

ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ БЕЛАРУСИ

ГОЛОВАЧ Э. П., МОНТИК С. В., ГОЛОВАЧ А. П., МОНТИК Н. С.
*(Брестский государственный технический университет;
г. Брест, Республика Беларусь)*

Безопасность дорожного движения является одной из наиболее актуальных проблем современного общества. Увеличение количества транспортных средств, рост интенсивности транспортных потоков и развитие городской инфраструктуры приводят к усложнению транспортной ситуации и повышению риска дорожно-транспортных происшествий.

По данным международных исследований, дорожно-транспортные происшествия остаются одной из основных причин гибели людей во многих странах мира. Согласно отчётам Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в результате ДТП погибают сотни тысяч человек, а миллионы получают травмы различной степени тяжести. Аналогичная ситуация наблюдается и в Республике Беларусь, где ежегодно на дорогах страны происходит около 3 тысяч дорожно-транспортных происшествий, а количество пострадавших превышает 3 тыс. человек в год (таблица 1).

Таблица 1. – Статистика дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь (2019–2024 гг.)

Год	Количество ДТП	Погибшие	Раненые
2019	3 182	429	3 518
2020	2 979	482	3 188
2021	3 068	440	3 245
2022	3 215	453	3 412
2023	3 173	436	3 400
2024*	около 3 050	около 420	около 3 300

* предварительные данные МВД Республики Беларусь

Источник: составлено по данным МВД Республики Беларусь [1].

Несмотря на наблюдаемую тенденцию к снижению количества дорожно-транспортных происшествий, проблема обеспечения безопасности на дорогах остаётся актуальной и требует дальнейшего внедрения современных технологий управления транспортными потоками.

Целью данной работы является анализ влияния интеллектуальных транспортных систем на безопасность дорожного движения в городах Республики Беларусь.

Для достижения поставленной цели в работе использованы методы сравнительного анализа, статистической обработки данных и системного анализа транспортной инфраструктуры. Анализ основан на данных о дорожно-транспортных происшествиях, показателях функционирования интеллектуальных транспортных систем и результатах их внедрения в городах Республики Беларусь, а также на материалах международных исследований в области ITS.

Одним из наиболее эффективных способов повышения безопасности дорожного движения является внедрение современных технологий управления транспортом. Важную роль в этом процессе играют интеллектуальные транспортные системы (*Intelligent Transport Systems – ITS*), которые представляют собой комплекс взаимосвязанных технических решений, обеспечивающих сбор, обработку и передачу информации о состоянии транспортной системы в режиме реального времени [2].

К основным элементам интеллектуальных транспортных систем, обеспечивающих безопасность дорожного движения, относятся системы автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения, позволяющие выявлять превышение установленной скорости движения, проезд на запрещающий сигнал светофора и другие нарушения и снижать количество правонарушений со стороны водителей. Это способствует повышению дисциплины водителей и снижению количества дорожно-транспортных происшествий на 20–80 % [4].

Важным элементом интеллектуальных транспортных систем является адаптивное управление светофорным регулированием. Использование автоматизированных систем управления светофорами позволяет изменять режим их работы в зависимости от интенсивности транспортных потоков. Это способствует оптимизации движения на перекрёстках, снижению количества конфликтных ситуаций между транспортными средствами и увеличению пропускной способности дорожной сети примерно на 20 % [4].

Существенную роль в ITS играют системы мониторинга дорожной ситуации, обеспечивающие более эффективное регулирование транспортных потоков и оперативное реагирование на изменения дорожной обстановки. Интеллектуальные системы мониторинга позволяют сократить время прибытия экстренных служб на место дорожно-транспортного происшествия на 20–40 %, что повышает вероятность выживания пострадавших примерно на 15 % [4].

Ещё одним элементом интеллектуальных транспортных систем являются средства информирования (информационные табло, навигационные системы и другие). Они предоставляют водителям актуальную информацию о дорожной ситуации, возможных заторах и изменениях маршрутов движения, что способствует выбору безопасных маршрутов и снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций на 30–40 % [4].

В работе проведён сравнительный анализ внедрения ITS с учётом количественных показателей их функционирования, что позволило оценить эффективность их влияния на безопасность дорожного движения (рис. 1).

