

Проблемы и решения технологии подключения автомобильных камер

Дж. Триггс¹, Д. Бурк²

УДК 621.397::629.33 | ВАК 05.11.18

Видеосистемы и технологии подключения камер в настоящее время находят всё более широкое применение в транспортных средствах, оказывая помощь водителям и повышая качество вождения. Традиционные камеры заднего обзора, представленные единственной камерой, заменяются системами кругового обзора, включающими в себя четыре камеры и более, что обеспечивает обзор в 360° вокруг транспортного средства. Видеорегистраторы, мониторинг слепых зон, ночное видение, распознавание дорожных знаков, мониторы движения по полосе, адаптивный круиз-контроль, аварийное торможение и системы предупреждения столкновений на малой скорости – все вместе помогают снизить нагрузку на водителя. Чтобы повысить качество вождения, камеры также начинают применяться для таких разнообразных задач, как мониторинг важнейших показателей состояния водителя, наблюдение за пассажирами и распознавание жестов в человеко-машинном интерфейсе. Достижения в области видеосистем даже позволяют производителям автомобилей переосмысливать силуэт транспортного средства путем замены таких традиционных элементов, как боковые зеркала.

Многие из перечисленных областей применения камер берут начало от камер заднего обзора стандартного разрешения (SD), которые все еще применяются в современных транспортных средствах. Такие камеры методично внедрялись в автомобилях в течение более десятилетия, начиная с моделей премиум-класса и далее во всё более широкой линейке транспортных средств, отвечая законодательным требованиям и ожиданиям покупателей. Для OEM-компаний автомобильной отрасли видео стандартного разрешения обладает множеством ценных преимуществ: отработанность технологии, которая хорошо зарекомендовала себя за много лет использования в телевизионной сфере, что снижает риски, связанные с ее применением; низкие требования к полосе пропускания, позволяющие применять дешевые кабели и разъемы и в то же время обеспечивать контролируемый уровень электромагнитного излучения; развитый набор видеокодеров и декодеров с проверенной способностью работы с потенциально нестабильным входным видеосигналом.

Сегодня повсеместное применение в потребительских устройствах дисплеев ультравысокой четкости подталкивает к необходимости использования более крупных дисплеев с большим разрешением во всех видах транспортных средств. В то время как для дисплеев небольшого размера может быть достаточно видеосистем стандартного разрешения, на более крупных дисплеях нынешние пользователи могут легко заметить их недостатки (например, наличие низкой детализации картинки из-за ограниченной полосы пропускания SD-формата в видеосистеме или артефакты в цветопередаче, возникающие при разделении сигналов яркости и цветности в модулированном сигнале). Тенденция к увеличению размеров дисплеев привела к тому, что у OEM-компаний автомобильной промышленности возникла необходимость модернизации архитектур всех видеосистем до высокого разрешения. Одним из краеугольных камней в решении этой задачи является выбор технологии подключения камер, позволяющей передавать видеоинформацию от камеры в принимающее устройство, например в электронный блок управления или на дисплей.

Характеристика, на которую следует обратить внимание в первую очередь при выборе новой технологии

¹ Analog Devices, Inc., менеджер по применению.

² Analog Devices, Inc., менеджер по применению.

подключения камер для конкретной задачи, – требуемая полоса пропускания. С точки зрения требований к полосе пропускания, видеосистемы бывают очень разными. Для традиционных систем заднего обзора (RVC), в которых используется видео SD-разрешения, достаточно небольшой полосы пропускания (например, 6 МГц). У систем кругового обзора (SVM), обычно работающих при низкой скорости движения, небольшая частота обновления (например, 30 Гц), что делается для максимального увеличения выдержки, в результате чего требования к полосе пропускания могут быть ограниченными. В системах, заменяющих боковые зеркала, которые применяются при любой возможной скорости движения транспортного средства, частота обновления выше (например, 60 Гц и более) для минимизации задержки, что требует большей полосы пропускания. Для камер переднего обзора автономных транспортных средств необходимо ультравысокое разрешение (например, более 18 Мпикс.), и, как следствие, требования к полосе пропускания здесь очень высоки. Существует множество технологий подключения камер с широким спектром возможностей с точки зрения полосы пропускания. На их выбор влияют различные аспекты,

связанные с видеокамерами и транспортным средством в целом, и, наоборот, этот выбор может повлиять на различные аспекты.

КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Качество изображения, которое может быть обеспечено определенной технологией подключения камер, – критически важный фактор архитектуры проекта. При передаче видеоинформации с помощью технологии, которая не обладает достаточной полосой пропускания, может произойти потеря целостности изображения или изображения целиком. Ухудшение качества изображения, связанное с технологией подключения камер, можно оценить с помощью измеряемых величин, таких как резкость изображения и динамический диапазон.

ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С КАБЕЛЕМ

Готовая кабельная сборка или жгут для современного транспортного средства – это один из самых сложных, тяжелых и трудно монтируемых компонентов. Учитывая, что в среднестатистическом автомобиле имеется более 1 км проводов, проводке необходимо уделять серьезное внимание. В первом приближении при большой

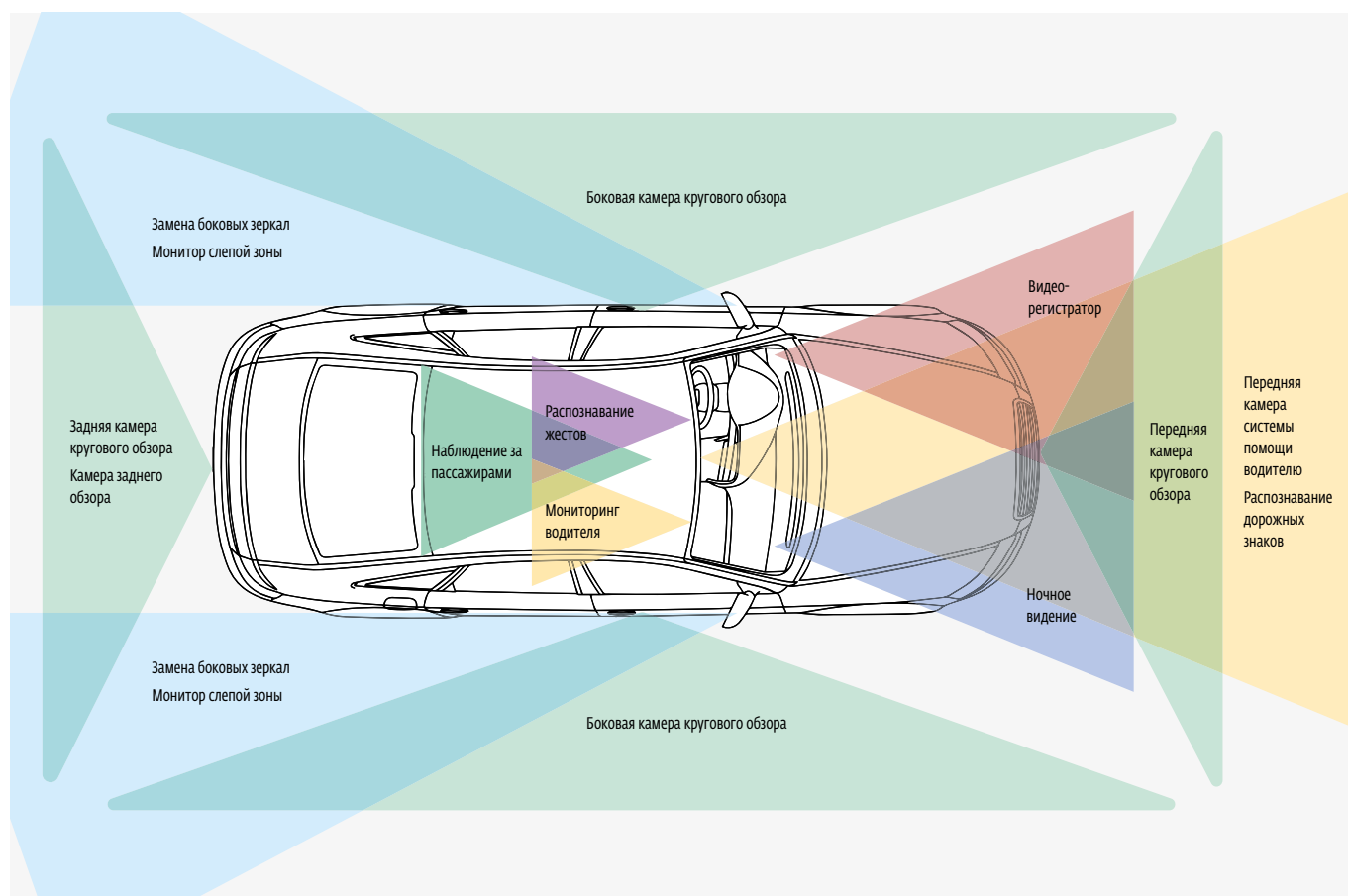


Рис. 1. Расположение, количество, углы обзора и назначение видеокамер в современных автомобилях

