

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Е.Е. Володина, доцент кафедры «Экономика связи» МТУСИ, к.э.н., evolodina@list.ru

Е.Е. Девяткин, руководитель лаборатории НТЦ анализа электромагнитной совместимости ФГУП НИИР, к.э.н., deugene@list.ru

Т.А. Суходольская, начальник сектора экономики спектра ФГУП НИИР, sta@niir.ru

УДК 625.7/8

Аннотация. Проведен анализ условий и целей развития существующих интеллектуальных транспортных систем (ИТС), даны определения, характеристика и классификация основных систем ИТС. Раскрыт перечень международных и региональных организаций, занимающихся разработкой стандартов ИТС. Приведены частотные диапазоны, распределенные устаревшим и усовершенствованным системам ИТС в разных странах.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, стандартизация, выделенная связь на короткие расстояния, диапазоны частот.

ANALYSIS OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS DEVELOPMENT

Elena Volodina, associate professor of the department of communications economics of MTUCI, Ph. D.;

Evgeniy Devyatkin, head of laboratory, scientific and technical center for analysis of electromagnetic compatibility of FSUE NIIR, Ph. D.;

Tatyana Sukhodolskaya, head of sector of spectrum economics of FSUE NIIR

Annotation. The analysis of conditions and development goals of existing intelligent transport systems (ITS), definitions, characteristics and classification of the main ITS systems are given. A list of international and regional organizations involved in the development of ITS standards is presented. The frequency ranges allocated to the obsolete and improved ITS systems in different countries are given.

Keywords: intelligent transport systems, standardization, allocated communication for short distances, frequency bands.

Развитие общества и экономики выдвигают повышенные требования к транспортному обеспечению, что сопровождается увеличением количества транспортных средств. В результате моторизации, урбанизации, роста численности населения, изменения плотности населения по всему миру на протяжении нескольких последних десятилетий наблюдается рост количества пробок на дорогах. Такое положение дел снижает эффективность транспортной инфраструктуры и увеличивает среднее время, затрачиваемое на дорогу, загрязненность воздуха и потребление топлива. Такой круг вопросов и призваны решать интеллектуальные транспортные системы, в рамках которой взаимодействуют человек – водитель или пассажир, транспортное средство и дорожная инфраструктура [1].

Потребность в ИТС продиктована трудностями, вызванными ростом количества пробок на дорогах, и синергией информационных технологий и сетей связи. ИТС – это системы, поддерживающие транспортировку товаров и людей, использующие информационные и коммуникационные технологии для эффективного и безопасного использования транспортной инфраструктуры и транспортных средств (машин, поездов, самолетов, кораблей) (рис. 1).

ИТС стандартизованы и изучены разными стандартизирующими организациями. На международном уровне разработкой стандартов и рекомендаций ИТС/ITS (Intelligent Transport Systems) занимаются МСЭ-R ISO TC 204 и IEEE [2].

На региональном уровне этим занимаются AWG, ARIB, TTA и другие организации. В Европе разработкой стандартов ИТС/ITS на региональном уровне занимаются ETSI TC ITS и CEN TC278.

В России официальной трактовки термина ИТС не существует, несмотря на то, что уже есть первый стандарт [3]. То есть, стандарт есть, а определения ИТС в нем нет. Можно пользоваться только определением Википедии. ИТС – это интеллектуальная система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами.

Естественно ожидать, что специфика ИТС окажет существенное влияние на понимание проблем развития секторов связи и информационных технологий, изучению которых посвящены работы [4-6], а также скажется на методах обеспечения ЭМС [7, 8], технике передачи [9, 10] и приема [11, 12] информации. Это объясняет актуальность исследований, посвященных состоянию ИТС.

На рис. 1. представлены коммуникационные технологии и услуги для ИТС.



Рисунок 1.

Основные системы ИТС, развернутые в мире, можно классифицировать как: системы электронного сбора платы за проезд, транспортные радары, информация и связь между транспортными средствами.

В табл. 1. приведены определения некоторых систем ИТС [13].

Таблица 1.

