

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СТАНДАРТЫ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ**

Кандидат техн. наук **Феофилова А. А.**,
кандидат техн. наук **Булатова О. Ю.**

(Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону)

**TELECOMMUNICATION STANDARDS IN INTELLIGENT
ROAD AND TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

A.A. Feofilova, Ph.D. (Tech.),
O.Yu. Bulatova, Ph.D. (Tech.)
(Don State Technical University, Rostov-on-Don)

Аннотация. *Цифровизация транспортной отрасли требует использования новых технологий, обеспечивающих повышение эффективности использования дорожно-транспортной инфраструктуры и подвижного состава. Рассматриваются основные положения, формирующие требования к апробации технологий интеллектуальных транспортных систем (ИТС), в том числе – обеспечивающих безопасное движение высокоавтоматизированных и полностью автоматизированных транспортных средств (ВАТС) по автомобильным дорогам общего пользования.*

Abstract. *Transport industry Digitalization requires the use of new technologies that increase transport infrastructure and vehicles the efficiency. This article discusses the key provisions forming testing requirements for intelligent transport systems (ITS), including those that ensure safety automated and fully automated vehicles on public roads.*

Ключевые слова: *высокоавтоматизированные транспортные средства, интеллектуальные транспортные системы, интеллектуальная дорожно-транспортная инфраструктура, организация дорожного движения, безопасность дорожного движения*

Key words: *highly automated vehicles, intelligent transport systems, intelligent road transport infrastructure, traffic management, road safety*

Введение

Закономерным этапом развития интеллектуальных транспортных систем является внедрение высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего пользования, которое обеспечивается становлением кооперативных интеллектуальных транспортных систем (К-ИТС).

В соответствии с Концепцией обеспечения безопасного движения высокоавтоматизированных транспортных средств в общем транспортном потоке, при создании ИТС на автомобильных дорогах предлагается руководствоваться основными международными телекоммуникационными стандартами в области ИТС [1].

Целью данной статьи является формирование требований к апробации технологий ИТС для обеспечения безопасного движения высокоавтоматизированных транспортных средств в общем транспортном потоке. В статье использовался комплекс взаимодополняющих методов исследования: анализ и синтез, сравнение, классификация, метод наблюдения.

Результатами статьи являются выводы о необходимости дополнения, актуализации и гармонизации национальных и межгосударственных нормативно-технических документов в части создания и функционирования научно-испытательных лабораторий.

Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять при формировании технических требований для создания, функционирования

и аттестации лабораторных испытательных комплексов ИТС, Кооперативных ИТС (К-ИТС) и ВАТС.

Методология

Требования к апробации технологий ИТС для обеспечения безопасного движения высокоавтоматизированных транспортных средств в общем транспортном потоке, можно разделить по следующим направлениям: доступ к обмену данными для наземных транспортных средств, автомобильная связь, информационная безопасность, тестирование, протоколы обмена данными [2].

Правила доступа к обмену данными для наземных транспортных средств устанавливаются для соответствия реализации технологии стандарту ISO TC204 WG16 под аббревиатурой CALM. Системный подход к тестированию компонентов кооперативных ИТС может ускорить процесс внедрения элементов ИТС и снизить возможные риски их реализации.

Кооперативная ИТС основана на технологиях V2X. Система V2X должна быть совместимой с различными устройствами для качественной реализации своих функций. Это требование соблюдается путем определения набора основных функциональных компонентов на уровне устройств [3, 4, 5].

Условия использования ИТС-приложений и функциональные требования к ним направлены на следующий базовый набор, представлен в таблице 1.

