

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
СУБЪЕКТАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ  
ИННОВАЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ОДД**

**ОТЧЕТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по Государственному контракту от 26.07.2021 г. № 0173100013921000012

«Подготовка научно-обоснованных предложений по внедрению инноваций и цифровых технологий в сфере организации дорожного движения»

**Методические рекомендации  
субъектам Российской Федерации по внедрению инновационных и цифровых  
технологий в сфере организации дорожного движения**

проект

1. Внедрение современных информационных, коммуникационных и телематических технологий в процессы управления дорожным движением для реализации максимально эффективных сценариев организации движения осуществляется с целью обеспечения безопасности и повышения эффективности транспортной деятельности.

2. Настоящие Методические рекомендации содержат перечень современных решений по внедрению и использованию инновационных технологий, включая цифровые, в сферу организации дорожного движения, апробированных в отечественной и зарубежной практике.

3. Рекомендуемые к внедрению организационные, технологические и конструктивные решения отражают качественные изменения формы и функционала технических средств организации дорожного движения в связи с активным распространением достижений в области телематики, радиоэлектроники, автоматики за последние два десятилетия; экспериментальные решения в области организации парковочных пространств, свойств и качеств дорожной разметки, использования голограмм, синхронизированных с регулированием дорожного движения, заслуживающие всестороннего и последовательного изучения и оценки с позиций массового применения.

4. Методические рекомендации могут быть использованы органами государственной власти субъектов Федерации, органами местного самоуправления, осуществляющими полномочия в сфере градостроительства, управления дорожным хозяйством и организации дорожного движения, проектными и научными организациями.

В настоящих рекомендациях использованы следующие сокращения:

**ПКРТИ** – программа комплексного развития транспортной инфраструктуры поселения, городского округа.

**ОДД** – организация дорожного движения.

**КСОДД** – комплексная схема по организации дорожного движения.

**ПОДД** – проект организации дорожного движения.

**ГИС** – геоинформационная система.

**ТС** – транспортное средство.

**ТП** – транспортный поток.

**ТЗ** – техническое задание.

**ПО** – программное обеспечение.

**УДС** – улично-дорожная сеть;

**ПДД** – Правила дорожного движения;

**ИН** – искусственная неровность (искусственные неровности);

## 1. Организация движения пешеходов. Обустройство нерегулируемых пешеходных переходов средствами безопасного пропуска пешеходов.

В 2020 году, несмотря на повсеместные карантинные меры, ограничившие транспортную активность населения на пешеходных переходах в Российской Федерации было совершено 15 364 ДТП, в которых погибло 858 и было ранено 15 292 человека, причем 10 999 ДТП, в которых погибло 610 и было ранено 10 972 человека произошло на нерегулируемых пешеходных переходах.

В темное время суток на пешеходных переходах было совершено 6 349 ДТП, в которых погибло 482 и ранено 6 230 человек - более половины ДТП со смертельным исходом.

Основными причинами наезда на пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах следует считать:

- низкий уровень освещенности в темное время суток;
- плохая видимость разметки и дорожных знаков;
- плохая видимость на переходе по причине погодных условий;
- позднее обнаружение пешехода водителем, обусловленное ограниченной видимостью из-за неподвижно стоящих препятствий в зоне пешеходного перехода (припаркованные транспортные средства, иные преграды).

Самым распространенным решением по предотвращению возникновения ДТП в зоне пешеходных переходов является общий подход, когда существующая дорожно-транспортная инфраструктура модифицируется посредством применения дополнительных интеллектуальных комплексов.

В общем представлении, решение выглядит так:

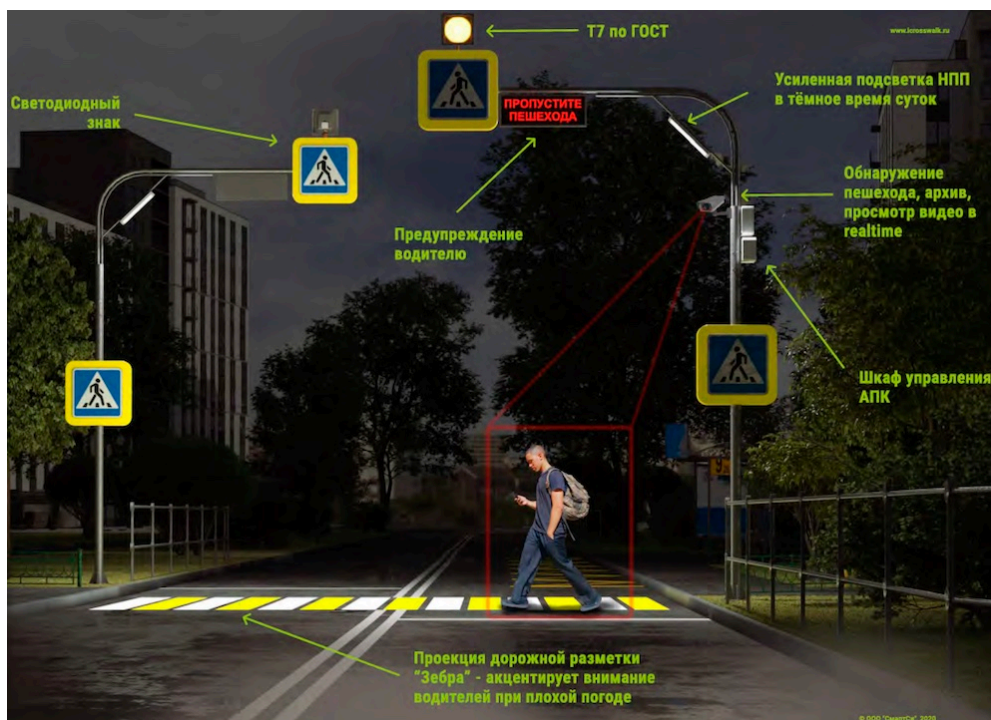


Рисунок 1.1 – Основные компоненты, используемые при усовершенствовании нерегулируемых пешеходных переходов

Статистикой эксперимента подтверждено снижение наездов на пешехода на НПП на 80%, количественный рост пропусков пешеходов по сравнению с обычным НПП в 2 раза (82%). Кроме того, средняя скорость проезда пересечения транспортным средством возрастает на 27%, снижается время задержки пешеходов на переходе на 30%.

К основным компонентам усовершенствования нерегулируемых пешеходных переходов относят:

- видеокамеры для распознавания пешеходов, велосипедистов и их траекторий движения;
- информационные табло - LED-панели для предупреждения водителей;
- прожекторы освещения;
- светофоры Т7 (желтый мигающий);
- блок управления.

При движении пешехода (велосипедиста) по тротуару в зоне пешеходного перехода происходит видеорегистрация объекта, анализируется динамика покадрового перемещения и прогнозируется траектория его движения. В случае если траектория движения пешехода направлена в сторону пешеходного перехода, включается табло «Внимание, пешеход!», расположенное над проезжей частью.

В темное время суток при переходе пешехода через дорогу дополнительно включается подсветка пешеходного перехода. Производится запись каждого видеофрагмента перехода пешехода через дорогу.

Расчет траектории движения и управление подсветкой осуществляется на основании эвристических алгоритмов, адаптированных к различным дорожным ситуациям. Параллельно ведется статистика количества пешеходов и транспортных средств.

Усовершенствованная модель комплекса обеспечивает возможность детектирования нарушений по пункту 14.1 ПДД РФ с двойной идентификацией. Для этого стандартный комплекс дополнительно оснащается видеокамерой, расположенной на небольшом удалении от перехода, которая следит за перемещением транспортных средств, распознает государственные регистрационные знаки, фиксирует факт пропуска или не пропуска пешехода. Именно такой подход позволяет здесь и сейчас предупредить ДТП, уведомив водителя о наличии пешехода на пешеходном переходе. В случае игнорирования этого предупреждения, включается механизм фотовидеофиксации нарушений правил проезда пешеходных переходов.

В составе решения также предусмотрена возможность подключения видеокамер в систему «Безопасный город» для обеспечения поиска пропавших людей, преступников, разыскиваемых транспортных средств, а также водителей, оставивших место ДТП и скрывшихся с него. При необходимости можно произвести удаленный доступ к камере для проверки работоспособности системы; оценки состояния дорожной разметки в зоне пешеходного перехода, визуального контроля качества работ по нанесению разметки и уборки территории.

Частные случаи решений безопасного пропуска пешеходов на нерегулируемом пешеходном переходе рассмотрены ниже.

## 1.1 Проекционный пешеходный переход

Оборудование пешеходных переходов специальным светодиодными устройствами, проецирующими статичное изображение (дорожная разметка) на поверхность (дорожное покрытие) получило широкое распространение за рубежом и активно распространяется в России.

Данная технология не заменяет пешеходный переход, а дублирует его в темное время суток и плохую погоду (туман, снег, дождь), когда вероятность наезда на пешехода существенно возрастает. В зависимости от ширины дорожного полотна над проезжей частью устанавливают светодиодные проекторы IGP, которые проецируют дорожную разметку 1.14.1 (пешеходный переход). Количество проекторов зависит от ширины дорожного полотна, но всегда не более 1 проектора на 2 полосы движения. Таким образом создаётся световой коридор, который полностью дублирует пешеходный переход.

При движении пешехода по переходу подсветка делает его более заметным для водителей, на расстоянии до 150 метров проекция хорошо видна над лужами, слякотью и снегом. За 50 метров до пешеходного перехода, устанавливаемый дополнительно проектор IGP проецирует на дорогу разметку 1.24.1 (знак приближения к пешеходному переходу), что предупреждает водителя о приближении к пешеходному переходу.



Рисунок 1.2 – Светодиодный ГОБО проектор для проекционных пешеходных переходов IGP S200 Plus

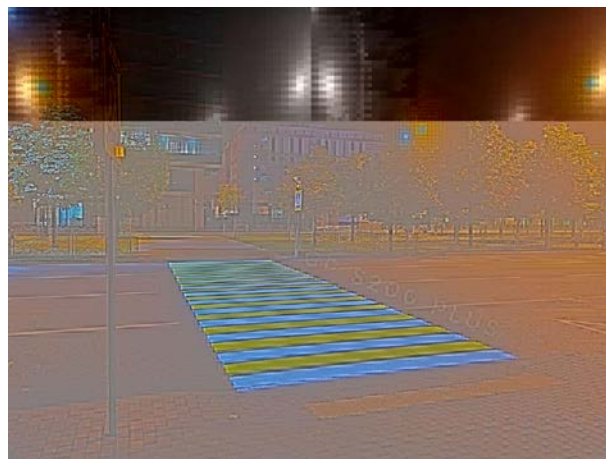


Рисунок 1.3 – Примеры проекционного пешеходного перехода

Данному технологическому решению присущи видимость, яркость, долговечность, сохранение качеств при неблагоприятных климатических условиях и воздействии светового потока осветительных приборов транспортного средства на проекцию.

Проекционные технологии в сфере организации дорожных и уличных пространств для удобства и безопасности движения пешехода за рубежом имеют многолетнюю историю



Рисунок 1.4 – Пример организации пешеходного пространства за рубежом

Поданным из открытых интернет-источников проекционные пешеходные переходы установлены в экспериментальном порядке в 26 субъектах РФ в суммарном количестве более 1000 штук, к 2024 году проекторами планируется оборудовать не менее 30 000 пешеходных переходов на всей территории России.

## **1.2 Интерактивное дорожное покрытие для организации пешеходного пространства**

Инновационная разметка для пешеходов The Starling Crossing представляют собой светодиодную систему, которая «рисует» дорожную разметку в онлайн-режиме. Помимо пешеходного перехода и стоп-линий, на дорожном полотне появляются также рекомендации водителям по оптимальному скоростному режиму движения.

Вся зона пешеходного перехода контролируется камерами, изображения с которых попадают в нейронную сеть, способную распознавать пешеходов, велосипедистов и транспортные средства. Технология «искусственного интеллекта», основываясь на обработке потокового видеоконтента, позволяет определять местоположение и скорость каждого участника дорожного движения, что в свою очередь, позволяет использовать алгоритмы предиктивной аналитики прогнозируя развитие дорожно-транспортной ситуации.

Дорожное покрытие в зоне пешеходного перехода выдерживает нормативные весовые нагрузки от транспортных средств, участвующих в движении по городской УДС, а также обладает противоскользящими свойствами, актуальными для пешеходного движения. Дорожное покрытие оснащено светодиодными матрицами, излучение от которых легко воспринимается в дневное время. Они и «изображают» необходимую разметку на дороге.

Функционалом The Starling Crossing предусмотрена возможность активного состояния пешеходного перехода и прилегающей к нему зоны повышенной опасности лишь при наличии пешеходов, также предусмотрено увеличение ширины активной зоны при распознавании средствами видеорегистрации значительных пешеходных потоков.

Если дорога свободна от транспортных средств, мотоциклов или велосипедов, при приближении пешехода разметка начинает светиться приглашающим зеленым цветом, что означает - путь свободен, и пешеход может перейти улицу. Если рядом появляется автомобиль, сенсоры это улавливают и полосы становятся красными. Они меняют цвет также в случае, когда пешеход нарушает ПДД и выходит за рамки разметки. Соответствующие сигналы поступают водителю приближающего транспортного средства.



Рисунок 1.5 – Действующий прототип на участке улично-дорожной сети

Алгоритмически, визуализация непосредственно дорожной разметки для пешеходов реализована в последнюю очередь, что принуждает пешеходов ожидать полной остановки приближающегося транспортного средства.

В отношении пешеходов, постоянно смотрящих в экран смартфона, реализована специальная опция - вокруг них будут «отрисовываться» предупреждающие знаки для привлечения внимания с целью безопасного пересечения дороги.

Данной категории пешеходов («зомби-пешеходов») следует посвятить несколько строк отдельно.

Боязнь потери связи с виртуальным информационным пространством стала настоящим бедствием в среде пешеходного движения – число зависимых от смартфонов людей растет день ото дня, перемещение по городским улицам совмещено с просмотром информационного контента. Риск стать участником ДТП, подобные пешеходы распространяют не только на себя, но и на водителей транспортных средств при встрече с такими неадекватными участниками движения.

Проблема признана настолько общественно значимой, что способами ее решения занялись ответственно – предложен и используется дорожный знак (рисунок 1.6), хотя его практичность в отношении пешеходов, погруженных в виртуальное пространство весьма сомнительна – знак ими игнорируется также, как и сама реальность, в отношении водителей он более эффективен, в особенности на участках улиц с интенсивным пешеходным движением.