Выделенная связь на короткие расстояния (ВСКР)	Европа: взимание платы за проезд по дороге и похожие применения
	Северная Америка: связь транспортное средство – транспортное средство и транспортное средство – инфраструктура на основе стандарта IEEE 802.11p / технологии WAVE в диапазоне 5.9 ГГц, похоже на системы C-ITS в основе которых лежит стандарт IEEE 802.11p / ITS-G5 в Европе.
	Япония: технологии для ETC, взимания платы и информационной системы, обеспечивающей связь транспортное средство – инфраструктура
Устаревшие ИТС	<ul style="list-style-type: none"> • ТТТ: устройства телематики транспорта и трафика, в основном применяются в Регионе 1, в Европе называются ВСКР: Системы оплаты проезда CEN ВСКР Системы оплаты проезда HDR ВСКР • ETC: в Японии также называются ВСКР
Усовершенствованные ИТС	Кооперативные ИТС (C-ITS), построенные на специализированных сетях, обеспечивают связь транспортное средство – транспортное средство (V2V) и транспортное средство – инфраструктура (V2I), вместе – vehicle-to-X (V2X), например: V2X (ETSI ITS-G5, IEEE 802.11p) V2X (LTE) V2X (WAVE, IEEE 802.11p), ВСКР в США

Как видно из таблицы термин ВСКР понимается по-разному в зависимости от страны/региона. Поэтому в дальнейшем вместо него используются термины «устаревшие ITS» (уже существующие на рынке в течение нескольких лет) и «усовершенствованные ITS» (планируются к внедрению или уже на стадии внедрения).

В табл. 2 приведены технические характеристики разных ITS систем.

Таблица 2.

Система ITS	Устаревшие ITS	Усовершенствованные ITS (WAVE, ETSI ITS-G5, и так далее)
Тип связи	V2I	V2I, V2V, V2N
Характеристики	Радиус действия: макс. 100 м Скорость передачи данных: ~ 4 Мб/с Размер пакета: ~100 байт	Радиус действия: макс. 1 000 м Скорость передачи данных: макс. 27 Мб/с Размер пакета: макс. 2 кбайт Задержка: в пределах 100 мсек

Устаревшие ITS

Электронные системы взимания платы за проезд (ETC) позволяют автоматизировать процесс оплаты проезда водителями таким образом, что у них нет необходимости останавливаться для проведения платежа у специальной будки. Благодаря таким системам оптимизируется транспортный поток, а также снижается уровень загрязнения за счет сокращения объемов потребляемого топлива. Кроме того, ETC позволяет увеличить пропускную способность дорог в три-четыре раза за счет того, что транспортные средства проходят ворота взимания платы без остановки, а также оптимизировать затраты на эксплуатацию системы платных дорог за счет автоматизации процесса взимания платы.

В Европе наряду с термином ETC широко используется понятие Электронной системы взимания платы, которая включает в себя ETC, электронную систему взимания платы за парковку, электронную систему оплаты дороги.

Под термином выделенная связь на короткие расстояния (ВСКР) понимается любая технология связи на короткие расстояния для передачи сигнала от придорожной инфраструктуры транспортному средству или на мобильную платформу.

В табл. 3 приведены частотные диапазоны, распределенные системам ITS в разных странах [13].

Таблица 3.

Страна	Диапазон частот	Технология/ Стандарт	Услуги	Внедрение или планируемое внедрение
Европа	5795-5805 МГц [5805-5815 МГц]	ВСКР	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Нет данных
США	902-928 МГц	ВСКР	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Нет данных
Канада	902-928 МГц	ВСКР	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Нет данных
Мексика	902-928 МГц	ВСКР	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Нет данных

