

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Вопросы стандартизации автомобильных сетей в рамках построения Интеллектуальных транспортных систем

Standardisation of road networks in the framework of building Intelligent transport systems

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы – Intelligent Transport Systems, IEEE 1609, WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment), DSRC (Dedicated Short Range Communications), WSMP (WAVE Short Message Protocol), PSID (Provider Service Identifier), WSA (WAVE Service Advertisement).

В статье рассматривается семейство стандартов IEEE 1609, описывающее принципы работы протоколов верхнего уровня в системах DSRC (Dedicated Short Range Communications) для интеллектуальных транспортных систем. Данные стандарты были разработаны для реализации ряда специфических задач по обеспечению транспортной сферы необходимым набором услуг.

In this article the family of IEEE 1609 standards what describes the principles of operation of DSRC high level protocols for ITS industry is considered. These standards were developed for realization a specific tasks of providing the transport sphere with a necessary service sets.

ВВЕДЕНИЕ

Постоянный рост количества автотранспортных средств и усиливающиеся требования к безопасности дорожного движения создают предпосылки применения новых технологий обеспечения безопасности и управления транспортными потоками.

Мировым транспортным сообществом эта проблема решается путем построения интеллектуальных транспортных систем (ИТС, англ. Intelligent Transport Systems – ITS), представляющих собой системную интеграцию современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированную на повы-

БЛИНОВ / BLINOV M.

Максим Андреевич

(totkapf@gmail.com)

научный сотрудник ООО «КБСТ ИТМО»,
Санкт-Петербург

ТАРАКАНОВ / TARAKANOV S.

Сергей Александрович

(k.v.tarakanov@gmail.com)

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник ООО «КБСТ ИТМО»,
Санкт-Петербург

ХВОРОВ / KHVOROV I.

Игорь Алексеевич

(khvorov@labics.ru)

кандидат технических наук, доцент кафедры
Беспроводных телекоммуникаций НИУ ИТМО,
Санкт-Петербург

шение безопасности и эффективности дорожного движения, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

На мировом уровне стандартизацией в области автомобильных сетей и ИТС занимается Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) и ее технические комитеты (Technical Committee – TC) №204 (ISO/TC204) – вопросы ИТС и №22 (ISO/TC22) – дорожная инфраструктура. В Европе над этими проблемами работают технические комитеты Европейского комитета по стандартизации (фр. Comité Européen de Normalisation – CEN) – CEN/TC278 и CEN/TC226 соответственно, а также технический комитет TC ITS ETSI. Стратегической координацией этих работ на европейском уровне занимается специально созданная группа – Intelligent Transport Systems Standards Coordination Group (ITS-CG), но в целом между различными рабочими группами (Work Group – WG) в мире существует достаточно тесная кооперация.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В основу будущего единого мирового стандарта ИТС могут быть положены три составляющих:

- созданный ТС ITS ETSI стандарт ETSI EN 302 665 V1.1.0 (2010-07) определяющий архитектуру ИТС и европейская программа M453, в которой описан минимальный набор стандартов и требований для развертывания ИТС;

- разработанная рабочей группой №16 (WG 16) ISO/TC204 архитектура CALM (Communications Access for Land Mobiles) на базе протокола IPv6. В качестве подстандарта включен HC-SDMA (High Capacity Spatial Division Multiple Access) технология беспроводной широкополосной передачи данных, разработанная компанией ArrayComm (стандарт IEEE 802.20);

- архитектура, получившая название Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE), позволяющая обеспечить стандартизацию беспроводного доступа в транспортных системах, регламентируя взаимодействие всех участников процесса, включая производителей транспортных средств и компонентов, организации, обеспечивающие общественную безопасность и транспортные компании. Базируется на стандарте IEEE 802.11 и семействе стандартов IEEE 1609. Технология используется как основа для DSRC (Dedicated short range communications) – проекта Департамента транспорта США, рассматривающего автомобильные сети связи и, в частности, такие приложения как сбор платежей, услуги безопасности и коммерческие транзакции через автомобили. Особенности реализации стандарта IEEE 802.11 в рамках DSRC рассматривались в [1]. В настоящей статье пойдет речь о семействе стандартов IEEE 1609.

