

вид транспорта, средняя скорость движения, плотность движения, расписание транспорта, удобство в пересадке с одного транспорта на другой, удобство оплаты проезда, цель поездки, длина маршрута и т. д. [3]

Результаты сравнения различных маршрутов городской поездки с использованием нескольких видов транспорта могут быть использованы для сравнения вариантов перспективного развития городских транспортных систем, включающих СПМ, а также при проектировании новых транспортных систем [3].

### **Список использованных источников**

1. Шевченко, Н. А. Оценка эффективности использования велосипедов и электросамокатов в городском транспорте / Н. А. Шевченко // Транспорт и логистика. – 2020. – № 4. – С. 40–47.

2. Смирнова, Ж. В., Самарский, И. Р. Анализ средств индивидуальной мобильности как нового городского // Вестник науки: №1 (46) том 5, 2022. – С. 173– 181.

3. Карасёва, М. Г. Прогнозирование выбора пассажирами маршрута городской поездки с использованием средств персональной мобильности = Forecasting of passengers' choice of the route of a city trip using means of personal mobility / М. Г. Карасёва // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 158–165.

4. Федоров, А. В. Инновационные технологии в сфере персональной мобильности: экономические и социальные аспекты / А. В. Федоров // Научные исследования и разработки. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 50–56.

5. Сидорова, Е. В. Влияние средств персональной мобильности на экологическую ситуацию в городах / Е. В. Сидорова // Экология и жизнь. – 2019. – № 6. – С. 15–19.

УДК 656

### **Оценка использования детекторов на полосах движения для СПМ и велосипедов**

**Карасёва М. Г., старший преподаватель,  
Лазарчик Е. А., студент,**

**Семеняго П. П., студент,  
Галенда С.С., студент**  
*Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:**

В данной статье анализируются применения детекторов и их виды для оптимизации движения средств персональной мобильности и велосипедов и их влияния на безопасность дорожного движения в городской транспортной системе.

В условиях быстрого роста городов и увеличения плотности транспортных потоков оптимизация дорожной инфраструктуры становится приоритетной задачей. Особое внимание уделяется уязвимым участникам движения - пешеходам, велосипедистам и пользователям систем персональной мобильности (СПМ), включая электросамокаты и моноколеса. Работа посвящена изучению применения детекторов для оптимизации движения СПМ и велосипедистов, а также их влияния на безопасность дорожной сети. Рассматриваются различные виды детекторов, включая камеры, микроволновые радары и индуктивные петли, с акцентом на их интеграцию с системами управления дорожным движением. Исследование подчеркивает важность использования детекторов для формирования безопасной и удобной городской транспортной среды.

По статистике ГАИ в Минске в 2023 году произошло 202 ДТП с участием пешеходов, из них меньше 10 % – с участием пешеходов на СПМ. Также зарегистрировано 59 ДТП с участием велосипедистов (в 2022-м – 47) [5]. Аварии случаются как на нерегулируемых пешеходных переходах, так и на регулируемых. Для повышения безопасности людей на нерегулируемых пешеходных переходах активно вводятся системы сигнального освещения (ССО). При приближении пешехода к нерегулируемому пешеходному переходу с помощью программного обеспечения система идентифицирует объект «Пешеход», считывает траекторию движения человека и при условии, если человек намерен совершить переход, система активизирует сигнальные элементы – информационное табло с надписью «Пропустите Пешехода» и прожекторы освещения зоны пешеходного перехода. ССО хорошо зарекомендовали себя, однако, дорожные происшествия

случаются не только на нерегулируемых пешеходных переходах. Часто аварии с участием пешеходов случаются на многополосных дорогах, на которых движение людей регулируется светофором. Во избежание таких ситуаций, на регулируемых пешеходных переходах необходимо установить систему, которая будет основываться на данных датчика движения и предупреждать водителей и пешеходов о возможной опасности.

Данная работа посвящена изучению возможностей применения детекторов для оптимизации движения СПМ и велосипедистов, а также оценке их влияния на общее качество и безопасность дорожной сети.

Одним из инновационных решений для управления потоками является использование детекторов на полосах движения. Эти устройства позволяют в реальном времени фиксировать присутствие и характеристики движения СПМ и велосипедистов. Точные данные, собираемые такими системами, играют важную роль в проектировании городских пространств, оценке интенсивности использования дорожной инфраструктуры и принятии оперативных решений в условиях изменяющихся транспортных потоков.

Есть различные виды фиксации движения средств персональной мобильности и велосипедов:

### 1. Видеофиксация

#### 1.1 Стационарные камеры:

- Фиксируют все события на выделенной полосе.
- Возможность интеграции с системами распознавания нарушений (проезд автомобилей, превышение скорости).

#### 1.2 Интеллектуальные камеры с ИИ:

- Распознают тип транспорта, отслеживают траектории и нарушения.
- Эффективны для автоматического контроля без участия человека.

### 2. Датчики движения

#### 2.1 Индукционные петли:

- Фиксируют движение велосипедов и СПМ на основе металлических элементов.
- Надежны, но требуют физического монтажа в дорожное покрытие.
- Подходят для мест с высокой интенсивностью движения.

