

УДК 656.13:006.013

DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-23-41

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Жабриков М.В.<sup>1,1</sup>, Давыдов Р.Д.<sup>1,2</sup>, Ахмадов Г.Д.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное автономное учреждение «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ»), Москва, Россия.

E-mail: <sup>1</sup> maxpkey@mail.ru, <sup>2</sup> davydov@rosdornii.ru, <sup>3</sup> akhmadov@rosdornii.ru

**Аннотация.** В статье исследованы этапы формирования и трансформации структуры интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования Российской Федерации с учетом изменения нормативно-правовой среды, технологических приоритетов и структуры применяемого оборудования. Целью работы является выявление закономерностей эволюции интеллектуальных транспортных систем и факторов, определивших переход от локальных технических решений к интегрированным цифровым платформам управления дорожным движением. В рамках исследования проведен количественный и качественный анализ внедряемых технических средств на различных этапах развития, проанализирована динамика соотношения отечественного и иностранного оборудования, а также оценено влияние политики импортозамещения, требований совместимости и сертификации на архитектуру систем. Особое внимание уделено роли федеральных и отраслевых нормативных документов в формировании современной конфигурации интеллектуальных транспортных систем. Полученные результаты позволяют уточнить тенденции оптимизации аппаратной составляющей, усиления роли программных и платформенных решений, а также развития технологий высокоавтоматизированных транспортных средств и развития технологий взаимодействия транспортных средств с инфраструктурой и окружающей средой. Практическая значимость работы заключается в возможности использования выявленных закономерностей при планировании развития интеллектуальных транспортных систем в регионах Российской Федерации, формировании технических требований к оборудованию, обосновании инвестиционных решений и разработке программ цифровой трансформации дорожной отрасли.

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, автоматизация дорожного движения, структура оборудования ИТС, этапы трансформации ИТС, цифровизация дорог.

### Сокращения и обозначения

**АДМС** – автоматическая дорожная метеостанция; **АПВГК** – автоматический пункт весогабаритного контроля; **АСУНО** – автоматизированная система управления наружным освещением;

**БДД** – безопасность дорожного движения;

**БНСО** – бортовое навигационно-связное оборудование;

**ВАТС** – высокоавтоматизированное транспортное средство;

**ДИТ** – динамическое информационное табло;

**ЗПИ** – знак переменной информации;

**ИТС** – интеллектуальная транспортная система;

**ПО** – программное обеспечение;

#### Для цитирования:

Жабриков М.В., Давыдов Р.Д., Ахмадов Г.Д. Этапы развития и трансформации структуры интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования. *Интеллектуальный транспорт*. 2026. № 2(38). С. 23–41. DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-23-41.

**СОИБ** – система обеспечения информационной безопасности;

**Система ФВФ** – система фото- и видеофиксации;

**RSU** – дорожное периферийное устройство (Road Side Unit);

**V2X** – взаимодействие транспортных средств с инфраструктурой и окружающей средой (Vehicle-to-Everything).

## Введение

Интеллектуальные транспортные системы рассматриваются как один из ключевых инструментов повышения безопасности дорожного движения и эффективности эксплуатации автомобильных дорог. Их внедрение позволяет перейти от фрагментарного реагирования на транспортные события к управлению дорожным движением на основе анализа данных и прогнозирования [1].

Расширяя данное понимание, ряд авторов рассматривает ИТС не только как инструмент оперативного управления, но и как фактор устойчивого развития транспортной инфраструктуры в целом. В работах Е.А. Кондрашовой с соавторами ИТС позиционируется как сложная система управления транспортным комплексом, позволяющая на основе данных транспортного планирования и моделирования выявлять и предотвращать возникновение заторовых и небезопасных ситуаций [2]. Такой подход подчеркивает стратегическую роль ИТС в долгосрочном развитии дорожной отрасли.

Развитие ИТС в Российской Федерации на протяжении длительного времени осуществлялось преимущественно в формате локальных решений, ориентированных на выполнение отдельных функций – контроля соблюдения правил дорожного движения, мониторинга параметров транспортных потоков и информирования участников движения. Такой подход позволял решать отдельные прикладные задачи, однако не обеспечивал системного эффекта и масштабируемости внедряемых технологий. Устойчивое развитие ИТС возможно лишь при формировании единой архитектуры и интеграции региональных систем в национальную сеть [3].

Современный этап развития ИТС в Российской Федерации определяется как изменением стратегических приоритетов транспортной политики, так и расширением нормативно-правовой базы, направленной на комплексное внедрение интеллектуальных технологий на автомобильных дорогах. В этих условиях особое значение приобретает анализ трансформации структуры ИТС, отражающей эволюцию целей, технологий и подходов к управлению дорожным движением.

Обзорный характер настоящего исследования обусловлен необходимостью систематизации разрозненных данных о развитии ИТС в Российской Федерации. Как показывает анализ научной литературы, комплексные работы, объединяющие количественный анализ внедряемого оборудования с нормативно-правовыми и организационными факторами его трансформации, представлены крайне ограниченно. Большинство существующих публикаций фокусируются либо на технологических аспектах, либо на архитектурных подходах, либо на региональных аспектах внедрения, при этом интегральный анализ динамики изменения структуры ИТС на длительном временном интервале остается недостаточно разработанным.

Целью данной статьи является проведение комплексного ретроспективного анализа формирования и трансформации структуры интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах Российской Федерации на основе количественных и качественных характеристик внедряемого оборудования, а также нормативных и организационных факторов, повлиявших на данный процесс в период 2015-2025 гг.

## 1. Источники и методика анализа

Современные исследования в области ИТС формируют многоаспектное представление о направлениях их развития, однако характеризуются фрагментарностью аналитических подходов и недостаточной проработкой вопросов структурной трансформации ИТС в динамике. В большинстве работ развитие ИТС интерпретируется через призму технологических инноваций, нормативно-правового регулирования или организационно-управленческих механизмов, при этом комплексный анализ изменения состава и приоритетов внедряемых компонентов остается недостаточно систематизированным.

