

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СВЯЗЬ НА ТРАНСПОРТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ DSRC



В статье рассмотрены основные особенности технологии DSRC – беспроводной связи на малых расстояниях, позволяющей осуществлять взаимодействие между движущимися с высокой скоростью объектами. Высокое быстродействие такой системы позволяет использовать ее для предотвращения столкновений транспортных средств, а широкий набор предоставляемых сервисов – для контроля движения, оплаты услуг и т.д. Применение такой технологии позволяет на 80% сократить число аварий, осуществлять контроль и управление движением транспортных потоков в большом городе.

В. Макаренко, В. Павлюченко

HIGH-SPEED COMMUNICATIONS TRANSPORT™ USING THE TECHNOLOGY OF DSRC

Abstract – The article deals with the main features of the technology DSRC – wireless communication at short distances, which allows for interaction between moving objects with high speed. High speed of such system allows to use it for prevention of collisions of vehicles, and a wide range of services – for traffic control, payment for services, etc. The Use of such technology allows to reduce the number of accidents by 80%, to control and manage traffic flows in a large city.

V. Makarenko, V. Pavluchenko

Проблемы безопасности дорожного движения и оперативного управления транспортными потоками – наиболее актуальны на сегодня в транспортной индустрии. Их разрешение невозможно без развития и внедрения самых современных технологий, позволяющих обеспечить связь как между транспортными объектами, так и центрами управления движения.

Существующие методы обмена данными, включающие сотовую, транкинговую и обычную радиосвязь, позволяют решать многие задачи, но зачастую этих средств недостаточно для повышения безопасности движения и контроля движения транспортных средств.

Федеральная администрация автострад США поставила перед собой цель – за 10 лет уменьшить число дорожных аварий на 50%. Для решения поставленной задачи была разработана технология DSRC (Dedicated Short Range Communication) на основе стандартов беспроводной связи IEEE 802.11 и IEEE 1609.

Устройства DSRC позволяют решать проблему оперативной передачи данных между автомобилями и объектами транспортной инфраструктуры, обеспечивают минимизацию расходов на центры обработки данных и не требуют создания дорогостоящей инфраструктуры.

Федеральная комиссия по связи США (FCC) выделила полосу частот 75 МГц в диапазоне 5.9 ГГц для использования интеллектуальными транспортными системами (ИТС), а в Европе в этом же диапа-

зоне выделена полоса частот 30 МГц.

На сайте департамента транспорта США [1] дана краткая характеристика технологии DSRC, а в [2, 3] полное описание стандарта IEEE 802.11p, описывающего технологию DSRC.

Основное назначение этой технологии:

- контроль дорожного движения
- автоматизация процесса взимания платы за проезд на платных дорогах
- предоставление оперативной информации о плотности и скорости транспортных потоков города
- оптимизация маршрутов городского транспорта.

Для работы устройств DSRC в США выделен диапазон частот от 5.850 до 5.925 ГГц. В этой полосе формируется семь каналов шириной 10 МГц. В качестве защитной зоны оставляют свободной полосу 5 МГц в нижней части диапазона. Деление на каналы необходимо для обеспечения одновременного взаимодействия нескольких транспортных средств.

Технология DSRC обеспечивает:

- очень быстрое (менее 0.2 с) соединение
- передачу данных со скоростью до 27 Мбит/с на расстояние до 1.5 км
- устойчивую работу при скорости движения транспорта до 250 км/ч
- работу устройств в полудуплексном режиме.

Контроль дорожного движения с использованием технологии DSRC позволяет получать оперативную информацию о состоянии транспортной сети

города, что в свою очередь дает возможность повысить безопасность и ритмичность движения транспорта.