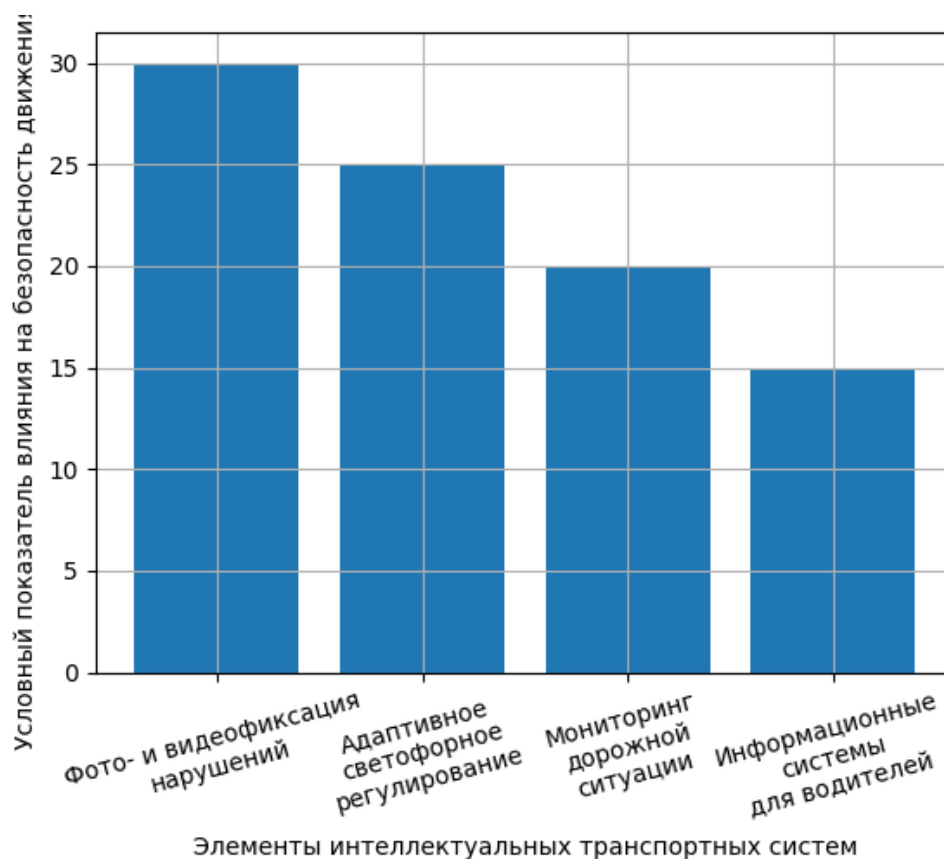


Рисунок 1. – Влияние элементов интеллектуальных транспортных систем на безопасность дорожного движения

Источник: составлено авторами на [2, 4, 6].

Проведённый анализ показал, что внедрение интеллектуальных транспортных систем оказывает значительное влияние на повышение безопасности дорожного движения. К ключевым элементам ITS относятся системы автоматической фото- и видеофиксации нарушений, адаптивное управление светофорным регулированием и системы мониторинга транспортных потоков, что свидетельствует о комплексном характере их воздействия на уровень дорожной безопасности.

Создание современных систем мониторинга дорожной ситуации и автоматизированного управления дорожным движением, а также цифровых платформ обработки транспортных данных и центров управления требует значительных финансовых ресурсов.

Международный опыт показывает, что внедрение интеллектуальных транспортных систем может составлять около 5 % бюджета транспортных инфраструктурных проектов, однако такие инвестиции позволяют значительно повысить эффективность использования существующей транспортной инфраструктуры, а их окупаемость составляет 0,5–3 года в странах ЕС, США и Японии и 1–5 лет в странах СНГ [3, 4].

Сравнительный анализ эффектов внедрения интеллектуальных транспортных систем в различных странах представлен в таблице 2.

Таблица 2. – Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем по данным международных исследований

Показатель	Мировой опыт (США, Европа, Япония)	Страны СНГ	Республика Беларусь
Снижение количества ДТП	снижение аварийности до 40 %	снижение аварийности на 10–20 %	снижение нарушений ПДД на 15–30 %
Пропускная способность дорог	увеличение до 20 %	увеличение на 10–15 %	снижение задержек транспорта на 10–12 %
Снижение транспортных заторов	сокращение времени поездок на 10–20 %	уменьшение задержек на 8–12 %	сокращение времени поездок на 5–10 %
Экономическая эффективность	снижение затрат на инфраструктуру на 30–35 %	повышение эффективности использования инфраструктуры на 15–20 %	снижение эксплуатационных затрат на 10–15 %
Экологический эффект	снижение выбросов на 10 %	снижение загрязнения на 5–8 %	снижение загрязнения воздуха на 3–5 %

Источник: составлено авторами на основе [2, 4, 5].