полосе пропускания (например, для камер переднего обзора с ультравысоким разрешением для автономных транспортных средств) необходимы высококачественные тяжелые кабели. Масса кабеля за последние годы стала вопросом, требующим внимательного рассмотрения, учитывая то, что для увеличения запаса хода как автомобилей на ДВС, так и электромобилей производители стремятся снизить вес и повысить КПД транспортных средств. В случаях сложной прокладки кабелей по транспортному средству важным параметром может быть допустимый радиус изгиба кабеля. Если камера располагается на части кузова, закрепленной на петлях (например, камера системы кругового обзора на двери или камера заднего или кругового обзора на крышке багажника), критически важна долговечность кабеля при многократных циклах открывания и закрытия этой части. Там, где кабель может подвергаться неблагоприятным воздействиям окружающей среды, может потребоваться влагозащита.

Вне зависимости от выбранной технологии подключения камер и типа кабеля каждый его сантиметр стоит денег, и если сопоставить стоимость всех кабелей и жгутов со стоимостью остальных составляющих транспортного средства, она может оказаться в тройке лидеров.

Низкие требования к полосе пропускания при применении традиционных SD-решений позволяют без проблем использовать крайне дешевые и легкие кабели. Во многих случаях для SD-видеосистем применяются неэкранированные витые пары (UTP), подобные тем, которые обычно используются в низкоскоростных шинах управления, таких как CAN.

РАЗЪЕМЫ

Еще один ключевой элемент проводки, а также модулей, к которым она подсоединяется, – электрические разъемы. Помимо подключения проводки к модулям управления, датчикам или двигателям, разъемы используются для соединения частей кабеля (разъемы типа «кабель – кабель»). Такие разъемы широко применяются в автомобильной промышленности для упрощения конструкции, монтажа и обслуживания проводки. Например, если в непосредственной близости от камеры установлен разъем «кабель – кабель», это значит, что в случае повреждения камеры ее можно будет заменить без значительного вмешательства в остальную часть проводки транспортного средства.

Выбор разъемов, так же как и описанный выше выбор кабеля, может существенно повлиять на общую стоимость видеосистемы. Для систем с высоким разрешением обычно требуются разъемы, позволяющие работать с большей полосой пропускания и, как следствие, более дорогие.

Среди других факторов, влияющих на выбор разъемов, – посадочное место разъема на плате и в электронном блоке управления, должен ли разъем иметь уплотнение и требуются ли цветовая маркировка и ключи.

Традиционные SD-видеосистемы позволяют применять дешевые разъемы как на стороне камеры, так и на стороне электронного блока управления или головного устройства. Например, видеосигнал стандартного разрешения системы заднего обзора часто передается на электронный блок управления или головное устройство вместе с другими сигналами (такими как сигналы сетей управления и необходимое питание) через многоконтактный разъем; для цифровых технологий подключения камер обычно требуются специально предназначенные для этого разъемы, что накладывает ограничения на конструкцию платы и корпуса блока управления.

АРХИТЕКТУРА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Архитектура транспортного средства может оказать влияние на выбор подходящей технологии подключения камер в нескольких аспектах. Длины кабелей в обычных автомобилях часто могут достигать до нескольких метров, а учитывая, что покупатели всё больше склоняются к большим полноприводным автомобилям, кабели становятся еще длиннее. В архитектуру некоторых автомобилей входят дополнительные функции, которые могут привести к новым сложностям, связанным с длиной кабелей, такие как ассистент заднего хода с прицепом, который помогает двигаться назад и маневрировать на трейлере. Архитектура коммерческих автомобилей – это еще одна проблема: в них кабели видеосистем «растягиваются» до максимальной длины. Большинство технологий подключения камер способно работать в любой из этих архитектур и с любой из этих функций, но для некоторых из них при большой длине кабелей могут потребоваться дополнительные модули, такие как повторители или ретрансляторы сигналов.

