

# ЦИФРОВЫЕ СТАНДАРТЫ РАДИОСВЯЗИ В СВЕТЕ ТРЕБОВАНИЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*Родиgina Т.М.*, ассистент кафедры радиотехники, ПГУПС

# В

2000-м году начала действовать давно уже назревшая реформа железнодорожного транспорта. Основные направления реформирования: изменение структуры управления, модернизация материально-технической базы и информатизация отрасли.

В изменении структуры управления акцент делается на создание укрупненных центров диспетчерского управления (ЕДЦУ), расширение диспетчерских кругов, введение электронных баз данных ресурсов железной дороги - ДИСЛОК, ДИСПАРК, ДИСКОН, а также использование автоматизированных систем управления подвижным составом - КЛУБ и т.д.

Естественным продолжением уже начавшейся реформы стало обновление материально-технических ресурсов железнодорожного транспорта: напольного оборудования, средств контроля, управления и сбора информации о передвижении и состоянии бортового оборудования грузовых и пассажирских поездов в реальном масштабе времени. Успешное решение этих задач во многом зависит от качества технологической радиосвязи.

Радиосредства, используемые в настоящее время на железных дорогах России, это оборудование системы "Транспорт", устаревший комплекс ЖР - УК, радиостанции типа GP 340, GM 320, которые не позволяют организовать единую радиосеть с учетом требований всех пользователей станционной, поездной и ремонтно-оперативной радиосвязи. На базе используемого оборудования невозможно реализовывать также и схемы по коммерческому использованию железнодорожной радиосвязи, дублирующие радиосистемы обеспечения безопасности движения.

Реализация поставленных реформой задач, создание платформы для дальнейшего повышения эффективности процесса перевозок на железных дорогах настоятельно требует использования современных технологий радиосвязи.

Основные требования к системе радиосвязи со стороны железных дорог можно условно разделить на три группы:

1. Выполнение основных и дополнительных функций связи с заданными параметрами с целью обеспечить технологические процессы по передаче информации.
2. Обеспечение требований по безопасности движения (БД).
3. Возможность коммерческого использования.

Перечень основных и дополнительных функций был получен в результате анализа технологических процессов в хозяйствах отрасли, выполненного научно-исследовательскими подразделениями МПС в рамках системного проекта по обоснованию применения цифровых систем радиосвязи на железнодорожном транспорте (табл. 1).

Как результат работ по системному проекту были также получены и обоснованы объемы данных (информационный вектор), необходимые для контроля 20-и поездов и 5-и ремонтных бригад, находящихся в зоне одной базовой станции (участок длиной около 40-50 км). Данная ситуация изображена на рис. 1.

Заданный информационный вектор содержит следующие сведения о поезде: номер маршрута, местоположение состава, оценка состояния бортового оборудования и состояния машинистов, параметры движения, номер локомотивной бригады и т.д. Общий объем такой информации не превышает 125 бит на один состав. На каждую ремонтную бригаду отводится не менее 50 бит, этот объем достаточен для передачи информации, которая может потребоваться в ходе выполнения работ. Поэтому, если предположить, что за секунду нам потребуется опросить 20 поездов и 5 ремонтных бригад, необходимый объем информации составит около 3 Кбит. То есть пропускная способность системы должна быть более 3 Кбит/с. Причем такая ситуация верна для наиболее "нагруженных" направлений и очень жестких условий опроса. Для станций, находящихся на малодеятельных участках железных дорог (дежурный по станции, несколько маневровых локомотивов, 5-6 составителей), объем передаваемой информации будет на порядок меньше (рис. 2). Очевидно, что в этом случае использование систем с большим количеством каналов и высокими скоростями не оправдан.

Требованиям высоких показателей установления соединений, достоверности передаваемой информации, широкого спектра функций соответствуют только системы профессиональной мобильной радиосвязи (Professional Mobile Radio).

К наиболее широко известным системам этого формата относятся стандарты TETRA, APCO 25, Tetrapol. Особое место отводится стандарту GSM-R, который разра-

батывался на базе GSM с учетом требований железных дорог Европы.

Важнейшим показателем при выборе стандарта цифровой системы радиосвязи (ЦСР) является перспектива его развития, а именно возможность увеличения скорости передачи информации и количества абонентов при сохранении качества обслуживания.