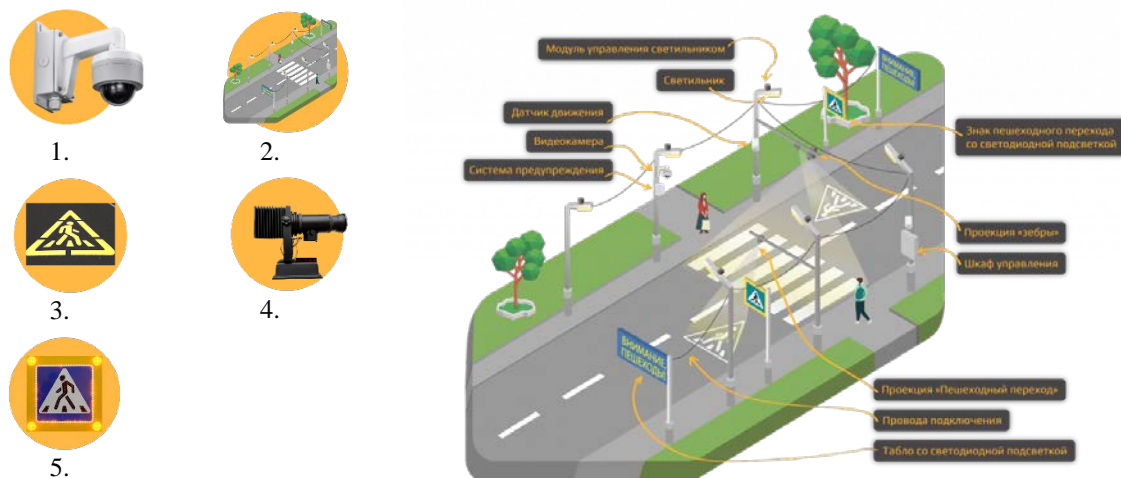


Рисунок 1.6 – Реализованные попытки «достучаться» до сознания «зомби-пешеходов»

Более рациональным (в отношении пешеходов), но не бесспорным, выглядит решение, когда, в качестве эксперимента, перед пешеходными переходами нанесли на дорожное полотно надпись «Не наступай на меня, когда пользуешься мобильником», считается, что такой наземный призыв возымеет свое действие.

### 1.3 Комплекс распознавания движения на нерегулируемом пешеходном переходе.

Еще одна итерация обустройства нерегулируемого пешеходного перехода. Технологическое решение, применяемое при обустройстве нерегулируемых пешеходных переходов на межселенных автомобильных дорогах, на территории жилых зон, объектов культурно-массового назначения, школьных, иных образовательных учреждений и т.п.



1 - Модуль видеоаналитики; 2. - Состав ПП; 3. - Проекция знака пешеходного перехода; 4.- Проекция разметки; 5. - Знак пешеходного перехода со светодиодной подсветкой

Рисунок 1.7 – Примерный состав комплекса распознавания движения на нерегулируемом пешеходном переходе

Разновидностью конструктивных решений, связанных с распознаванием движения пешеходов на нерегулируемом пешеходном переходе, следует считать «интеллектуальный» пешеходный переход, совмещающий оснащение зоны движения пешехода датчиками движения и хорошо заметной в темное время суток системой подсветки (в дневной период происходит зарядка системы автономного питания от солнечных батарей) (рисунок 1.8).





Рисунок 1.8 – «Интеллектуальный» пешеходный переход», Китай



Рисунок 1.9 – «Интеллектуальный» пешеходный переход», Испания

Еще одной разновидностью реализации проекта «интеллектуальный пешеходный переход» можно считать реализованный в Испании проект (рисунок 1.9), содержащий встроенные в полотно дороги тензومترические датчики, регистрирующие нагрузку, создаваемую пешеходом и обрамляющие зону пешеходного перехода LED-огни, сигнализирующие водителям о необходимости остановиться. Одновременно с этим загораются два знака, обозначающих пешеходный переход и прекращающие свечение только когда последний человек покидает опасную зону.

#### **1.4 Радиолокационный комплекс для обнаружения пешехода на регулируемых или нерегулируемых пешеходных переходах.**

Радиолокационный комплекс предназначен для обнаружения пешеходов в выделенной зоне контроля. Многоцелевой алгоритм идентифицирует движущиеся объекты и фильтрует ложные тревоги. Активная антенна радиолокационного датчика покрывает участок длиной до 26 метров с углом обзора 120°, что позволяет обнаруживать цели на участках дороги до 4-х полос на загородных трассах и до 6-ти полос в городе.

Сложные климатические условия и осадки не влияют на эксплуатационные характеристики комплекса. Движущийся по проезжей части транспорт не является препятствием для обнаружения пешеходов. Обнаружив пешехода в зоне контроля, комплекс мгновенно отправляет сигнал визуальным средствам оповещения: на светофор, информационное табло или световые огни. Если пешеходов в контролируемой зоне нет - визуальные средства оповещения остаются неактивными (разрешают проезд транспорту).

Комплекс программируется для автоматизированного контроля и управления в режиме 24/7. Программное обеспечение имеет удобный интерфейс с возможностями гибких настроек по расположению активных зон детекции и алгоритмов действия. Для удобной настройки и ориентации на местности оператор может использовать дорожную схему, которая загружается в диаграммный график слежения. Цели на карте отмечаются в виде контрастных точек и визуально отображают треки их передвижений.

Для видеофиксации событий комплекс оснащается уличной IP-видеокамерой с разрешением Full HD, которая синхронно с радаром регистрирует все происходящее в поле зрения объектива. Все тревоги и события записываются в архив данных комплекса.

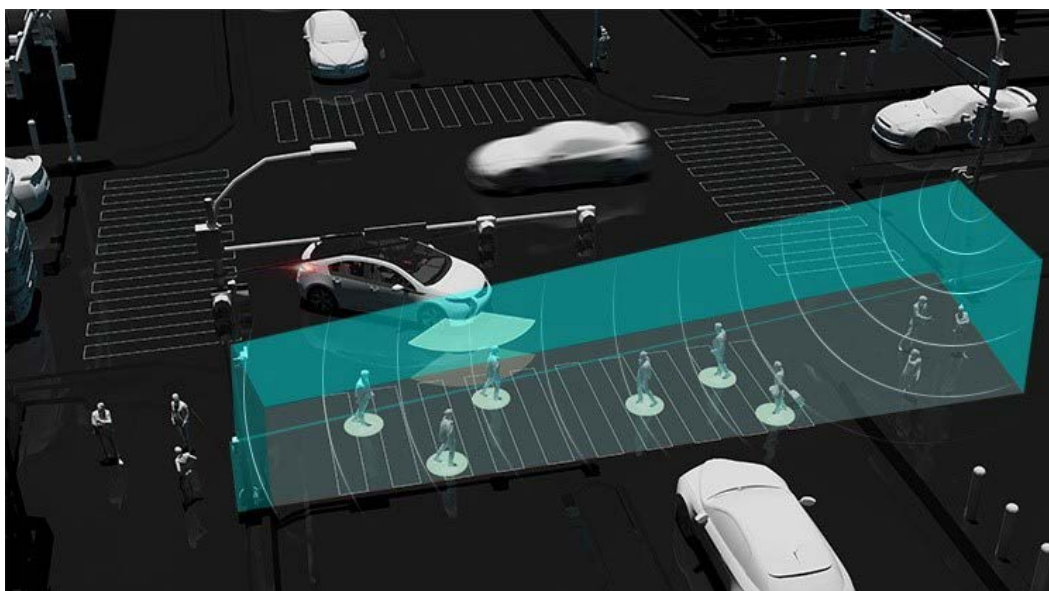


Рисунок 1.10 – Радиолокационный комплекс обнаружения пешеходов

Таким образом совокупность средств обнаружения и контроля обеспечивает высокую безопасность пешеходам и иным участникам дорожного движения. На нерегулируемых пешеходных переходах комплекс является самостоятельным средством безопасности по контролю дорожной обстановки в зоне перехода. В случаях, когда пешеход намеренно или по неосторожности нарушает правила на регулируемых переходах, комплекс заранее предупредит участников движения о нахождении пешехода на проезжей части, тем самым предотвращая ДТП.

Комплекс устанавливается вблизи пешеходных переходов, по направлению движения пешеходов, на электрифицированных столбах или на фасаде ближайших строений. Высота установки от 2 до 3 метров. Опционально комплектуется сервером, PTZ видеокамерой, световым табло «Внимание, пешеходы», световым и звуковым оборудованием оповещения. Профессиональное программное обеспечение комплекса

полностью русифицировано, система масштабируется по количеству и функциональным задачам.

### **1.5 Пешеходный переход, оснащенный проекторами голографического изображения**

Концепция оформления пешеходного перехода голографическим изображением предполагает эффективно предупреждать возникновение опасных ситуаций.

Идея заключается в том, что по обеим сторонам проезжей части в районе пешеходного перехода будут установлены проектирующие голографическое изображение системы. При возникновении предупреждающего, «желтого» сигнала поперек дороги возникнет изображение красной сетки, визуальной препятствующей движению, при запрещающем движении сигнале светофора на сетку проектируются силуэты движущихся пешеходов.

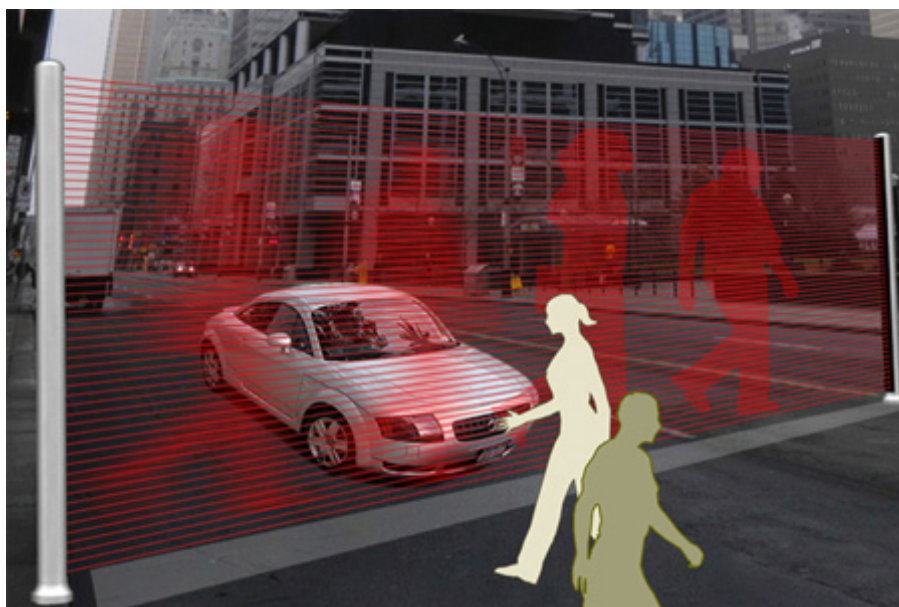


Рисунок 1.11 – Пешеходный переход, оснащенный проекторами голографического изображения

Эта демонстрация, естественно привлекает внимание водителя и создает своеобразный барьер между автомобилями и пешеходами. Исчезновение голограммы – верный признак того, что движение разрешено, загорелся зеленый сигнал.

В отношении водителей, не соблюдающих ПДД, такая конструкция может выступать в качестве регистратора движения на запрещающий сигнал светофора, приводящего в активное состояние камеру фото- видеофиксации правонарушений. Это дополнительный стимул остановиться перед пешеходным переходом.

Ожидающим появления разрешающего движение сигнала светофора водителям, голографическая проекция может демонстрировать изображения развлекательного или познавательного характера.

## 1.6 Организация пешеходного движения с элементами успокоения движения транспорта

Для улиц со скоростным режимом до 70 км/ч рекомендовано применять следующие элементы дизайна:

- сужение проезжей части с расширением тротуаров у пешеходных переходов для предотвращения остановки и стоянки транспортных средств в зоне перехода и обеспечения «треугольника видимости» между пешеходами и водителями;
- обустройство островков безопасности на пешеходных переходах и перекрёстках;
- поднятие до уровня тротуара примыкающих заездов и выездов с примыкающих улиц для обозначения приоритета и повышения безопасности пешеходов;
- разделение парковочных мест физическими барьерами через каждые 3-10 мест.

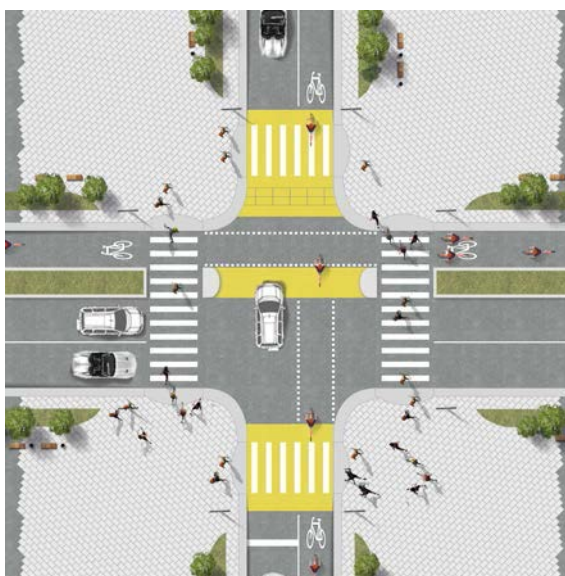


Рисунок 1.12 – Приподнятые переходы второстепенных улиц

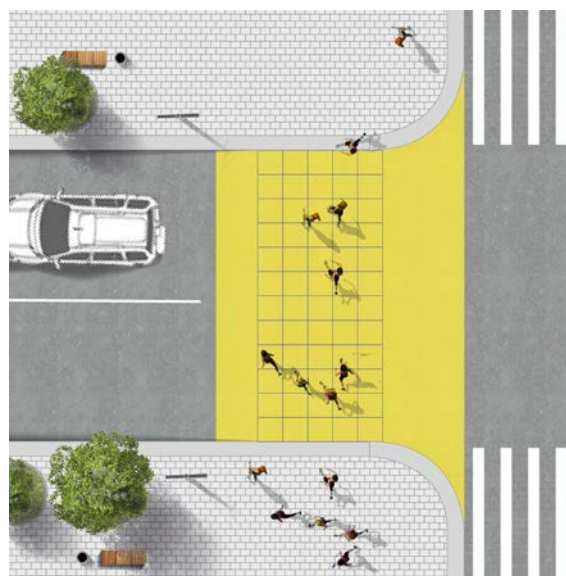


Рисунок 1.13 – Поднятие до уровня тротуара выезда с примыкающей улицы

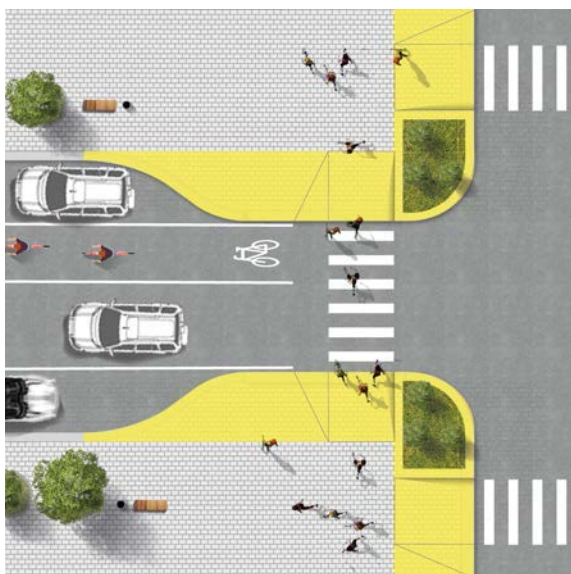


Рисунок 1.14 – Расширение тротуара в зоне перехода

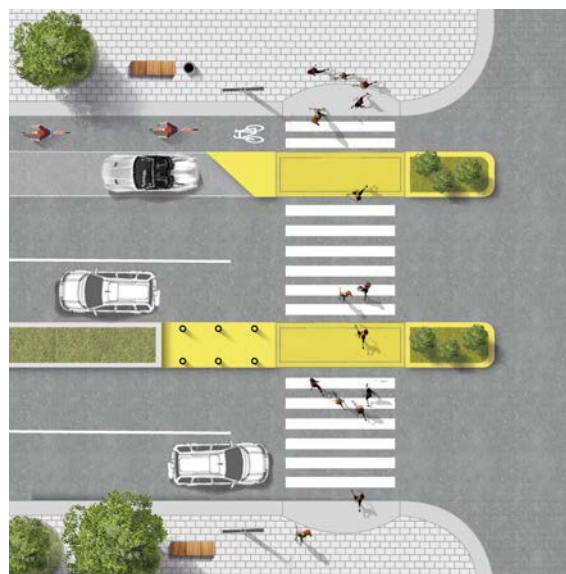


Рисунок 1.15 – Островок безопасности и расширение тротуара в зоне перехода

1.6.1 Организация пешеходного движения в зоне образовательных и иных социальных учреждений.

