

Об особенностях организации связи с подвижными объектами в системах мониторинга автотранспорта

Д.А.Мастеренко



В бюллетень «Технические средства безопасности, рекомендованные к использованию вневедомственной охраной» включено четыре системы мониторинга подвижных объектов: «Арго-Страж» (производства ЗАО «Навигационные системы», г. Омск), «Аркан-СМ» (ЗАО «Балтавтопоиск», г. Санкт-Петербург), «Алмаз» (ООО «Кодос-Б», г. Москва) и «Приток-GPS» (ООО «Охранное бюро Сократ», г. Иркутск). Они предназначены, во-первых, для отслеживания текущего положения автомобилей групп задержания и, таким образом, более эффективного управления силами и средствами при выполнении оперативных задач, а во-вторых, для охраны и сопровождения автотранспорта заказчиков.

Каждая из систем имеет свои особенности как в части определения координат подвижного объекта, так и в части организации связи с объектами. В основном, применяются два вида связи: УКВ и GSM, каждый из которых, к сожалению, обладает своими недостатками. Для УКВ это довольно малое допустимое расстояние от центральной радиостанции (даже в условиях в прямой видимости – до 40 км), для GSM – необходимость оплаты передаваемых данных, что ограничивает частоту определения местоположения автомобиля.

Система мониторинга подвижных объектов включает в себя диспетчерский центр (ДЦ), состоящий из одного или нескольких рабочих мест операторов, и терминальные устройства, устанавливаемые на подвижных объектах (автомобилях, вагонах, речных и морских судах и т.д.). Терминальные устройства обычно ориентированы на использование одного вида связи: либо УКВ, либо GSM. Однако при наличии выведенного «наружу» последовательного порта к терминальному устройству, уже содержащему GSM-модуль, можно попытаться подключить еще и дополнительное устройство связи – например, спутниковый телефон или УКВ-радиостанцию. Последний вариант наиболее интересен для применения во вне-

домственной охране, где автомобили штатно укомплектованы радиостанциями, и передача данных при этом не требует затрат на GSM-трафик. Выход терминального устройства может подключаться либо напрямую к радиостанции (при наличии у нее цифрового входа), либо – через дополнительное устройство сопряжения.

При подключении к радиостанции терминальное устройство отправляет в ДЦ информацию (свое местоположение, состояния входов, источников питания и т.д.) прежде всего по каналу УКВ. В случае потери связи по УКВ, а также при выключении радиостанции устройство автоматически переходит на связь по GSM, используя доступный в данный момент сервис (SMS или GPRS). Такой алгоритм работы позволяет достичь и минимизации стоимости GSM-трафика, и существенного расширения зоны, в которой подвижные объекты доступны для наблюдения.

Процесс обмена информацией схематически показан на рисунке 1. От ДЦ по УКВ-каналу поступают периодические послышки, которые, во-первых, позволяют терминальным устройствам контролировать наличие УКВ-связи, во-вторых, содержат команды, а в-третьих, осуществляют синхронизацию ответов устройств. Ответы даются по очереди, в соответствии с аппаратным адресом радиомодема.

Системы мониторинга, передающие данные через штатные УКВ-радиостанции, без использования транковой связи типа TETRA или APCO25, сталкиваются со следующей проблемой.

Поскольку радиостанция используется, прежде всего, для голосовой связи между экипажами и дежурным ПЦО, то часть информационных посылок, направленных в диспетчерский центр, неизбежно приходится на те моменты, когда происходит передача речи. Длительность посылки невелика (до 300 мс), так что на качество речи это практически не влияет, а вот данные, содержащиеся в посылке, могут исказиться. Заметим, что помехами для данных является речь, передаваемая из любого автомобиля, а не только из того, данные с которого отправляются.

В некоторых системах эта проблема может решаться путем использования дополнительной «технической» частоты. Перед передачей данных устройство переводит радиостанцию на технический канал связи, а по окончании посылки возвращает на основную, «голосовую» частоту. При этом практически не возникает помех восприятию речи.

Однако при правильной организации связи система способна работать и без выделения второй частоты. Это актуально, поскольку, во-первых, у подразделения может не хватать частотного ресурса. Во-вторых, большое количество радиостанций, находящихся на вооружении подразделений вневедомственной охраны, не имеют функции переключения на дополнительную частоту по команде модема.