СТРУКТУРА СЕМЕЙСТВА СТАНДАРТОВ IEEE 1609

Семейство стандартов IEEE 1609 в настоящее время включает в себя 8 стандартов, из которых

шесть действующих в настоящий момент и два находятся в процессе разработки. Работа над стандартом IEEE 1609.5 пока приостановлена.

Состав протокола IEEE 1609, обеспечивающего функции управления и защиты данных для DSRC систем:

- IEEE 1609.0 – архитектура (Architecture) – в настоящий момент разрабатывается;

- IEEE 1609.1 – менеджер ресурсов (Remote management services) – в настоящий момент отозван;

- IEEE 1609.2 – сервисы безопасности (Security services);

- IEEE 1609.3 – сетевые сервисы (Networking services);

- IEEE 1609.4 – многоканальная передача данных (Multi-channel operation);

- IEEE 1609.5 – менеджер связи (Communications manager) – разработка приостановлена на неопределенный срок

- IEEE 1609.11 – беспроводной протокол оплаты услуг для нужд ITS (Over-the-air electronic payment data exchange protocol for intelligent transportation systems (ITS));

- IEEE 1609.12 – идентификатор распределения частот (Identifier allocations) – в настоящий момент разрабатывается.

Протокол IEEE 1609.0, определяющий принципы построения системной архитектуры (рис. 1), рассматривает два вида устройств: дорожные устройства – RSU (roadside unit) и бортовые устройства – OBU (on board unit), которые выполняют две основных функции: потребления и поставки услуг [3].

Стандарт IEEE 802.11 поддерживает три типа устройств, включающих определённые установленные наборы услуг (Service set – SS) [1]:

- базовое устройство (Basic service set – BSS);

- независимое базовое устройство (Independent basic service set – IBSS);

