

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ LTE НА ТРАНСПОРТЕ

А.С. Лукьянов ¹, В.С. Марикина ², Е.А. Сагитова ³

¹ Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия, las92@yandex.ru

² Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия, vika.marikina@inbox.ru

³ Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия, e.alexandrovna@bk.ru

Аннотация. Материал посвящен применению LTE в интеллектуальных транспортных системах, включая V2X-коммуникации для повышения безопасности и эффективности. Несмотря на развитие 5G, LTE сохраняет актуальность благодаря зрелой инфраструктуры и широкому покрытию.

Ключевые слова: LTE, V2X, интеллектуальные транспортные системы, 5G, безопасность дорожного движения, телематика.

PERSPECTIVE OF DEVELOPMENT AND APPLICATION OF LTE TECHNOLOGIES IN TRANSPORT

A.S. Lukyanov ¹, V.S. Marikina ², E.A. Sagitova ³

¹ Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
Voronezh, Russia, las92@yandex.ru

² Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
Voronezh, Russia, vika.marikina@inbox.ru

³ Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
Voronezh, Russia, e.alexandrovna@bk.ru

Abstract. The article addresses the use of LTE in intelligent transportation systems, including V2X communications to enhance safety and efficiency. Despite the emergence of 5G, LTE remains relevant due to its mature infrastructure and wide coverage.

Keywords: LTE, V2X, intelligent transportation systems, 5G, road safety, telematics.

В условиях стремительной цифровизации транспортной инфраструктуры технологии мобильной связи играют значимую роль в обеспечении безопасности, эффективности и автоматизации транспортных систем. Среди них особое место занимает технология Long Term Evolution (LTE), разработанная в рамках стандарта 3GPP и изначально ориентированная на высокоскоростную передачу данных в мобильных сетях [1]. Однако с течением времени LTE вышла за рамки телекоммуникационного сектора и стала ключевым элементом в построении современных интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Одним из ключевых применений LTE в транспортной сфере являются обеспечение надёжной и низко латентной связи между транспортными средствами и инфраструктурой (V2I-Vehicle-to-Infrastructure), а также между самими транспортными средствами (V2V-Vehicle-to-Vehicle). Такие коммуникации лежат в основе концепции Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS), где обмен данными в реальном времени позволяет предотвращать ДТП, оптимизировать транспортные потоки и повышать общую безопасность дорожного движения. В отличие от традиционных систем, основанных на радиочастотных протоколах (например, DSRC-Dedicated Short-Range

Communications), LTE предлагает более широкий охват, лучшую масштабируемость и интеграцию с существующей телекоммуникационной инфраструктурой.

Особое значение приобретает специализированная версия LTE-V2X (Vehicle-to-Everything), стандартизированная в рамках 3GPP Release 14 и последующих версий [2]. Данная технология поддерживает как прямую связь между устройствами (PC5-интерфейс), так и передачу данных через сеть (Uu-интерфейс), что обеспечивает гибкость в различных сценариях эксплуатации. Например, в условиях плотной городской застройки или на скоростных магистралях LTE-V2X позволяет передавать информацию о дорожной обстановке, аварийных ситуациях, состоянии дорожного покрытия и даже о погодных условиях с минимальными задержками.

Перспективы развития LTE на транспорте тесно связаны с переходом к технологиям пятого поколения (5G). Хотя 5G NR (new Radio) предлагает значительно более низкие задержки и более высокую пропускную способность, полное развёртывание 5G-сетей требует значительных инвестиций и времени [3]. В этой связи LTE, особенно в её эволюционных формах (например, LTE Advanced Pro), остаётся жизнеспособным решением на переходный период и даже в долгосрочной перспективе для определённых классов приложений. Более того, архитектура 5G предусматривает возможность совместного использования с LTE (non-standalone mode), что делает последнюю неотъемлемой частью гибридных сетей будущего.

Ниже представлена таблица, иллюстрирующая сравнение основных характеристик LTE и 5G в контексте транспортных приложений:

Таблица 1 – Основные характеристики LTE и 5G

Table 1 – Main features of LTE and 5G

<i>Параметры</i>	<i>LTE (LTE-V2X)</i>	<i>5G NR</i>
Максимальная пропускная способность	До 1 Гбит/с	До 10-20 Гбит/с
Задержка	10-50 мс	<1 мс (в режиме URLLC)
Поддержка V2X	Да (через LTE-V2X)	Да (через 5G NR-V2X)
Покрытие	Широкое	Ограниченное
Энергопотребление	Умеренное	Оптимизировано для IoT-устройств
Готовность к развёртыванию	Высокая	Требует модернизации сети

Важным направлением применения LTE на транспорте является также поддержка телематических систем, видеонаблюдения, дистанционного мониторинга состояния подвижного состава и инфраструктуры. Например, на железнодорожном транспорте LTE используется для передачи данных между поездами и диспетчерскими центрами, обеспечивая реализацию систем автоматического управления движением (CBTC-Communications-Based Train Control). Аналогичные решения внедряются в городском общественном транспорте для мониторинга маршрутов, контроля загруженности и обеспечения связи с пассажирами.

Таким образом, несмотря на появление более передовых технологий, LTE сохраняет свою актуальность в транспортной отрасли благодаря зрелой экосистеме, широкому покрытию и способности удовлетворять требования большинства современных ИТС-приложений. В ближайшие годы ожидается дальнейшая интеграция LTE с системами искусственного интеллекта, что позволит создавать более адаптивные и автономные транспортные решения. При этом важно учитывать необходимость стандартизации и обеспечения кибербезопасности, поскольку рост зависимости от

беспроводных коммуникаций повышает уязвимость транспортных систем к внешним воздействиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31380-2009. Глобальные навигационные спутниковые системы. Аппаратура потребителей. Классификация. – Введ. 2011-10-01. – Москва : Стандартиформ, 2012. – 3 с.
2. Жайворонок Д.А. Организация радиосвязи с удаленными подвижными наземными объектами // Д. А. Жайворонок, С. В. Дорохин, В. А. Иванников / Моделирование, оптимизация и информационные технологии – Воронеж : 2024. Т. 12. № 4. 110-115 с.
3. Информационно-аналитические материалы по научно-исследовательской работе «Информационно-коммуникационная технология «Цифровая полиция» (в части навигационного обеспечения)», шифр: «ИКТ «Цифровая полиция» / Д.В. Дьяченко [и др.]. – Калуга : КФ ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2020. – 95 с.

REFERENCES

1. GOST 31380-2009. Global Navigation Satellite Systems. Consumer Equipment. Classification. – Introduced. 2011-10-01. – Moscow: Standartinform, 2012. – 3 p.
2. Zhayvoronok D.A. Organization of radio communication with remote mobile ground objects // D. A. Zhayvoronok, S. V. Dorokhin, V. A. Ivannikov / Modeling, optimization and information technologies – Voronezh : 2024. V. 12. No. 4. 110-115 p.
3. Information and analytical materials on the research project «Information and Communication Technology 'Digital Police' (in terms of navigation support)», code: «ICT 'Digital Police'» / D.V. Dyachenko [et al.]. – Kaluga: Kaluga Branch of the Federal State Unitary Enterprise «STiS» of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2020. – 95 p.