При передаче данных на одной частоте с речью проблема потери данных

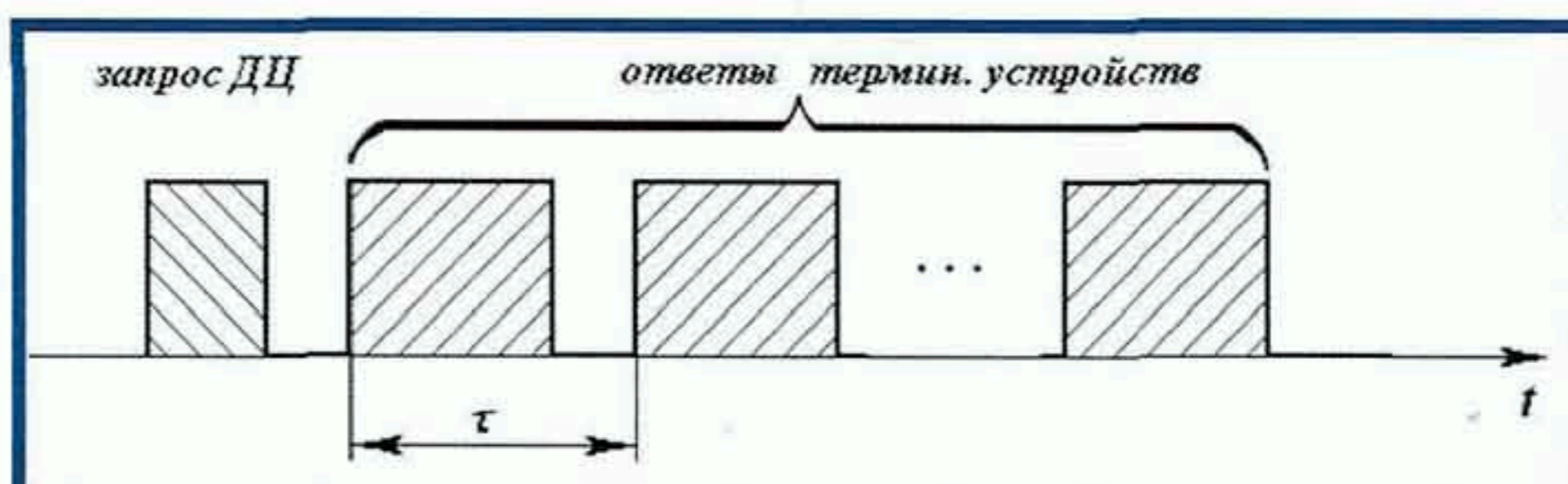


Рисунок 1 Схема организации обмена информацией по УКВ-каналу. Длительность посылки равна 300 мс при скорости передачи 1200 бит/с, 200 мс – при скорости 2400 бит/с