Страна	Диапазон частот	Технология/ Стандарт	Услуги	Внедрение или планируемое внедрение
Австралия	5725-5795 МГц, 5815-5875 МГц, 24-24,25 ГГц	Нет данных	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Нет данных
Китай	5725-5850 МГц	ВСКР	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Утвержден в 2003 г.
Гонконг	2400–2483,5 МГц	Свободно от лицензирования	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	1998 г.
Япония	5770-5850 МГц	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге	Система взимания платы за проезд по автострадам	Утвержден в 1997 г.
		ВСКР	Сбор платы за проезд по автостраде Предоставление разного рода информации (связь, вещание)	Утвержден в 2001 г. (Пересмотрен в 2007 г.)
Корея	5795-5815 МГц	ВСКР / Стандарт ТТА (TTAS.KO- 06.0025/R1)	Электронная система взимания платы за проезд по платной дороге Информационная система автобусов (BIS (Bus Information System))	2006 г. (оплата проезда по автострадам)
Сингапур	2350-2483,5 МГц	Нет данных	Электронная система взимания платы за проезд по дороге	1998 г.
Таиланд	5,470-5,850 ГГц	Стандарт совместимости: ETSIEN 300 440-1 или FCC Part 15.247 или FCC Part 15.249	Устройства радиочастотной идентификации (например, электронная система взимания платы за проезд по платной дороге)	2008 г.

Усовершенствованные ITS

С 1994 г. для предоставления дорожной информации водителям транспортных средств в Японии используется транспортная информационная и коммуникационная система (VICS).

Сегодня, для обеспечения безопасности дорожного движения и снижения влияния на окружающую среду со стороны транспортных средств изучаются технологии, обеспечивающие связь типа транспортное средство – транспортное средство, транспортное средство – инфраструктура и инфраструктура – транспортное средство. В рамках РГ 5А разработан отчет, в котором системы ITS классифицированы по своим техническим характеристикам (табл. 2). К категории усовершенствованных ITS можно отнести системы беспроводного доступа к транспортному окружению (WAVE) и непрерывного доступа к сетям сухопутной подвижной связи (СПС) (CALM) (рис. 2).

На рис. 2. представлена транспортная информационная система (V2V, V2I, I2V).

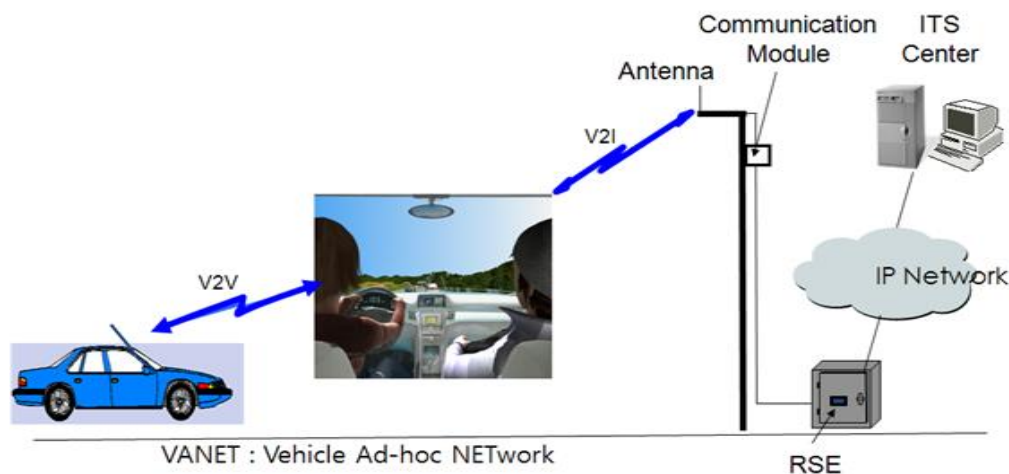


Рисунок 2.

Согласно Решению ЕСС 2008 г. в Европе для внедрения объединенных систем ITS планируется использовать диапазон частот 5855-5925 МГц. В США полоса частот 5850-5925 МГц предназначена для использования системами WAVE, обеспечивающими применения ITS специальными каналами для безопасности. Для совместимости и глобальной гармонизации систем ряд стран (например, Австралия и Сингапур) также рассматривают указанную полосу частот для объединенных систем ITS.