ЭМС

Электромагнитное излучение и помехоустойчивость кабельного решения – еще один критический фактор в выборе технологии подключения камер, поскольку кабель внутри автомобиля может превратиться в антенну с соответствующими негативными последствиями. Расширение применения электрических и электронных систем в транспортных средствах привело к возрастанию роли совместимости этих систем при их сосуществовании. Недопустимо, чтобы при одновременном функционировании одна система (например, заднего обзора) подвергалась воздействию другой системы (например, тягового двигателя электромобиля или электропривода для настройки положения сидений) или оказывала воздействие на нее. В связи с этим крайне

важно, чтобы перед выбором технологии подключения камер было уделено внимание характеристикам ее излучения и помехоустойчивости.

Чтобы убедиться, что внутренний или внешний источник воздействия не создает помех системам транспортного средства, производители автомобилей проводят испытания всех систем в соответствии с их специализированными стандартами ЭМС. Эти испытания сначала выполняются на уровне системы (например, камеры заднего обзора или системы кругового обзора). Такие испытания дорогие, времязатратные и непростые, но они позволяют убедиться в том, что каждый модуль обладает высоким уровнем устойчивости, прежде чем он будет встроен в транспортное средство. Как только испытания на уровне систем успешно пройдены, производитель автомобиля также должен проверить функционирование системы и ее характеристики в составе транспортного средства путем проведения испытаний на предмет способности системы работать в условиях воздействия излучаемых сигналов высокой мощности (испытаний на стойкость к излучению). Также производитель выполняет измерения в диапазонах приема всех антенн транспортного средства (таких как антенны FM-радио, GPS, сотовой связи, Wi-Fi и т. п.), чтобы убедиться в отсутствии в этих диапазонах сигналов от источников помех. Устранение проблем ЭМС на уровне транспортного средства может быть дорогим и требующим много времени.

ПРОЧИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Выбор технологии подключения видеокamer диктуется большим числом других требований, помимо уже описанных. Среди них: доступность каналов управления, сохранность передаваемой информации для каждого пикселя и уровень полноты безопасности автомобиля.

ВЫВОДЫ

На выбор технологии подключения камер при проектировании видеосистемы влияет большое количество факторов, в том числе ряд аспектов, связанных с транспортным средством, в котором она будет использоваться. Традиционные системы заднего обзора, построенные на технологиях видео стандартного разрешения, представляли собой крайне надежный и недорогой способ передачи видео в транспортных средствах для OEM-компаний автомобильной промышленности. Однако в последние годы среди потребителей проявились тенденции, делающие SD-видеосистемы всё менее и менее приемлемыми при использовании дисплеев большого размера. Кроме того, законодательные новеллы и ожидания покупателей приводят к увеличению количества камер в каждом новом автомобиле.

Эти тенденции стали причиной появления нескольких технологий подключения видеокamer, которые используются в современных транспортных средствах во всем спектре автомобильных видеосистем. Сегодня эти технологии все еще охватывают диапазон, начиная с технологий стандартного разрешения (например, стандарт CVBS), зарекомендовавших себя в традиционных SD-системах заднего обзора, включая аналоговые технологии высокого разрешения и заканчивая цифровыми технологиями подключения камер с высоким разрешением.

Технологии SD-видео могут обеспечить решение задач только при малой полосе пропускания, но при этом нужные для них кабели и разъемы очень недорогие. Цифровые технологии подключения камер работают при большой полосе пропускания линии передачи и имеют такие преимущества, как пиксельная точность воспроизводимой картинки, но обычно для них требуются более дорогие кабели и разъемы. Аналоговые технологии с большим видеоразрешением представляют собой компромисс между двумя упомянутыми выше решениями: они позволяют передавать видео высокого разрешения по недорогим кабелям и через недорогие разъемы.

