковой системы SmarTrunk II.

### Система «МАЯК-И»

Система «МАЯК-И» (рис. 8) предназначена для организации по радиоканалу диспетчерского управления пассажирскими перевозками на городском и пригородном транспорте. Она может развертываться на одном или нескольких радиоканалах в диапазонах 136-174 МГц или 403-470 МГц. Система предназначена для эксплуатации в диапазоне температур от -40 до +55°C (для подвижных объектов системы), от 0 до +55°C (для базовых компонентов системы).

Система состоит из трех компонентов: радиомаяк, бортовой контроллер транспортного средства и базовый центр. Проектная емкость системы «МАЯК-И» для г. Перми: 150 радиомаяков, 1200 бортовых контроллеров и 4 базовых центра.

В узловых точках маршрутов движения транспорта устанавливаются стационарные радиомаяки. Каждый маяк излучает свой номер на общей для всех маяков частоте в небольшой (50-100 м) зоне. В процессе движения по маршруту транспортное средство (автобус, трамвай, троллейбус) последовательно проходит зоны действия радиомаяков. Бортовой контроллер запоминает время прохождения и номера маяков, показывает водителю отклонение от графика движения, который хранится в его памяти. Во время сеансов радиосвязи с базой контроллер передает фактический график прохождения радиомаяков. База передает контроллерам единое системное время, модифицированные графики движения и другую системную информацию. Между базой и бортовым контроллером возможны сеансы голосовой связи по инициативе как той, так и другой стороны. Кроме того, водитель может послать запрос на голосовую связь с четырьмя абонентами: милиция, скорая помощь, техническая помощь и т.д. Подключение голосовых каналов

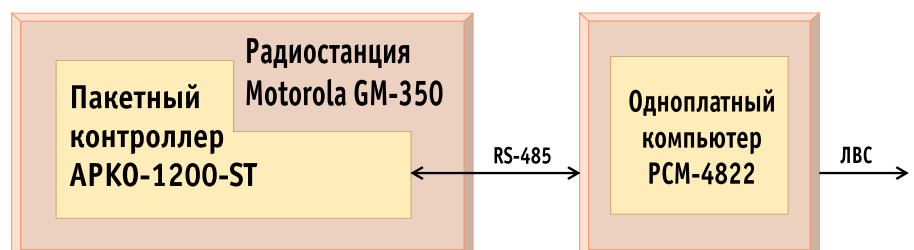
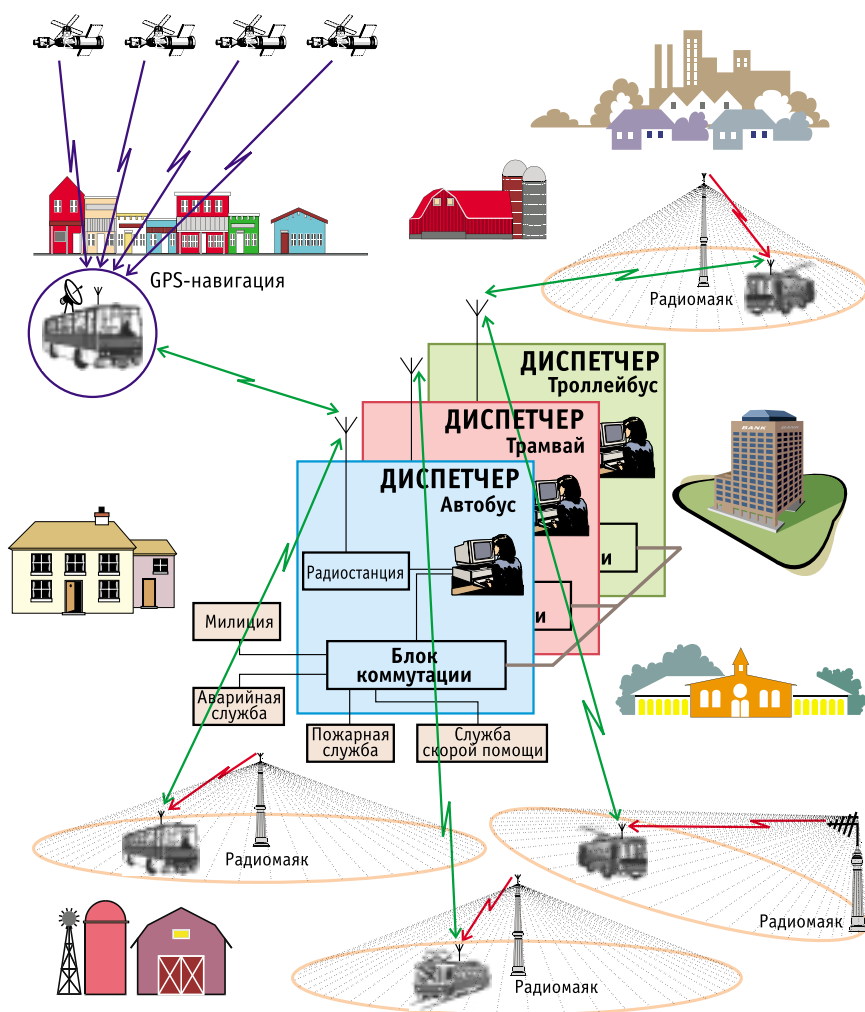