В ряде исследований развитие ИТС рассматривается преимущественно как инструмент повышения эффективности транспортных процессов и безопасности дорожного движения. В рамках данного подхода акцент делается на функциональных эффектах внедрения интеллектуальных технологий, что позволяет выявить их стратегическую значимость для транспортной отрасли [1]. Однако подобная интерпретация, как правило, ограничивается концептуальным уровнем и не предполагает детального анализа изменения структуры аппаратно-программных компонентов ИТС во времени, что затрудняет выявление закономерностей их эволюции.

Другой блок работ ориентирован на анализ организационно-технических условий внедрения ИТС, включая влияние институциональных факторов, уровня цифровой зрелости регионов и особенностей управления транспортной инфраструктурой. В этих исследованиях показана зависимость эффективности ИТС от степени интеграции подсистем и согласованности управленческих решений [4]. Вместе с тем структурные изменения ИТС в количественном выражении рассматриваются эпизодически, без системной оценки динамики распределения типов оборудования и программных решений, что ограничивает возможности интерпретации этапности развития ИТС.

Существенное место в научной литературе занимает анализ нормативно-правовых и стандартизационных факторов развития ИТС. В рамках данного направления обоснована роль регуляторной среды как ключевого драйвера формирования архитектуры интеллектуальных транспортных систем, а также показана значимость унификации требований к оборудованию, программному обеспечению и протоколам взаимодействия [5]. При этом нормативный анализ, как правило, не сопровождается эмпирической оценкой того, каким образом изменения правового и методического обеспечения трансформируют фактическую структуру ИТС и распределение ее компонентов.

Дополняя указанные подходы, исследования, посвященные проблемам применения стандартов и интероперабельности, выявляют технологические барьеры интеграции подсистем ИТС и подчеркивают необходимость формирования единой архитектурной модели [6]. В развитие данного направления Е.О. Андреевым с соавторами показано, что архитектура ИТС находится в постоянном обновлении, что является характерной тенденцией развития систем данного класса. Авторами предложены новые подходы к формированию интеграционной платформы ИТС, основанные на принципе разделения управления идентификацией цифровых объектов и управления структурами данных, что особенно актуально в условиях функционирования кооперативных ИТС [7].

Методологические аспекты проектирования ИТС получили развитие в работах И.Е. Агуреева и Ю.В. Федюкина, предложивших методику построения функциональной архитектуры ИТС как инструмента управления процессом создания системы. Данный подход позволяет визуализировать основные процессы ИТС и отразить взаимосвязи между заинтересованными сторонами, что создает основу для системного проектирования и последующей интеграции подсистем [8].

Методологический инструментарий проектирования архитектур ИТС получил систематизацию в работе Лапшина с соавторами, где выполнен обзор и анализ подходов к архитектурному проектированию, применяемых в США и Европейском союзе. Авторами проведено разграничение между высокоуровневым и низкоуровневым подходами, а также определены перспективные направления развития методов проектирования архитектур ИТС, что создает основу для выбора оптимальной архитектурной модели при планировании региональных ИТС [9].

Таким образом, анализ определенных существующих научных подходов демонстрирует редкое включение единой методологической модели, позволяющей одновременно учитывать технологические, нормативные и организационные факторы развития ИТС в их взаимосвязи с динамикой изменения компонентного состава системы. Недостаточная разработанность количественных методов оценки структурных сдвигов в ИТС и их корреляции с нормативными и программными драйверами определяет необходимость проведения комплексного исследования, направленного на выявление этапов развития и трансформации структуры ИТС на автомобильных дорогах общего пользования в длительном временном интервале.

Эмпирической базой исследования послужили данные, представленные в ежегодно формируемой ФАУ «РОСДОРНИИ» сводной ведомости оборудования и программного обеспечения ИТС, находящегося в эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования (далее – Ведомость). В данной Ведомости содержится агрегированная информация по типам оборудования и видам ПО ИТС, внедряемого на автомобильных дорогах общего пользования в субъектах Российской Федерации. Ведомость включает наименование оборудования и ПО, данные об изготовителе, страну производства, количество, а также технические и функциональные характеристики.

В данной статье рассматривается структура изменения состава ИТС по годам, анализируется корреляция изменений с драйверами нормативно-правового регулирования и ключевыми государственными программами и, в результате, выделяются этапы развития и трансформации в соответствии с логикой эволюции структуры ИТС.

Следует отметить, что анализ выполнен на основе данных ведомости, сформированной в 2025 году. При этом сбор и обобщение сведений осуществлялись не по итогам полного календарного 2025 года, а по состоянию на середину отчетного периода. В связи с этим данные за 2025 год не являются сопоставимыми с данными предыдущих лет по уровню полноты и не позволяют корректно оценивать годовую динамику внедрения оборудования и программного обеспечения ИТС. По указанной причине последним полным годом, включенным в анализ, является 2024 год, тогда как 2025 год рассматривается исключительно как год формирования исходной ведомости.

## 2. Динамика распределения по типам оборудования и программного обеспечения (2025 г. относительно периода 2015-2024 гг.)

Анализ данных Ведомости показывает существенный рост объемов внедрения оборудования и ПО ИТС в период 2015-2024 гг. с последующим снижением показателей в 2025 г., что обусловлено неполнотой отчетного периода.

Суммарное количество внедренного оборудования ИТС за период 2015-2025 гг. – 97 265 ед., к 2025 году накопленным итогом общее количество оборудования ИТС составляет 120 266 ед. Суммарное количество внедренного ПО ИТС за период 2015-2025 гг. – 1 264 ед., к 2025 году накопленным итогом общее количество ПО ИТС составляет 1 360 ед.

Динамика изменения количества внедряемого оборудования и ПО ИТС за период 2015-2024 гг. представлена на рисунках 1 и 2.