Базовый набор приложений

Класс приложения	Приложение	Условия использования
Активная безопасность	Ассистент водителя – кооперативные уведомления (CA)	Предупреждение об опасной ситуации
		Сигнал о снижении скорости движения транспортного средства
		Предупреждение о столкновении на перекрестке
		Предупреждение о приближении мотоцикла
	Ассистент водителя – предупреждение об опасности на дороге	Включение аварийной сигнализации
		Предупреждение о неправильном маршруте движения
		Остановка транспортного средства - авария
		Остановка транспортного средства – поломка
		Уведомление об условиях дорожного движения
		Предупреждение о некорректной работе сигналов
		Предупреждение о дорожных работах
		Предупреждение о риске столкновения
		Децентрализованные данные плавающих автомобилей – Опасная местность
		Децентрализованные данные плавающих автомобилей – Осадки
		Децентрализованные данные плавающих автомобилей – Коэффициент сцепления шин с дорогой
		Децентрализованные данные плавающих автомобилей – Видимость
Децентрализованные данные плавающих автомобилей – Ветер		
Показатели эффективности кооперативного трафика	Контроль скорости	Уведомления об ограничении скорости
		Рекомендации оптимальной скорости движения с учетом режимов светофорного регулирования
	Кооперативная навигация	Информация об условиях дорожного режима и рекомендация маршрута
		Оптимизация маршрута и навигация
		Предупреждение об ограниченном доступе и уведомление об объезде
		Сигналы транспортных средств
Местные кооперативные услуги	Базовые местные услуги (LBS)	Уведомления о местных достопримечательностях
		Автоматический контроль доступа и управление парковкой
		Местная электронная оплата
		Загрузка мультимедиа
Интернет-услуги	Услуги для населения	Страховые и финансовые услуги
		Управление автопарком
		Управление зоной загрузки
	Управление жизненным циклом станции ИТС	Программное обеспечение для транспортных средств/предоставление данных и обновления
		Калибровка данных транспортного средства и RSU

Требования по апробации технологий ИТС в направлении «Автомобильная связь» распространяются на сообщения о совместной осведомленности, услуге децентрализованного уведомления об окружающей обстановке, базовой услуге кооперативного взаимодействия и пространственном представлении сети [6].

Приложение сообщений о совместной осведомленности, содержащих информацию о статусе и атрибутах

ИТС-станции, обеспечивает технологию V2X. Децентрализованные сообщения об окружающей обстановке (DENM) используются в К-ИТС, в их приложениях "Предупреждение об опасности на дорогах, для оповещения участников дорожного движения об обнаруженных событиях [7].

В таблице 2 приведены примеры условий запуска и завершения отправки сообщений.

Условия запуска и завершения отправки сообщений об окружающей обстановке

Событие	Условие запуска сообщения	Условие прекращения передачи сообщения
Аварийный стоп-сигнал	Поломка автомобиля	Прекращение подачи сигнала
Неправильное вождение	Обнаружение неправильного направления движения автомобиля	Выезд неправильно движущегося автомобиля за пределы зоны охвата сигнала
Остановившееся ТС (из-за ДТП)	Аварийный сигнал e-call	ТС, участвовавшее в ДТП, убрано с дороги
Остановившееся ТС	Обнаружение поломки ТС или неподвижного ТС с активированными предупреждениями	ТС убрано с дороги
Ухудшение состояний дорожного движения	Обнаружение затора	Окончание затора
Нарушение в системе распознавания световых сигналов	Обнаружение нарушения в подаче светового сигнала	Исправление нарушения в подаче светового сигнала
Проведение дорожных работ	Получение соответствующего сигнала от ИТС-станции	Окончание зоны проведения дорожных работ
Обнаружение риска столкновений	Обнаружение риска попутных, встречных, боковых столкновений	Снижение риска столкновений
Аварийно-опасный участок дороги	Обнаружение аварийно-опасного участка дороги	Прекращение подачи сигнала
Осадки	Обнаружение очень сильных осадков в виде снега или дождя (активация стеклоочистителей)	Окончание осадков
Потеря сцепления с дорогой	Активация электронной системы динамической стабилизации автомобиля	Окончание скользкого участка дороги
Ухудшение видимости	Активация системы улучшения видимости (противотуманные фары, тепловизор, система ночного вождения)	Окончание периода ухудшения видимости
Ветер	Активация динамической системы стабилизации автомобиля	Прекращение ветра

Общая структура сообщения представлена заголовком и телом сообщения. Заголовок содержит основную информацию, включая версию протокола, тип сообщения и время генерации сообщения. Тело сообщения состоит из трех частей фиксированного порядка: контейнера управления, контейнера ситуаций и контейнера местоположения.