C²V™ – одна из таких аналоговых технологий подключения камер высокого разрешения к проводным линиям передачи, обладающая привлекательным для OEM-компаний и поставщиков первого уровня в автомобильной промышленности сочетанием поддержки видео высокого разрешения с применением недорогих кабелей и разъемов при выполнении требований к ЭМС.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ КАМЕР C²V

C²V – это аналоговая технология передачи видеосигнала высокого разрешения, предложенная рынку компанией Analog Devices.

Изначально разработанная как технология подключения автомобильных камер к проводной линии передачи, C²V поддерживает передачу от передатчика приемнику HD-видео с разрешением до 2 Мпикс (1920×1080). Эта технология создана так, чтобы по максимуму использовать пропускную способность UTP-кабелей и разъемов, традиционно применяемых в SD-видеосистемах. Инновационная архитектура схемы коррекции C²V позволяет работать с кабелями длиной до 30 м без использования ретрансляции. Чтобы гарантировать, что технология C²V отвечает всем требованиям автомобильной отрасли, в ней применяется ряд методов оптимизации ЭМС (оптимизированная структура сигнальных цепей, сглаживающие фильтры, фильтры формирования спектра), и на нее распространяется репутация Analog Devices как заслуживающего доверия поставщика технологий для автомобильной промышленности.