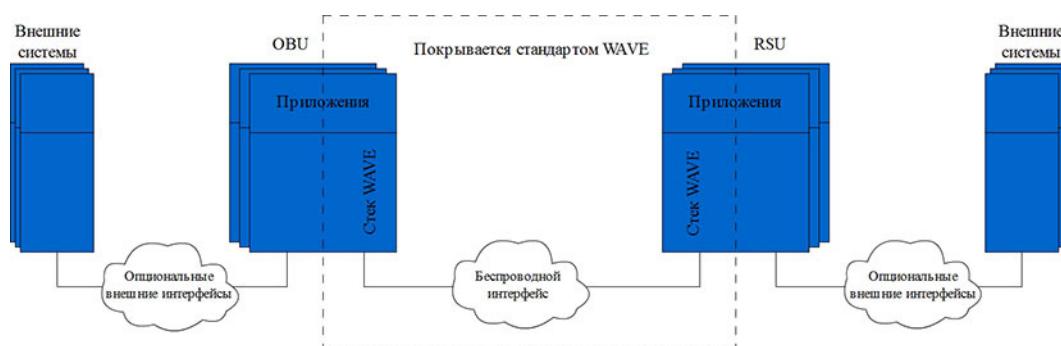


Рис. 1. Общий вид архитектуры ИТС

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

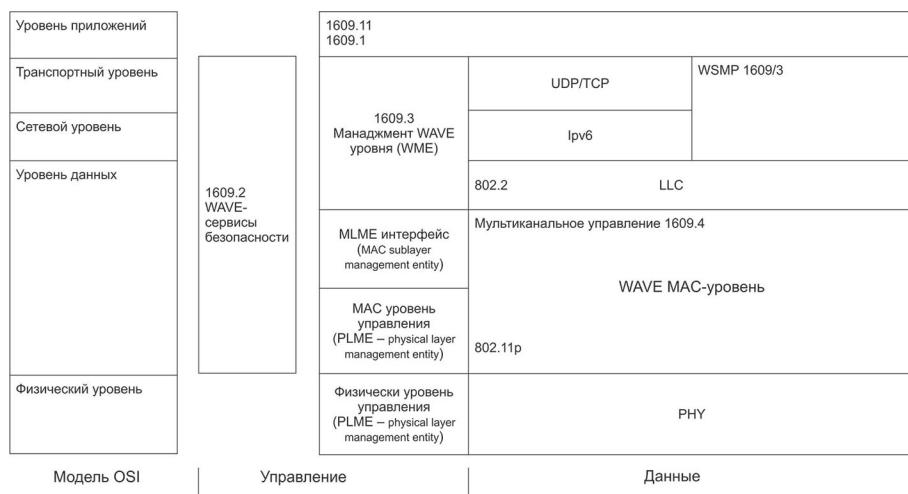


Рис. 2. Стек протокола WAVE

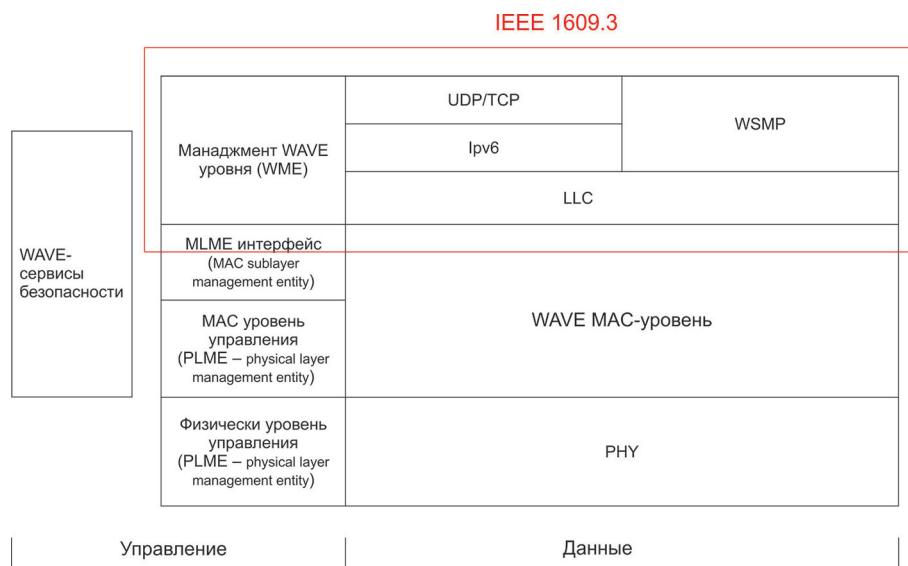


Рис. 3. Зона ответственности IEEE 1609.3

– расширенное устройство (Extended service set – ESS).

Базовое устройство включает в себя точку доступа, которая управляет сетью, расширенное устройство – это сеть из двух и более BSS, объединенных между собой устройством распределения трафика (distribution system – DS). В сетях Wi-Fi BSS периодически посыпает широковещательное сообщение, содержащее идентификатор SS (SSID) и другую информацию, необходимую для синхронизации. Другие устройства принимают это сообщение и синхронизируют по нему свою частоту и время. Устройства могут обмениваться данными между собой только, если они

являются членами одного SS, организация которого требует ряда шагов: временная и частотная синхронизация, аутентификация и инициализация соединения, на что требуется значительное время. В сетях DSRC, чтобы сообщения доходили до пользователя как можно быстрее, вводится особый режим работы устройств BSS – OCB (Outside the context of a BSS).

В режиме OCB устройства могут отправлять и принимать данные и контрольные биты без того, чтобы предварительно становиться членами сети одного SS. При этом теряется возможность управления трафиком на MAC-уровне, а именно отключаются сервисы контроля и защиты передаваемой

информации. В связи с этим возникает необходимость использовать протокол более высокого уровня WAVE (рис. 2), оговоренный в стандарте IEEE 1609, который позволяет реализовать все необходимые функции по управлению и защите трафика в сетях DSRC и необходимые сервисы для интеллектуальных транспортных систем.

Учитывая, что в режиме ОСВ устройства теряют некоторые важные функции, реализуемые, согласно стандарту IEEE 802.11, на MAC-уровне, то сервисы обеспечения безопасности, в частности, реализованы в надстройке более высокого уровня, определяемой стандартом IEEE 1609.2 [5], которая обеспечивает функции определения формата сообщений безопасности, обработки этих сообщений, а также административные функции.

А стандарт IEEE 1609.3 регламентирует управление данными на сетевом и транспортном уровне в сетях DSRC, включая многоканальное взаимодействие между устройствами и обеспечение адресации и доставки данных для сервисов высших уровней (рис. 3).