В рамках этих исследований в Австралии были созданы ограничения, в основе которых лежат текущие и планируемые координационные требования. К ним относятся, например, ограничения со стороны фиксированной спутниковой службы (ФСС) которой, устройства, установленные на придорожной инфраструктуре и на бортах транспортных средств, могут создавать помехи и/или повышать уровень шума, при котором работают системы ФСС. Кроме того, потребность ITS в защите может сильно ограничить развитие ФСС в диапазоне 5850-5925 МГц. Результаты исследований показали, что такие помехи будут минимальными, стратегии перехода и лицензирования изучаются.

В Японии в дополнение к диапазону 5,8 ГГц изучается диапазон 700 МГц для передачи информации о безопасности при обеспечении связи транспортное средство – транспортное средство. В Корее ведутся исследования по определению оптимального объема спектра для систем связи V2V, V2I, а также проведены полевые испытания систем V2V, V2I в диапазоне частот 5835-5855 МГц.

В табл. 4 приведены полосы частот, распределенные для усовершенствованных систем ITS в разных странах [13].

Таблица 4.

Страна	Диапазон частот	Технология/ Стандарт	Услуги	Внедрение или планируемое внедрение
Япония	76-90 МГц (мультиплекс FM вещания)	VICS	Информация о дорожном движении	Утвержден в 1994 г.
	2,499,7 МГц (радиомаяки)			
	5770-5850 МГц	Системы связи транспортное средство – транспортное средство	Информация о безопасности (связь)	Руководство по эксперименту в 2007 г.
	Диапазон 700 МГц			Утвержден в 2011 г.

Страна	Диапазон частот	Технология/ Стандарт	Услуги	Внедрение или планируемое внедрение
Корея		(TTAS.KO-06.0175,06-0913,06- 0216,06-0234,06- 242)	Связь типа V2V и V2I	Полевые испытания

Литература

1. Интеллектуальные транспортные системы. URL <http://www.connect.ru/article.asp?id=9558> (дата обращения: 7.05.2016).
2. Report ITU-R M.2228-1, «Advanced intelligent transport systems radiocommunications», 2015.07.
3. ГОСТ Р ИСО 14813-1 «Рекомендуемая модель архитектуры для сектора ИТС».
4. Салютин Т.Ю., Кузовков А.Д. Анализ методов и подходов к измерению процессов информатизации и движения к информационному обществу // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2016. – Т. 10. – № 6. – С. 52-57.
5. Салютин Т.Ю., Ромашин А.А. Анализ управления бизнес-процессами компаний связи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2012. – Т. 6. – № 12. – С. 90-93.
6. Шарова О.И. Рыночная среда инфокоммуникаций и отраслевая структура рынка // Т-Comm Телекоммуникации и транспорт, 2014. – Т. 8. – № 7. – С. 92-94.
7. Шорин О.А., Бокк Г.О. Анализ электромагнитной совместимости стандартов четвертого поколения // Первая миля, 2016. – № 1 (54). – С. 44-53.
8. Шорин О.А., Бокк Г.О., Сухацкий С.В. Методы улучшения межсистемной ЭМС для систем мобильной связи четвертого поколения // Электросвязь, 2016. – № 2. – С. 35-41.
9. Аверьянов Р.С., Бокк Г.О., Шорин А.О. Оптимизация размера кольцевой антенны и правила формирования территориальных кластеров для сотовой сети McWILL // Электросвязь, 2017. – № 1. – С. 22-27.
10. Шорин О.А., Бокк Г.О., Аверьянов Р.С., Шорин А.О. Оптимизация геометрии адаптивной антенны для сотовой сети с OFDM сигналами // Экономика и качество систем связи, 2016. – № 2. – С. 60-67.
11. Бокк Г.О. MIMO: Оптимизация управления числом логических каналов // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 38-ой международной конференции РАЕН. – Шри-Ланка, 2016. – С. 6.
12. Шорин О.А., Бокк Г.О. Эквалайзер для коррекции мультидоплеровских искажений OFDM сигналов в сетях LTE и McWILL // в книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 38-ой международной конференции РАЕН. – Шри-Ланка, 2016. – С. 4.
13. Рабочий документ предварительного проекта нового Отчета МСЭ-R М. [ITS USAGE] Использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в странах МСЭ.