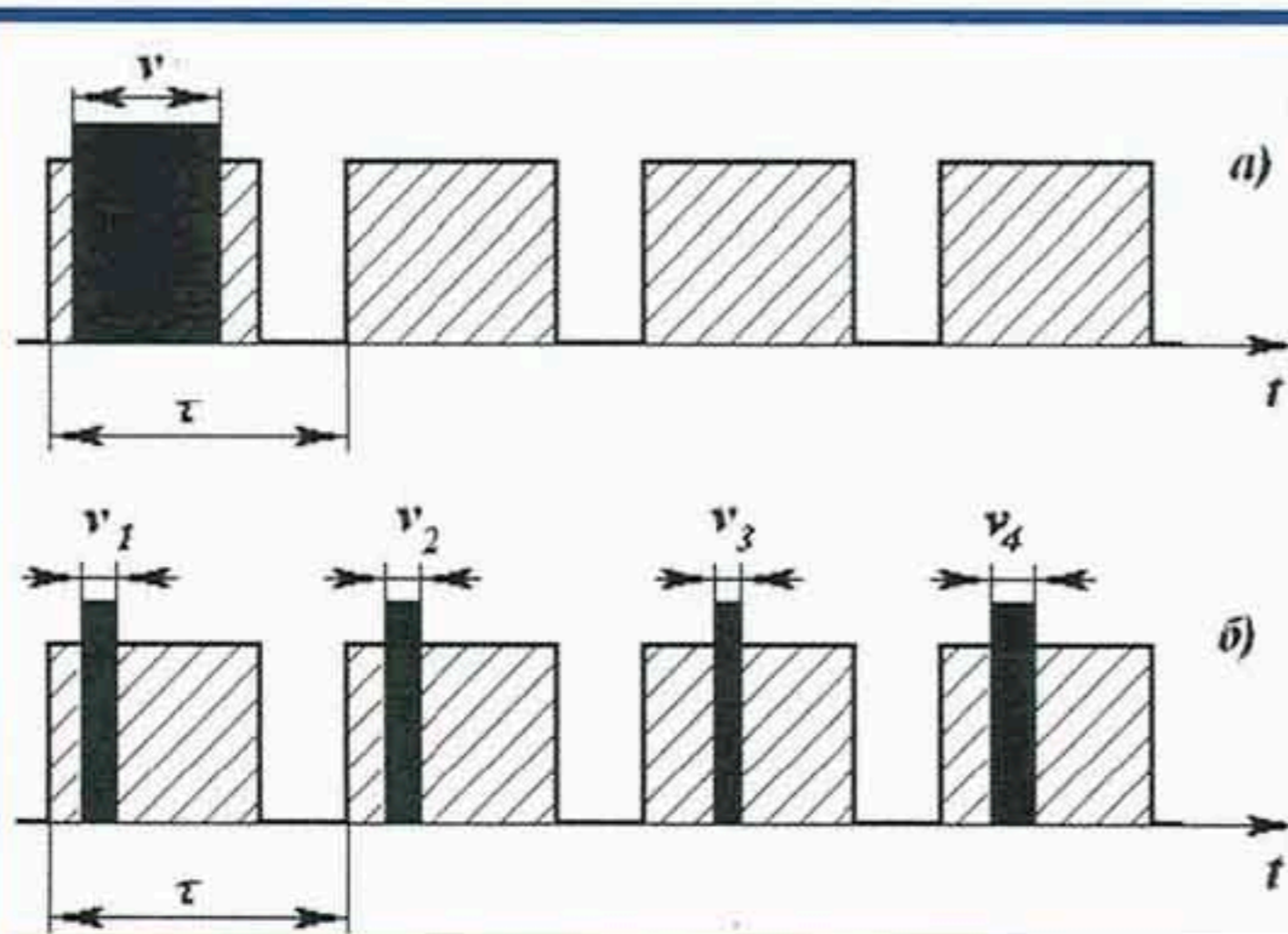


Рисунок 2 Пример различных ситуаций с одним и тем же ВЗК: $v=v_1+v_2+v_3+v_4$, однако в варианте а) помехи создаются только для одной посылки, а в варианте б) – для четырех

при наложении на речь отчасти решается за счет применения методов модуляции-демодуляции, цифровой обработки сигнала и помехоустойчивого кодирования, а отчасти – за счет специальной организации процесса передачи данных.

Сообщения, передаваемые терминальными устройствами, делятся на два

типа: информационные (к которым относятся, в частности, сообщения о местоположении) и тревожные. Для тревожных, как особо важных, используется специальный алгоритм гарантированной доставки, основанный на многократной передаче сообщения до подтверждения его приема диспетчерским центром. Для информационных сообщений применение такого алгоритма смысла не имеет, поскольку актуальность их со временем теряется и ошибочное сообщение лучше отбросить, чем исправить, но принять слишком поздно. Важно знать, какая доля посылок может быть потеряна в процессе работы системы.

Поскольку в то время, в течение которого происходит обмен речевыми сообщениями, передача данных затруднена, будем называть его временем занятости

канала (ВЗК). Очевидно, вероятность потери посылки зависит от ВЗК. Однако пример, приведенный на рисунке 2, показывает, что при одном и том же ВЗК может портиться и относительно небольшая часть посылок, и почти все из них. Значит, на вероятность потери посылки влияет не только общая продолжительность ВЗК, но и распределение моментов занятости по времени.

Чтобы оценить долю потери данных вследствие наложения на речевые посылки, построим следующую простую модель работы информационного канала. Назовем циклом работы канала пару последовательных состояний «свободен» (длительности u) и «занят» (длительности v). Через τ обозначим длительность посылки. Количество посылок, которые накладываются на речевое сообщение и могут быть потеряны, не превышает $[v/\tau] + 1$ (квадратные скобки означают целую часть числа), а их доля в общем количестве посылок за время цикла –

$$r \leq \frac{[v/\tau] + 1}{[(u+v)/\tau] + 1} \leq \frac{v + \tau}{u + v + \tau} \quad (1).$$

Требуется оценить среднее значение выражения (1). Для этого будем считать длительность промежутка свободы канала случайной величиной U с плотностью распределения $f_U(u)$, а длительность последующей занятости – случайной величиной V с плотностью $f_V(v)$. Все длительности свободы и занятости и в пределах одного цикла, и в разных циклах будем считать независимыми между собой. Тогда среднее значение доли потерянных посылок можно определить так:

$$r \leq \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{v + \tau}{u + v + \tau} f_U(u) f_V(v) du dv \quad (2)$$

Примем, далее, распределение длительности свободы канала экспоненциальным:

$$f_U(u) = \frac{1}{\bar{u}} \exp\left(-\frac{u}{\bar{u}}\right), \quad u > 0, \quad (3)$$