Устройства, используемые в технологии DSRC, работают в режиме WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments – беспроводной доступ в автомобильной среде), который описывается в стандарте IEEE 1609. Этот стандарт содержит несколько составных частей [2]:

1. P1609.1 – менеджер ресурсов:
 - описывает ключевые компоненты архитектуры системы
 - определяет потоки данных и ресурсы
 - определяет форматы командных сообщений и хранения данных
 - определяет типы устройств, которые поддерживаются технологией DSRC.
2. P1609.2 – службы безопасности для приложений и сообщения системы управления:
 - определение безопасных форматов обработки сообщений
 - условия использования безопасного обмена сообщениями.
3. P1609.3 – сетевой обмен данными:
 - определяет сервисы сетевого и транспортного уровней, включая адресацию и маршрутизацию
 - поддержку защищенных данных
 - определяет короткие сообщения, обеспечивая эффективную альтернативу IP, которая непосредственно поддерживается приложениями.
4. P1609.4 – многоканальная работа:

- усовершенствования 802.11 MAC для поддержки WAVE.

Технология DSRC поддерживает известные протоколы сетевого и транспортного уровней IPv6, пользовательский протокол дейтаграмм (UDP) и протокол управления передачей (TCP). Выбор между WSMP или IPv6+UDP/TCP зависит от требований конкретного приложения.

Распределение каналов связи, предназначенных для использования DSRC, приведено на рис. 1.

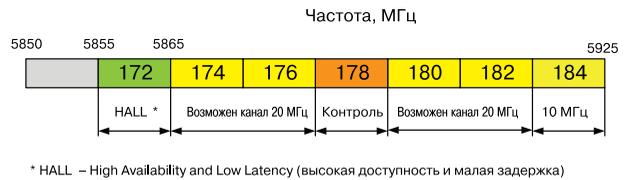


Рис. 1. Распределение частотных каналов в технологии DSRC

Состав системы DSRC и ее составных частей показан на рис. 2 [4].

Система может быть условно разделена на две части. Часть системы, установленная на автомобиле (Onboard Unit – OBU), получает данные от датчиков и устройств автомобиля и передает их через драйвер HMI (Human Machine Interface) на дисплей водителя и по каналу беспроводной связи на приемопередатчик второй части системы – RSU (Roadside Unit), которая входит в систему контроля движения дорожной службы. Как OBU, так и RSU содержат приемники GPS для точного определения ме-

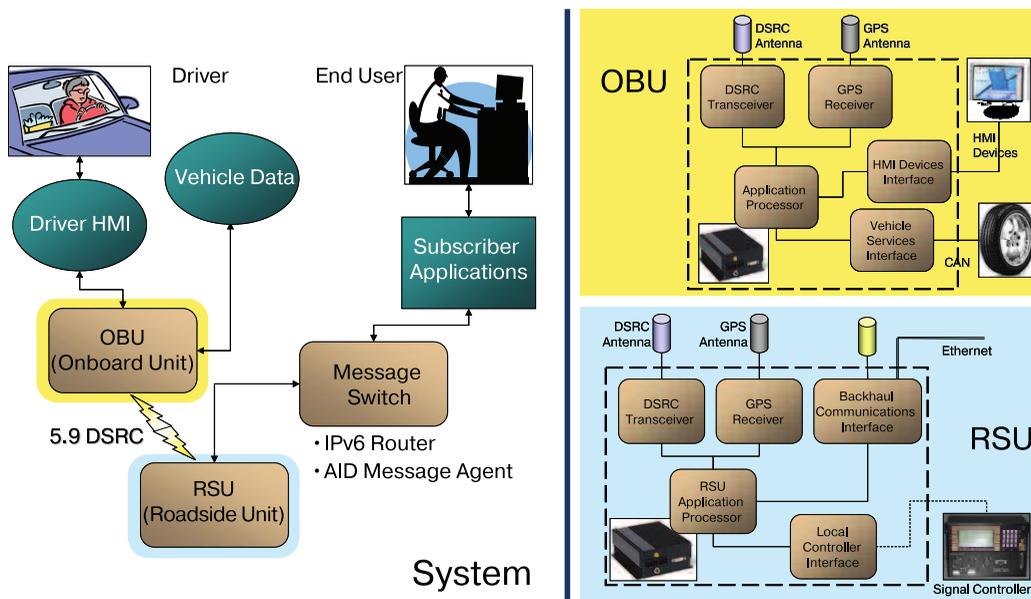


Рис. 2. Состав системы DSRC и ее составных частей

стоположения объектов, на которых они установлены.