Входные группы социальных учреждений рекомендуется ориентировать на улицы местного значения с небольшой интенсивностью движения транспортных средств, если это не ухудшает доступность учреждения для пассажиров общественного транспорта (расстояние до остановки, перепады высот, дополнительные пешеходные переходы и так далее).

Организация пешеходных переходов должна быть максимально приближена к «желаемой» траектории перехода (кратчайшие прямые между начальными и конечными точками). Рекомендуется организовывать зоны приоритета пешеходов на улице напротив входных групп. Допускается установка направляющих элементов, чтобы пешеход при переходе смотрел в направлении приближающегося транспорта или смещение пешеходного перехода, чтобы избежать создания прямой пешеходной оси через дорогу (переход в шахматном порядке). Установку заборов в зоне образовательных и иных социальных учреждений необходимо свести к минимуму, используя вместо заборов столбики с цепью или кустарники.

Вместе с этим необходимо применять меры по успокоению движения транспорта:

- повышение уровня проезжей части до уровня тротуара;
- мощение проезжей части с использованием брусчатки с условием обеспечения доступности для маломобильных групп людей;
- расширение тротуаров и организация выступов для физического предотвращения нарушений правил остановки и стоянки для сохранения зоны видимости;
- оборудование островков безопасности.

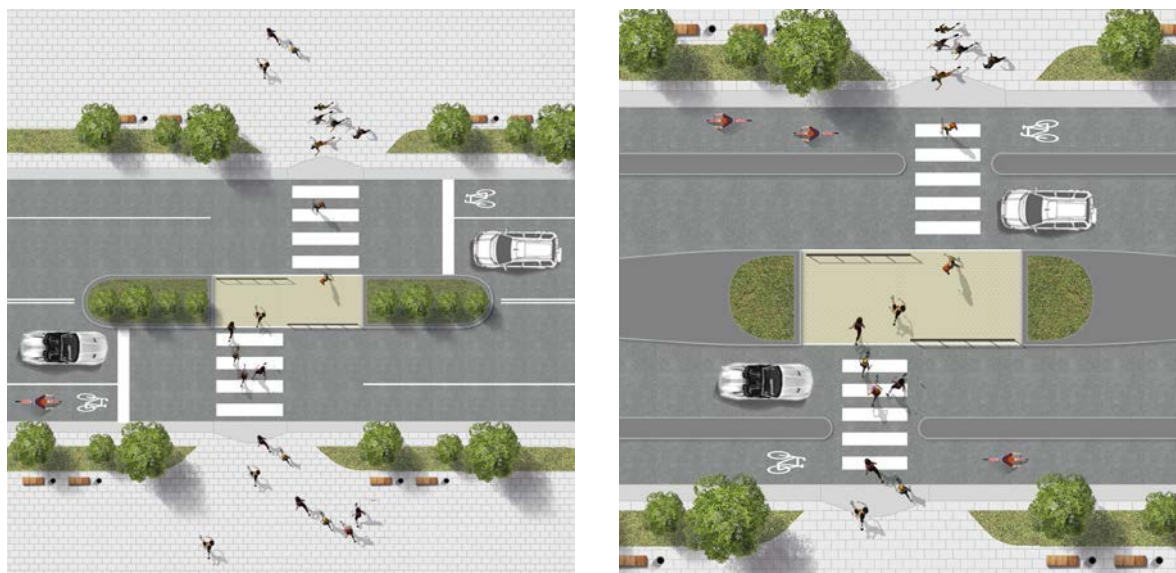


Рисунок 1.16 – Смещение пешеходного перехода (датский вариант)

## 1.7 Электроснабжение объектов дорожной инфраструктуры от альтернативных источников питания.

1.7.1 Современная улично-дорожная сеть характеризуется значительным количеством элементов инфраструктуры: камеры для фото- и видеофиксации дорожных событий, подсветка пешеходных переходов, установка светофоров на пешеходных переходах, подсветка дорожных знаков, установка устройств, предупреждающих водителя о приближении пешехода к переходу, а пешехода – о приближении автомобиля и т.п.

Все эти устройства в процессе работы используют электрическую энергию, поэтому требуют либо подключения к электрической сети, что не всегда возможно, либо автономного электроснабжения. Это поднимает актуальность разработок в области электрогенераторов малой мощности, размещаемых в непосредственной близости от дорожного полотна, или непосредственно на нем.

Для решения задач энергообеспечения объектов дорожной инфраструктуры, связанных с повышением безопасности пешеходных переходов, предлагается использование установок, использующих кинетическую энергию движущихся транспортных средств, а именно вариант с механической передачей энергии на генератор.

Функциональная схема устройства и фотоизображение представлены на рисунках ниже (рисунки 1.17 и 1.18, соответственно).

Генератор, встраиваемый в искусственную дорожную неровность, состоит из следующих элементов:

- подиума для размещения ИДН с генераторной установкой;
- ИДН-500 с вырезом для установки площадки нажатия;
- преобразователя поступательного движения во вращательное;
- двух цепных передач;
- промежуточного вала с обгонной муфтой;
- электрического генератора;
- свинцово-кислотного аккумулятора;
- платы управления зарядом аккумулятора и системой сигнального и осветительного оборудования пешеходного перехода;
- зарядно-балансировочной платы с блоком ионисторов (промежуточный накопитель);
- датчиков (освещенности и геркона);
- двух разъёмов для подключения осветительной, светоиндикаторной или звуковой аппаратуры мощностью до 8Вт, рассчитанной на напряжение 12В.

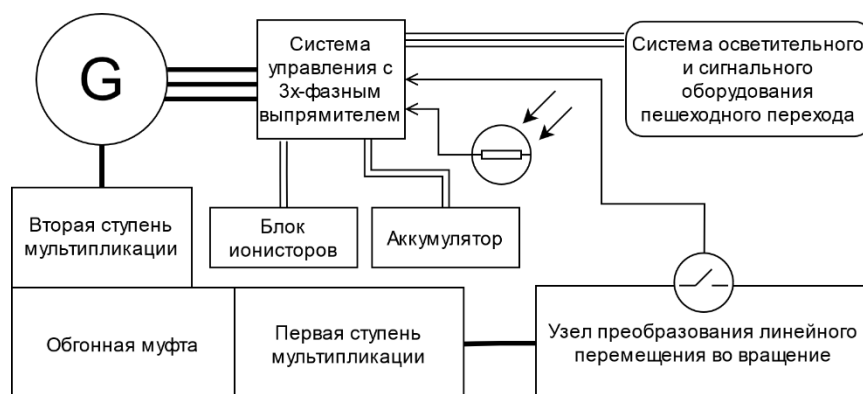


Рисунок 1.17 - Функциональная схема устройства



Рисунок 1.18 - Опытный образец на экспериментальной площадке

При нажатии на рабочий механизм устройства происходит преобразование поступательного движения площадки нажатия во вращательное движение первичного вала цепной передачи, который через обгонную муфту передает вращательное движение на электрический генератор, питающий первичный накопитель электрической энергии. В качестве первичного накопителя электрической энергии используется батарея из пяти ионисторов (суперконденсаторов), размещенная на зарядно-балансирующей плате.

Вырабатываемая энергия может использоваться для питания информационных табло, светофоров, дорожных контроллеров, светодиодных знаков и других информационных и управляющих средств организации дорожного движения.

Применение указанных устройств целесообразно в местах, где требуется временное обеспечение электроэнергией или отсутствует возможность и/или нецелесообразно подключение к сетям энергоснабжения. Например, это участки производства дорожных работ, пешеходные переходы, парковки и др.

Эффективность применения данной категории устройств еще предстоит оценить, в настоящее время устройство проходит опытную эксплуатацию на базе ГБУ «МосТрансПроект» (г. Москва) для выявления «узких» мест в конструкции устройства.

1.7.2 Альтернативное традиционным возобновляемым источникам энергии, технологическое решение, предусматривающее размещение пьезоэлектрической подложки, преобразующей кинетическую энергию в электричество на оживленных пешеходных переходах или зонах пешеходного движения.

Зона интенсивного пешеходного движения способна обеспечивать электропитанием светодиодное освещение объекта, реализуя принцип «энергетической самокупаемости».

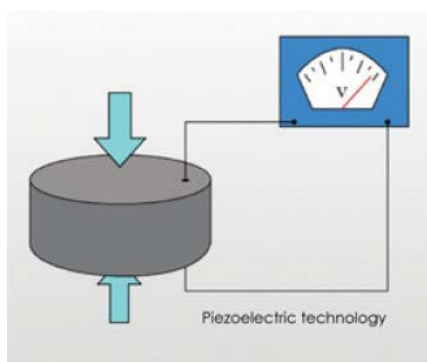


Рисунок 1.19 – Пьезоматериал подложки дорожного покрытия

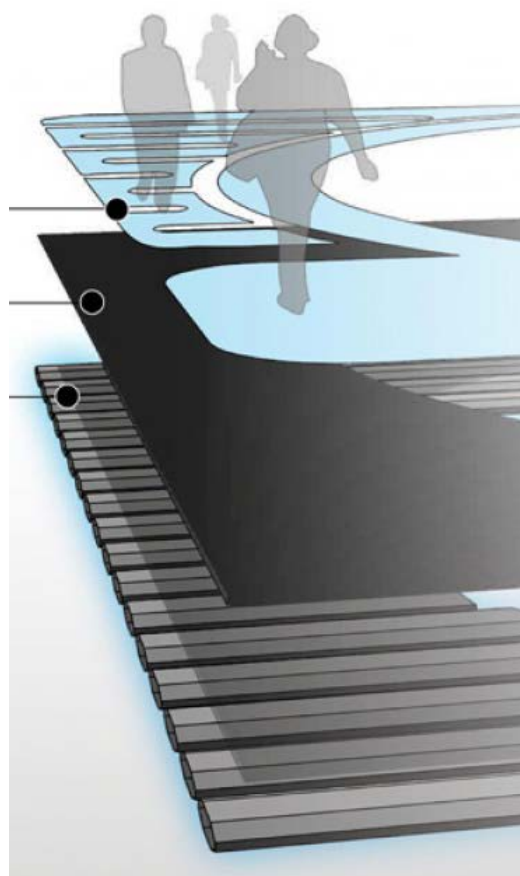


Рисунок 1.20 – Многослойное дорожное покрытие пешеходной зоны



## 1.8 Асимметричное освещение пешеходных переходов

Для обеспечения условий видимости пешехода в сложных метеоусловиях и в темное время суток необходимо использование специальных осветительных приборов с асимметричным распределением света. Подобные устройства характеризуются особенной геометрией распределения света, адаптированной к расположению осветительного прибора слева от пешеходного перехода.

Достоинством применения светильников с асимметричным распределением света на пешеходных переходах является повышение уровня контраста пешеходов в темное время суток без отсутствия эффекта ослепления водителей.



Рисунок 1.21 – Оборудование пешеходного перехода в жилой зоне осветительными приборами с асимметричным светораспределением

Нормами освещения пешеходных переходов» (п. 5.3 ГОСТ 55706-2013) определено, что светораспределение осветительных приборов и их ориентация относительно наземного пешеходного перехода должны обеспечивать контраст пешехода с проезжей частью и не вызывать ослепления водителей.

Размещают осветительные приборы перед переходом по отношению к приближающимся транспортным средствам, направляя свет на пешехода со стороны водителя.

На дорогах с двусторонним движением осветительные приборы устанавливают относительно обоих направлений движения. Для снижения слепимости водителей рекомендуется использовать осветительные приборы с асимметричным светораспределением (кососветы)».

Таким образом, основной задачей осветительных приборов является создание высокой интенсивности света на силуэте пешехода в горизонтальной плоскости, проходящей через ось пешеходного перехода.

## 2 Светофорное регулирование движения

### 2.1 Интеллектуальный транспортный светофор

Алгоритм управления «интеллектом» транспортного светофора основывается на потоковой обработке данных, генерируемых встроенным радаром. В режиме ожидания светофор работает в режиме разрешающего сигнала для пешеходов. В случае приближения к пешеходному переходу транспортных средств, движущихся с превышением максимальной скорости он продолжает выработать запрещающий движение сигнал транспорту до полной остановки перед переходом.

В случае распознавания скорости движения транспортных средств в допустимых ограничениях пределах, светофорный объект переключается в режим разрешающего сигнала при отсутствии пешеходов, что приносит элемент организованности в движение транспорта и обеспечивает безопасность пешеходов

Устройство определения скорости работает посредством доплеровской радиолокационной системы с параметрическим расстоянием обнаружения транспортных средств от 10 до 150 метров, измеряемым диапазоном скорости от 10 до 255 км / ч. с сопутствующей погрешностью точности измерения до  $\pm 1$  км/ч в режиме непрерывного измерения.



Рисунок 2.1 – Интеллектуальный транспортный светофор

Образ «светофора будущего». Одним из инновационных представлений «светофора будущего» является предложение дизайн-бюро А.Лебедева. В разработанной ими концепции предлагается два сценария развития светофоров.