Сообщения совместной осведомленности - это сообщения, которыми обмениваются ИТС-станции в сети К-ИТС. Сообщения содержат информацию о статусе и атрибутах ИТС-станции. Содержание различается в зависимости от типа ИТС-станции. Для ИТС-станции транспортных средств информация о состоянии включает время, положение, состояние движения и активированные системы. Информация об атрибутах включает данные о размерах, типе транспортного средства, роли в дорожном движении и т.д. [8].

Совместная осведомленность при осуществлении движения транспортных средств означает, что транспортные средства и придорожная инфраструктура осведомлены о положении, динамике и характеристиках друг друга. Информация друг о друге является основой для нескольких приложений безопасности дорожного движения и повышения эффективности дорожного движения.

Информация, подлежащая обмену для совместной осведомленности, упаковывается в периодически пере-

даваемое сообщение совместной осведомленности (САМ). Создание, управление и обработка САМ осуществляется базовой службой Cooperative Awareness (базовая служба СА), которая является частью уровня средств в коммуникационной архитектуре К-ИТС [9].

Базовая услуга СА является обязательной для всех типов ИТС-станций, которые участвуют в дорожном движении.

Основные требования в отношении пространственного представления сети состоят в следующем:

- Протоколы пространственного представления сети должны поддерживать межсетевое взаимодействие ИТС-станций транспортных средств, а также связь между ИТС-станциями ТС и придорожными ИТС-станциями.
- Протоколы пространственного представления сети должны поддерживать сценарии связи, классифицированные по множественности подключений и режиму адресации (адрес или местоположение).
- Сценарии межсетевого взаимодействия для пространственного представления сети классифицируются по кратности подключения и режиму адресации, а также по способу использования протокола пространственного представления сети.
- Для поддержания Базового набора приложений необходима Локальная динамическая карта в целях предоставления информации об любых объектах,

влияющих на эффективность и безопасность дорожного движения.

Для повышения надежности функционирования ВАТС необходимо обеспечивать конфиденциальность персональных данных и информационную безопасность [10]. В этом направлении телекоммуникационными стандартами выдвигаются требования к заголовкам и форматам данных, а также к управлению доверием и конфиденциальностью:

- Структуры данных должны быть определены с использованием положений синтаксиса (ASN.1).
- Структуры данных должны кодироваться с использованием правил (COER).
- Необходимо предоставить общий формат защищенных структур данных с заголовками безопасности и сертификатами открытых ключей.

Набор протоколов данных для информации о дорожном движении и поездках может переноситься по разным средам передачи - цифровое вещание или сотовые сети. Тогда как потоки транспортных данных TPEG должны переноситься в каналах опорной сети.

Одним из необходимых условий допуска ВАТС к эксплуатации является тестирование совместимости компонентов ИТС. Здесь основными требованиями европейских стандартов являются:

- Необходимость построения архитектуры тестирования совместимости компонентов ИТС V2X, а также предоставления набора стандартов тестирования совместимости для компонентов V2X, CAM, DENM и функций работы с геоинформационной базой.
- Необходимость создания структуры, позволяющей запускать сквозные сценарии тестирования совместимости компонентов, в то же время, оценивающей соответствие интерфейса всех устройств ИТС.
- Проведение проверки на соответствие для геосети ИТС-G5. Основу проверки соответствия геосетевого оборудования ITS-G5 для повышения вероятности совместимости между оборудованием различных производителей должна составлять тестовая система, которая будет отображать допустимое и недопустимое поведение протокола и анализировать реакцию компонентов реальной системы.
- Проведение проверки на соответствие децентрализованных уведомлений об окружающей среде. Основу для проверки соответствия протоколов децентрализованной базовой службы уведомления об условиях окружающей среды должна составить тестовая система, которая будет отображать допустимый и недопустимый форматы протокола и производить анализ реакции реализации теста.