где \bar{u} – средняя длительность свободы канала. Что касается длительности занятости канала, то она не может быть меньше некоторого значения v_0 (происходит выход радиостанции на рабочий режим, при котором речевая информация еще не передается, но помехи передаче данных уже создаются). Последующее речевое сообщение имеет преимущественно небольшую длительность, и практически никогда не бывает больше некоторого значения v_1 , так что примем плотность распределения величины V равной

$$f_V(v) = \begin{cases} 0, & v < v_0 \\ 2 \frac{v_1 - v}{(v_1 - v_0)^2}, & v_0 \leq v \leq v_1 \\ 0, & v > v_1 \end{cases} \quad \text{рисунок 3 (4)}$$

При плотностях (3), (4) из (2) получаем:

$$\bar{r} \leq \frac{2}{\bar{u}(v_1 - v_0)^2} \int_0^{\infty} \exp(-u/\bar{u}) \left(\int_{v_0}^{v_1} \frac{v + \tau}{u + v + \tau} (v_1 - v) dv \right) du \quad (5)$$

Интеграл в (5) не сводится к элементарным функциям, однако для наших целей достаточно приближенной численной оценки.

Приняв $v_0 = 0,5c$, $v_1 = 20c$, $\bar{u} = 45c$, $\tau = 0,3c$ и численно интегрируя в (5), получаем среднюю долю посылок, накладывающихся на речевое сообщение, $\bar{r} \leq 0,22$. С учетом корректирующей способности использованных алгоритмов цифровой обработки сигнала и кодов Хемминга, позволяющих правильно восстанавливать примерно в половине случаев наложения речевых посылок на данные, получаем, что в принятой модели передачи вероятность потери посылки не превосходит $0,5 \cdot 0,22 = 0,11$. Опыт эксплуатации системы подтверждает эту оценку.

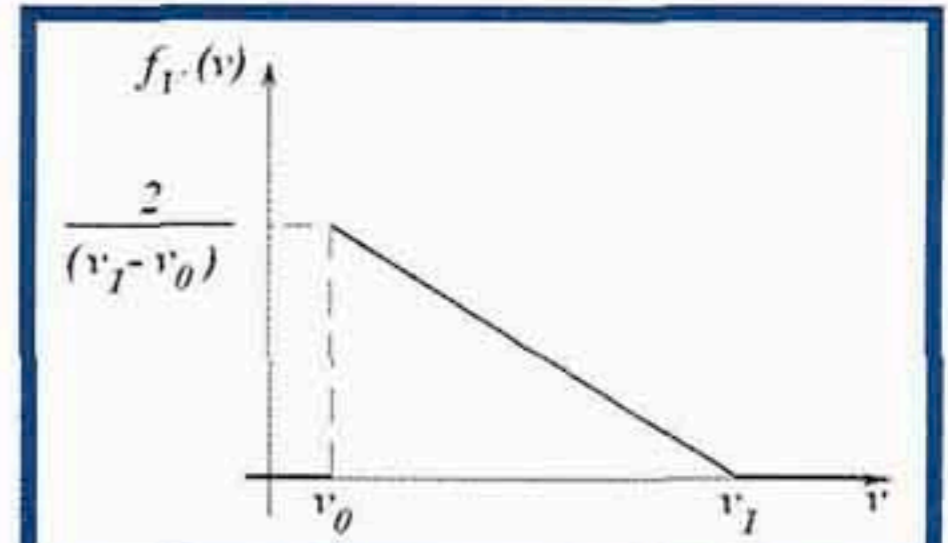


Рисунок 3 Принятая в модели плотность распределения длительности речевого сообщения

Итак, использование терминальным устройством системы мониторинга транспортных средств второго канала связи с подвижными объектами на описанном выше принципе позволяет получить следующие преимущества:

- удается сочетать достоинства связи по GSM (широкая зона охвата и возможность работы при выключенной радиостанции) и УКВ (бесплатный трафик);
- обеспечивается передача данных от подвижных объектов через штатные радиостанции различных моделей и производителей;
- терминальное устройство автоматически выбирает оптимальный канал связи для передачи данных;
- в отсутствие частотного ресурса, когда невозможно выделить свободную частоту для передачи данных, данные могут передаваться на одной частоте с речью; при этом для тревожных сообщений действует алгоритм гарантированной доставки, а для сообщений с текущими координатами транспортного средства вероятность потери в реальных условиях эксплуатации не превосходит 0,11 ■

Литература

1. Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. (пер. с англ.). - М: Техносфера, 2005, 320 с.
2. <http://www.kodos-b.ru>



ООО "КОДОС-Б"
+7 (495) 977-7597
almaz@kodos-b.ru
www.kodos-b.ru



**Система охраны и мониторинга
мобильных и стационарных объектов**

с использованием
технологий
ГЛОНАСС/GPS
GSM/GPRS
УКВ

ОДОБРЕНО АМБ