Сценарий 1. «Настоящее время». Сохраняется традиционная функциональность светофора, то есть обеспечение трехцветной сигнализации разрешенных направлений движения. Однако в отличие от классического исполнения, все доступное для генерации сигнала поле представляет светодиодную матрицу, полностью меняющую цвет в зависимости от требуемого цвета сигнала.

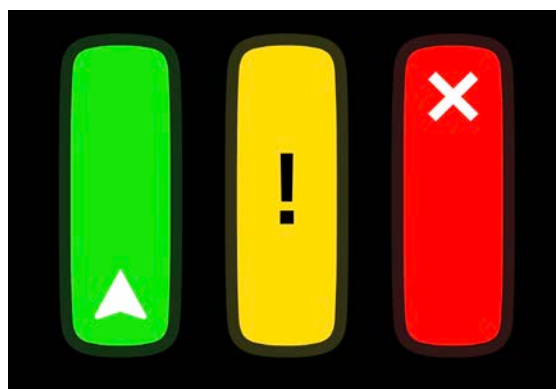


Рисунок 2.2 – Концепция светофора будущего. Сценарий 1

Дополнительно, для решения вопроса восприятия сигналов светофора людьми, страдающими нарушениями цветовосприятия отображаются дополнительные пиктограммы, характеризующие возможность движения в указанном направлении.

Сценарий 2. Использование светофора в качестве информационного табло для вывода произвольной информации. Как позиционирует свои изделия разработчик: «Раньше, чтобы разводить потоки машин по разным направлениям на сложных перекрестках, городам приходилось доплачивать за установку дополнительных секций – в обычном формате, тремя кружками решить проблему иначе не получалось. В новом светофоре все сигналы аккуратно умещаются на одном экране».



Рисунок 2.3 – Концепция светофора будущего. Сценарий 2

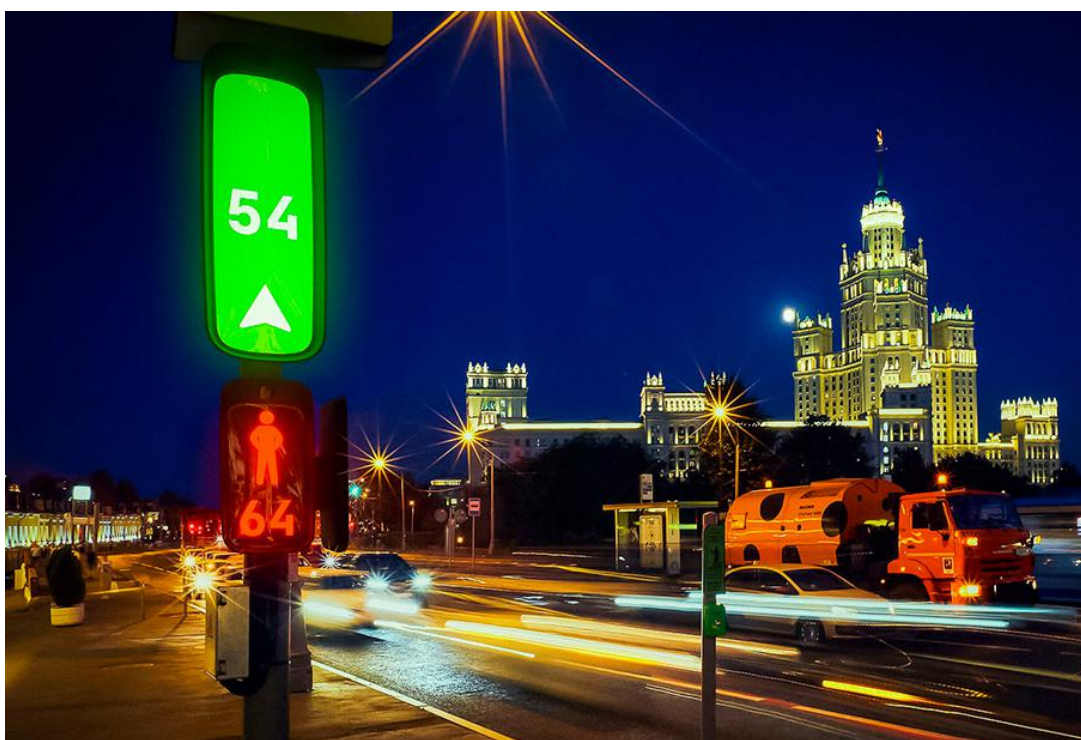


Рисунок 2.4 – Погружение «светофора будущего» в дизайн городской среды

«Интеллектуальное» управление движением транспорта на практике зачастую выражается локальными, но достаточно эффективными решениями.

Оптимизация движения автомобильного транспорта в целом, и грузовых автомобилей категории N3 в частности посредством адаптации скорости к настройке циклов работы светофорного объекта продемонстрировала, по предварительным оценкам, 10-ти % положительный эффект в часы пик и 17-ти % в остальное время в отношении данной категории транспортных средств.



Проходящая испытания электронная система «Интеллектуальные светофоры» позволяет грузовым автомобилям категории N3 безостановочно двигаться на разрешающий сигнал светофора. Предложенная технология экономит время, топливо, снижает уровень вредных выбросов, а также минимизирует износ шин и тормозных систем.

«Интеллектуальный светофор» транслирует информацию о циклах светофорного регулирования, настроен на получение обратной информации и корректирует режимы работы. Система способна зафиксировать тип транспортного средства, движущегося в потоке, направление его движения, а также определить приоритеты одних транспортных потоков над другими. Информационный обмен распространён лишь на те транспортные средства, которые подключены к «Интеллектуальному светофору» через смартфон или навигатор.

Если грузовой автомобиль приближается к светофору слишком быстро и вынужден будет остановиться на запрещающий сигнал светофора, приложение может порекомендовать снизить скорость, тот факт, что грузовой автомобиль избегает ежедневных избыточных остановок на красный сигнал светофора, экономит около 100 евро в год.

По предварительным подсчетам разработка экономит 6% на топливе и сокращает фазы торможения на 16%, что обеспечивает снижение износа шин и тормозной системы.

**2.2** Показателен зарубежный («+Lichtlijn» - световые линии) и отечественный (г.Красноярск) опыт оснащения регулируемого пешеходного перехода, в дополнение к основному светофору, дублером в виде светящейся стоп-линии на стыке проезжей части и тротуара, расположенным непосредственно под ногами пешехода.

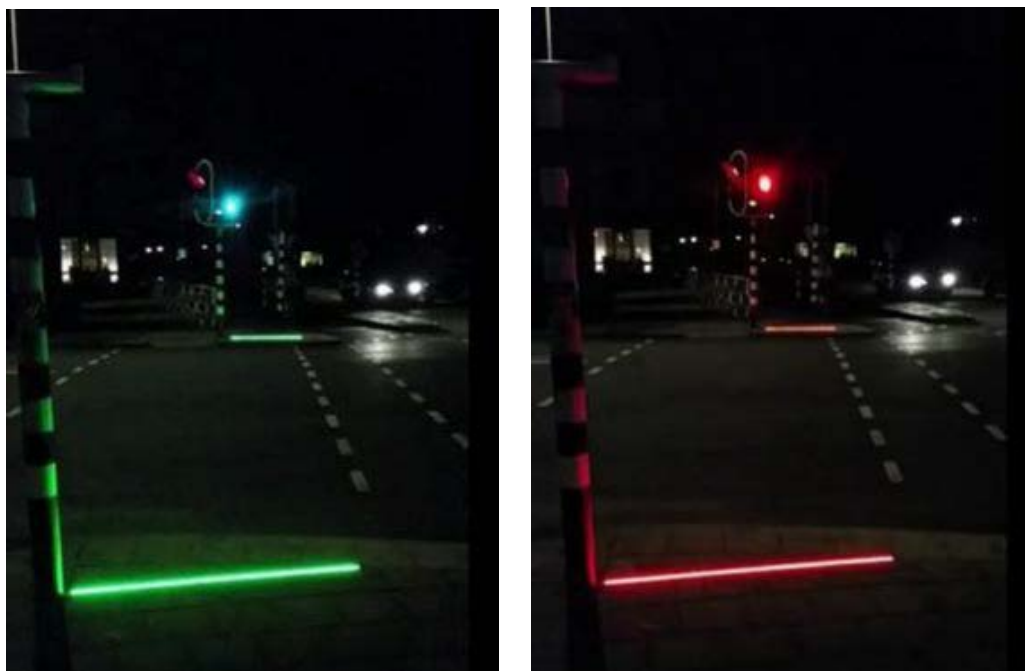


Рисунок 2.5 - активные светодиодные полосы («+Lichtlijn»), в разрешающем или запрещающем движение режимах

Техническое решение ориентировано в первую очередь на молодёжь: школьников и студентов, которые на ходу смотрят в экраны телефонов и планшетов, устанавливается на основных маршрутах движения целевой аудитории и является эффективной мерой уменьшения количества ДТП на пешеходном переходе, особенно в тёмное время суток.

Аргентина и Чили стали пионерами внедрения наземных дублеров светофорных объектов среди южноамериканских стран. В ноябре 2016 года неправительственной организацией «Luchemos por la vida» (Аргентина) опубликовано исследование, согласно которому 21% от общего числа погибших в ДТП приходится на пешеходов, в Буэнос-Айресе показатель превышает 40 процентов.

В составе комплекса мер, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения, начиная с 2017 года были внедрены и наземные дублеры светофоров в объемах, не позволяющих однозначно судить об их положительном эффекте на снижение уровня смертности, но локальный показатель – «снижение количества наездов на пешеходов на конкретном объекте», показал положительную динамику по всем объектам внедрения.

Следует отметить, что одним из условий размещения наземного дублера светофорного объекта на пешеходном переходе являлась «высокая среднесуточная интенсивность пешеходного движения» на объекте внедрения.



Рисунок 2.6 – пример «in-ground traffic-light technology», Консепсьон, Чили

Управлением дорог и транспорта (RTA), Дубай, ОАЭ с 2017 года активно внедряется, прошедшее предварительную апробацию технологическое решение, сочетающее технические средства организации дорожного движения, традиционно используемые при оснащении регулируемого пешеходного перехода, наземные дублеры основного светофора и систему оптического распознавания наличия пешеходов, готовящихся пересечь проезжую часть, а также – транспортных средств, приближающихся к пешеходному переходу.

Цикл светофорного регулирования подлежит постоянной коррекции системой управления объектом, при отсутствии пешехода предоставляя беспрепятственное движение транспорту.

Критическим элементом выступает конфигурация зоны оптического распознавания пешехода, намерения которого пересечь проезжую часть достаточно высоки и удовлетворяют условиям переключения фазы цикла светофорного объекта.



Рисунок 2.7 – оснащение пешеходного перехода на улично-дорожной сети Дубая ОАЭ, пропуск пешехода (фрагмент слева), режим ожидания пешехода, беспрепятственный пропуск транспортных средств (фрагмент справа)

Следующим этапом развития решения (точнее – цифровизации объекта) является внедрение инновационных цифровых технологий, позволяющих идентифицировать нарушителей ПДД: пешеходов, в соответствии с технологиями предиктивной видеоаналитики, сочетающей распознавание и накопление данных (формирование цифрового профиля пешехода) о конкретном объекте; транспортных средств – на основании распознавания регистрационных знаков, оперативно формируя доказательную базу о совершенном правонарушении.

Цифровизация объекта упрощена статистическими наблюдениями, свидетельствующими о том, что состав пешеходного потока на объекте (переходе) в будние дни в часы пик неизменен в 80% случаев, как по персоналиям, так и по времени их появления, и до 60% - в выходные дни, соответственно. По транспортным средствам показатели статистических наблюдений ниже, но закономерности проезда наблюдаемы также. Распознавание транспортных средств по регистрационным знакам сложностей не вызывает, в случае нарушения ПДД административно преследуется как владелец, так и лицо, управлявшее автомобилем.

### 3 Дорожная разметка

#### 3.1 Применение проекционной разметки в процессе организации дорожного движения на пешеходных переходах и на подходах к ним

Одной из серьезных проблем, влияющих на рост числа ДТП с пешеходами является недостаточная видимость пешехода в темное время суток. По статистике, наезды на пешехода в темное время суток, превышают дневной показатель примерно на 10%, а риск получить смертельные травмы в темное время для пешеходов выше на 40%.

Проекционная разметка дополняет традиционную, выполненную термопластичными материалами. В неблагоприятные дорожные условия: в снег, дождь, грязь – ее видно с расстояния около 150 м.

Проекционная дорожная разметка подразумевает установку П-образной опоры над проезжей частью вблизи пешеходного перехода, со встроенными проекторами с цветными фильтрами, которые проецируют на дорогу изображение бело-желтой разметки. Пешеходы окрашиваются желто-белыми полосами и становятся заметнее. Отличительной особенностью световой разметки является ее различимость при неблагоприятных дорожных условиях, характеризующихся наличием снежного наката и загрязнениями проезжей части.

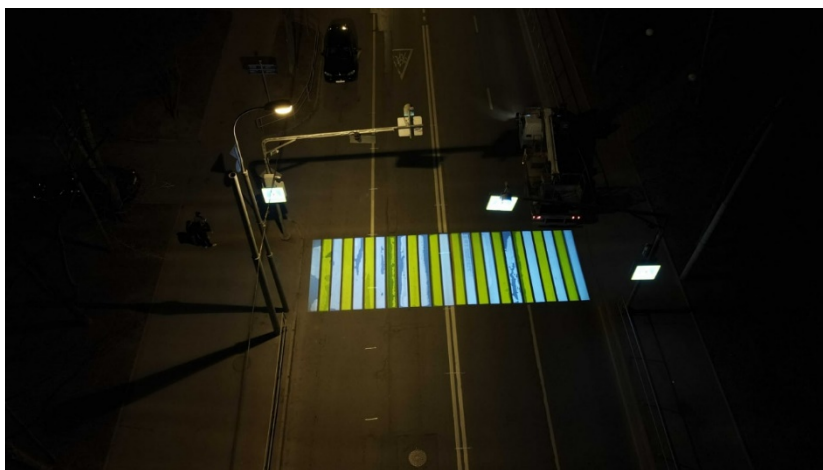


Рисунок 3.1 - Пример проекционной разметки (1)

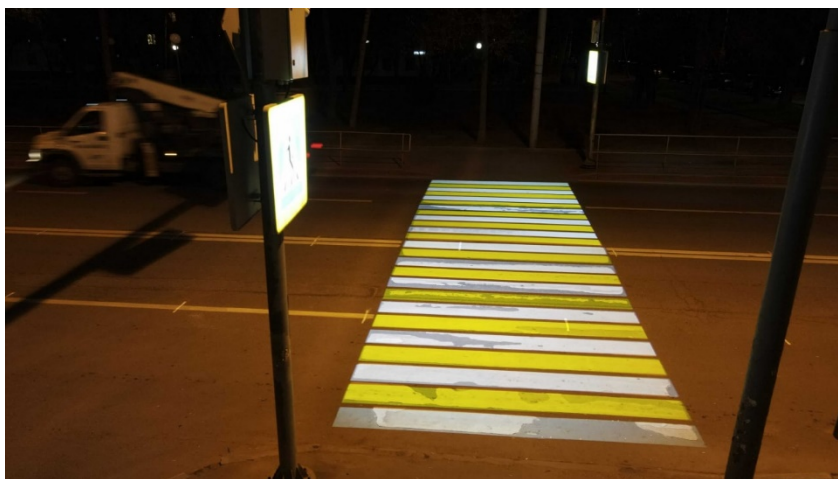


Рисунок 3.2 - Пример проекционной разметки (2)

**3.2 Светодиодные дорожные индикаторы** – изделие, предназначенное для обеспечения безопасности дорожного движения и обозначения участков дорог, требующих повышенного внимания водителей. Сегодня светодиодные дорожные индикаторы применяются во многих странах мира, способствуя снижению аварийности в темное время суток. В основном, дорожные индикаторы устанавливаются на опасных участках трасс, пешеходных переходах, крутых поворотах, неосвещенных участках дорог, местах с ограниченной видимостью, местах пересечения транспортных потоков.