Результаты

Развитие технологий ИТС в отношении руководства Концепцией для обеспечения безопасного движения высокоавтоматизированных транспортных средств в общем транспортном потоке требует совершенствования нормативно-правовой базы РФ. В настоящий момент отмечается, что часть положений европейских телекоммуникационных стандартов использовано в ПНСТ 459-2020 Интеллектуальные транспортные системы. Кооперативные системы. Глобальная уникальная идентификация, ПНСТ Интеллектуальные транспортные системы. Динамическая цифровая карта дорожного движения.

Таким образом, представленные положения могут быть применены для дополнения, актуализации и гармонизации национальных и межгосударственных нормативно-технических документов в части апробации технологий ИТС.

Литература

1. <https://www.etsi.org/standards#page=1&search=&title=1&etsiNumber=1&content=0&version=0&onApproval=1&published=1&historical=1&startDate=1988-01-15&endDate=2022-02-01&harmonized=0&keyword=&TB=620,,702,,707,,708,,709,,710,,711&stdType=&frequency=&mandate=&collection=&sort=1>
2. <https://ertico.com/>
3. Беспилотники на дорогах России : (уголовно-правовые проблемы) / А. И. Воробьев, С. В. Жанказиев, С. А. Иванов [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2021. – 520 с. – ISBN 978-5-392-32846-8.
4. В.В. Зырянов Динамическая маршрутизация транспортных потоков как метод снижения транспортной нагрузки на элементы УДС / В.В. Зырянов, А.А. Феофилова, Н.Н. Чулкинов // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 1(60). – С. 74-80.
5. С. В. Жанказиев Концептуальные подходы к созданию комплексного полигона ИТС / С. В. Жанказиев, А. И. Воробьев, Т. В. Воробьева // Транспорт Российской Федерации. – 2020. – № 3-4(88-89). – С. 31-35.
6. Международный транспорт и международная транспортная политика : Учебник для магистратуры / Л. Р. Билялова, А. Н. Борисов, А. Р. Бяшарова [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Экон-Информ", 2021. – 428 с. – ISBN 978-5-907427-13-6.
7. И.В. Юргин Подход к светофорному регулированию для оптимизации дорожного движения / И.В. Юргин, О.Ю. Криволапова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – № 6(32). – С. 126-130.
8. Тиверовский, В. И. Инновации на транспорте за рубежом / В. И. Тиверовский // Вестник транспорта. – 2019 – № 4 – С. 25-28.
9. С.В. Жанказиев Концепция разработки ПОДД для возможности допуска высокоавтоматизированных транспортных средств на дороги общего пользования / С. В. Жанказиев, А. А. Пашкова // Наука и техника в дорожной отрасли, Москва, 18 марта 2021 года. – Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2021. – С. 107-109.
10. О. Ю. Криволапова Особенности построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем / О.Ю. Криволапова // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. – № 1(24). – С. 99-102.

Сведения об авторах:

Феофилова Анастасия Александровна.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону.

Доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения.

Тел.: 8 (863) 201-90-20,

e-mail: feofilowa@mail.ru.

Булатова Ольга Юрьевна.

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону,
доцент кафедры организации перевозок и дорожного
движения.

Тел.: 8-918-584-57-27,
e-mail: mip.rnd@yandex.ru.

Почтовый адрес: 344011 г. Ростов-на-Дону, ул. Со-
циалистическая, 162

Feofilova Anastasia

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
phd, Associate Professor of the traffic management de-
partment DSTU.

Phone.: 8 (863) 201-90-20,
e-mail: feofilowa@mail.ru.

Bulatova Olga

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
phd, Associate Professor of the traffic management de-
partment DSTU.

Phone: 8-918-584-57-27,
e-mail: mip.rnd@yandex.ru.

Address: 344011, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya, 162