Для обеспечения наибольшей площади взаимодействия компонентов системы диаграмма направленности антенны приемопередатчика DSRC автомобиля в горизонтальной плоскости круговая. При необходимости автомобили могут комплектоваться несколькими антеннами, одна из которых имеет круговую диаграмму направленности, а вторая – два лепестка в передней и задней полуплоскостях (рис. 3).

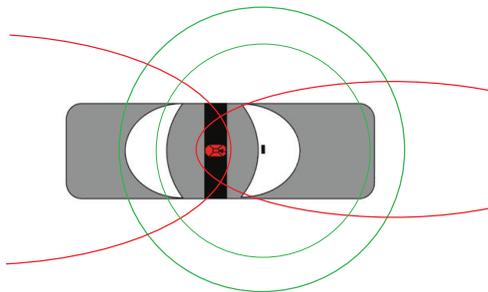


Рис. 3. Диаграммы направленности антенн системы DSRC

Устройства в системе DSRC функционируют следующим образом. RSU 10 раз в секунду производит опрос устройств, поддерживающих технологию DSRC.

Все устройства OBU, находящиеся в радиусе действия передатчика RSU:

- прослушивают канал 172
- осуществляют аутентификацию цифровой подписи RSU
- выполняют приложения безопасности (в первую очередь)
- выполняют приложения, не связанные с безопасностью
- возвращаются на канал 172 в режим прослушивания.

Подробно взаимодействие различных частей системы приведено в [4].

Пример взаимодействия автотранспорта в транспортной сети города при помощи технологии DSRC приведен на рис. 4.

Технология DSRC создана специально для целей беспроводной передачи данных в интеллектуальных транспортных сетях и поддерживает весь спектр необходимых сервисов по управлению, контролю и обеспечению безопасности дорожного движения. Рассмотрим пример взаимодействия системы RSU и OBU:

1. Приемник автомобиля получает сигнал маяка RSU и "просыпается". Сигнал маяка содержит дан-



Рис. 4. Пример взаимодействия автотранспорта в транспортной сети города при помощи технологии DSRC

ные с перечнем предоставляемых сервисов (приложений), которые поддерживаются на данной точке RSU. Время между получением первого сигнала и готовностью системы OBU к работе составляет 5 мс.

2. Приемопередатчики OBU и RSU определяют свободный канал, по которому будет осуществляться обмен данными. Разделение на каналы необходимо в связи с необходимостью одновременного обслуживания большого числа транспортных средств, которые могут находиться на дороге.

3. Система OBU автомобиля сообщает о приложении (или приложениях), которое ему необходимо. Например, о EFC – электронной оплате проезда.

4. Между приемопередатчиками OBU и RSU устанавливается защищенное соединение и осуществляется обмен данными в рамках выбранного приложения.

При взаимодействии транспортных средств, оборудованных устройствами DSRC, между собой создаются условия для повышения безопасности движения. Все устройства DSRC с периодичностью 100 мс посылают в эфир короткие сообщения и принимают такие же от других бортовых устройств OBU и дорожных устройств RSU. OBU постоянно посылают в эфир сообщения, содержащие данные об их координатах, скорости движения и ускорении. Одновременно они принимают аналогичные сообщения от других OBU и RSU. Путем сравнения полученных параметров других транспортных средств и собственных значений скорости и координат, OBU высчитывает траекторию движения транспортного средства и вероятность его столкновения с другими участниками дорожного движения. Об этом OBU сообщает водителю, а в случае приближения этой ве-

роятности к критическому порогу – активирует экстренное торможение. Устройство RSU, установленное на перекрестке, может, например, информировать транспортное средство о режиме работы светофора и оптимальной скорости движения для проезда перекрестка без остановки. Устройства RSU, установленные вдоль дороги, способны сообщить OBU о рекомендуемой безопасной скорости проезда опасного участка.