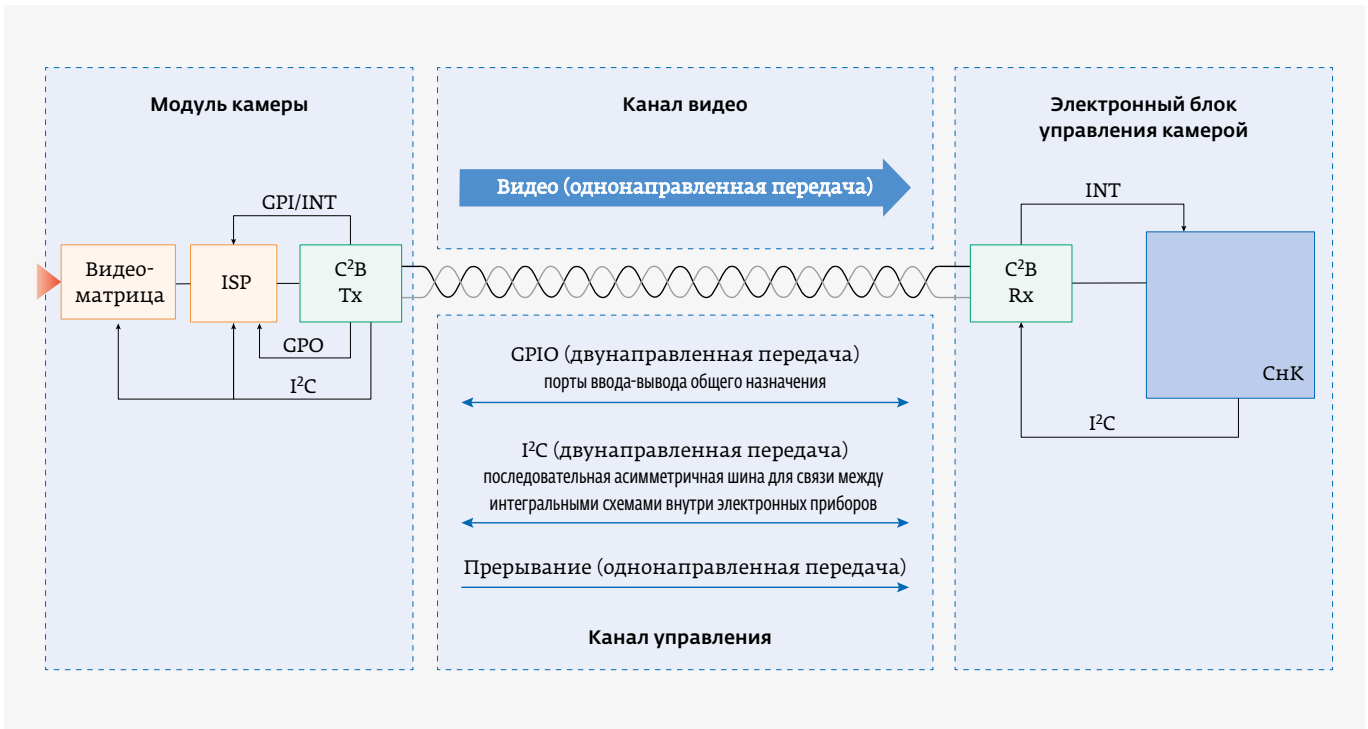


Рис. 2. Упрощенная схема архитектуры C²V

В C²V имеется канал управления, который позволяет передавать сигналы по протоколу I²C на частоте до 400 кГц, обеспечивает до четырех линий для сигналов GPIO и два сигнала прерывания от модуля камеры. Это помогает создавать системные архитектуры не только с конфигурированием на локальном уровне (микроконтроллеры модуля камеры и электронного блока управления / головного устройства), но также и с удаленным конфигурированием (когда микроконтроллер электронного блока управления / головного устройства выполняет конфигурирование модуля камеры). Четыре канала GPIO применяются в соединении C²V для передачи статических сигналов. Два сигнала прерывания предназначены для того, чтобы передатчик C²V мог передавать в приемник информацию о состоянии. Для контроля целостности данных в собственном канале управления в технологии C²V применяется CRC-код. В случае возникновения ошибки может быть автоматически инициирована повторная передача.

Технология C²V поддерживает такие функции, приносящие ощутимую пользу потребителям в автомобильной промышленности, как диагностика кабелей (сбор информации о событиях КЗ кабеля на шину питания и общую шину), а также подсчет, генерация, декодирование и передача информационных кадров, с тем чтобы предоставить возможность глубокого анализа целостности передаваемых данных.

Специально разработанная для применения в автомобилях технология C²V включает ряд решений, обеспечивающих соответствие требованиям ЭМС при использовании недорогих UTP-кабелей и незранированных разъемов. Среди них – подавление отраженного сигнала при рассогласовании импеданса, широкополосное подавление синфазной помехи (что важно при применении UTP-кабелей) и формирование спектра выходного сигнала для снижения излучаемых помех. Данная технология прошла испытания на соответствие международным стандартам ЭМС как на уровне устройства, так и на уровне системы (CISPR 25 класс 5 – излучение, ISO 11452-2 / ISO 11452-4 / ISO 11452-9, ISO 7637-3 – стойкость к помехам, ISO 10605 – ЭСР).

Благодаря этим свойствам технология C²V является привлекательным решением для двух видов производителей автомобилей: для тех, кто все еще использует камеры стандартного разрешения и ищет путь для модернизации с низким риском, и для тех, кто уже перешел на видеосистемы на основе цифровых технологий подключения камер и ищет способы снижения стоимости, которые могут быть обеспечены аналоговой технологией подключения камер высокого разрешения.

Области применения, в которых C²V обладает значительными преимуществами с точки зрения стоимости системы в сравнении с альтернативными технологиями, включают в себя камеры заднего обзора,

ЦАП 16-разрядный с уровнем функциональной безопасности SIL2 ADFS5758

 **ANALOG
DEVICES**

AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

- **Функциональная безопасность уровня SIL 2/SC3 подтверждена TÜV Rheinland**
- **Выход по току и напряжению на одном выводе**
- **Сертификаты по электромагнитной совместимости IEC61000-4 и CISRP 11 (Class B)**