Рисунок 3.3. – Внешний вид изделия

Инновационными дорожные индикаторы являются не столько технологически, а по степени их восприятия в дорожных условиях. Везде, где есть необходимость в формировании дополнительного предупреждающего воздействия на участников дорожного движения, эти устройства незаменимы.

Дорожные индикаторы исключительно эффективны в условиях ограниченной видимости: туман, дождь, сумерки, дым, пыль, брызги воды и грязи. Автономность работы дорожных индикаторов обеспечивается встроенными аккумуляторами, заряжаемыми за счет встроенной солнечной батареи, что позволяет значительно сэкономить энергоресурсы и повысить уровень защиты окружающей среды.

Рекомендованное оптимальное расстояние между дорожными индикаторами:

- 5 - 6 м на автомагистралях и скоростных участках;
- 2 - 3 м на опасных участках, пересечениях дорог, съездах и т.п.;
- 0,5 - 2 м – при установке перед пешеходными переходами, на стоп-линиях, выездах с парковок и учреждений.

Дорожные индикаторы обладают рядом несомненных преимуществ по сравнению с классическими отражателями. К числу достоинств следует отнести:

- доступную цену;
- обеспечение видимости в условиях темноты, дождя, тумана;
- стойкость к негативному воздействию окружающей среды;
- возможность повысить видимость в дневное время суток (это достигается благодаря наличию сигнальных цветов).
- простота в монтаже и обслуживании, изделия практически не нуждаются в уходе, достаточно лишь изредка ликвидировать пыль и грязь с солнечной батареи.

Естественным и сильным раздражителем зрения человека является свет. Акцент, придаваемый объекту посредством подсветки, может гарантировать повышенное внимание к участку дороги, «лежащему полицейскому», тротуару, пешеходному переходу и т.п.

Именно этот факт и лег в основу создания целого ассортимента средств безопасности, предназначенных для защиты водителей и пешеходов от аварийных дорожно-транспортных ситуаций и ДТП.





Рисунок 3.4 – Участок неосвещенной магистрали, оснащенный дорожными индикаторами

Дорожные индикаторы отличаются высокими техническими и потребительскими характеристиками, просты в установке, легки в обслуживании, эффективны в эксплуатации, соответствуют международным нормам качества, принятым в Европейском Союзе.

Работают светодиодные отражатели от солнечной панели с различными типами батарей (NI-MH, литиевыми). Размеры одного индикатора составляют 108мм x 97мм x 25мм, в нем расположено шесть ультраярких светодиодов ( $\varnothing=5$  мм). Дорожный индикатор оборудован прочным, устойчивым к внешним воздействиям корпусом. Оптические элементы гарантируют высокий светоотражающий эффект при любой погоде.

Алгоритм работы дорожного индикатора достаточно прост. Индикатор работает постоянно или мигает (ночью он функционирует автоматически, в светлое время суток заряжается).

Модификации дорожных индикаторов представлены в следующей цветовой гамме: красный; желтый; зеленый; синий; белый.

К особенностям монтажа дорожных индикаторов относится установка методом заглабления в дорожное полотно, только на твердых типах покрытия, в зонах с достаточным уровнем освещенности.

### 3.3 Люминесцентная дорожная разметка

Дорожная разметка, светящаяся в темноте обязана подобному эффекту составом специальной краски, включающей фотолюминесцентный порошок, который накапливает солнечный свет в течение всего дня, что позволяет краске светиться в темное время суток.

Данная дорожная разметка действует по принципу аккумулятора. Время свечения увеличивается в том числе и от света фар. Такое покрытие видно гораздо лучше, чем обычная желтая или белая краска для дорожной разметки.

Теоретически, технология позволяет экономить даже на освещении трасс. Стоит отметить, что такая светящаяся разметка – дополнительное удобство для слабовидящих пешеходов. Существует еще много предположений, каким образом можно использовать данные качества новой светящейся дорожной разметки. На данный момент все они проходят разные стадии тестирования и усовершенствования, апробируются на некоторых небольших отдельных участках.

Светящаяся дорожная разметка успешно противостоит неблагоприятным для движения погодным условиям – туману, дождю и снегу, актуальна для дорог с интенсивным движением, вблизи населенных пунктов, на участках с ограниченной видимостью – там, где увеличивается риск возникновения дорожно-транспортных происшествий.

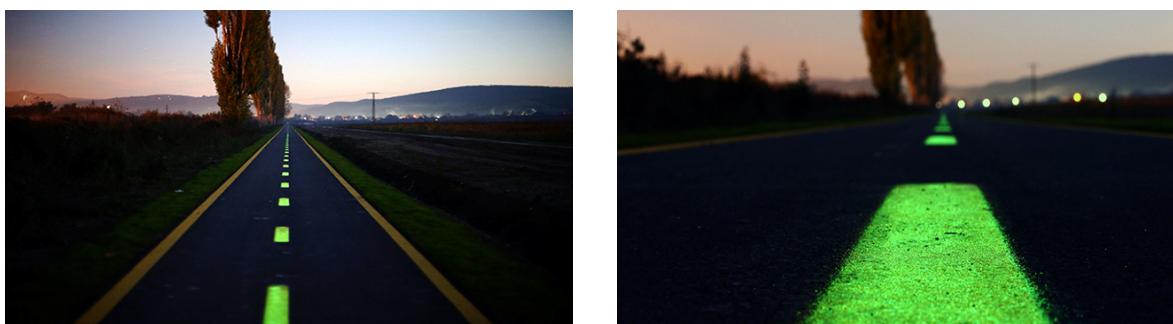


Рисунок 3.5 – Светящаяся дорожная разметка

Именно в целях обеспечения безопасных условий дорожного движения светящаяся разметка повышено востребована, многие компании ведут постоянные разработки красящих материалов со светоотражающим эффектом.

Краска прошла несколько стадий разработки и была протестирована на стойкость, получила благоприятные отзывы при работе в реальных условиях.

Такие краски и эмали для дорожного покрытия обычно обладают высокой водостойкостью, грязеотталкивающим эффектом и - главное - хорошо видны в темноте.



Рисунок 3.6 – Люминесцентная дорожная разметка

### 3.4 Комплексное решение «Смарт-шоссе»

Комплексное решение «Смарт-шоссе» было задумано в качестве концентратора различных инновационных технологий для создания «интерактивных и надёжных дорог завтрашнего дня».

Визитной карточкой «Смарт шоссе» являлся проект «Glowing Lines» (Нидерланды, 2014) по применению светящейся в темноте дорожной разметки, который не получил дальнейшего развития, в основном, по причинам отсутствия должной стойкости наносимого состава к метеовоздействиям.

В светящихся линиях, наносимых на дорожное покрытие, использовалась люминесцентная краска, обладающая свойствами накопления солнечной энергии в течение дня, с последующим разрядом, обеспечивающим свечение краски до 10-ти часов.

В настоящее время аналог люминесцентной краски прошел несколько стадий испытаний, краска была протестирована на стойкость и получила благоприятные отзывы при работе в реальных условиях.

Параллельно реализованы проекты (отработаны технологии) и других не опробованных концепций, объединённых под эгидой Смарт-шоссе.

Например, «Динамическая краска» предусматривает использование термокрасок, обеспечивающих водителей контекстной информацией.

При понижении температуры прозрачная в обычном состоянии краска становится видимой и предупреждает о изменении дорожных условий движения.

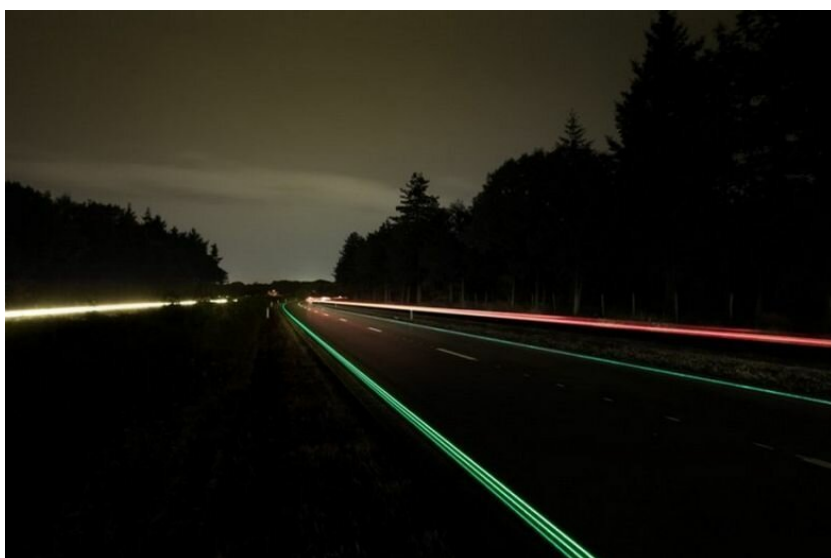


Рисунок 3.7 – проект «Светящиеся линии»



Рисунок 3.8 – проект «Динамическая краска»

«Интерактивный свет» определяет, на каком участке автомобильной дороги находятся транспортные средства и освещает только участки следования транспорта и зоны непосредственно перед ними. Энергоэффективность данного решения несомненна.

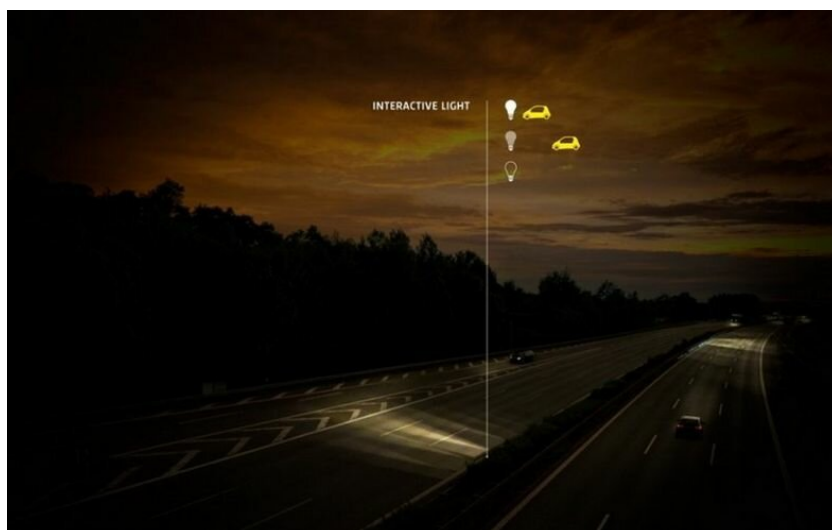


Рисунок 3.9 – проект «Интерактивный свет»

«Индукционный участок» предлагает участки дороги с технологией зарядки электрических транспортных средств индукторами под поверхностью дороги, в то время как концепция «Электрический ветер» предусматривает установку ветротурбин на обочинах дорог, которые будут генерировать электричество для освещения, используя вихревые потоки, вызванные проезжающими автомобилями.

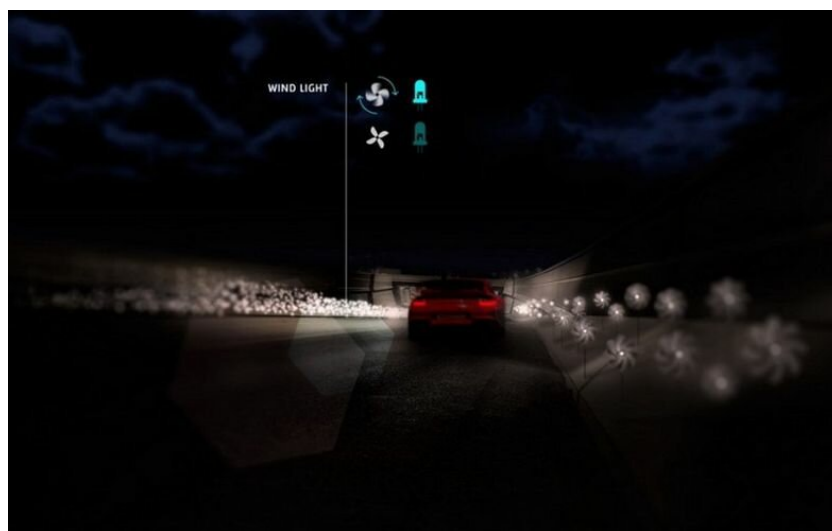


Рисунок 3.10 – проект «Электрический ветер»

Не все проекты представляются достаточно эффективными для внедрения и тиражирования проектных решений, но сам комплексный подход и цели им преследуемые достойны внимания.

### 3.5 «Трехмерная» дорожная разметка

К практическому использованию эффекта оптической иллюзии на сети улиц и дорог, в основном с целью гармонизации скоростного режима транспортного потока с дорожными условиями, местные органы власти в ряде стран, в разное время обращались неоднократно.

Превышение скорости является самой распространенной причиной возникновения аварийных ситуаций, развивающихся в большинстве случаев в ДТП. Далеко не все водители склонны к соблюдению установленных ограничений скоростного режима. Такая картина наблюдается не только в России. При этом, чаще скорость превышают в городах, особенно в жилых районах, зонах пешеходных переходов, где знак ограничения скорости до 20 км/ч весьма распространен, а движение осуществляется с обычной городской скоростью 40 или 60 км/ч. Игнорируются знаки «Stop» и прочие ограничения, направленные на сохранение здоровья и жизни пешеходов.

Пешеходный переход с 3D-разметкой считается недорогим и эффективным решением, способным заставить водителей притормаживать и пропускать пешеходов, даже если перед этим они ехали с достаточно высокой для данного участка дороги скоростью.

В настоящее время «трехмерная дорожная разметка», в основном в виде оформления нерегулируемых пешеходных переходов в стиле 3D-граффити, точно применяется во многих странах, например, в Индии и Киргизии, массового распространения не получила.