На рис. 5 приведен пример обмена информацией между автомобилями. На рис. 5,а предупреждение о медленно движущемся автомобиле А передается через OBU автомобиля В водителю автомобиля С, что позволяет снизить риск столкновения автомобилей А и С при быстром маневре автомобиля В. На рис. 5,б приведен пример передачи данных о торможении автомобиля А с помощью системы безопасности с увеличенной дальностью действия, в которой используются направленные антенны.

Значительно расширить возможности системы DSRC позволяет использование совместно с ней технологии радиочастотной идентификации (RFID – Radio Frequency Identification). Поскольку это метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в транспондерах (другое название RFID-метка), то его можно использовать для передачи информации о дорожных знаках, ограничении скорости движения и других параметрах [6].

В системах RFID информация с устройств считывается с помощью ридера, а метки не имеют возможности обмениваться между собой информацией, поэтому технология RFID применяется в слу-

чаях, когда требуется оперативный и точный контроль, отслеживание и учет многочисленных перемещений различных объектов. Радиочастотные средства идентификации применяются в основном для учета единиц товара в коммерции, контроля перемещения и контроля безопасности.

Однако использовать технологию RFID можно и в интеллектуальных транспортных сетях для "кодирования" дорожных знаков. Для каждого типа транспортных средств можно установить разные знаки, пользователь на конечном устройстве сам выбирает для какого транспортного средства (легковой транспорт, грузовые машины или другие транспортные средства) считываются дорожные указатели. На одном из участков дороги различные типы техники могут двигаться с разными максимальными скоростями. Учитывая, что знаки ограничения скорости очень важны, то обеспечение водителей информацией о максимально допустимой скорости на всей протяженности дороги позволит снизить риск аварий из-за превышения скорости. Для корректной работы система не требует никаких дополнительных устройств, таких как видекамеры или GPS приемники.

Учитывая тот фактор, что пассивные метки системы RFID имеют ограниченный радиус действия (радиус действия зависит от диапазона частот, в котором она работает), то такие метки монтируются прямо в дорожное полотно на таком расстоянии от знака, чтобы водитель успел отреагировать на него. Такая система оповещения особенно эффективна в темное время суток и при плохих погодных условиях. Пример использования системы RFID для этих целей показан на рис. 6.

