

# Недорогое, надежное и масштабируемое решение для сетей автомобильных информационно-развлекательных систем

К. Де Мола<sup>1</sup>

УДК 004.71 | ВАК 05.27.00

Исторически сложилось так, что подключенные к сети широкополосные автомобильные информационно-развлекательные системы со скоростью передачи данных более 100 Мбит/с предлагали только для автомобилей высшего класса. Однако по мере роста производства бюджетных и многоместных автомобилей такие системы стали устанавливать и в транспортные средства более низкого класса. Несмотря на разнообразие программных функций, информационно-развлекательные системы создаются на общей основе – надежной в эксплуатации сетевой технологии физического уровня, способной поддерживать широкополосную передачу данных. Рассмотрим экономичное и надежное решение для сетей информационно-развлекательных систем на базе коаксиальных кабелей и сравним его с основными сетевыми технологиями, доступными на рынке.

**В** табл. 1 представлены современные сетевые технологии для широкополосных автомобильных информационно-развлекательных систем. В последнее время в качестве технологии физического уровня для таких систем успешно применялась оптическая сеть MOST150, которая отвечает жестким требованиям OEM-производителей благодаря широкой полосе пропускания, масштабируемости, небольшому весу, отказоустойчивости, электромагнитной совместимости и возможности размещения в ограниченном пространстве автомобиля. Однако, несмотря на все преимущества, барьером для ее внедрения некоторыми крупными автопроизводителями была высокая стоимость.

В ответ на потребность рынка в недорогих решениях для физического уровня сетей информационно-развлекательных систем, отвечающих строгим требованиям автомобильных систем, была представлена новая стандартизованная сетевая технология на основе коаксиальных кабелей.

Коаксиальные кабели обеспечивают целый ряд преимуществ, в том числе:

- поддержку широкополосной передачи данных;
- высокую эффективность экранирования, что обеспечивает жесткие требования по электромагнитной совместимости;
- возможность автоматизированного процесса сборки;

- отвечают механическим требованиям, в том числе таким, как способность к изгибам и широкий температурный диапазон;
- приемлемую стоимость для автомобильных решений;
- точный контроль импеданса, что обеспечивает duplexный режим работы;
- возможность передачи питания и данных по одному кабелю.

Десятки лет коаксиальные кабели успешно применялись в автомобильной отрасли для двухточечного соединения. Например, они использовались для соединения антенны с радиоприемником и подключения антенны к коммуникационному GSM-модулю. В итоге были созданы инфраструктура для высокоавтоматизированного производства и соответствующая система снабжения. Коаксиальные кабели отвечают автомобильным требованиям по температурному диапазону и механике. Они поддерживаются стандартом моделей автомобильных разъемов, известным как FAKRA, который был внедрен многими поставщиками. Предлагаются разъемы FAKRA разных форм, доступные в различных цветовых исполнениях, снабженные различными системами механического кодирования, что обеспечивает простую и эффективную сборку в условиях автомобильной производственной линии. Кроме того, разъемы FAKRA можно выпускать, используя высокоавтоматизированный процесс.

Поперечное сечение коаксиального кабеля показано на рис. 1, который иллюстрирует его ключевые преимущества.

<sup>1</sup> Компания Microsoft, менеджер по маркетингу продукции.

Таблица 1. Современные сетевые технологии для автомобильных информационно-развлекательных систем

Технология	Физический уровень	Поддерживаемые типы данных	Передача питания по проводам	Обнаружение неисправностей	Тип связи
Электрическая сеть MOST150	Коаксиальный кабель	Аудио (несжатый формат*) Видео (сжатый, несжатый формат**) Пакетированные данные Ethernet Управляющие данные	Есть	Есть	Двойная симплексная и дуплексная
Оптическая сеть MOST150	Полимерное оптоволокно	Аудио (несжатый формат*) Видео (сжатый, несжатый формат**) Пакетированные данные Ethernet Управляющие данные	Нет	Есть	Двойная симплексная
AVB	Витая пара (экранированная, с защитной оболочкой, неэкранированная)	Аудио (сжатый формат) Видео (сжатый формат) Пакетированные данные Ethernet Управляющие данные	Есть	Есть	Полудуплексная и дуплексная

\* Сжатый формат аудиоданных можно передавать также через каналы пакетированных данных Ethernet.

\*\* Возможны некоторые ограничения.

