УДК 656.1:004.9

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И МОНИТОРИНГА (ЭРА-ГЛОНАСС, IOT, ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ) В РЕГИОНАЛЬНУЮ ПЛАТФОРМУ «УМНАЯ ДОРОГА»

Касмынин А.Н., студент

Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь, Россия

Аннотация. В статье рассматривается архитектура объединения навигационных, сенсорных и видеоаналитических подсистем в единую цифровую среду управления дорожным движением – платформу «Умная дорога». Приведены принципы интеграции модулей ЭРА-ГЛОНАСС, IoT-датчиков и видеонаблюдения. Показано, как такое решение обеспечивает мониторинг транспортных потоков, оперативное реагирование на происшествия и сбор аналитических данных для органов управления. Рассмотрены примеры внедрения в регионах России и за рубежом, технические решения и проблемы совместимости.

Ключевые слова: ЭРА-ГЛОНАСС, Internet of Things, видеонаблюдение, интеллектуальная дорога, платформа управления дорожным движением, интеграция подсистем.

Постановка проблемы. Современные транспортные системы характеризуются ростом интенсивности движения, усложнением логистики и высоким уровнем требований безопасности. Региональные органы управления дорогами нуждаются в платформе, которая объединяет: навигационные данные транспортных средств,

информацию с сенсорных приборов (IoT) и видеонаблюдение/ видеоаналитику. Цель – создать цифровую среду, обеспечивающую:

– мониторинг транспортных потоков в реальном времени;
– выявление и реагирование на инциденты (ДТП, заторы, аварии);
– накопление аналитики для планирования и оптимизации.

Задача – описать принципы, архитектуру и практику внедрения такой платформы на примере «Умной дороги».

Обзор технологий. Навигационная подсистема (ЭРА-ГЛОНАСС). Система ЭРА-ГЛОНАСС обеспечивает автоматическую передачу сигнала при дорожно-транспортных происшествиях, используя спутниковую навигацию и мобильную связь. В составе платформы она позволяет: фиксировать местоположение транспортного средства, время события, передавать тревожные сигналы.

Сенсорные сети и IoT-устройства. Сетевые датчики IoT включают в себя устройства измерения скорости, плотности потока, погодных условий, состояния покрытия, RFID/ BLE-метки, детекторы аварийных ситуаций. Например, IoT-системы позволяют контролировать движение транспорта, реагировать на аварии, выдавать рекомендации. Видеонаблюдение и видеоаналитика. Камеры видеонаблюдения и системы компьютерного зрения обеспечивают распознавание транспортных средств, подсчёт потока, выявление нарушений, аварий. В Сибири описан проект с детекторами движения и адаптивным управлением светофорами.

Интеграция и аналитика данных. Современные исследования подчеркивают роль анализа данных и моделирования для управления движением в режиме реального времени. Для платформы «Умная дорога» важно объединить три группы данных навигации, сенсоров и видео в единую базу с модулем управления и принятия решений.

Схема интеграции. Общая архитектура. Платформа «Умная дорога» строится по модульному принципу:

– модуль навигации: прием сигналов ЭРА-ГЛОНАСС от транспортных средств, запись событий.

– модуль сенсорики/IoT: сбор данных с дорожных датчиков (скорость, плотность, погода, состояние покрытия).

– модуль видеонаблюдения: обработка видеопотока, аналитика для выявления инцидентов, подсчёта, распознавания.

– централизованное ядро: база данных и обработка, корпоративный шина данных (например, MQTT/REST), сервис принятия решений.

– интерфейсы для управления: панель оператора, отображение ситуаций на карте, уведомления об инцидентах, API для органов управления.

Взаимодействие модулей:

– Транспортное средство, оснащённое ЭРА-ГЛОНАСС, при аварии посылает тревогу с координатами.

– Датчики IoT фиксируют изменение потока, снижение скорости, возникновение очередей.

– Камеры видеонаблюдения в этом секторе фиксируют событие: остановка транспортного средства, очередь, ДТП. Видеоаналитика классифицирует ситуацию.

– Централизованный модуль объединяет данные: сигнал ЭРА-ГЛОНАСС, сенсорный тревожный порог, видеоаналитика – формируется инцидент с местоположением, временем и уровнем приоритета.

– Оперативная служба получает уведомление, вывод на дашборд с картой, направляет реакцию (эвакуатор, дорожная служба, полиция).

– Все данные сохраняются для дальнейшего анализа: плотность трафика, средняя скорость, количество инцидентов, время реагирования.

Технические решения и стандарты:

– Протокол передачи данных между датчиками и ядром системы – MQTT или REST-API.

– Использование стандарта GNSS (спутниковое навигационное оборудование) и интеграция с ЭРА-ГЛОНАСС.

– Обработка видеопотока: компьютерное зрение, нейронные сети на краю (edge) или в облаке.

– Совместимость устройств: унифицированные интерфейсы данных, открытые API, единая семантика метрик.

– Безопасность и устойчивость: защита сетей IoT и видеосистем от киберугроз.