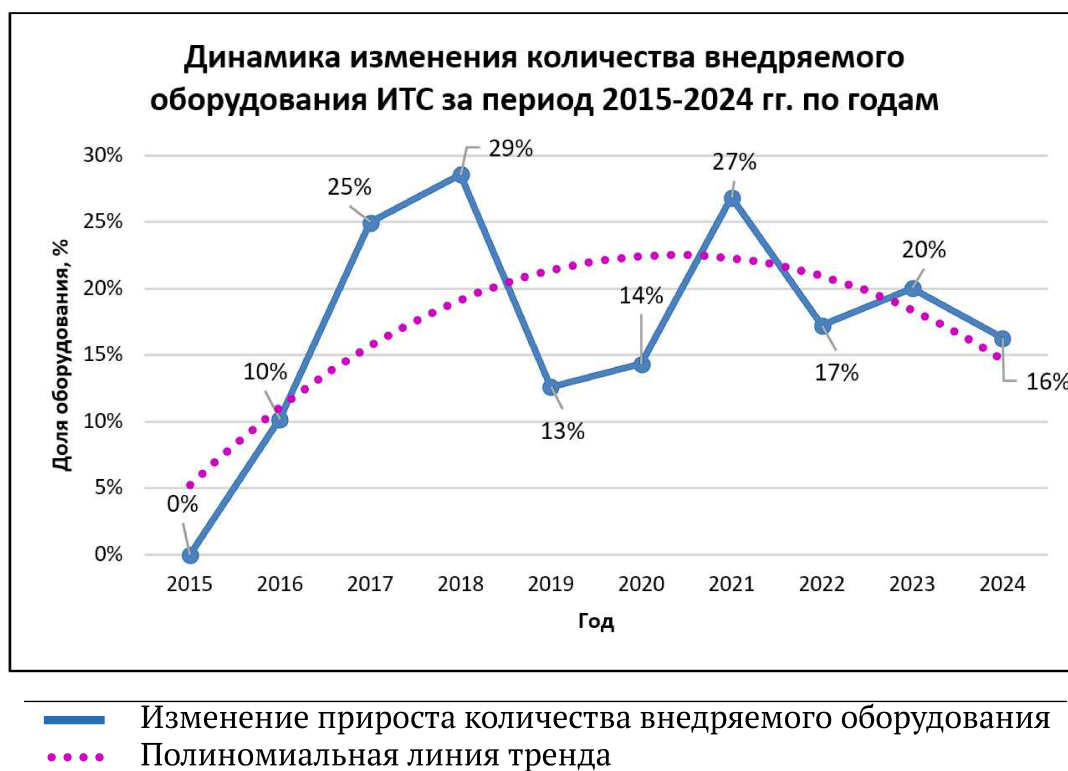


Рис. 1: Динамика изменения количества внедряемого оборудования ИТС за период 2015-2024 гг. по годам

Динамика изменения количества внедряемого оборудования ИТС за период 2015-2024 гг. по годам носит скачкообразный характер объемов внедрения, явно определяющий периоды 2015-2018 гг., 2019-2021 гг. и 2022-2024 гг. Линия тренда показывает стремительные темпы внедрения оборудования на начальных этапах, которые, в свою очередь, постепенно снижаются со временем.

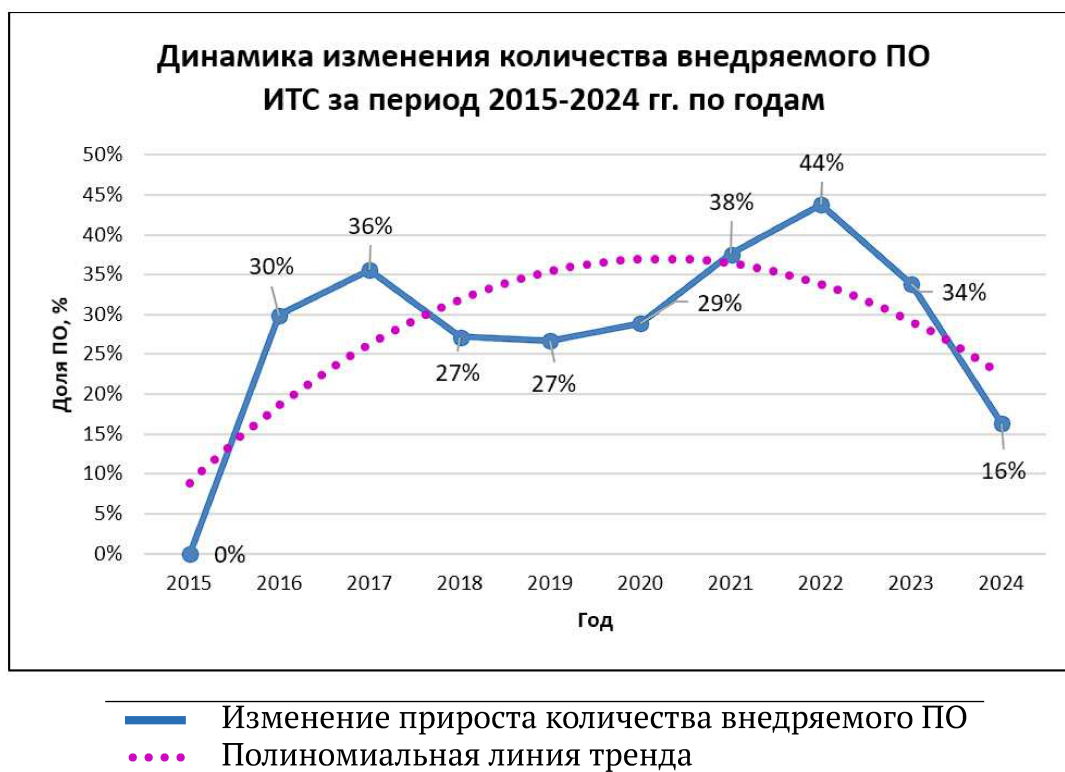


Рис. 2: Динамика изменения количества внедряемого ПО ИТС за период 2015-2024 гг. по годам

Динамика изменения количества, внедряемого ПО ИТС за период 2015-2024 гг. по годам не столь хаотична, как динамика внедряемого оборудования и этапность прослеживается не так явно, как в динамике оборудования. Наиболее популярными объектами управления, для которых внедряется ПО, являются: мониторинг и управление дорожными контроллерами, детекторами транспорта и видеокамерами.

Суммарное количество внедренных устройств по основным типам за рассматриваемый период характеризуется высокой концентрацией в ограниченном наборе категорий. Топ-6 типов оборудования по суммарному объему внедрения представлен на рисунке 3.

Следовательно, около 61% всего объема внедренного оборудования ИТС приходится на три типа оборудования (рис. 3):

- детекторы транспорта;
- видеокамеры;
- системы ФВФ.

На основе динамики внедрения оборудования в рассматриваемом периоде выделяются три полноценных этапа развития структуры ИТС.