Полученные результаты позволяют установить зависимость между уровнем внедрения ITS и снижением количества ДТП как на международном уровне, так и в городах Беларуси. Наиболее выраженные результаты наблюдаются в странах с высоким уровнем внедрения интеллектуальных транспортных технологий – в США, Европе и Японии, где аварийность снизилась до 40 % при одновременном снижении затрат на инфраструктуру на 30–35 % и выбросов, загрязняющих веществ на 10 %. Аналогичные положительные тенденции отмечаются и в странах СНГ, включая Республику Беларусь (снижение аварийности на 10–20 %). Использование ITS также способствует сокращению времени поездок и повышению уровня комфорта пассажиров общественного транспорта, что подтверждает эффективность применения ITS как инструмента повышения безопасности дорожного движения.

В Республике Беларусь внедрение интеллектуальных транспортных систем осуществляется постепенно в рамках модернизации дорожной инфраструктуры и развития цифровых систем управления транспортом. Особенно активно элементы таких систем внедряются в крупных городах (областных центрах) страны, где наблюдается высокая интенсивность транспортных потоков (таблица 3).

Таблица 3. – Использование элементов интеллектуальных транспортных систем в городах Беларуси

Город	Элементы ITS	Количественные показатели
1	2	3
Минск	АСУДД, видеонаблюдение, системы фиксации нарушений	около 6000 камер, более 600 светофоров в системе управления

Окончание таблицы 3

1	2	3
Брест	камеры контроля скорости, мониторинг движения	около 100 стационарных камер и 64 мобильные точки контроля скорости (по Брестской области)
Гродно	видеонаблюдение, контроль скорости	камеры на основных магистралях
Могилёв	видеонаблюдение, мониторинг дорожной ситуации	более 2000 камер видеонаблюдения
Гомель	системы видеонаблюдения и мониторинга	камеры на ключевых перекрёстках
Витебск	видеонаблюдение и контроль движения	камеры в системе мониторинга безопасности

Источник: составлено авторами на основе [1, 2].

Следует отметить, что представленные данные носят обобщённый характер, поскольку статистическая информация по отдельным элементам ITS в городах Республики Беларусь ограничена, поэтому для более наглядной оценки уровня внедрения интеллектуальных транспортных систем в стране целесообразно использовать качественную градацию, учитывающую количество и степень интеграции элементов ITS.

На основе анализа данных можно выделить три уровня внедрения ITS:

- *высокий уровень* (комплексное внедрение систем управления движением, мониторинга и контроля нарушений) – г. Минск;
- *средний уровень* (частичное внедрение систем видеонаблюдения и контроля скорости) – г. Брест, г. Гродно;
- *начальный уровень* (ограниченное использование отдельных элементов ITS) – г. Гомель, г. Витебск, г. Могилёв.

Предложенная классификация позволяет объективно оценить степень развития интеллектуальных транспортных систем и может быть использована при планировании развития транспортной инфраструктуры и внедрении ITS в городах Республики Беларусь.

Как следует из анализа данных, представленных в таблице 3, наиболее развитая система интеллектуального управления транспортом (высокий уровень) функционирует в Минске. Она включает следующие основные элементы:

- **Автоматизированную систему управления дорожным движением (АСУДД)**, предназначенную для централизованного управления светофорными объектами [1].

По данным городских служб, в Минске насчитывается более 800 светофорных объектов, при этом значительная их часть – 684, интегрирована в систему АСУДД, что позволяет регулировать транспортные потоки в режиме реального времени и координировать работу светофоров на основных городских магистралях. Система использует данные различных датчиков движения, видеокамер и других средств мониторинга транспортных потоков, обеспечивая анализ параметров

движения и автоматическую корректировку длительности сигналов светофоров. В результате повышается пропускная способность дорог и снижается вероятность возникновения транспортных заторов.

– **Средства видеонаблюдения дорожной ситуации**, позволяющие контролировать состояние дорожного движения в режиме реального времени.

В рамках системы мониторинга общественной безопасности Минска используется более 5000 камер видеонаблюдения, установленных на основных транспортных магистралях и перекрёстках города. Они применяются для контроля дорожной ситуации, фиксации нарушений правил дорожного движения и анализа транспортных потоков. Планируется увеличение их количества до 30 000, что позволит расширить возможности контроля транспортной инфраструктуры и повысить уровень безопасности дорожного движения [1].