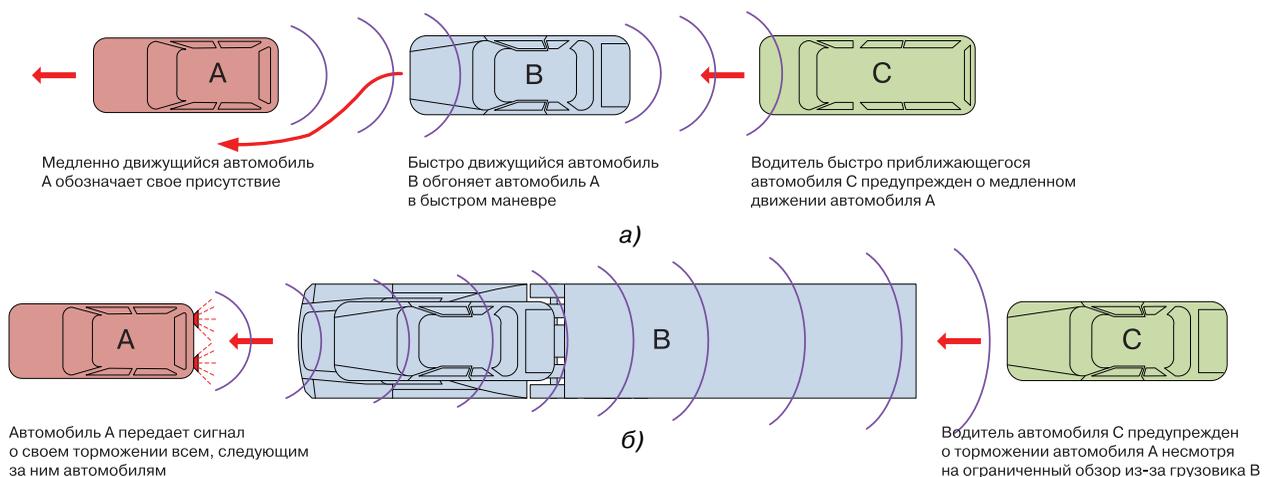


Рис. 5. Пример обмена информации между автомобилями при использовании обычного сообщения безопасности (а) и при увеличенном радиусе действия системы безопасности (б)

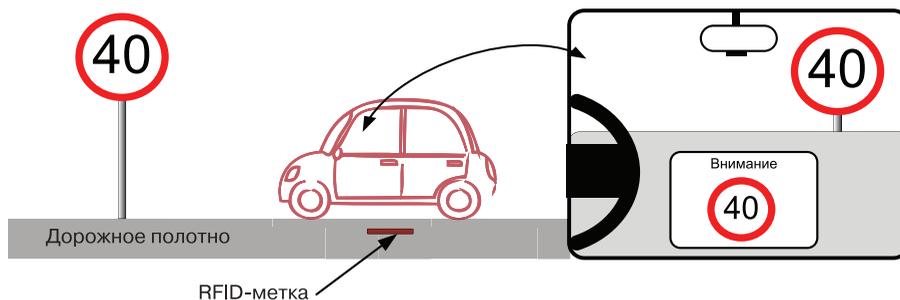


Рис. 6. Иллюстрация использования RFID-меток в процессе распознавания дорожных знаков

Для обеспечения работы технологий DSRC и RFID не нужно ни контакта со считывателем, ни прямой видимости считывателя, в отличие от систем с использованием штрих-кодирования, магнитных и smart-карт. Надежная работа гарантирована при работе в агрессивных средах и неблагоприятных климатических условиях, что дает данным технологиям преимущество при построении транспортной сети города.

Для реализации системы DSRC выпускаются специализированные модули. Например, компания Ublox серийно выпускает модули приемопередатчиков V2X (Vehicle-to-Everything) VERA-P1 (рис. 7) [7].

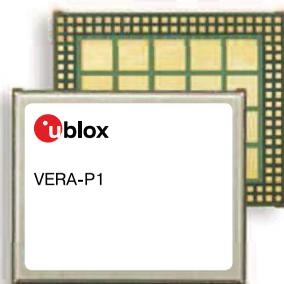


Рис. 7. Модули серии VERA-P1 компании Ublox для реализации технологии DSRC

Это наиболее эффективные модули приемопередатчиков стандарта 802.11p V2X на рынке оборудования для транспортной инфраструктуры и

транспортных средств. Отличительные особенности модулей:

- соответствие WAVE и ETSI ITS G5 для США и Европы
 - ♦ IEEE 802.11p – 2010
 - ♦ ETSI ES 202 663
 - ♦ IEEE 1609.4 – 2010
- два варианта исполнения:
 - ♦ одиночный канал с возможностью подключения различных антенн
 - ♦ двойной канал с фиксированными антеннами
- дальность связи более 1 км (при прямой видимости)
 - ♦ чувствительность приемника -97 дБм
 - ♦ скорость передачи данных 3...27 Мбит/с
 - ♦ диапазон рабочих температур -40...95 °С
 - ♦ габаритные размеры 24.8×29.6×4 мм
 - ♦ корпус LCC-160.

Эти автомобильные модули сконструированы для применения в системах безопасности и регулирования дорожного движения, а также для системы развлечений автомобиля. Модули универсальны и могут быть использованы как в устройствах OBU, так и RSU. Обеспечивают надежную работу системы при максимальной скорости движения автомобиля и при отсутствии прямой видимости другого объекта DSRC.