Рис. 3: Распределение внедренного оборудования ИТС по количеству

## 2.1. Этап 1. 2015-2018 гг. – этап локальной автоматизации

По данным Ведомости, в 2015-2018 гг. объем внедрения оборудования относительно невелик, доминируют базовые технические средства сбора данных и управления движением (контроллеры, детекторы, видеокамеры), оборудование внедряется точно, без выраженной системной интеграции. Доминирующие типы оборудования, внедряемые в период Этапа 1, представлены в таблице 1 и на рисунке 4.

Таблица 1: Доминирующие типы оборудования Этапа 1

| Тип оборудования     | Уровень внедрения                             |
|----------------------|-----------------------------------------------|
| Системы ФВФ          | 287 – 3 253 ед./год (в среднем 1 427 ед./год) |
| Видеокамеры          | 147 – 2 921 ед./год (в среднем 1 175 ед./год) |
| Дорожные контроллеры | 260 – 2 588 ед./год (в среднем 906 ед./год)   |

Структура оборудования и темпы внедрения ПО на первом этапе соответствуют начальной стадии развития ИТС в России и ориентации на решение локальных задач безопасности и организации движения. В этот период нормативная база и требования к архитектурной интеграции только формировались, а большинство проектов реализовывались как точечные региональные инициативы. Поэтому преобладали устройства с быстрым прикладным эффектом – дорожные контроллеры, видеокамеры, системы ФВФ и детекторы транспорта (рис. 4). Их массовость объясняется приоритетом автоматизации отдельных пересечений и участков дорог, а также ограниченным масштабом системной интеграции. Фрагментарность внедрения отражает раннюю стадию институционального становления ИТС.

То есть ИТС, на этом этапе, выполняет функцию локальной автоматизации отдельных участков и задач, заметно выражена фрагментарность внедрения оборудования, ориентация на отдельные объекты и отсутствие развитой архитектуры ИТС.



Рис. 4: Распределение внедренного оборудования ИТС по количеству в период Этапа 1

## 2.2. Этап 2. 2019-2021 гг. – этап масштабирования

К концу этапа локальной автоматизации произошло первичное насыщение и с 2018 года на 2019 год зафиксировано уменьшение темпов внедрения как оборудования, так и ПО. В период 2019-2021 гг. независимо от разницы временных объемов отмеченных этапов (Этап 1 – 4 года, а Этап 2 – 3 года) резко увеличиваются объемы внедрения большинства типов оборудования, растет количество систем ФВФ, АПВГК, парковочных систем, RSU, СОИБ, датчиков метеомониторинга, АДМС, АСУНО, видеокамер и детекторов транспорта (таблица 2 и рис. 5). Также расширяется география внедрения ИТС, в период Этапа 2 оборудование появляется в Белгородской, Курской, Орловской, Омской, Рязанской, Сахалинской и Тульской областях, в Камчатском крае, в Чукотском АО, а также в Республиках Бурятия, Дагестан, Коми, Северная Осетия-Алания и Крым.

Рост оборудования на втором этапе связан прежде всего с масштабированием ИТС в рамках федеральных проектов и программ, которые разобраны в разделе 3 данной статьи, а также расширением географии внедрения. Регионы получили целевое финансирование и получили возможность массово внедрять оборудование локальных типов. Это объясняет преимущественно количественный рост тех же типов оборудования (видеокамеры, системы ФВФ, детекторы), а не появление принципиально новых подсистем в регионах. Однако в отдельных регионах данный этап развития пройден ранее, поэтому фиксируется некоторое увеличение долей внедряемого оборудования вспомогательного назначения – лаборатории, датчики и системы.

Таким образом, на этапе масштабирования зафиксировано не столько качественное изменение, сколько количественное расширение уже существующих решений, отраженное ростом объемов, распространением технологий и переходом от пилотных решений к массовому внедрению.

Таблица 2: Сравнение динамики роста количества внедряемого оборудования между Этапом 1 и Этапом 2

| Тип оборудования        | Количество внедренного оборудования, ед. |        | Прирост на Этапе 2 относительно Этапа 1 |
|-------------------------|------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                         | Этап 1                                   | Этап 2 |                                         |
| Видеокамера             | 4700                                     | 8154   | +3454 (+73%)                            |
| Система ФВФ             | 5708                                     | 7918   | +2210 (+39%)                            |
| Детектор транспорта     | 2177                                     | 4255   | +2078 (+95%)                            |
| Дорожный контроллер     | 3623                                     | 2350   | -1273 (-35%)                            |
| АСУНО                   | 1074                                     | 1513   | +439 (+41%)                             |
| ЗПИ                     | 1464                                     | 1201   | -263 (-18%)                             |
| АДМС                    | 595                                      | 615    | +20 (+3%)                               |
| ДИТ                     | 576                                      | 566    | -10 (-2%)                               |
| БНСО                    | 445                                      | 377    | -68 (-15%)                              |
| Парковочная система     | 140                                      | 254    | +114 (+81%)                             |
| Датчик метеомониторинга | 129                                      | 207    | +78 (+60%)                              |
| АПВГК                   | 37                                       | 112    | +75 (+203%)                             |
| RSU                     | 0                                        | 68     | +68                                     |
| СОИБ                    | 0                                        | 48     | +48                                     |
| Дорожная лаборатория    | 0                                        | 8      | +8                                      |
| Датчик экомониторинга   | 0                                        | 5      | +5                                      |
| Дорожная станция        | 3                                        | 0      | -3                                      |



Рис. 5: Распределение внедренного оборудования ИТС по количеству в период Этапа 2

### 2.3. Этап 3. 2022-2024 гг. – этап интеграции и цифровизации

В этом этапе явно выражены максимальные объемы внедрения и оборудования и ПО, рост интеллектуальных подсистем (АСУНО, RSU, СОИБ), усиление роли данных и программного обеспечения, усложнение структуры ИТС (таблица 3 и рис. 6). Дополнительно расширяется география внедрения ИТС в период Этапа 3, оборудование появляется в Забайкальском крае, в Иркутской, Нижегородской, Пензенской, Липецкой, Челябинской, Курганской и Калининградской областях, а также в Удмуртской, Чеченской и Чувашской Республиках.