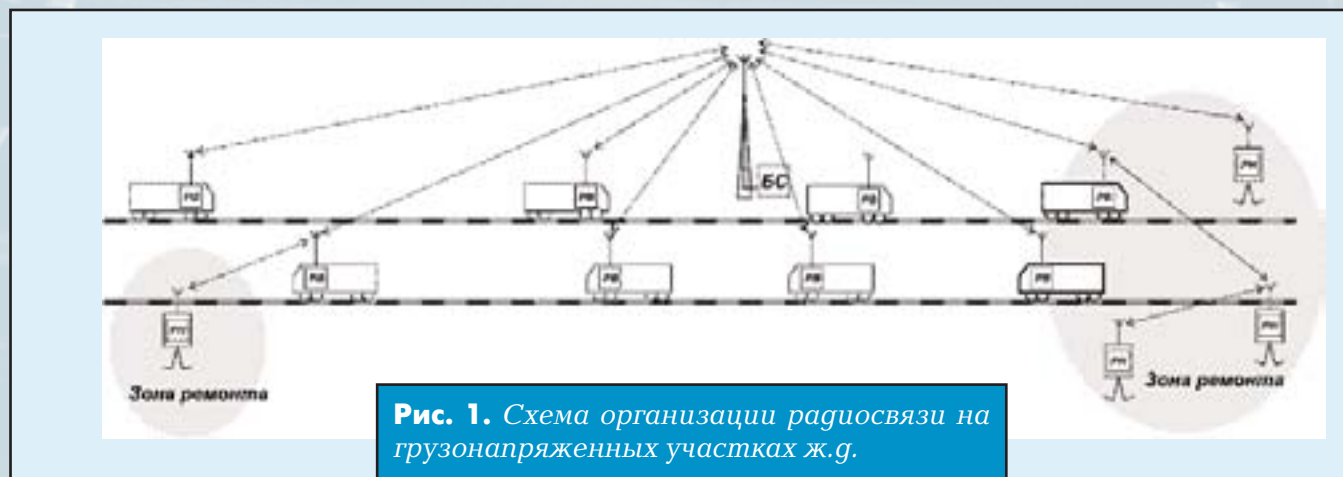
Именно в силу этих условий к вышечисленному перечню добавился стандарт сотовой связи CDMA. При рассмотрении возможности использования данного стандарта на железных дорогах России следует более подробно ознакомиться с его характеристиками и имеющимся опытом эксплуатации в России и за рубежом.

Существующие сети CDMA в России - а они развернуты более чем в 28-и регионах страны, с количеством абонентов на начало 2001 г. около 48-и тыс. - рассчитаны на стандарт IS-95, в котором используется кодовое разделение каналов

(CDMA). Этот стандарт называют еще CDMAone, максимальная скорость передачи данных в нем ограничена шириной полосы одного канала трафика и составляет 14,4 Кбит/сек. Увеличение скорости передачи информации до 64 Кбит/с и выше возможно лишь в новых версиях стандарта - cdma2000 1X EV-DV, cdma2000 1X EV-DO, cdma20003X, причем для этого требуется увеличение количества каналов, по крайней мере, до трех (3,75 МГц). Это связано с тем, что в новых версиях

№	Функции	Параметры выполнения
<b>Функции передачи речи</b>		
1.	Индивидуальный вызов	- время установления соединения не более 1 с;
2.	Групповой вызов	- время передачи соединения не более 0,3 с;
3.	Широковещательный вызов	- вероятность успешной передачи соединения не менее 0,9995%;
		- помехоустойчивость информации.
<b>Функции передачи данных</b>		
1.	Передача статических сообщений	- достоверность принимаемой информации не менее $10^{-4}$ ;
1.	Передача коротких сообщений	- передача видеосигналов;
2.	Передача данных с коммутацией каналов	- высокая надежность канала связи;
3.	Передача данных с коммутацией пакетов	- гарантия качества обслуживания на всей территории охвата сети;
4.	Передача пакетов данных с коммутацией каналов	
<b>Сетевой режим</b>		
1.	Роуминг (между дорожками)	
2.	Организация виртуальных сетей связи	
3.	Интеграция с системами определения местоположения	
4.	Интеграция с сетями ISDN	
5.	Интеграция с ТСОП	
6.	Интеграция с УАТС	
7.	Присутительный доступ (не менее 3 уровней)	
8.	Исключительный приоритет	
9.	Идентификация (аутентификация) вызывающей стороны	
10.	Подключение абонента к уже установленному соединению	
11.	Прямой режим (связь вне инфраструктуры сети)	
12.	Быстрый набор номера	