В модули серии VERA-P1 интегрирован MAC/LLC/Baseband обработчик и необходимые компоненты радиочастотного канала. Модуль подключается к хост-процессорам через интерфейсы

Основные характеристики модулей VERA-P1 компании Ublox

Модель	Радиоканал			Интерфейсы				U _{пит.} , В	Возм. подкл. разл. антенн	Число каналов	
	80211p	P _{вых.макс} ¹ , дБм	Тип антенны	USB2.0	GPIO	1PPS	SPI			1	2
VERA-P171	+	-10...23	1p ¹	+	+	+	+	3.3/5	-	+	-
VERA-P173	+	-10...23	2p ²	+	+	+	+	3.3/5	+	+	-
VERA-P174	+	-10...23	2p ²	+	+	+	+	3.3/5	D ³	+	D ³

USB или SPI. Основные характеристики модулей серии VERA-P1 приведены в таблице.

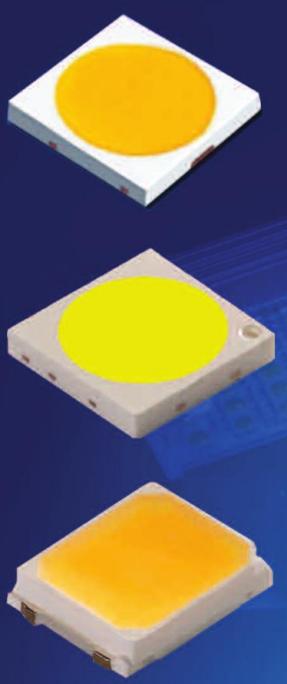
Примечания: ¹ антенна с одним выводом, ² антенна с двумя выводами, ³ конфигурируется пользователем.

Количество компаний, выпускающих модули для систем V2X постоянно растет. Среди них такие компании как Qualcomm, LG Innotek, Commsignia, Unex, ZTE и более десяти других китайских компаний.

Ведущие мировые автомобильные компании либо начинают внедрять эту технологию в своих новых изделиях, либо планируют сделать это в ближайшем будущем. Компания Ford выпустит первые автомобили, оснащенные системой DSRC, уже в 2018 году, Volkswagen планирует начать выпуск в 2019, а Toyota и Lexus в 2021 году.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.DSRC: The Future of Safer Driving/
https://www.its.dot.gov/factsheets/dsrc_factsheet.htm.
- 2.<http://www.cvt-project.ir/Admin/Files/eventAttachments/109.pdf>.
- 3.<https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11p-2010.html>.
- 4.https://www.its.bldrdoc.gov/isart/art05/slides05/fre_j/fre_j_slides.pdf.
- 5.<http://www.comsocscv.org/docs/20140611-Toyota-Kenney.pdf>.
- 6.Sato Y., Makane K.: Development and Evaluation of In-Vehicle Signing System Utilizing RFID Tags as Digital Traffic Signals. International Journal of ITS Research, Vol. 4, No.1, December 2006, p. 53–58.
- 7.https://www.u-blox.com/sites/default/files/ProductCatalog_21_2018Feb.pdf.



Светодиоды 3030 и 2835 от CREE уже на рынке!

Светодиоды J Series™ средней и малой мощности от лидера отрасли:

- стандартные форм-факторы 3.0×3.0×0.5 мм и 2.8×3.5×0.7 мм
- номинальные значения напряжения 3 и 6 В
- биннинг по цветовой температуре и световому потоку
- диапазон цветовых температур 2700...6500 К по ANSI
- индексы передачи цвета 70, 80 и 90 CRI для всех значений CCT
- соответствие требованиям RoHS и REACH, рекомендовано UL® (E495478)

Серия	Мощность, Вт	Ток (тип.), мА	Световой поток (тип. для CRI=70, 4000 К), Лм	Падение напряж. (тип.), В	Макс. ток, мА
JB3030 3V	0.2	65	35.5	2.8	240
JK3030 3V	1	350	156	3.2	400
JK3030 6V	1	150	152	6	200
JE2835 3V	0.5	150	79	3	240
JK2835 6V	1	150	153	6.2	200



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании CREE в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmiais.ua, www.vdmiais.ua