Третий этап начался ростом темпов внедрения оборудования, однако к его завершению они снизились. Темпы внедрения ПО были максимальными в 2022 году, но далее произошел стремительный спад. В целом этап уже не носит столь «взрывного» характера, как предыдущие: темпы стабилизируются и выравниваются. Наблюдается переход к интегрированной цифровой модели ИТС. Увеличение количества детекторов транспорта, АСУНО, СОИБ, датчиков метеомониторинга и экомониторинга, а также RSU отражает повышение внимания к централизованному управлению и обработке данных.

Таблица 3: Сравнение динамики роста количества внедряемого оборудования между Этапом 3 и Этапами 1 и 2

| Тип оборудования        | Количество внедренного оборудования за Этап 3, ед. | Разница прироста в Этапе 3 относительно Этапа 1 | Разница прироста в Этапе 3 относительно Этапа 2 |
|-------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Детектор транспорта     | 13764                                              | +11587 (+532%)                                  | +9509 (+223%)                                   |
| Видеокамера             | 8875                                               | +4175 (+89%)                                    | +721 (+9%)                                      |
| АСУНО                   | 7756                                               | +6682 (+622%)                                   | +6243 (+413%)                                   |
| Система ФВФ             | 5660                                               | -48 (-1%)                                       | -2258 (-29%)                                    |
| Дорожный контроллер     | 4475                                               | +852 (+24%)                                     | +2125 (+90%)                                    |
| ЗПИ                     | 1262                                               | -202 (-14%)                                     | +61 (+5%)                                       |
| СОИБ                    | 659                                                | 659                                             | +611 (+1273%)                                   |
| ДИТ                     | 659                                                | +83 (+14%)                                      | +93 (+16%)                                      |
| АДМС                    | 568                                                | -27 (-5%)                                       | -47 (-8%)                                       |
| Датчик метеомониторинга | 534                                                | +405 (+314%)                                    | +327 (+158%)                                    |
| БНСО                    | 482                                                | +37 (+8%)                                       | +105 (+28%)                                     |
| RSU                     | 404                                                | 404                                             | +336 (+494%)                                    |
| АПВГК                   | 152                                                | +115 (+311%)                                    | +40 (+36%)                                      |
| Парковочная система     | 74                                                 | -66 (-47%)                                      | -180 (-71%)                                     |
| Датчик экомониторинга   | 28                                                 | 28                                              | +23 (+460%)                                     |
| Дорожная лаборатория    | 1                                                  | 1                                               | -7 (-87%)                                       |
| Дорожная станция        | 0                                                  | -3                                              | 0                                               |

К этому времени во многих регионах уже сформирована базовая сенсорная инфраструктура, что позволило сосредоточиться на интеграции подсистем. Дополнительным фактором выступило импортозамещение, сопровождавшееся развитием комплексных отечественных решений. В конце этапа интеграции и цифровизации фиксируется переход от количественного наращивания к качественному, централизованному развитию ИТС.

Прослеживается переход от простой «количественности» оборудования к системной интеграции и цифровой архитектуре, выраженный объединением подсистем, ростом доли данных и переходом к управлению на основе цифровых платформ.



Рис. 6: Распределение внедренного оборудования ИТС по количеству в период Этапа 3

Таким образом, характерными особенностями этапов являются:

#### 1. Этап 1. 2015-2018 гг. – этап локальной автоматизации:

- Преобладание базовых технических средств регулирования и контроля дорожного движения (дорожные контроллеры, детекторы транспорта, видеокамеры), внедрение оборудования преимущественно наиболее крупными городами и владельцами автодорог;
- Точечный характер внедрения оборудования, ориентированный на отдельные участки дорожной сети и локальные задачи управления движением;
- Ограниченный уровень интеграции подсистем ИТС и отсутствие единой архитектурной модели;
- Формирование первичной инфраструктуры сбора данных о транспортных потоках без развитых механизмов аналитической обработки;

## 2. Этап 2. 2019-2021 гг. – этап масштабирования:

- Существенный рост объемов внедрения оборудования ИТС по сравнению с предыдущим периодом (вплоть до двукратного), обусловленный расширением практики применения интеллектуальных технологий на автомобильных дорогах;
- Массовое внедрение систем ФВФ, видеонаблюдения и средств мониторинга транспортных потоков;
- Расширение функционального назначения ИТС от локального управления движением к задачам контроля, мониторинга и обеспечения БДД;
- Увеличение пространственного охвата ИТС и переход от отдельных объектов автоматизации к сетевому внедрению оборудования;

## 3. Этап 3. 2022-2024 гг. – этап интеграции и цифровизации:

- Формирование интегрированной архитектуры ИТС, основанной на взаимодействии различных подсистем и централизации управления транспортными процессами;
- Рост доли интеллектуальных систем управления и аналитических решений в структуре ИТС, включая системы адаптивного управления движением и мониторинга дорожной обстановки;
- Усиление роли программного обеспечения и цифровых платформ в обеспечении функционирования ИТС, что отражает переход от аппаратно-ориентированной модели к цифровой модели управления;
- Смещение приоритетов внедрения от отдельных технических средств к комплексным решениям, обеспечивающим обработку больших массивов данных и поддержку управленческих решений.

Из приведенных данных следует несколько выводов:

- в период 2015-2024 гг. объемы ежегодного внедрения оборудования увеличились с 1 664 до 16 325 единиц, то есть почти в 10 раз;
- наиболее массовыми типами оборудования, значительно превышающими своим количеством остальные типы, являются детекторы транспорта (23%), видеокамеры (20%) и системы ФВФ (18%);
- Этапы 2 и 3 характеризуются значительным географическим расширением, где Этап 2 более обширен (+14 субъектов), а Этап 3 менее (+ 11 субъектов).

## 3. Причины изменений в структуре оборудования ИТС

Трансформация структуры оборудования интеллектуальных транспортных систем в Российской Федерации в 2015-2024 гг. носила поэтапный характер и была тесно связана с развитием нормативно-правовой базы, реализацией федеральных проектов, изменением технологической политики и приоритетов регионов. Сопоставление количественной динамики, рассмотренной ранее, с институциональными решениями позволяет выделить факторы, определявшие структуру ИТС на каждом этапе.