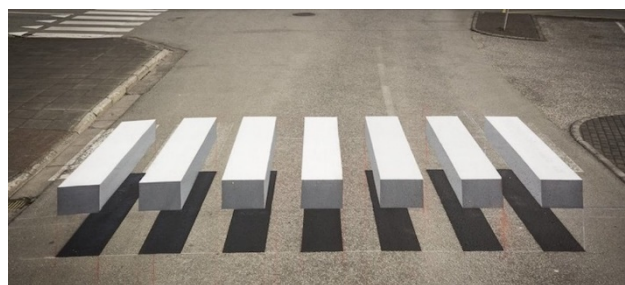


Рисунок 3.11 – Примеры оформления пешеходных переходов 3D-разметкой

К недостаткам решения традиционно относят «одноразовость» эффекта и непредсказуемую реакцию водителя – столкнувшись впервые с подобным дорожным «граффити» даже опытный водитель может применить экстренное торможение с самым непредсказуемым развитием последствий и, транспортное средство, отправленное в неуправляемый занос способно нанести ущерб, несовместимый с эффектом, ожидаемым от применения «трехмерной» разметки.

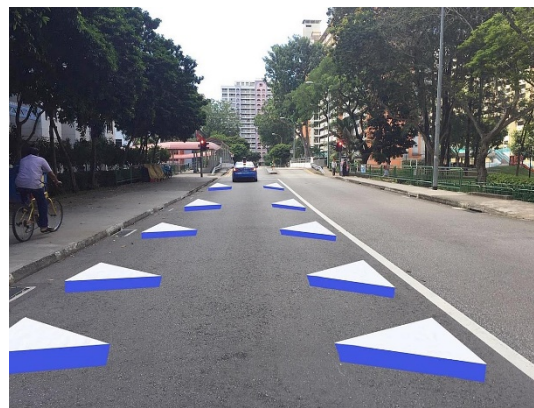


Рисунок 3.12 – Примеры нанесения 3D- разметки

### 3.6 Искусственные неровности активного действия

В соответствии с ГОСТ Р 52605–2006 «Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения», который определяет технические требования и правила эксплуатации искусственных неровностей, сейчас



«лежачие полицейские» могут быть двух видов, а именно несъемные из асфальтобетона и сборно-разборные из метало-резиновых модулей. Их можно устанавливать в любых местах с высокой концентрацией пешеходов, перед школами, вокзалами, магазинами и т. д.

Каждая из искусственных неровностей проектируется на ту или иную скорость прохождения транспорта. К примеру, после знаков ограничения скорости в 40 км/ч создается радиус поверхности «лежачего», чтобы автомобили могли миновать его только на разрешенной скорости. Соответственно, когда стоят знаки «60» или «20», то выпуклость делают более полой или, наоборот, крутой.

Естественно, проезд «лежачего полицейского» не приносит автомобилистам удовольствия. Сбрасывать скорость до 40 км/ч со 100 км/ч, разрешенных на загородной дороге, не всегда приятно. Экологический фактор в зоне применения «лежачих полицейских» ожидаемо негативен из-за последующего разгона после проезда через искусственную неровность, сопровождаемого дополнительным выбросом в атмосферу выхлопных газов и сажи.

Актуальной является задача адресного воздействия умного «лежачего полицейского» на исключительно нарушителей скоростного режима. «Лежачий полицейский» нового поколения представляет собой автономную систему, содержащую камеру наблюдения за потоком транспорта, радар-приемник для определения скорости автомобилей, блок управления и исполнительные механизмы, подключенные к электросети. Сама искусственная неровность сделана подвижной, это может быть плита с гидравлическими приводами, поднимающими или опускающими ее на 6 см.

Если автомобили едут по правилам и останавливать их нет причин, то плита неподвижно покоится в нише на асфальте. Транспорт проходит по ней со скоростью в 40 км/ч, как по ровной дороге.

При фиксации радаром превышения скорости исполнительным механизмом опускается край плиты, создавая искусственную неровность, с которой контактирует колесо автомобиля. Причем чем выше скорость, тем сильнее может срабатывать устройство и тем эффективнее его останавливающее действие.

Система способна действовать избирательно для каждого конкретного транспортного средства. Весь поток проходит ровно, а нарушитель скоростного режима, стремящийся опередить всех, подвергается действенному напоминанию о необходимости соблюдения ПДД.

«Лежачим полицейским» нового поколения возможно управлять дистанционно, спецтранспорт медицинских, аварийных и спасательных служб оснащается специальными транспондерами, блокирующими устройство и следует по искусственной неровности без снижения скорости.

Проект находится в разработке, материалам предстоят общественные слушания, испытания и сертификация устройства, потребуются внесение изменений в ГОСТы. По оптимистичным оценкам устройства могут появиться на дорогах в 2023 году.

Аналоги уже существуют и эксплуатируются в Европе. Комплекс Actibump, разработанный шведской компанией Edeva, работает по тому же принципу. При определении нарушителя скоростного режима плита опускается на 6 см, обнажая острый край искусственной неровности. Если скорость слишком высока, то существует риск повреждения покрышки. Экологическими активистами Швеции приветствуется эта разработка, так как она помогает сохранять окружающую среду за счет снижения выбросов углекислоты в атмосферу. Водители заранее сбавляют скорость, отпускают педаль акселератора, включается экономный режим, и машины проезжают участки с ограниченным скоростным режимом без практического выхлопа.

Подобный принцип реализован отечественными разработчиками, причем с существенной экономией – предложена «искусственная неровность» не с выпуклой, а с вогнутой сферой. Точнее, предложено создавать на месте дорогих метало-резиновых конструкций поперечные желобы глубиной 5-6 см, которые затем раскрашиваются, как обычная искусственная неровность. В итоге их видно издалека. При наезде на такую поперечную яму автомобилисты вынуждены сбрасывать скорость до 20-30км/ч, как и при переезде через обычного выпуклого «лежачего полицейского». Вогнутые «полицейские» без лишних затрат делаются одной дорожной фрезой в асфальтовом покрытии дороги. Сейчас эффективность разработанной технологии изучается.

### 3.7 Искусственные неровности, основанные на использовании неньютоновской жидкости

#### «Liquid Speed Bumps» (Жидкий лежащий полицейский)

К недостаткам использования искусственных неровностей, как правило, относят:

- повреждение транспортных средств
- замедление прибытия экстренных служб на место происшествия
- повышенный шум
- загрязнение окружающей среды
- затраты на дополнительные дорожные знаки и освещение
- перераспределение транспортного потока в связи с нежеланием двигаться по дороге, на которой установлены «лежащие полицейские».

Помимо используемых на российских дорогах, существует огромное количество конструкций, выпуклостей и фигур, которые призваны выполнять функции «лежащего полицейского» немного лучше или хуже.

Но все они работают по одному и тому же основному принципу — размещение твердого препятствия на пути транспортного средства, которое наносит ущерб даже на относительно низких скоростях.

Классические решения в области гидродинамики и механики сплошных сред нашли применение при решении проблем контроля скорости и упорядочивания скоростных режимов движения на сети современных улиц и дорог - предложен способ продлить и расширить практику использования «лежащих полицейских» обеспечив их свойством адресного воздействия на нарушителей скоростного режима.

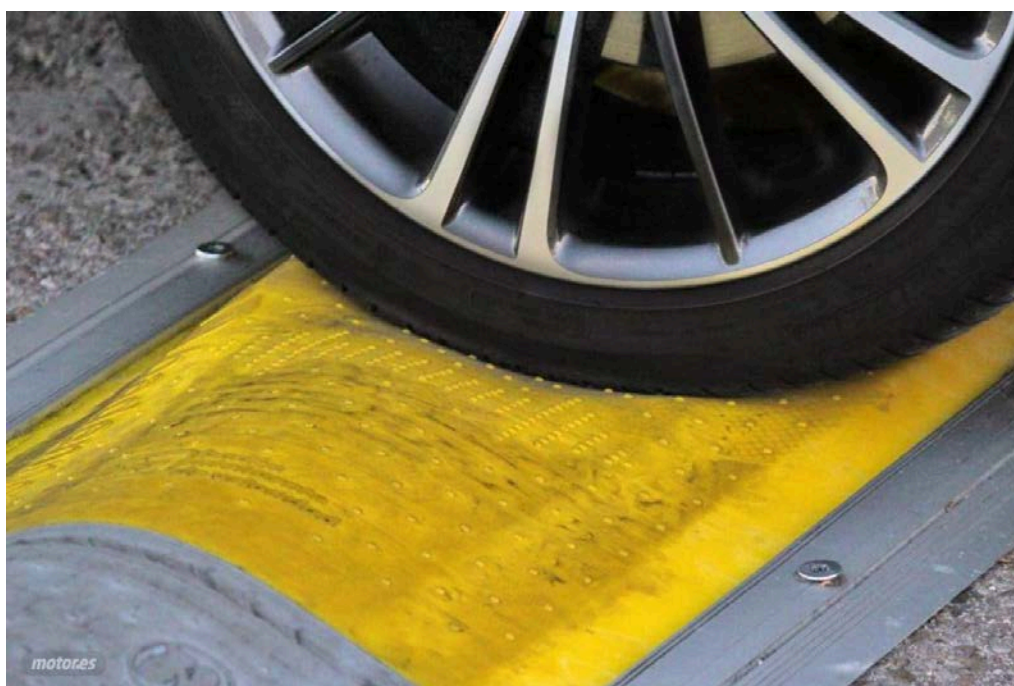


Рисунок 3.13 - «Liquid Speed Bumps» («Жидкий» лежащий полицейский)

Науке достаточно давно известны жидкости, при течении которой её вязкость зависит от градиента скорости. Обычно такие жидкости сильно неоднородны и состоят из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры.

Простейшим наглядным бытовым примером может являться смесь крахмала с небольшим количеством воды. Чем быстрее происходит внешнее воздействие на



взвешенные в жидкости макромолекулы связующего вещества, тем выше вязкость жидкости.

Как правило при создании «лежачих полицейских» используются асфальт или бетон, поскольку эти материалы достаточно прочны, чтобы противостоять постоянному воздействию многотонных транспортных средств. Но новый уникальный умный «лежачий полицейский» формируется из сверхжесткой износостойкой гибкой пластиковой трубы.

Чтобы создать препятствие, труба заполнена неньютоновской жидкостью, которая затвердевает при достаточном ударе на определенной скорости. Изменяя количество и химическую составляющую жидкости, можно контролировать на какой скорости создается сопротивление, необходимое, чтобы побудить водителей замедлиться.

Любое транспортное средство, движущееся ниже установленной скорости, может пересекать такого «лежачего полицейского» без замедления, так как наполнитель трубы остается в жидком состоянии. Но как только жидкость подвергается воздействию транспортного средства, движущегося с большей скоростью, она затвердевает и функционирует как обычный «лежачий полицейский».

Это означает, что устройство замедлит лишь тех, кто едет слишком быстро, в то время как те, кто подчиняется правилам дорожного движения, могут не переживать, и забыть обо всех негативных воздействиях «лежачих полицейских».

«Liquid Speed Bumps» («Жидкий» лежачий полицейский) сокращает пробки на дорогах, позволяя транспорту двигаться равномерно, снижает загрязнение окружающей среды, вызванное избыточными ускорениями транспортных средств, а также увеличивает срок службы автомобилей.

### 3.8 Разметка для обозначения искусственных неровностей

Для дополнительного выделения искусственных неровностей, в том числе совмещенных с пешеходным переходом, допускается применять разметку 1.25.1д. Линии разметки должны идти с верхней отметки искусственной неровности до её нижней границы.

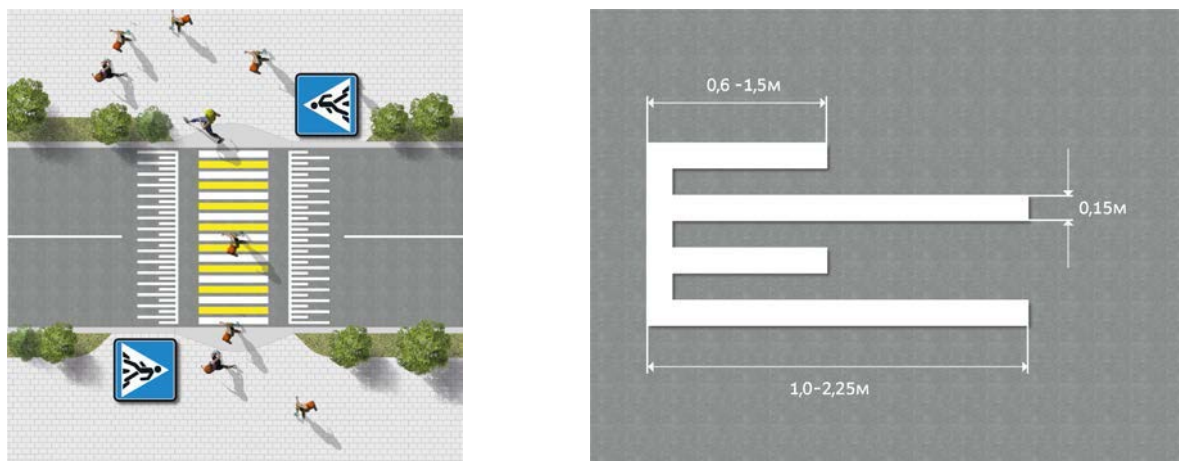


Рисунок 3.14 – Обозначение нерегулируемых пешеходных переходов, совмещенных с искусственными неровностями

#### 4 Транспортные детекторы

При оценке основных параметров дорожного движения, как правило, используются данные получаемые с стационарных детекторов транспорта, установленных на дорогах. Стационарные пункты измерения (видеокамеры, детекторы различных типов) позволяют получить информацию в конкретной точке сети (сечении или узле):

- интенсивность движения и состав потока;
- скорость транспортного потока;
- плотность транспортного потока.

Кроме того, стационарные источники позволяют получать данные о характере изменения интенсивности движения в суточном цикле. В автоматизированных системах управления стационарные источники используются при условии высокой плотности их размещения. Например, автоматизированное управление транспортными потоками (Active Traffic Management) на магистральной дороге М42 (восточный обход Бирмингема, Англия) обеспечивается сетью детекторов, располагающихся через каждые 800 м.

В городских условиях охватить всю УДС сетью регулярных постов наблюдения достаточно сложно, в том числе и по экономическим причинам. Кроме того, стационарные источники не позволяют выявить многие характеристики функционирования УДС, например, зоны снижения скорости, «слепые зоны» и т.п.

В настоящее время в направлении развития детекторов автомобильного транспорта проведены многочисленные исследования в результате которых стало возможным создать детекторы, позволяющие определять не только количество транспортных средств, проходящих через заданное сечение, но также их тип (легковые, грузовые, автопоезда и т.д.), вес, и идентифицировать транспортное средство (по регистрационному номеру, транспондеру и т.д.), а также оценить качество ОДД.