В системах DSRC управлением трафиком на сетевом и транспортном уровне происходит главным образом с использованием протокола WSMP (WAVE

short message protocol), который обеспечивает малое время задержки на передачу сообщения. Он позволяет выбирать номер канала, мощность и скорость передачи для каждого приложения более высокого уровня отдельно, для чего используется идентификатор PSID (Provider service identifier) (табл. 1 [6]).

Структура кадра сообщения WAVE представлена на рисунке 4 [6]. В первом поле указывается версия протокола, в поле ID элемента WSMP WAVE задается тип WSM сообщения, за безопасность отвечает тип WSMP-S (WSMP safety supplement), а за идентификацию – тип WSMP-I (WSMP identity supplement). В поле Длина, 12 бит используются для указания длины поля данных в октетах и 4 бита зарезервировано для будущих нужд. Дополнительными могут быть поля с указанием номера канала, скорости передачи данных, мощности передатчика – все эти параметры определяются в спецификации к стандарту IEEE 802.11.

Согласно архитектуре построения сети по стандарту IEEE 1609.0 типы устройств могут рассматриваться также согласно выполняемым ими функциям: потребитель и поставщик услуг [3]. Поставщик услуг определяет тип сервисных сообщений WSA (WAVE Service Advertisements),

Таблица 1

Значение заглавных бит	Значение оставшихся бит	Длина PSID (октет)	Диапазон PSID (hex)
0	Любые 7 бит	1	00 – 7F
10	Любые 14 бит	2	8000 – BFFF
110	Любые 21 бит	3	C0 0000 – DF FFFF
1110	Любые 28 бит	4	E000 0000 – EFFF FFFF
1111	зарезервированные	≤ 5	≤ F0 0000 0000

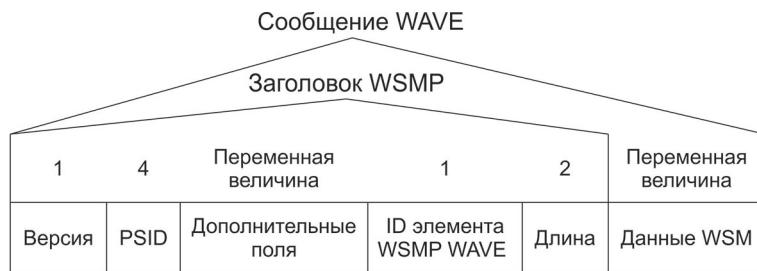


Рис. 4. Структура кадра сообщения WAVE

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

используя контрольный канал (ССН), включая информацию по сервисам и каналам, конфигурацию IP и информацию по таймингам, а также пересыпает данные по сервисным каналам (СН) для обеспечения работы сервисов. Потребитель услуг отслеживает сообщения WSA (рис. 5) [6], передаваемые по ССН на предмет интересующих его сервисов доступных на СН и, находя нужную услугу, переключается на соответствующий СН [1].

В заголовке WSA (рис.6) указывается версия WAVE-протокола и значение счетчика, которое увеличивается по модулю 4 всякий раз, когда меняется WSA.

Длина дополнительных полей может меняться, но составляет не более 225 октетов. Здесь может указываться информация о периоде повторения сообщений, мощности передатчика, идентификаторе поставщика услуг и территориальном положении.

Кадр сообщения WSA состоит из следующих полей:

Поле Сервисной информации (рис.7). Помимо выше рассмотренных двух первых полей, в поле Приоритета указывается приоритет пакета (всего доступно 64 вида приоритетов), в поле Индекса канала доступно 32 набора параметров канала, а в дополнительных полях может указываться следующая информация о контексте сервисного провайдера – PSC (Provider service context), адрес IPv6, номер сервисного порта, MAC-адрес провайдера, RCPI (Received Channel Power Indicator) порог, порог счетчика WSA и порог интервала счетчика WSA (диапазон от 1 до 255 в единицах 100мс).

Поле информации о канале (рис. 8). Поля Рабочий класс и Номер канала регламентируются в стандарте IEEE 802.11. Здесь указываются скорость и мощность передачи, параметры доступа к каналу (таблица 2 [6]) и набор параметров EDCA (Enhanced Distributed Channel Access).