– **Системы автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения**, которые автоматически фиксируют нарушения ПДД, распознают номерные знаки автомобилей, определяют скорость движения, формируют административные штрафы.

– **Средства мониторинга транспортных потоков**. В Минске на ряде перекрёстков и магистралей используются датчики интенсивности движения, встроенные в дорожное покрытие. Они фиксируют количество транспортных средств и передают информацию в автоматизированную систему управления дорожным движением, что обеспечивает анализ транспортных потоков и автоматическую корректировку длительности сигналов светофоров.

Кроме того, на отдельных участках городской дорожной сети применяются электронные датчики и системы контроля скорости, позволяющие анализировать параметры транспортного потока и оптимизировать работу светофорных объектов. В частности, на Минской кольцевой дороге установлено 11 стационарных датчиков контроля скорости, которые также используются для анализа транспортного потока и повышения безопасности движения [1].

Средний уровень внедрения ITS характерен для г. Бреста и г. Гродно, где присутствуют такие элементы интеллектуальных транспортных систем, как системы видеонаблюдения и контроля скорости. В настоящее время в Бресте и Брестской области функционирует около 100 стационарных камер контроля скорости, а также 64 точки мобильных комплексов фиксации нарушений, которые используются для повышения безопасности дорожного движения и контроля транспортных потоков. В Гродно элементы интеллектуальных транспортных систем представлены системами видеонаблюдения дорожной ситуации, современными светофорными объектами и средствами автоматического контроля скорости на наиболее загруженных участках улично-дорожной сети.

В Могилёве система мониторинга общественной безопасности базируется на более 2000 камерах видеонаблюдения, которые используются для контроля

дорожной ситуации и повышения безопасности движения. В городах Гомель и Витебск применяются системы видеонаблюдения и мониторинга транспортных потоков, интегрированные в республиканскую систему мониторинга общественной безопасности, которая объединяет десятки тысяч камер по всей стране.

Внедрение интеллектуальных транспортных систем в городах Беларуси выступает одним из ключевых направлений повышения эффективности управления транспортными потоками и обеспечения безопасности дорожного движения. Развитие таких технологий является важным направлением модернизации транспортной инфраструктуры и улучшения функционирования городской транспортной системы.

К основным направлениям дальнейшего развития ITS в республике можно отнести:

- *расширение применения интеллектуальных транспортных систем в крупных городах страны*, включая развитие **средств мониторинга транспортных потоков, систем автоматического контроля дорожной ситуации и интеллектуального управления дорожным движением**;

- *создание единого оператора интеллектуальной транспортной системы*, объединяющего различные элементы транспортной инфраструктуры и обеспечивающего централизованное управление транспортными потоками;

- *интеграцию интеллектуальных транспортных систем с концепцией «умного города»*, которая предполагает использование цифровых технологий для управления городской инфраструктурой. Интеграция транспортных систем с городскими информационными платформами позволяет повысить эффективность управления городской средой и улучшить качество транспортного обслуживания населения;

- *развитие цифровых технологий и информационно-коммуникационной инфраструктуры* с целью разработки современных цифровых решений в области управления транспортными потоками;

- *использование технологий искусственного интеллекта и машинного зрения*, позволяющих анализировать большие объёмы транспортных данных, прогнозировать дорожную ситуацию и повышать эффективность управления транспортными потоками.

Реализация указанных направлений позволит повысить эффективность функционирования транспортной системы, снизить уровень дорожно-транспортных происшествий и обеспечить устойчивое развитие городской транспортной инфраструктуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Министерство внутренних дел Республики Беларусь. Статистика дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь. – Минск : МВД Республики Беларусь, 2023.

2. Власов, В. М. Интеллектуальные транспортные системы / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко. – М. : МАДИ, 2019. – 316 с.
3. Кузнецов, С. В. Интеллектуальные транспортные системы как инструмент повышения безопасности дорожного движения / С. В. Кузнецов, В. А. Лапшин // Транспорт и логистика. – 2021. – № 3. – С. 45–52.
4. European Commission. Intelligent Transport Systems in Action. – Brussels : European Commission, 2023.
5. Евразийская экономическая комиссия. Аналитический доклад по развитию интеллектуальных транспортных систем в странах ЕАЭС. – Москва : ЕЭК, 2019.
6. Сырцова, Е. А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в транспортной инфраструктуре / Е. А. Сырцова // Современное публичное администрирование. – 2023.