## 2.2 Инфракрасные датчики:

- Реагируют на тепло и движение.
- Эффективны в ночное время или в местах с плохой видимостью.
- Уступают камерам в точности классификации транспорта.

## 2.3 Ультразвуковые датчики:

- Измеряют скорость и плотность движения.
- Полезны для анализа трафика, но ограничены в фиксации нарушений.

## 3. GPS-мониторинг

### 3.1 Индивидуальные GPS-трекеры:

- Используются на прокатных средствах.
- Отслеживают маршруты, но не фиксируют нарушения правил.
- Эффективны для статистического анализа.

### 3.2 Городские приложения и сенсоры:

- Позволяют собирать данные от пользователей через смартфоны.
- Могут интегрироваться с системами мониторинга.
- Полезны для анализа, но не для фиксации в реальном времени.

## 4. Системы искусственного интеллекта (ИИ):

- Анализируют данные с видеокамер, датчиков и других источников.

– Распознают сложные сценарии нарушений (например, пересечение границ полосы автомобилями).

- Лидер в эффективности благодаря автоматизации и точности.

## 5. Механические системы контроля:

- Барьеры и столбики.
- Физически препятствуют въезду автомобилей на велополосы.
- Просты и эффективны, но не фиксируют нарушения.
- Рекомендуются для предотвращения нарушений.

## 6. Патрулирование:

### 6.1 Пешеходное/велосипедное патрулирование:

- Эффективно в местах с низкой плотностью трафика.
- Требуется значительных затрат на персонал.

### 6.2 Дроны:

- Покрывают большую площадь, фиксируют нарушения.
- Полезны для временного контроля.

Лучшими решениями будут являться Интеллектуальные камеры с ИИ, индуктивные петли, механические барьеры в сочетании с фиксацией камер.

В нашем случае мы будем использовать индуктивные петли, они встроены в дорожное покрытие, данный вид детекторов учитывает направление объекта, его скорость и другие факторы.

Детекторы скорости можно установить перед пешеходным переходом или перекрестком, они фиксируют скорость объектов (велосипедистов, людей, передвигающихся на СПМ) и с учетом скорости может изменяться сигнал светофора.

Табло с рекомендациями размещается через несколько метров после детектора, оно выводит информацию, например: «Проезжайте» – если объект успевает пересечь пешеходный переход на разрешающий сигнал, «Снизьте скорость» – если пересечение на разрешающий сигнал невозможно.

Предупреждающие знаки для водителей располагаются при подъезде к умному пешеходному переходу, например знак "Внимание, адаптивный пешеходный переход".

Система, интегрирующая умные светофоры, она взаимодействует с программируемыми светофорами, удлинняя или сокращая время разрешающего сигнала в зависимости от ситуации.

Это поможет избежать резкого торможения СПМ и велосипедов перед пешеходными переходами, что также поможет уменьшить количество ДТП с участием автомобилей, СПМ и велосипедов на пешеходных переходах.

Также на пешеходных переходах, которые работают от кнопки вызова, можно установить работу совместно с детекторами. При прохождении детектора, будет срабатывать кнопка вызова светофора для пешеходов, а на информационном табло выводить скорость для объектов, с которой им необходимо двигаться.

В заключение можно сказать, что интеграция современных технологий, таких как детекторы движения, интеллектуальные камеры, индуктивные петли и системы ИИ, является перспективным направлением в повышении безопасности на дорогах. Эти решения позволяют не только фиксировать движения пешеходов, велосипедистов и средств персональной мобильности, но и оперативно адаптировать дорожную инфраструктуру под текущие условия.

Использование адаптивных систем, включая «умные» светофоры и предупреждающие знаки, способствует снижению числа ДТП, особенно на многополосных дорогах и переходах с интенсивным движением. Предложенные подходы помогают минимизировать резкие

торможения и конфликты на дороге, обеспечивая безопасность всех участников движения.

Таким образом, внедрение подобных технологий в городской среде является важным шагом на пути к созданию эффективной и безопасной транспортной системы.

### **Список использованной литературы**

1. Itc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itc.by/preimushhestva-detektora-transporta-arken-kross/> – Дата доступа: 01.12.2024.

2. ИТС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itsjournal.ru/articles/special-report/sozdat-vnedrit-i-zabotitsya-novuyu-podkhod-k-povysheniyu-bezopasnosti-na-dorogakh/> – Дата доступа: 01.12.2024.

3. Itc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itc.by/obnaruzhenie-velosipedistov/> – Дата доступа: 01.12.2024.

4. Cyberleninka [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-velosipednogo-trafika-v-usloviyah-goroda> – Дата доступа: 01.12.2024.

5. Белта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belta.by/regions/view/v-gai-minska-rasskazali-skolko-v-2023-godu-proizoshlo-dtp-s-uchastiem-samokatchikov-i-velosipedistov-619170-2024/> – Дата доступа: 01.12.2024.