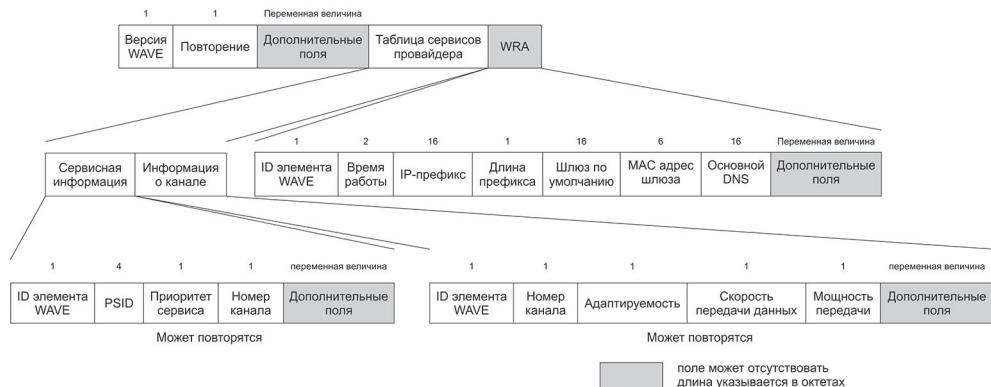


Рис. 5. Структура WSA

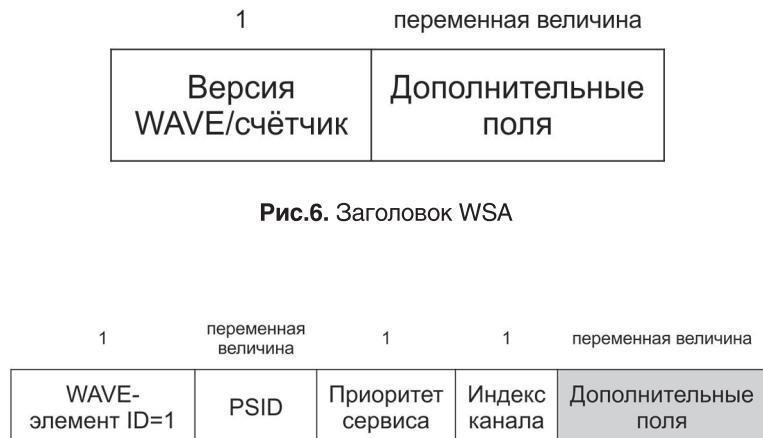


Рис. 7. Структура поля Сервисной информации

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1	1	1	1	1	1	Переменная величина
Элемент WAVE ID=2	Рабочий класс	Номер канала	Адаптируемость	Скорость передачи данных	Мощность передачи	Дополнительные поля

Может повторяться

Рис. 8. Структура поля информации о канале

Таблица 2

Значение	Пояснение
0	Оба SCH интервал и CCH интервал (последовательный доступ)
1	Только SCH интервал (альтернативный доступ)

1	2	16	1	16	16	Переменная величина
WAVE-элемент ID=3	Время работы	IP- префикс	Длина префикса	Шлюз по умолчанию	Основной DNS	Дополнительные поля