Начальный этап развития ИТС в рассматриваемый период совпал с активным формированием стандартизированной терминологической и архитектурной основы отрасли. В 2014-2015 гг. были утверждены ключевые документы:

- ГОСТ Р 56294-2014, закрепивший требования к функциональной и физической архитектуре ИТС;
- ГОСТ Р 56829-2015, установивший единый понятийный аппарат в области ИТС.

Принятие указанных стандартов создало методическую базу, однако на практике внедрение носило преимущественно точечный характер. Это напрямую коррелирует с выявленным доминированием базовых устройств (видеокамеры, дорожные контроллеры, детекторы транспорта) и фрагментарностью инфраструктуры.

Помимо отраслевых стандартов и программных документов, концептуальные основы правового регулирования ИТС в условиях цифровой трансформации транспортной отрасли были рассмотрены М.А. Бажиной. В работе автора показаны существующие терминологические проблемы на легальном и научном уровнях, а также предложены подходы к формированию правового регулирования элементов ИТС (включая высокоавтоматизированные транспортные средства и «умную» инфраструктуру) не обособленно, а как составных частей единой системы [10]. Данный подход коррелирует с выявленной в настоящем исследовании эволюцией ИТС от локальных решений к интегрированной архитектуре.

Дополнительным драйвером внедрения в 2017-2018 гг. стала подготовка транспортной инфраструктуры к проведению чемпионата мира по футболу 2018 года в России. В этот период в субъектах РФ активно разворачивались системы видеонаблюдения, динамического информирования участников движения (ДИТ и ЗПИ), модернизировались светофорные объекты и элементы управления парковочным пространством. Это объясняет зафиксированный рост соответствующих типов оборудования при сохранении локального характера систем.

Существенное стратегическое значение имел Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204<sup>1</sup>, который закрепил курс на цифровизацию транспортной отрасли и применение автоматизированных технологий управления движением. Однако в конце этапа влияние указа только начало проявляться, что соответствует наблюдаемой в проведенной анализе преобладающей модели локальной автоматизации.

Таким образом, структура ИТС в 2015-2018 гг. (этап локальной автоматизации) определялась сочетанием формирующейся нормативной базы и практической ориентации регионов на решение отдельных задач организации дорожного движения и повышения БДД.

На втором этапе ключевым фактором структурных изменений стало развертывание федеральных механизмов финансирования ИТС.

<sup>1</sup>Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 (ред. от 21.07.2020) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

В 2020-2024 гг. началась реализация федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства»<sup>2</sup> в составе национального проекта «Безопасные качественные дороги»<sup>3</sup>, предусматривающего внедрение автоматизированных систем управления движением в городах с населением свыше 300 тыс. человек. Проект охватил десятки агломераций и сформировал устойчивый спрос на тиражируемые решения.

Это прямо отражается в количественных показателях, рассмотренных выше – наблюдается кратный рост уже освоенных типов оборудования (ФВФ, видеокамеры, детекторы), тогда как доля сложных интеграционных компонентов увеличивается умеренно. Структура развития на данном этапе носит преимущественно экстенсивный характер.

Важным институциональным событием стало также ужесточение политики технологической независимости. В 2020 г. были введены ограничения на допуск иностранной промышленной продукции, включая радиоэлектронные средства для задач организации и безопасности дорожного движения<sup>4</sup>. Это запустило поступательную перестройку рынка поставщиков ИТС.

Дополнительный импульс технологическому развитию придало формирование в 2021 г. научно-методической базы для внедрения ВАТС и создание пилотной зоны в Республике Татарстан. Хотя влияние этих мероприятий на количественную структуру оборудования пока было ограниченным, они обозначили переход отрасли к более сложным цифровым сценариям.

В совокупности, на этапе масштабирования, указанные факторы обусловили переход от пилотных проектов к массовому внедрению типовых решений ИТС.

Третий этап характеризуется усилением системного подхода к развитию ИТС и закреплении курса на формирование единой цифровой среды управления дорожным движением. Развитие RSU и цифровой инфраструктуры формирует основу для внедрения технологий V2X – взаимодействия транспортных средств между собой, инфраструктурой и внешними цифровыми сервисами.

Ключевым нормативным событием стало утверждение в 2022 г. Концепции создания и функционирования национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования<sup>5</sup>. Документ определил целевую архитектуру ИТС, принципы межрегиональной интеграции и требования к совместимости подсистем. Это напрямую коррелирует с зафиксированным в анализе ростом периферийного оборудования и других интеграционных компонентов.

<sup>2</sup>Паспорт федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства». – Министерство транспорта Российской Федерации: офиц. сайт. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/9759>

<sup>3</sup>Паспорт национального проекта «Безопасные качественные дороги». – Министерство транспорта Российской Федерации: офиц. сайт. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11524>

<sup>4</sup>Постановление Правительства Российской Федерации от 30.04.2020 № 616 «Об установлении запрета на допуск промышленных товаров, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд, а также промышленных товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок для нужд обороны страны и безопасности государства» // Сайт Правительства Российской Федерации: офиц. сайт. URL: <http://government.ru/docs/all/127752/>

<sup>5</sup>Распоряжение Минтранса России от 30.09.2022 № АК-247-р «Об утверждении Концепции создания и функционирования национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования»

Развитие ИТС в российских агломерациях, как показано в исследовании Волковой с соавторами, также требует учета этапности и существенных особенностей каждого региона. Авторами сформированы этапы развития ИТС, предполагающие их интеграцию с концепцией «Мобильность как услуга» (MaaS), а также выявлены проблемы, сдерживающие развитие ИТС в российских агломерациях на современном этапе [11]. Данные результаты коррелируют с установленными в настоящем исследовании барьерами на этапе локальной автоматизации и масштабирования, что подтверждает объективность предложенной периодизации.

В 2023 г. распоряжением Правительства РФ № 3097-р<sup>6</sup> было утверждено стратегическое направление цифровой трансформации транспортной отрасли. В документе акцент сделан на платформенных решениях, управлении на основе данных и развитии интеллектуальной инфраструктуры. Данный вектор также согласуется с выявленным смещением структуры оборудования в сторону аналитических и управляющих подсистем.