Электрический сигнал передается по внутренней жиле, окруженной слоем изоляции и металлическим экраном. Внешний пластиковый слой защищает кабель. Такая конструкция компенсирует утечки энергии коаксиального кабеля во внешнюю среду. Металлический экран подавляет электрическое поле, генерируемое сигналом, который распространяется по внутренней жиле, а также защищает внутренний проводник от помех, наводимых внешними электрическими полями, в результате достигается помехоустойчивость. Эти свойства помогают добиться высоких характеристик электромагнитной совместимости, что позволяет использовать коаксиальный кабель на

транспортных средствах. Как следствие, отпадает необходимость в специальной трассировке кабелей или соблюдении строгих ограничений при их размещении. Кроме того, применение коаксиальных кабелей в автомобильных сетях снижает стоимость сборки автомобиля.

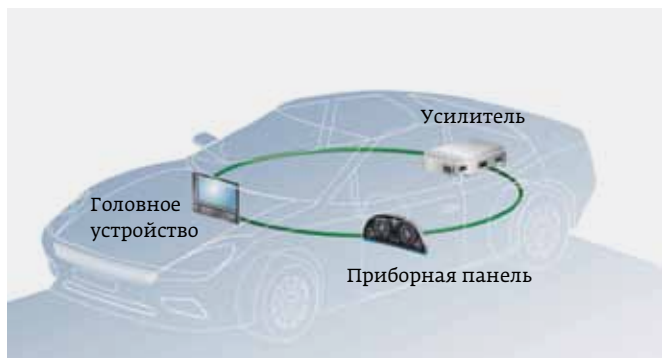
Коаксиальные кабели обеспечивают функционал, недоступный в классических оптических системах на основе сетевой технологии транспорта для медиа-ориентированных систем (Media Oriented Systems Transport – MOST). Контролируемый импеданс коаксиальных кабелей дает возможность реализации двойной симплексной (Dual Simplex – DS) и двунаправленной дуплексной (Full Duplex – FD) связи. Это позволяет наряду с классической топологией «кольцо», используемой в сетях MOST, предлагать и другие топологии, что является важным инновационным решением для сетей информационно-развлекательных систем. Для специальных приложений также доступна комбинация DS-связи и FD-связи. В табл. 2 приведены варианты топологий, которые могут поддерживаться при использовании физического уровня на базе коаксиальных кабелей.

На рис. 2 показан вариант реализации классической топологии «кольцо» на основе коаксиального физического уровня. Этот тип сетевой топологии основан на однонаправленной DS-связи, которая требует применения обратного кабеля, чтобы замкнуть кольцевую структуру.

Использование FD-связи по коаксиальному кабелю позволяет реализовать топологию, которую создать иным способом невозможно. Например, применение ее



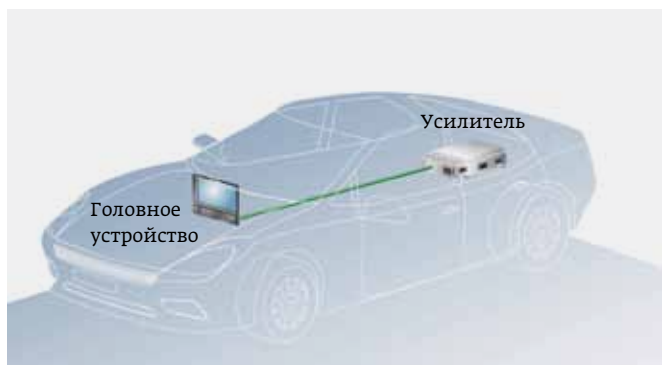
Рис. 1. Поперечное сечение коаксиального кабеля



**Рис. 2.** Информационно-развлекательная система, состоящая из трех узлов, включенных по топологии «кольцо» на основе коаксиального физического уровня с использованием DS-связи

в системе, состоящей из двух узлов, обеспечивает возможность настоящего двухточечного соединения (рис. 3). В этом случае отпадает необходимость в обратном кабеле, поскольку по одному коаксиальному кабелю реализована двунаправленная связь. Такая топология обеспечивает экономию системных затрат до 50% по сравнению с классической оптической сетью MOST с топологией «кольцо», и для этого достаточно всего двух узлов. Возможность такого снижения затрат представляет интерес для крупносерийных автопроизводителей, поскольку можно реализовать базовую, но мощную двухузловую информационно-развлекательную систему, состоящую из головного устройства и усилителя.

В более сложной архитектуре информационно-развлекательной системы, состоящей из трех и более узлов, FD-связь позволяет реализовать топологию типа «цепочка» (рис. 4). Из-за отсутствия обратного кабеля упрощается процесс сборки автомобиля и тем самым снижаются общие системные затраты.