Рис. 7. Структура приемного канала пейджинг-базы



**Рис. 8. Система управления транспортом «МАЯК-И»**

осуществляется оборудованием базы. Бортовой контроллер имеет скрытую тревожную кнопку для водителя и дискретные входы для организации охраны транспортного средства на стоянке. Опционально бортовой контроллер может оснащаться автоинформатором, способным записывать и воспроизводить до 30 минут речи (объявление остановок, реклама на транспорте).

Радиомаяк построен на базе мало-мощного радиопередатчика (1-10 мВт). Кроме номера, маяк излучает коды состояния своего оборудования и питания. Радиомаяк может иметь степень защиты IP65 и автономное питание.

Бортовой контроллер включает радиостанцию Motorola GM 350 с встроенным пакетным контроллером АРКО-1200-ST. Корпус радиостанции дорабатывается: в него устанавливается 10-разрядный семисегментный цифровой индикатор. Во время движения водителя показывается единое время в системе, отклонение от графика движения (в минутах), признак нахождения в зоне радиомаяка, текущий номер звуко-

вого фрагмента автоинформатора и другая служебная информация. Обновление информации сопровождается звуковым оповещением водителя. Четыре служебные кнопки радиостанции программируются на запросы голосовых сеансов связи и обслуживание автоинформатора. Емкость памяти автоинформатора рассчитана на запись до 30 минут речи, которая может быть разбита на любое число фрагментов. Мощность встроенного усилителя низкой частоты – 10 Вт. Охранные дискретные входы выведены на задний разъем радиостанции.

В случае отсутствия связи с базой (например, в зонах радиотеней или при междугородных перевозках) контроллер может работать автономно в течение нескольких суток. При этом поддерживается единое системное время, файл отметок накапливается в энерго-независимой памяти, показываются отклонения от графика движения. В первом же сеансе связи с базой файл отметок о прохождении контрольных пунктов передается на базу.

Бортовой контроллер может быть оснащен приемником GPS-навигации, который позволяет определить положение транспортного средства во всех точках маршрута движения. Точность определения положения – до 5 м. В этом случае нет необходимости в радиомаяках.

Бортовой контроллер может устанавливаться на быстроразъемных салазках.

Для оснащения машин «Скорой помощи» и пожарной охраны разрабатываются модели, включающие выносные жидкокристаллические алфавитно-цифровые дисплеи и клавиатуры.

Базовый центр (рис. 9) может содержать от одного до нескольких радиоканалов. Радиоканал базового центра организуют две радиостанции Motorola GM 350 с встроенными пакетными контроллерами АРКО-1200-ST.

С целью повышения надежности базовое оборудование включает процессорный модуль Advantech PCA-6145/L, установленный в промышленном шасси IPC-610. Процессор радиоканала поддерживает протокол радиообмена обслуживаемых бортовых контроллеров, накапливает статистику потерь сеансов связи, планирует приоритетные очереди циклического опроса, принимает запросы бортов, и подключает голосовые каналы связи, принимает дифференциальные поправки базового GPS-приемника. Если база содержит больше одного канала, то первый канал занимается цифровым опросом всех обслуживаемых бортовых контроллеров. Остальные каналы обслуживают голосовые переговоры. В случае отказа первого цифрового канала процессор радиоканала переключает цифровое управление на один из голосовых каналов. Такая транковая конфигурация позволяет не только эффективно использовать частотные ресурсы и планомерно наращивать голосовые каналы, но и резко повышает живучесть всей системы за счет возможности реконфигурации в реальном времени. Применяются структурные методы повышения надежности: дублирование интерфейсов RS-485, применение контрольного приемника и дублирование аналоговых коммутаторов. Диспетчеры могут выйти на голосовую связь с любым бортовым контроллером, что дополнительно повышает гибкость системы.