Очевидна активность развития детекторов транспорта, как за рубежом, так и в России, известно много различных принципов чувствительных элементов, на основе которых создаются детекторы транспорта.

В общем виде детектор транспорта можно представить, как устройство, сочетающее несколько функциональных узлов (рисунок 4.1 – 4.2):



Рисунок 4.1 - Акустический детектор RTMS производства EIS.

- а) чувствительный элемент, вырабатывающий первичный сигнал при прохождении транспортным средством зоны (сечения) дороги, основанный на реакции элемента на различные физические свойства транспорта;
- б) усилительно-преобразовательный блок, в котором первичный сигнал подвергается обработке для преобразования в электрический сигнал;
- в) выходной элемент, передающий закодированную информацию в контроллеры и другие устройства управления дорожным движением.

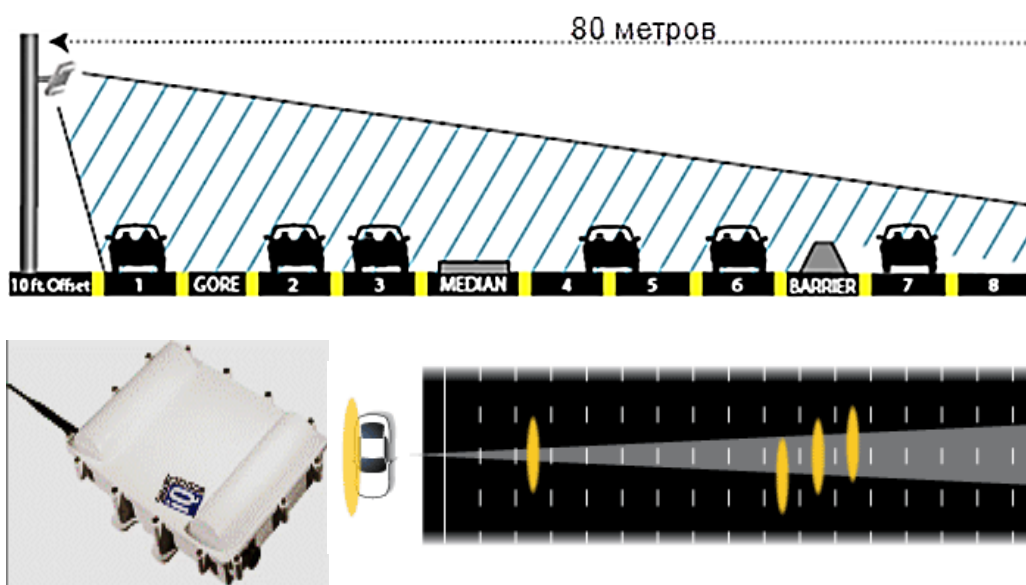


Рисунок 4.2 - Детектор Smart Sensor SS105 производства Wavetronix

Детекторы транспорта можно классифицировать по назначению, принципу действия чувствительного элемента и специализации:

– проходные детекторы. Проходные детекторы выдают нормированные по длительности сигналы при появлении транспортного средства в контролируемой детектором зоне. Параметры сигнала не зависят от времени нахождения в этой зоне транспортного средства. Таким образом, этот тип детекторов фиксирует только факт появления автомобиля, что необходимо для реализации алгоритма поиска разрыва в потоке. В силу этого проходные детекторы нашли наибольшее распространение.

– детектор присутствия. Детекторы присутствия выдают сигнал в течение всего времени нахождения транспортного средства в зоне, контролируемой детектором. Эти типы детекторов по сравнению с проходным применяют реже, так как они предназначены в основном для обнаружения предзаторных и заторных состояний потока, соответственно используются для подтверждения занятости полос.

Классификация детекторов по принципу действия чувствительного элемента:

а). чувствительные элементы контактного типа:

- 1) электромеханический. Состоит из двух стальных полос, герметически завулканизированных резиной. При наезде колес автомобиля на чувствительный элемент контакты замыкаются и формируется электрический импульс;
- 2) пневмоэлектрический. Представляет собой резиновую трубку, заключенную в стальной лоток. При наезде автомобиля на трубку давление воздуха в ней повышается, действуя на мембрану пневмореле и замыкая его электрические контакты;

- 3) пьезоэлектрический. Представляет собой полимерную пленку, обладающую способностью поляризовать на поверхности электрический заряд при механической деформации.

Несмотря на небольшую стоимость, существенный недостаток детекторов контактного типа – низкая износостойкость, необходимость в перекрытии движения при их установке и обслуживании, а также разрушение дорожного полотна.

б) чувствительные элементы бесконтактного типа:

- 1) фотоэлектрический. Включает в себя источник светового луча и приемник с фотоэлементом. При прерывании луча транспортным средством изменяется освещенность фотоэлемента, что вызывает изменение его электрических параметров. Недостатком фотоэлектрических ЧЭ является погрешность измерений, возникающая при многорядном интенсивном движении автомобилей, а также тот факт, что на их работу оказывают большое влияние пыль, грязь, дождь, снег;
- 2) радарный. Представляет собой направленную антенну, устанавливаемую сбоку от проезжей части или над ней. Излучение направляется вдоль дороги и, отражаясь от движущегося автомобиля, принимается антенной. Действие радарного детектора основано на применении эффекта Доплера;
- 3) ультразвуковой. Представляет собой приемоизлучатель импульсного направленного луча. Он выполнен в виде параболического рефлектора с помещенным внутри пьезоэлектрическим преобразователем, генерирующим ультразвуковые импульсы. Недостатками ультразвуковых чувствительных элементов является их чувствительность к акустическим и механическим помехам и необходимость жестко фиксировать рефлектор в пространстве для того, чтобы приемоизлучатель противостоял действию ветровой нагрузки;
- 4) оптический. Снимает визуальную информацию с потока на цифровую видеокамеру, что позволяет хранить и при необходимости воспроизводить полученную информацию. Однако существенным недостатком данного метода является зависимость от погодных условий и высокие требования к качеству линий связи;
- 5) поляризационный. Представляет собой установку СВЧ—излучения, устанавливаемую над проезжей частью. Работа основана на принципе измерения поляризации излученной волны;
- 6) ферромагнитный. Состоит из катушки с магнитным сердечником. Катушку помещают в трубу для защиты от повреждений и закладывают под дорожное покрытие на глубину 15—30 см. Автомобиль регистрируется благодаря искажению магнитного поля в момент его прохождения над датчиком. Недостатками этого детектора являются низкая помехоустойчивость и низкая чувствительность. Если транспортные средства, движутся с малыми скоростями (менее 10 км/ч), он их не регистрирует. А также, необходимость частичного разрушения дорожного полотна;
- 7) индуктивный. Чувствительный элемент выполнен в виде одно- или многovitковой рамки (петли - изолированного и защищенного от механических воздействий провода), как правило, закладывается в верхний слой покрытия на глубину 2-4 см (канавка шириной до 1см, которую после укладки рамки заливают битумной мастикой).

Ширину рамки выбирают по ширине полосы движения, а иногда ею перекрывают все полосы. Такие детекторы могут выполнять функции детектора: проходного;

присутствия; направления; скорости автомобиля; длины автомобиля. На данный момент это самый используемый и доступный тип детекторов в мире.

Для детектирования используются самые разные физические свойства транспортных средств: магнитные и отражающие свойства железа, давление колес на грунт, оптические, тепловые, акустические.

При этом в качестве наиболее важных критериев оценки рассматриваются следующие: разрешающая способность, в том числе количество зон детектирования для одного детектора; измеряемые параметры транспортного потока (объем движения, средняя скорость, процент времени занятости зоны, состав потока по категориям, средний интервал времени между транспортными средствами в зоне); точность измерения; установка и настройка (установка без проведения строительно-монтажных работ в дорожном полотне, возможность установки поперек и вдоль транспортного потока, а также под углом к потоку, возможность дистанционной настройки; самое главное это надежная работа в условиях российских дорог.

## 5 Программно-прикладные и проектные инновационные решения в сфере ОДД

**5.1 Система АИС КСОДД** предназначена для использования подразделениями транспортного комплекса, смежными структурами и организациями города Москвы для осуществления процесса согласования проектной документации по ОДД.

АИС КСОДД представляет собой единую информационную среду с доступом участников через веб-интерфейс. Взаимодействие осуществляется в единой системе по всем процессам, что повышает эффективность согласования проектной документации.

Информационный обмен между подразделениями транспортного комплекса, смежными структурами и организациями города Москвы предназначен для формализации ответственности участников, задействованных в процессах согласования проектов по организации дорожного движения. Порядок взаимодействия и распределения ответственности Участников в системе АИС КСОДД определяется Регламентом и распространен на процессы:



### Проектирование

Единое цифровое пространство  
Единые инструменты проектирования  
Созданный набор (22 ед.) инструментов позволяет осуществить полноценное проектирование ПОДД  
С 2019 проектирование идет в единой системе



### Согласование

Прозрачный процесс согласования всех изменений ПОДДов среди всех участников процесса

Системой обработано:  
2018 год - 4 000 заявок  
2019 год - 1 168 заявок

Более 491 зарегистрированных пользователей (информация представлена на слайде 11)

### Визуализация

Интерактивная web-карта города с подробной и актуальной информацией по каждому объекту ПОДДа

Актуализировано улиц:  
160 - внутри Бульварного кольца (2019 год)  
1200 - внутри ТТК (2018 год)

Рисунок 5.1 - Функционал АИС КСОДД

«Корректировка ПОДД (ТЗ)» – процесс инициализируется при возникновении необходимости в разработке технического задания на точечное изменение ПОДД на улично-дорожной сети;

«Актуализация» – процесс инициализируется при возникновении необходимости в комплексном изменении ПОДД на всем протяжении линейного объекта;

«МВК» – Процесс инициализируется при необходимости согласования технического задания, согласования ПОДД, согласования графика производства работ межведомственной комиссией.

Взаимодействие участников происходит в рамках Системы и осуществляется посредством доступа к интерфейсу Системы. Все действия участников процессов выполняются посредством АИС КСОДД. Распределение прав, полномочий и зон

ответственности закреплено ролевой моделью Системы. Взаимодействие по всем процессам предусматривает обязательную регистрацию и авторизацию Участника в Системе.



Рисунок 5.2 - Пользователи АИС КСОДД

Порядок взаимодействия в рамках процесса «ПОДД» предполагает последовательную реализацию этапов «проектирование» – «согласование» – «утверждение» – «реализация»;

Этап «Проектирование» инициируется заявкой на проведение проектных работ по корректировке ПОДД, реализация этапа в Системе осуществляется нелинейно, в соответствии с процедурами, содержащимися в Регламенте взаимодействия. На этапе «Проектирование» выполняются задачи: «принятие в работу» – «топографические исследования» – «натурные обследования» – «проектирование».

Типы объектов в заявке: «Светофорный объект»; «Техническое задание»; «Разметка», Система автоматически распределяет заявки по типам объектов.

Этап «Согласование» реализуются процедуры согласования с Управлением совершенствования работы и развития светофорного хозяйства г. Москвы; Дирекцией по организации дорожного движения ГКУ «Центр организации дорожного движения», формируется пакет документов и направляется в Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы на утверждение.

На этапе «Утвержденные» осуществляется информирование населения.

На этапе «Реализация» Система автоматически распределяет поступившие заявки по типам: ТЗ с интеграцией с системой Roads.msk; ТЗ без интеграции с системой Roads.msk; Разметка; ТЗ светофорного объекта.

Для каждого типа заявки, реализация ПОДД проходит по схеме, описанной Регламентом.

## 5.2 Программный комплекс «TrafficData»

Одним из последних направлений в развитии инструментария по проведению мониторинга дорожного движения стала оценка данных об основных параметрах дорожного движения получаемых в результате «поточковой» обработки видеоконтента, широко развивающаяся как в нашей стране, так и за рубежом. Данное направление стало возможным в результате роста вычислительных мощностей компьютеров и развития, так называемого машинного обучения.

Полученные данные можно сразу адаптировать для передачи в АСУ ТК согласно установленным требованиям приказа № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения».



Рисунок 5.3 - Пример обработки видеосигнала поступающей со стационарной камеры в программе TrafficData

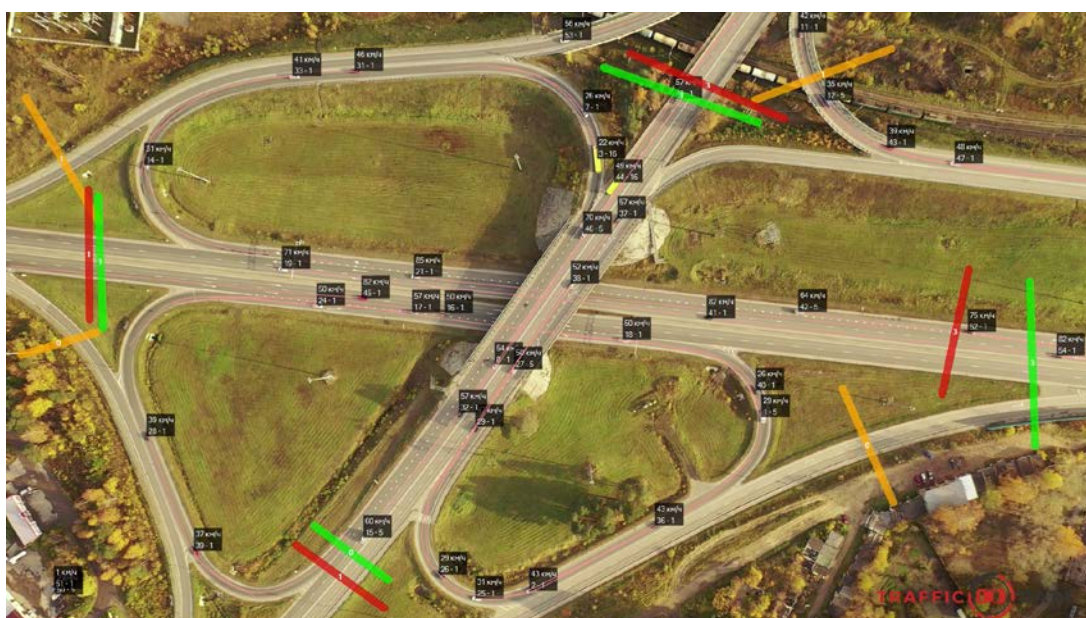


Рисунок 5.4 - Пример обработки видеосигнала, записанного с использованием квадрокоптера в программе Traffic Data

Программный комплекс «TrafficData» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020615534 от 26.05.2020 г.), распространяемый на



условиях «программное обеспечение как услуга» (SaaS). предназначен для сбора данных, используемых при создании и верификации транспортных моделей, анализе транспортных потоков, определении параметров дорожного движения посредством процессной обработки видеoinформации о движении транспорта, представленной в цифровом виде и зарегистрированной квадрокоптерами или наземными камерами.