**Рис. 3.** Информационно-развлекательная система, состоящая из двух узлов в двухточечном соединении на основе коаксиального физического уровня с использованием FD-связи



**Рис. 4.** Информационно-развлекательная система, состоящая из трех узлов, включенных по топологии «цепочка» на основе коаксиального физического уровня с использованием FD-связи

Возможен еще один вариант топологии для трех и более узлов с коаксиальным кабелем и FD-связью – конфигурация типа хаба. На рис. 5 показана сеть, в которой автомобильный дисплей выступает в качестве хаба, подключенного с помощью двухточечных соединений к двум камерам заднего вида, используемым вместо внешних зеркал.

Комбинирование DS- и FD-связи позволяет добавлять новые приложения к информационно-развлекательной системе, построенной на базе топологии «кольцо». Например, ее можно дополнить аудиоподсистемой микрофонов, не предусмотренной изначально (рис. 6).

Все эти топологии опционально поддерживают передачу питания по коаксиальному каналу данных. Это позволяет отказаться от специальных линий и разъемов питания для каждого узла в сети, сэкономив затраты, снизив вес и упростив процесс сборки автомобиля. Архитектуры, показанные на рис. 5 и 6, – примеры того, насколько удобной может быть передача питания по коаксиальному



**Рис. 5.** Конфигурация типа хаба на основе коаксиального физического уровня с использованием FD-связи

**Таблица 2.** Варианты сетевых топологий для информационно-развлекательных систем на базе коаксиальных кабелей

Тип связи	Топология
Двойная симплексная	Кольцо
Дуплексная	Двухточечное соединение
Дуплексная	Цепочка
Дуплексная	Звезда
Двойная симплексная и дуплексная	Гибридная

кабелю. Благодаря компактному форм-фактору модули камеры и системы микрофонов могут использовать один общий разъем для данных и питания.

В автомобильной отрасли для успешного продвижения технологии важна высококонкурентная среда. Способность создавать преимущество стимулирует автопроизводителя вводить инновации в расчете на отдачу от инвестиций в то, что касается интересов клиента и потенциальных продаж. Конкурентное преимущество зависит от сокращения времени вывода изделия на рынок и оптимизации общих системных затрат. Можно составить уравнение: конкурентное преимущество = 1 / (минимальное время выхода на рынок · минимальные суммарные затраты), причем оба элемента имеют фундаментальное значение.

При обсуждении того, как достичь минимальных сроков выхода на рынок, следует учитывать реальное время окупаемости, а не только снижение затрат на разработку. Если автопроизводитель вынужден отложить вывод новой модели, то его главная проблема – не несколько сотен тысяч долларов, необходимых для покрытия неизбежных технических расходов, а скорее десятки миллионов долларов упущенной прибыли.

Понимание суммарных системных затрат необходимо также, чтобы осмыслить конкурентное преимущество,



**Рис. 6.** Расширение существующей информационно-развлекательной системы, построенной на базе топологии «кольцо», дополнительной сетью типа «цепочка»

которое может обеспечить технология. Службы материально-технического снабжения обычно рассматривают в качестве фактора стоимости только лишь комплектующие и материалы, игнорируя дополнительные затраты, такие как расходы на инженерно-техническое обеспечение (технология с меньшей спецификацией материалов может иметь намного более высокие расходы на инженерно-техническое обеспечение), затраты за обеспечение качества (стоимость отзывных акций) и другие косвенные издержки (спецификация на другие компоненты, непосредственно не связанные с продуктом). Все эти элементы в сумме всегда превышают чистую стоимость материалов и комплектующих.

Тем не менее преимущества внедрения высокоскоростных сетевых информационно-развлекательных систем на основе коаксиальных кабелей очевидны: высокоскоростная передача данных по коаксиальным кабелям в автомобиле – вполне зрелая технология, основанная на недорогом и надежном физическом уровне. Автопроизводителям и их поставщикам не нужно дополнительных вложений в оборудование или обучение навыкам применения коаксиальных кабелей для сетей широкополосных информационно-развлекательных систем. Применение опробованной технологии минимизирует риск появления во время эксплуатации автомобиля проблем, связанных с качеством.

Как свидетельствует первый опыт внедрения этой технологии в 2017 году, рынок понимает эти преимущества. В начале 2018 года ее внедряли и другие автопроизводители на разных моделях автомобилей в различных регионах земного шара.

За более подробной информацией о решении для широкополосных сетей на основе коаксиальных кабелей для информационно-развлекательных систем можно обращаться к региональным представителям компании Microchip.