Процессор радиоканала обменивается по последовательному порту с верхним уровнем системы диспетчерского управления «МАЯК». С верхнего уровня поступают текущие списки обслуживаемых бортовых контроллеров, измененные расписания, единое время и т.д. На верхний уровень передаются файлы от-



Использование системы «МАЯК-И» на городском пассажирском транспорте

меток о прохождении контрольных пунктов или координаты из навигационной системы, статистика радиообмена, тревожные сообщения. Эти данные используются для оперативного управления перевозками, начисления зарплаты водителям, учета ГСМ, расчета износа подвижного состава и других целей.

В г. Перми в течение 2 лет успешно эксплуатируется одноканальная система «МАЯК-И» на одном автобусном маршруте. В течение первого

полугодия 1999 г. планируется внедрение второй очереди системы на всех трамвайных маршрутах города (100 транспортных средств). В г. Соликамске Пермской области также запущена в эксплуатацию первая очередь системы (15 транспортных средств).

### Вместо заключения...

Приведенные примеры построения интегрированных радиотелефонных и радиотелеметрических систем показывают, что область применения радиоканала может охватывать и традиционные системы сбора и передачи телеметрической информации в комплексах АСУ ТП распределенных объектов. ●

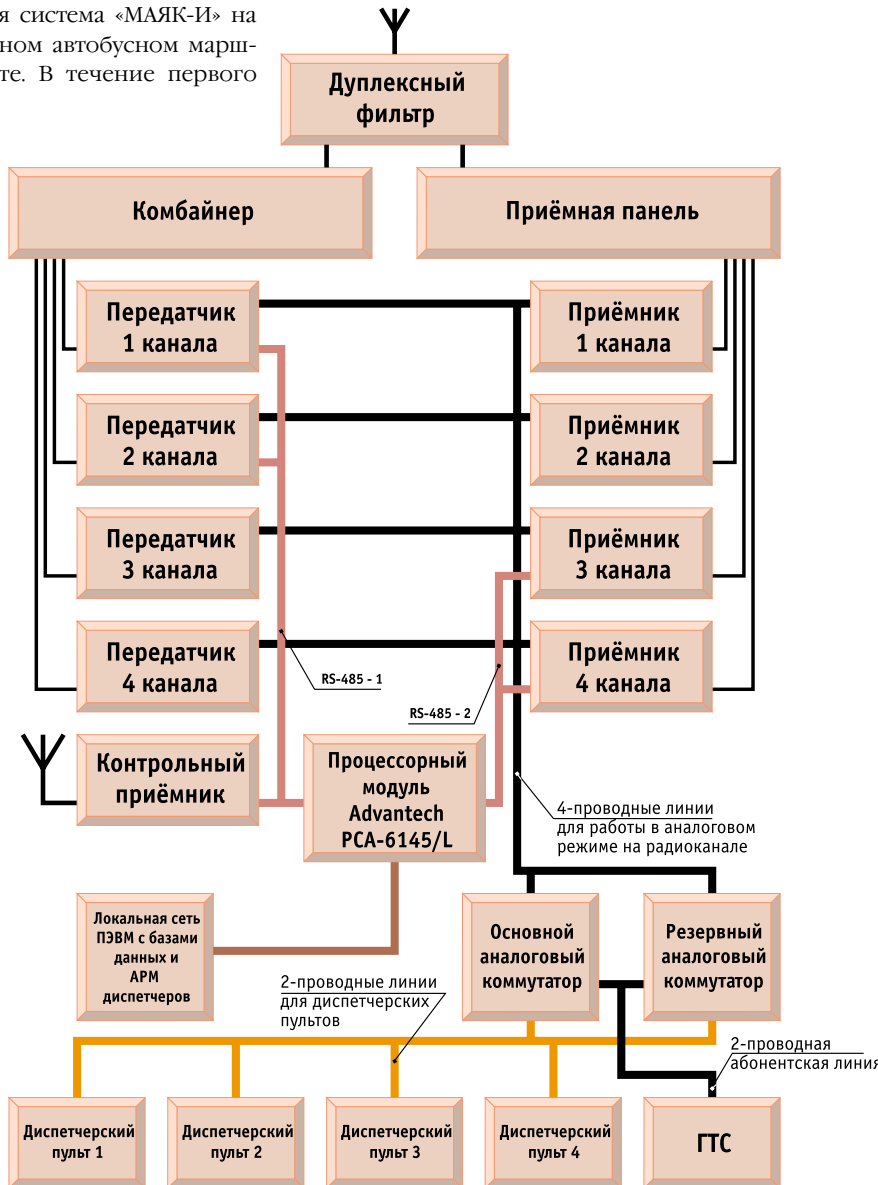


Рис. 9. Структура четырехканального базового центра системы «МАЯК-И»