Существенное влияние оказало дальнейшее ужесточение политики импортозамещения. Если ранее ограничения носили стимулирующий характер, то Постановление Правительства РФ № 1875<sup>7</sup> дополнительно сузило возможности закупки зарубежной продукции для дорожно-транспортной отрасли. На фоне уже действующих мер это способствовало снижению доли иностранного оборудования до 18% в 2022-2024 гг. и активизации внедрения отечественных комплексных решений.

Одновременно продолжалась реализация мероприятий национального проекта «Безопасные качественные дороги», что обеспечивало высокий, но уже более стабилизированный уровень внедрения оборудования. К этому моменту в большинстве агломераций была сформирована базовая сенсорная инфраструктура, и приоритет начал смещаться на интеграцию, централизованное управление и обработку данных.

Таким образом, структура ИТС на третьем этапе (этап интеграции и цифровизации) отражает начало перехода от количественного наращивания оборудования к формированию цифровой архитектуры управления транспортной системой.

Сопоставление нормативных решений с динамикой оборудования показывает последовательную эволюцию модели развития ИТС (рис. 7):

- 2015-2018 гг. (этап локальной автоматизации) – формирование стандартов и локальная автоматизация, в том числе связанная с подготовкой к крупным международным мероприятиям;
- 2019-2021 гг. (этап масштабирования) – масштабирование типовых решений под воздействием федерального финансирования и расширения географии внедрения;
- 2022-2024 гг. (этап интеграции и цифровизации) – начало перехода к интегрированной цифровой архитектуре и усиление импортозамещения.

<sup>6</sup>Распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 ноября 2023 г. № 3097-р об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года // КонсультантПлюс: офиц. сайт. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_461391/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_461391/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/)

<sup>7</sup>Постановление Правительства РФ от 23.12.2024 № 1875 (ред. от 27.09.2025) «О мерах по предоставлению национального режима при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, закупок товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц»

Рост общего объема оборудования более чем в 4 раза сопровождался изменением его структуры – от преобладания отдельных технических средств к доминированию комплексных и взаимосвязанных подсистем.

Тем самым трансформация ИТС в Российской Федерации носит закономерный характер и определяется согласованным воздействием нормативного регулирования, федеральных программ развития и технологической политики государства.



Рис. 7: Изменение нормативно-правовой базы в процессе развития ИТС

## Заключение

Анализ динамики внедрения оборудования интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования за 2015-2024 гг. показал последовательную трансформацию структуры ИТС под воздействием нормативных, технологических и организационных факторов.

Развитие проходило поэтапно: на Этапе 1 (этап локальной автоматизации) преобладали локальные решения и фрагментарное внедрение; на Этапе 2 (этап масштабирования) произошло масштабирование типовых технологий; а на Этапе 3 (этап интеграции и цифровизации) начался переход к интегрированной цифровой архитектуре и централизованному управлению. Выделенные этапы подтверждаются как количественной динамикой оборудования, так и изменениями нормативно-правовой базы.

Практическая значимость результатов состоит в возможности их использования при планировании развития ИТС и корректировке региональных программ. Сформированная цифровая инфраструктура создает технологическую основу для развития ВАТС и отечественных V2X-решений [12].

Современный вектор развития характеризуется смещением акцента от экстенсивного наращивания оборудования к его оптимизации и функциональной интеграции за счет верхнеуровневых программных платформ и централизации обработки данных. Предложенная этапность может быть использована как аналитическая основа для дальнейшего мониторинга зрелости ИТС и оценки эффективности управленческих решений в отрасли.

## Список литературы

- [1] Ефимов А. А., Медведева К. С. Интеллектуальные транспортные системы: перспективы, эффективность и проблемы // IJAS. – 2025. – № 1. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82539049> (дата обращения: 25.01.2026).
- [2] Кондрашова Е. А., Мертвищев Г. А., Латышенок Н. М. ИТС как устойчивое развитие транспортной инфраструктуры // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. – 2021. – С. 217-219.
- [3] Торопов Н. Ю., Анохов И. В. Цифровизация автомобильных дорог: учиться на уроках прошлого // Автомобильные дороги. – 2025. – № 9 (1126). – С. 104-109.
- [4] Кузнецов С. А., Николаев В. А. Организационно-технические аспекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях // Экономика и управление. – 2025. – № 6. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82650250> (дата обращения: 30.01.2025).
- [5] Торопов Н. Ю., Федосеев Е. С. Развитие нормативной базы в области интеллектуальных транспортных систем // Дороги и мосты. – 2023. – № 2 (50). – С. 13-40.
- [6] Вальковская А. А., Кривошеев А. В., Павлов Н. В., Свистельников А. А. Проблемы применения стандартов в области интеллектуальных транспортных систем // ИТС Регионам. – 2025. – № 32. – URL: <https://www.itsjournal.ru/> (дата обращения: 30.01.2025).
- [7] Андреев Е. О., Жанказиев С. В., Зырянов В. В., Павлов А. С. Развитие архитектуры интеллектуальных транспортных систем // T-COMM: Телекоммуникации и транспорт. – 2024. – № 1. – С. 38-43.
- [8] Агуреев И. Е., Федюкин Ю. В. Методика построения функциональной архитектуры интеллектуальных транспортных систем // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2024. – № 3 (78). – С. 78-87.
- [9] Лапшин В. С., Елькин Д. М., Кучеров С. А., Рогозов Ю. И. Обзор методов проектирования архитектур интеллектуальных транспортных систем // ИВД. – 2018. – № 4 (51). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-proektirovaniya-arhitektur-intellektualnyh-transportnyh-sistem> (дата обращения: 26.06.2026).
- [10] Бажина М. А. Интеллектуальные транспортные системы – основа de lege ferenda транспортной системы Российской Федерации // Journal of digital technologies and law. – 2023. – № 3. – С. 630-649.
- [11] Волкова Е. М., Васильева М. Е., Романов А. С. Интеллектуальные транспортные системы в российских агломерациях: сущность, структура и направления развития // ИТСТ. – 2023. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-v-rossiyskih-aglomeratsiyah-suschnost-struktura-i-napravleniya-razvitiya> (дата обращения: 26.06.2026).
- [12] Алексеев В. М., Баранов Л. А., Кулагин М. А., Сидоренко В. Г. Построение архитектуры интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной системой // Мир транспорта. – 2021. – № 1 (92). – С. 18-46.