Рис. 9. Структура поля WRA

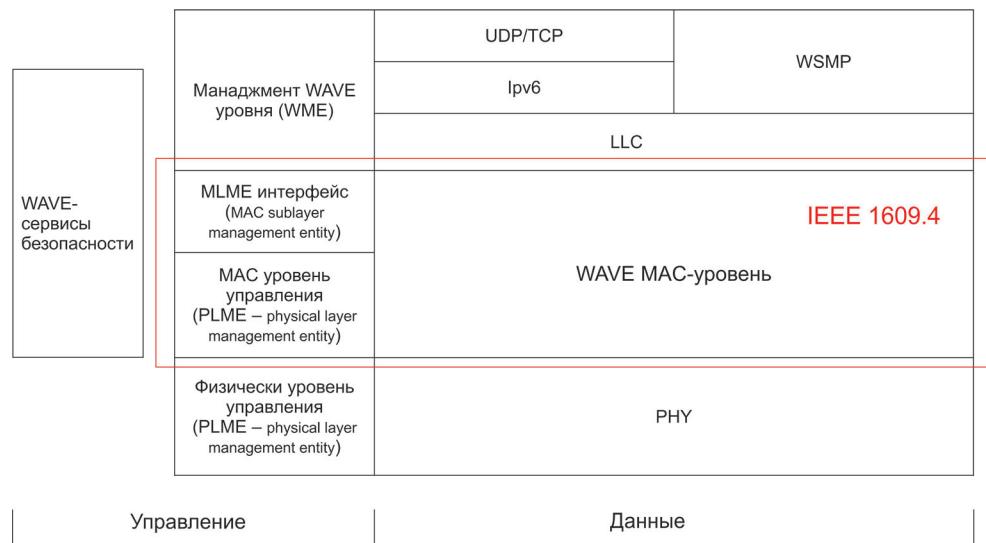


Рис. 10. Стандарт IEEE 1609.4 в иерархии протокола WAVE

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

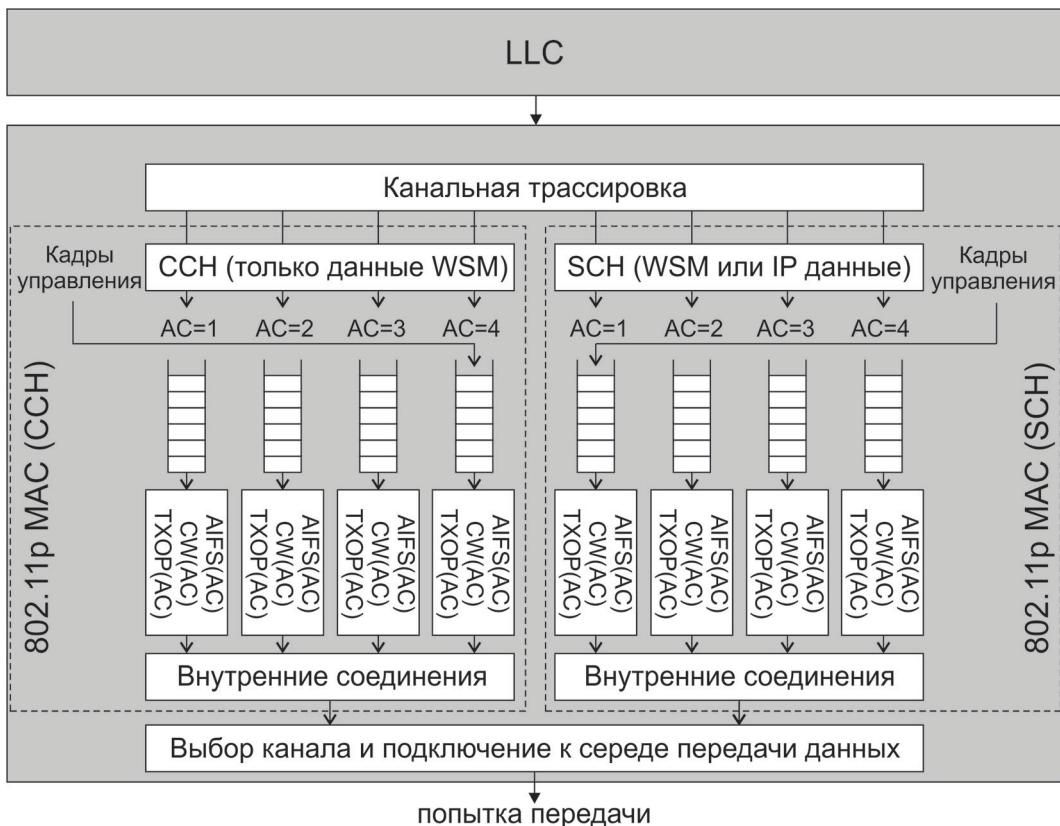


Рис. 11. Принцип работы системы DSRC по стандарту IEEE 1609.4

Поле WRA (WAVE routing advertisement) (рис.9). В поле Время работы указывается время ассоциации с роутером по умолчанию в секундах, максимальное значение может составлять 18,2 часа.

В поле IP-префикс задается префикс подсети IPv6. Также в WRA указывается длина префикса, шлюз по умолчанию, основной DNS и дополнительные поля WRA, а в дополнительных полях, дополнительный DNS и MAC-адрес шлюза.

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

Стандарт IEEE 1609.4 (рис. 10) определяет функции MAC-подуровня для поддержки многоканальной беспроводной передачи данных между WAVE-устройствами. Он обеспечивает контроль за передачей данных приложений более высоких уровней без необходимости точно определения параметров физического уровня. В этом стандарте описываются принципы многоканальной маршрутизации.