**Таблица. 1.** Основные и дополнительные функции железнодорожной радиосвязи



**Рис. 1.** Схема организации радиосвязи на грузонапряженных участках ж.д.



**Рис. 2.** Схема организации радиосвязи в зоне станции на малодетальном участке ж.д.

стандарта cdma2000 трафик голоса и данных разнесены по разным частотным каналам.

В таблице 2 приведены сравни-

тельные характеристики стандартов GSM-R, TETRA, CDMAone по требованиям, которые являются основополагающими для железно-

дорожной радиосвязи.

Основные достоинства технологии CDMA: возможность увеличения скорости в разных модификациях CDMA 2000, высокая помехоустойчивость. Однако специфика железных дорог предъявляет к радиосвязи, как видно из таблицы 1, достаточно широкий круг требований, реализация которых данной технологией весьма затруднительна, а зачастую просто невозможна.

Так, например, важнейшее требование к стандарту радиосвязи - это выполнение функций связи при сохранении качества обслуживания для мобильных абонентов, движущихся со скоростью выше 300 км/ч. Опыт эксплуатации систем CDMA показал, что при скоростях более 100 км/ч в системе отмечались сбои, приводящие к прекращению связи. Далее, система не реализует прямой режим, который позволяет сохранять функции связи при выходе из строя базовых станций, соединении с групповым вызовом и т.д. Немаловажно, что технология CDMA предлагает немасштабируемую систему связи, то есть с заданным количеством каналов - ровно 64 канала.

Доработка сотового стандарта GSM под абонентов железных дорог потребовала введения множества дополнительных функций (ASCI), изменение абонентского и сетевого оборудования - словом, возникла необходимость в создании фактически нового стандарта связи, а это требует времени и финансовых ресурсов. Велика вероятность повторения аналогичной ситуации, если в качестве стандарта для железнодорожной радиосвязи в России будет выбран один из широко рекламируемых стандартов сотовой связи CDMA.

Стандарты цифровой р/связи Требования к системе связи	GSM-R	TETRA	CDMAone
<b>Основные параметры системы</b>			
Время установления соединения	Более 1,5 с	0,3-0,5с	Более 1,5 с
Требуемое отношение сигнал/шум	12 дБ	9 дБ	5 дБ
Время передачи соединения	0,4 с	0,4 с	Нет данных
Максимальная скорость передачи информации, /25КГц	9,6Кбит/с	38 Кбит/с	14,4Кбит/с
Вероятность успешной передачи соединения	0,995	0,995	Очень высокая
Максимально допустимая скорость движения абонента при сохранении качества обслуживания	500км/ч	400км/ч	100км/ч
Минимальный масштаб системы, кол-во каналов	8	4	64
Частотная эффективность	25 КГц/канал	6,5 КГц/канал	25 КГц/канал
<b>Основные функции связи</b>			
Индивидуальный вызов	Да	да	да
Групповой вызов	Да	да	нет
Широковещательный вызов	Да	да	нет
Передача данных с коммутацией каналов	Да	да	нет
Передача данных с коммутацией пакетов	Нет	да	да
Передача пакетов данных с коммутацией каналов	Нет	да	да
<b>Сетевые функции</b>			
Организация виртуальных сетей связи	Нет	да	нет данных
Интеграция с сетями ISDN	Да	да	да
Интеграция с ТФОП	Да	да	да
Приоритетный доступ	Да	да	нет данных
Исключительный приоритет	Да	да	нет
Подключение абонента к уже устанавливаемому соединению	Нет	да	нет
Прямой режим (связь вне инфраструктуры сети)	Нет	да	нет

**Таблица. 2.** Сравнительные характеристики стандартов GSM-R, TETRA, CDMAone