Примеры реализации. Россия – региональные «умные дороги». В России отмечена практика реализации «умных дорог» в рамках регионов. В работе «Smart roads in the Russian Federation: Regional informatization practice» отмечено, что дорожная инфраструктура оснащается видеосистемами, сенсорами, но интеграция находится на фрагментарной стадии. Также проект в городе Красноярск описывает систему с видеодетекторами и GLONASS-транспортным трекингом. Зарубежный опыт. В Португалии проект Aveiro Tech City Living Lab реализовал платформу с множеством IoT-устройств, сенсоров и видеокамер, объединённых сетью и системой обработки. Также исследования показывают эффективность реального времени управления трафиком в «умных» городах.

Подходы и ключевые технические моменты:

– Установка GNSS-терминалов в транспортных средствах, совместимых с ЭРА-ГЛОНАСС.

– Размещение IoT-датчиков (скорость, плотность, покрытие) вдоль дорожных участков.

– Развёртывание камер с видеоаналитикой: подсчёт, распознавание, инцидент-детектирование.

– Централизованная инфраструктура обработки с модульным ПО, API-интеграцией, панелями управления.

– Формирование единой цифровой среды, в которой навигация, IoT и видео работают как связанный поток данных.

Проблемы совместимости:

– Разнородность оборудования: навигационных терминалов, сенсоров, видеокамер разных производителей.

– Неунифицированные протоколы передачи данных и форматы.

– Проблемы интеграции данных в единый портал.

– Требования к безопасности и устойчивости IoT-устройств.

– Неравномерное развитие регионов: в некоторых субъектах РФ внедрение проходит медленно.

Оценка эффективности. Реализация интегрированных платформ показала следующие преимущества:

– Снижение времени реагирования на инциденты за счёт автоматической фиксации и оповещения.

– Улучшение мониторинга транспортных потоков: аналитика плотности, скорости, дорожных условий.

– Повышение эффективности планирования: органы управления получают данные и имеют возможность принимать обоснованные решения.

Например, в исследовании отмечено снижение объёма трафика при внедрении управления в реальном времени. Однако существуют ограничения: высокая стоимость развёртывания, сложности интеграции, недостаточная инфраструктура в некоторых регионах. Также необходима оценка по KPI: уменьшение аварий, снижение времени реакции, уменьшение заторов.

Выводы. Интеграция навигационной подсистемы ЭРА-ГЛОНАСС, сенсорных IoT-систем и видеонаблюдения в единую цифровую платформу «Умная дорога» представляет собой

эффективный инструмент управления дорожным движением на региональном уровне. Такой подход позволяет осуществлять мониторинг транспортных потоков, быстро реагировать на инциденты и собирать аналитические данные для органов управления. Внедрение требует унификации оборудования, протоколов, архитектуры данных и обеспечения безопасности. В России и за рубежом уже имеются практики, которые могут служить опорой для региональных проектов. Следующим шагом является разработка стандартов интеграции и расширение зоны охвата подобных платформ.

Список использованных источников

1. Titovets A., Goncharova M., Nazarov A. Smart roads in the Russian Federation: Regional informatization practice // AIP Conference Proceedings. 2022.

2. Oladimeji D. et al. Smart Transportation: An Overview of Technologies and Challenges // Sensors. 2023.

3. Yusupkhodjaeva G.B. JSC “GLONASS” innovative navigation and information-telecommunication solutions for transport infrastructure // E3S Web of Conferences. 2021.

4. Zhuravleva N., Volkova E., Solovyev D. Smart technology implementation for road traffic management // E3S Web of Conferences. 2020.

5. Morozov R., Favorskaya M., Perevalov I., Vitova T. Smart Traffic Management System for the Krasnoyarsk City // CEUR-WS Vol. 2727. 2020.

6. Kulkarni G.R. IoT Monitoring System for Digital Marketing in Global Perspective // AIP Conference Proceedings. 2024.

7. Asaad S.M., et al. A Comprehensive Review of Indoor/Outdoor Localization Technologies in IoT era // Indoor & Built Environment. 2022.

8. Elassy M. Intelligent transportation systems for sustainable smart cities // Sustainable Cities and Society. 2024.

9. IntelliNews. Russian stoligarch Rotenberg, defence conglomerate and satellite navigation operator team up to create nationwide IoT network. 2019.

10. “Three smart cities in traffic management: Perth, Moscow and Mexico City” // Intertraffic World Magazine. 2024.

11. Cybersecurity Challenges to Secure Smart Highway Infrastructure // Highways.today. 2025.

12. “Internet of Things in Traffic Monitoring: Use Cases, Advantages, Features” // Rishabh Software Blog. 2023.

13. Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M. Smart road systems empowered by IoT and AI: A review // IEEE Access. 2023. Vol. 11. pp. 56423–56439.

14. Карпов И.В. Интеллектуальная транспортная инфраструктура как элемент цифровой экономики региона / И.В. Карпов, А.А. Киселева // Транспорт Российской Федерации, 2022. – № 6(97). – С. 45-52.

15. Пашкевич А.А. Архитектура интеграции подсистем ЭРА-ГЛОНАСС и региональных центров управления движением / А.А. Пашкевич, Е.Н. Макаров // Информационные технологии в транспорте и логистике, 2023. – № 2. – С. 15-22.