На рисунке 11 [7] представлен принцип работы системы DSRC по стандарту IEEE 1609.4

По CCH передается 2 типа сообщений:

- Короткие сообщения, посылаемые приложениями, отвечающими за безопасность (данные о местоположении объекта, его скорости, ускорении и прочие);
- Сообщения о сервисах доступных на SCH и их конфигурации.

При использовании WAVE-устройств существует ряд ограничений, они должны поддерживать хотя бы один из следующих видов кадров, определяемых стандартом IEEE 802.11:

- Кадр оповещения о точном времени – TA (Timing advertisement);
- Кадр, описывающий действия специфические для конкретного производителя VSA (Action with subtype Vendor Specific);
- Кадр данных WSM;
- Кадр данных IP (только для канала SCH)

И удовлетворять характеристикам, приведенным в таблице 3 [7].

Стандарт IEEE1609.11 регламентирует уровень приложений для оплаты услуг в среде DSRC и

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Таблица 3

Характеристика	Значение
Рабочий класс	17
Номер канала	178
CCH-интервал	50 мс
SVH-интервал	50 мс
Допустимое время отклонения	2 мс
Максимальное время переключения между каналами	2 мс

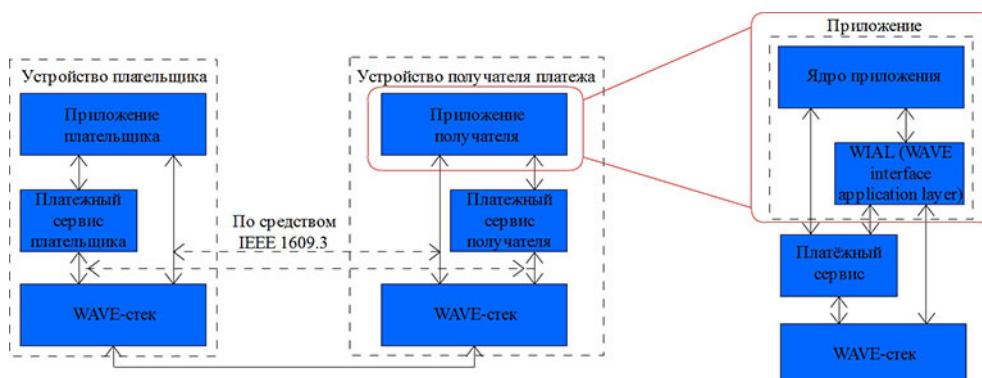


Рис. 12. Структурная схема работы EPS

решает такие задачи, как идентификация устройств, аутентификация платежей и передача платежной информации в защищенном виде. Структурная схема работы EPS (Electronic payment service) представлена на рисунке 12 [8].

Стандарт IEEE1609.12 определяет порядок записи в PSID информации о порядке распределении частот.

Вывод

В системах DSRC, в связи с особыми условиями применения и решаемыми задачами требуется обеспечение ряда услуг, не оговоренных в стандарте IEEE 802.11. С другой стороны от части сервисов, предлагаемых стандартом IEEE 802.11, таких как, например, функции обеспечения безопасности передаваемой информации, пришлось отказаться для максимального сокращения времени передачи сообщения. Эти вопросы призван решить рассмотренный в этой статье стандарт IEEE 1609.

Литература

1. IEEE 802.11: IEEE Standard for information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access

Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications - Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments.

2. ASTM E2213-03 «Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems - 5 GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications».

3. P1609.0 IEEE Draft Guide for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Architecture (MP).

4. 1609.1-2006 Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Resource Manager.

5. 1609.2-2006 Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments - Security Services for Applications and Management Messages.

6. 1609.3-2010 IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Networking Services.

7. 1609.4-2010 IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)-Multi-channel Operation.

8. 1609.11-2010 IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Over-the-Air Electronic Payment Data Exchange Protocol for Intelligent Transportation Systems (ITS).

9. P1609.12 Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Identifier Allocations (R).

10. The Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) Working Group of the Intelligent Transport Systems (ITS) Committee, «IEEE P1609.0/D0.1: Draft Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Architecture», April 2010.