## STAGES OF DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION OF ITS STRUCTURE ON PUBLIC ROADS

Zhabrikov M. V.<sup>1,1</sup>, Davydov R. D.<sup>1,2</sup>, Akhmadov G. D.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Federal Autonomous Institution «Russian Road Research Institute» (FAI «ROSDORNII»), Moscow, Russia.

E-mail: <sup>1</sup> maxpkey@mail.ru, <sup>2</sup> davydov@rosdornii.ru, <sup>3</sup> akhmadov@rosdornii.ru

**Abstract.** This article examines the formation and transformation stages of intelligent transport systems on public roads in the Russian Federation, considering changes in the regulatory environment, technological priorities, and equipment structure. The study aims to identify patterns in intelligent transport systems evolution and factors driving the shift from local solutions to integrated digital traffic management platforms. The research included quantitative and qualitative analysis of technical means at different development stages, analysis of the domestic-foreign equipment ratio dynamics, and assessment of import substitution policies, compatibility requirements, and certification impacts on system architecture. Particular attention is given to federal and industry regulations shaping the current intelligent transport systems configuration. The results clarify trends in hardware optimization, the growing role of software and platform solutions, and the development of VATS and V2X technologies. The practical significance lies in applying the identified patterns to regional intelligent transport systems planning, defining equipment requirements, supporting investment decisions, and developing road industry digital transformation programs.

**Keywords:** *intelligent transport systems, road traffic automation, ITS equipment structure, ITS transformation stages, road digitalization.*

---

### References

- [1] Efimov A.A., Medvedeva K.S. Intellektualnyye transportnyye sistemy: perspektivy, effektivnost i problemy (Intelligent transport systems: prospects, efficiency and problems). IJAS, 2025, no. 1. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82539049> (accessed 25.01.2026). (in Russian)
- [2] Kondrashova E.A., Mertvishchev G.A., Latyshenok N.M. ITS kak ustoychivoye razvitiye transportnoy infrastruktury (ITS as a sustainable development of transport infrastructure). Innovatsii v informatsionnykh tekhnologiyakh, mashinostroyenii i avtotransporte. Sbornik materialov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Innovations in Information Technologies, Mechanical Engineering and Motor Transport. Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference), 2021, pp. 217-219. (in Russian)
- [3] Toropov N.Yu., Anokhov I.V. Tsifrovizatsiya avtomobilnykh dorog: uchitsya na urokakh proshlogo (Digitalization of roads: learning from the lessons of the past). Avtomobilnyye dorogi (Automobile Roads), 2025, no. 9 (1126), pp. 104-109. (in Russian)
- [4] Kuznetsov S.A., Nikolaev V.A. Organizatsionno-tekhnicheskiye aspekty vnedreniya intellektualnykh transportnykh sistem v gorodskikh aglomeratsiyakh (Organizational and technical aspects of the implementation of intelligent transport systems in urban agglomerations). Ekonomika i upravleniye (Economics and Management), 2025, no. 6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82650250> (accessed 30.01.2025). (in Russian)

---

### For citation:

Zhabrikov M. V., Davydov R. D., Akhmadov G. D. Stages of Development and Transformation of ITS Structure on Public Roads. *Intelligent transport*, 2026, no. 2(38), pp. 23-41. DOI: 10.24412/3033-6007-2026-238-23-41. (in Russian)

- [5] Toropov N.Yu., Fedoseenkova E.S. Razvitiye normativnoy bazy v oblasti intellektualnykh transportnykh sistem (Development of the regulatory framework in the field of intelligent transport systems). Dorogi i mosty (Roads and Bridges), 2023, no. 2 (50), pp. 13-40. (in Russian)
- [6] Valkovskaya A.A., Krivosheev A.V., Pavlov N.V., Svistelnikov A.A. Problemy primeneniya standartov v oblasti intellektualnykh transportnykh sistem (Problems of applying standards in the field of intelligent transport systems). ITS Regionam (ITS to Regions), 2025, no. 32. URL: <https://www.itsjournal.ru/> (accessed 30.01.2025). (in Russian)
- [7] Andreev E.O., Zhankaziev S.V., Zyryanov V.V., Pavlov A.S. Razvitiye arkhitektury intellektualnykh transportnykh sistem (Development of the architecture of intelligent transport systems). T-COMM: Telekommunikatsii i transport (T-COMM: Telecommunications and Transport), 2024, no. 1, pp. 38-43. (in Russian)
- [8] Agureev I.E., Fedyukin Yu.V. Metodika postroyeniya funktsionalnoy arkhitektury intellektualnykh transportnykh sistem (Methodology for building a functional architecture of intelligent transport systems). Vestnik Moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI) (Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI)), 2024, no. 3 (78), pp. 78-87. (in Russian)
- [9] Lapshin V.S., Elkin D.M., Kucherov S.A., Rogozov Yu.I. Obzor metodov proyektirovaniya arkhitektur intellektualnykh transportnykh sistem (Review of methods for designing architectures of intelligent transport systems). IVD, 2018, no. 4 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-proektirovaniya-arhitektur-intellektualnyh-transportnyh-sistem> (accessed 26.06.2026). (in Russian)
- [10] Bazhina M.A. Intellektualnyye transportnyye sistemy — osnova de lega ferenda transportnoy sistemy Rossiyskoy Federatsii (Intelligent transport systems as the basis de lega ferenda of the transport system of the Russian Federation). Journal of Digital Technologies and Law, 2023, no. 3, pp. 630-649. (in Russian)
- [11] Volkova E.M., Vasilyeva M.E., Romanov A.S. Intellektualnyye transportnyye sistemy v rossiyskikh aglomeratsiyakh: sushchnost, struktura i napravleniya razvitiya (Intelligent transport systems in Russian agglomerations: essence, structure and directions of development). ITST, 2023, no. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-v-rossiyskih-aglomeratsiyah-suschnost-struktura-i-napravleniya-razvitiya> (accessed 26.06.2026). (in Russian)
- [12] Alekseev V.M., Baranov L.A., Kulagin M.A., Sidorenko V.G. Postroyeniye arkhitektury intellektualnoy sistemy upravleniya gorodskoy relsovoy transportnoy sistemoy (Building the architecture of an intelligent control system for an urban rail transport system). Mir transporta (World of Transport), 2021, no. 1 (92), pp. 18-46. (in Russian)