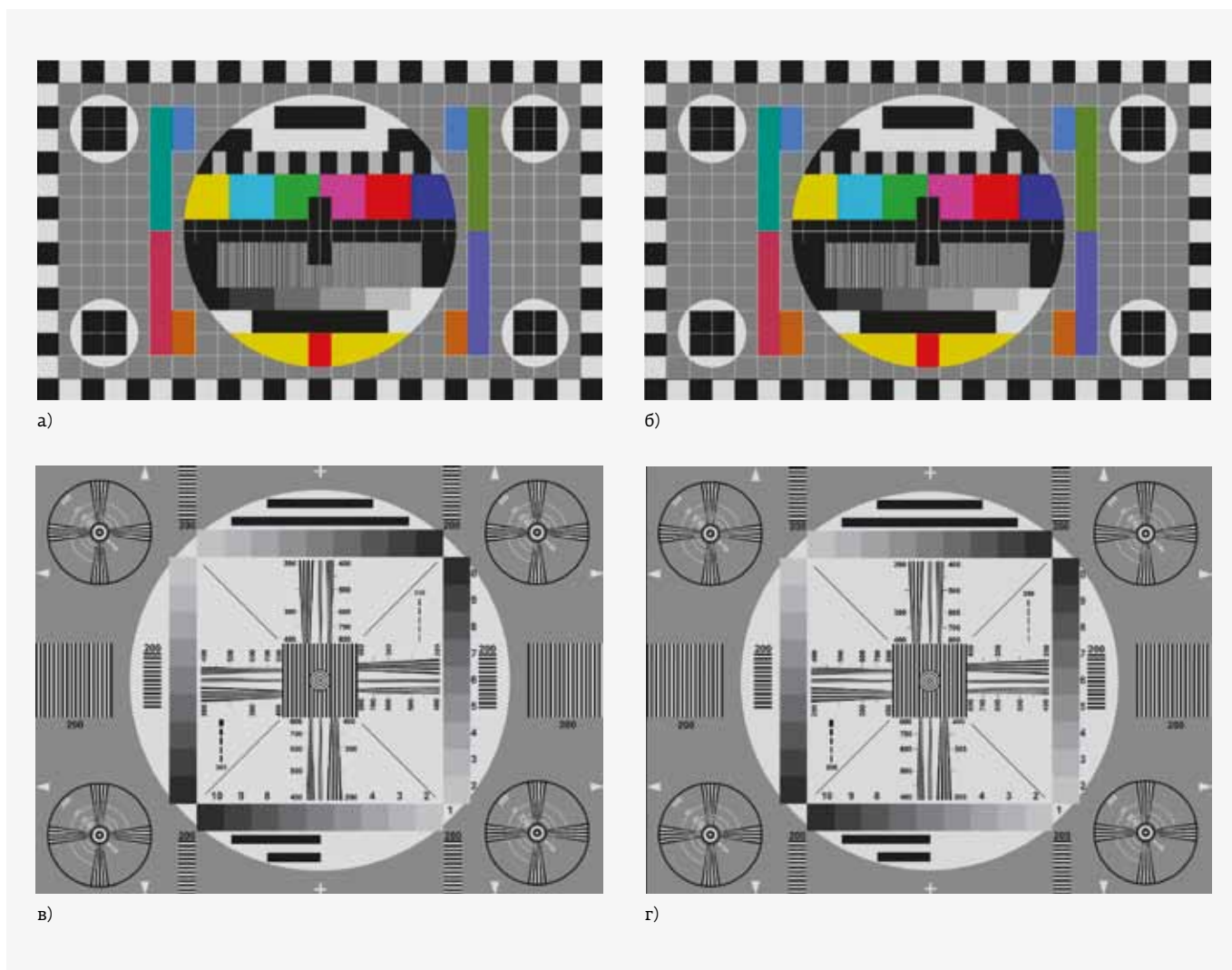


Рис. 3. Сравнение кадров видео, полученных с применением цифровой технологии подключения камер (HDMI) (а, в) и технологии С²В (б, г)

системы кругового обзора, электронные зеркала и системы наблюдения за пассажирами в салоне. Способность С²В обеспечивать отсутствие визуально заметных потерь качества видеоизображения – ее природное свойство, которое прошло независимое тестирование. Оно позволяет достигать характеристик видео высокого разрешения, сравнимых с цифровыми технологиями подключения камер, и при этом дает возможность существенно снизить стоимость на уровне системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология С²В предлагает производителям автомобилей привлекательное решение для подключения камер к длинным линиям передачи (порядка 30 м), которое может быть использовано для упрощения модернизации существующих решений на основе SD-камер до

уровня высокого разрешения (HD) или замены систем на основе цифровой технологии подключения камер для снижения итоговой стоимости системы. Информацию о технологии С²В и доступных продуктах для автомобильных применений можно найти по ссылке analog.com/c2b или связавшись с локальным офисом продаж компании Analog Devices. Чтобы ускорить изучение технологии и разработку прототипов систем, можно воспользоваться оценочными платами передатчика (ADV7992) и приемников С²В (ADV7382 / ADV7383), предоставляемыми Analog Devices. Если разрабатывается приемник, то при создании прототипа системы оценочная плата с передатчиком С²В может быть использована в качестве источника видеoinформации. А если разрабатывается видеокамера как источник сигнала, то в качестве приемника сигнала можно использовать оценочную плату с приемником С²В. ●