В составе программного продукта 2 самостоятельных решения: TrafficData Air и TrafficData Land, регистрирующие видеoinформацию с помощью квадрокоптеров и наземных камер видеонаблюдения, обладающие следующими характеристиками:

1.	Работа с видео с квадрокоптеров, с камер видеонаблюдения, с камер ночного видения во всех основных форматах (.mp4, .avi, .mov, .mpeg)
2.	Возможность обработки видеофайла в режиме реального времени по протоколу RTSP ( <i>real time streaming protocol</i> потоковый протокол реального времени, предназначенный для использования в системах, работающих с мультимедийным содержимым и позволяющий удалённо управлять потоком данных с сервера)
3.	Определение направления движения автомобиля (отслеживание траектории движения)
4.	Определение 23-х типов транспортных средств (СП 34.13330.2012, СП 396.1325800.2018, приказ Минтранса РФ №479)
5.	Расчет суточной интенсивности по ОДМ 218.2.020-2012
6.	Выбор коэффициентов приведения к легковому автомобилю по СП 34.13330.2012, СП 396.1325800.2018, приказу Минтранса РФ №479, а также - пользовательским настройкам
7.	Определение скорости движения транспортных средств
8.	Определение длины очереди транспортных средств и расчета времени ожидания в очереди
9.	Определение времени стоянки транспортных средств
10.	Определение интервалов движения транспортных средств
11.	Определение основных параметров, характеризующих дорожное движение и расчет параметров, характеризующих эффективность его организации
12.	Сохранение результатов расчетов в форматах .xls, .csv, .json
13.	Отслеживание транспортного средства, кратковременно покинувшего зону видеорегистрации камеры (проезжающего под мостом или за локальным препятствием) без разрыва трека движения.
14.	Адаптивные створы регистрации, корректируемые пользователем
15.	Инструменты повышения качества распознавания видео
16.	Генерация видеоданных с результатами обработки
17.	Фильтры отображения информации о транспортном потоке на экране
18.	Производительность: скорость обработки видео с разрешением FullHD в 4 раза выше скорости воспроизведения, возможность одновременно обрабатывать 4 потока видеоданных
19.	Точность определения количества и распознавания типов транспортных средств более 95% (при соблюдении требований к качеству видеоконтента)

Возможность обработки данных записи видео наблюдений с использованием смартфона или беспилотных летательных аппаратов считается перспективным направлением ввиду все более широкого распространения подобных технологий.

Данные решения имеют достаточно обширный функционал и развитый инструментарий.

Функции программного обеспечения позволяют:

1) Объединять в файл фрагменты видеозаписи, обрезать часть записи если в ней присутствуют дефекты:

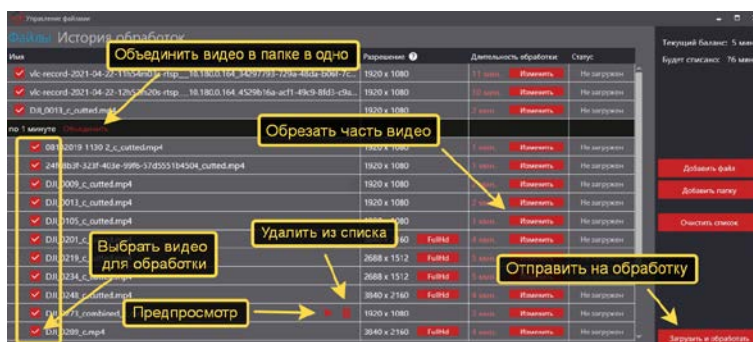


Рисунок 5.5 – Снимок экрана работы с файлами

2) Редактировать створы регистрации транспортных средств:



Рисунок 5.6 - Снимок экрана редактора створов

3) Соединять разделенные треки движения транспортного средства:

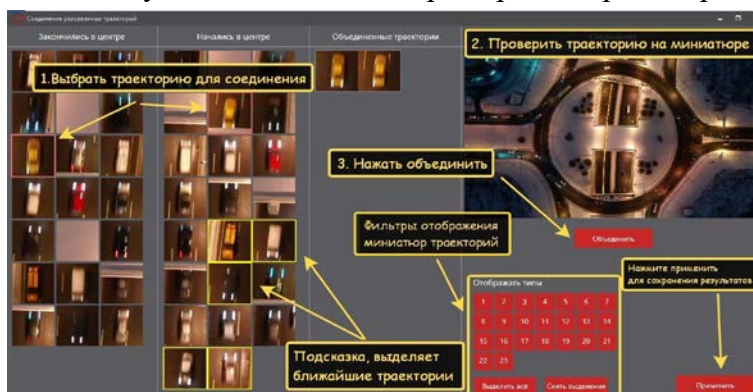


Рисунок 5.7 - Снимок экрана соединения треков

4) Редактировать или создавать пользовательскую группу транспортных средств, подлежащих распознаванию в потоке транспорта.



Рисунок 5.8 - Снимок экрана формирования пользовательской группы транспортных средств

### 5.3 Мобильное приложение для смартфонов «Трекер движения и индикатор загруженности общественного транспорта»

К числу мероприятий, направленных на снижение опасности распространения COVID-инфекции в транспорте общего пользования, относятся вопросы организации перевозок, работы водителей и вспомогательного персонала, эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и т.п.

Транспорт общего пользования является одним из наиболее опасных объектов распространения COVID-инфекции в ситуациях пандемического характера – до 85 % от всех потенциально возможных точек контакта в населенных пунктах происходят на транспорте и объектах транспортной инфраструктуры.

Поэтапное снятие ограничений, связанных с самоизоляцией предполагает постепенное увеличение пассажиропотока на транспорте общего пользования. На этом этапе меры, направленные на профилактику заболеваемости, должны быть направлены, прежде всего, на:

- обеспечение соблюдения санитарной дистанции между всеми участниками транспортного процесса;
- обеспечение индивидуальной защиты всех участников транспортного процесса
- проведение дезинфекционных мероприятий;
- информирование населения о мерах по предотвращению и снижению рисков заражения на транспорте.

Рынок программного обеспечения для мобильных устройств и смартфонов с учетом опыта пассажироперевозчиков и действующих санитарно-эпидемиологических требований к наполнению общественных мест, предложил мобильное приложение для смартфонов, содержащее трекер перемещения и индикатор заполненности салона автобуса, чтобы помочь пассажирам планировать свои поездки по мере расширения спектра услуг по всей стране.

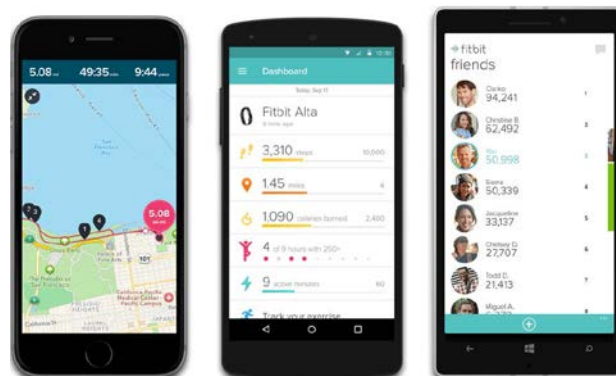


Рисунок 5.9 – Графический и информационный скриншоты с социальной группой пользователей приложения

Новая функция в приложении для автобусов, используя большие объемы данных (историю поездок пассажира) и алгоритмы предиктивной аналитики, базирующиеся на обработке данных искусственным интеллектом, формирует рекомендации для помощи клиентам по комфортному перемещению на транспорте с соблюдением требований социального дистанцирования.

## 6 Организация парковочных пространств

В реализуемых во всем мире программах развития парковочных пространств присутствуют три выраженные тенденции:

- строительство роботизированных комплексов, как при новом строительстве, так и в существующей застройке. Во втором случае нового строительства не осуществляется, модернизируются существующие парковочные пространства.

- развитие новых форматов работы магазинов, основанных на предварительном онлайн заказе товаров и не требующих длительной парковки покупателей у магазинов.

- внедрение мобильных приложений на базе системы датчиков, использующих технологию IoT («интернет вещей»), структурированная сеть различных по функционалу объектов, объединенных между собой и способных к взаимодействию) по поиску свободных парковочных мест в городе или конкретном паркинге.



### Пять основных типов парковок, их преимущества и существенные недостатки

Вид	Использование	Преимущества	Недостатки
Плоскостные	дворовые, уличные, перехватывающие парковки	- низкая себестоимость; - быстрота введения в эксплуатацию - удобство использования	- ограниченное количество мест, особенно в центре города - высокая стоимость машиноместа (в час, в день).
Подземные	жилищные комплексы, бизнес-центры, торговые центры	- возможность освобождения придомовых территорий от припаркованных автомобилей - обеспечение парковочными местами в достаточном количестве	- высокая себестоимость при строительстве, что ведет к высокой цене на машиноместа
Углубленные	для малоэтажного строительства	- себестоимость ниже, чем у полноценных подземных парковок из-за отсутствия собственных систем вентиляции и пожаротушения	- небольшое количество машиномест, подходит только для малоэтажной застройки
Многоэтажные	ТЦ, БЦ и программа народный гараж	- обеспечение парковочными местами в достаточном количестве	- необходимость наличия свободных территорий для строительства, что проблематично в условиях плотной застройки в городе - ухудшение инсоляции ближайших жилых домов
Крышные	проекты городских гипермаркетов, например, METRO Cash&Carry	- освобождение прилегающих к ТЦ, БЦ территорий от припаркованных автомобилей	- сложности эксплуатации: борьба с ливневыми и снеговыми нагрузками - сложности согласования с Главархитектурой

Внедрение инновационных решений в преобразование парковочного пространства направлено на создание комфортной и привлекательной для бизнеса и повседневной жизни городской среды. Современные города решают проблему снижения загруженности городских магистралей, что, наравне с прочим, достигается за счет увеличения издержек

владения личным автотранспортом, повышения безопасности пешеходного движения и приоритета деятельности транспорта общего пользования.

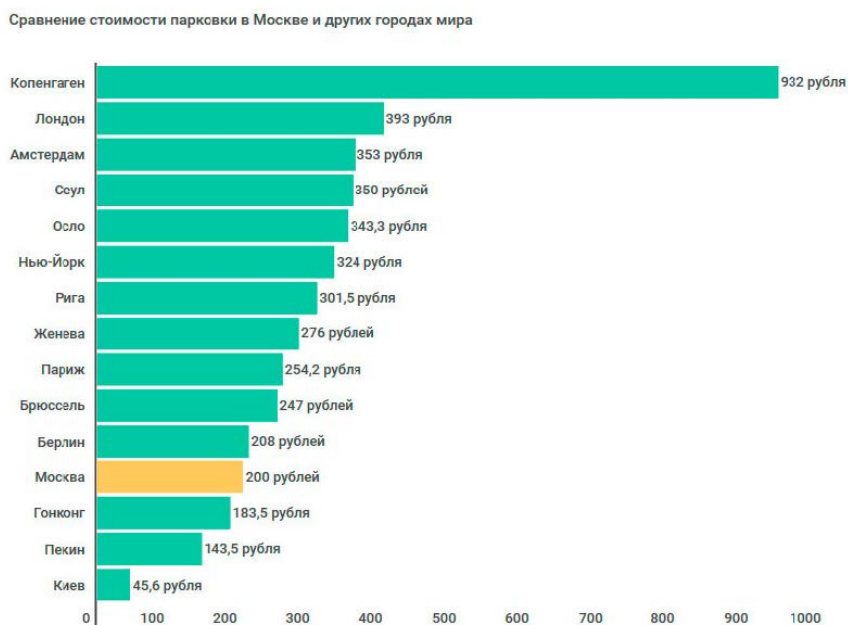


Рисунок 6.1 - Стоимость парковки в Москве и других городах мира

Эффективным инструментом признана программа гибкого ценообразования парковочного тарифа. Автоматизированная система корректирует тарифы ежемесячно, в зависимости от уровня спроса на парковку в разных районах города.

Основным принципом работы системы является отслеживание уровня занятости парковочных мест. Тариф увеличивается автоматически на ежемесячной основе до тех пор, пока на конкретном участке уличного пространства не будет достигнут требуемый уровень загруженности (не менее одного постоянно свободного парковочного места), что фактически приравнивает тариф за парковку к одному из финансовых барьеров для въезда в город.

Обеспечение приоритета работы транспорта общего пользования достигается, в том числе и ограничением возможности парковки, удорожанием стоимости городских территорий, отведенных под парковочные пространства.



Рисунок 6.2 – Стоимость часа парковки, соотнесенная к средней заработной плате в ряде крупнейших городов мира

Увеличение издержек владения личным автотранспортом является эффективным стимулом изменений в транспортном поведении горожан, которое характеризуется следующими фактами:

- уменьшается размер частного автопарка;
- меняется модель транспортного поведения – горожане пересаживаются на другие виды транспорта, преимущественно на городской общественный транспорт;
- меняются маршруты и длительность поездок по городу за счет мультимодального передвижения.

По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» на 1 тысячу жителей Москвы приходится 287 легковых автомашин, парк легковых автомобилей в Москве составляет 3 632 900 штук, а количество постоянно проживающих людей - 12 678 100 человек (по состоянию на 1 июня 2020 г.)

Внедрение инноваций затрагивает целый ряд аспектов инвестиционной привлекательности города. Помимо решения прямых транспортных проблем учитываются факторы негативного влияния общей ситуации на окружающую среду.



Рисунок 6.3 – Стоимость 2х часовой парковки в разных городах мира. Источник: Global Parking Index 2019.

### «Умные» парковки.

По информации «Navigant Research», число «умных» парковочных мест в мире, как ожидается, достигнет 1,1 млн ед. к 2026 году.

С позиций ОДД отсутствие необходимого количества парковочных мест или их неэффективное использование является одной из причин загруженности дорог. «Умные», в отличие от обычных парковок оснащены автоматизированной системой поиска свободных мест и информирования пользователей.

Знание статуса («занято/свободно») каждого парковочного места недостаточно, алгоритм работы «умной» парковки должен «проводить до» или направлять пользователя к данному месту.

Ресурса локальной парковки может быть недостаточно для удовлетворения всех поступающих заявок, «умная» парковка должна располагать данными о загруженности соседних парковочных пространств, не только по территориальному принципу (в соседнем

здании), но и по принципу оптимальной доступности для клиента (через квартал, но доберетесь за одну минуту).

Инициатива по развертыванию единой сети «умных» парковок реализуется практически во всех крупных мегаполисах мира. Обобщенно, стартапы серии Smartpark, отвечающие за воплощение идеи в жизнь, используют методы машинного обучения для объединения нескольких источников данных — сенсоров и камер наблюдения — в единый канал передачи сведений о занятости парковочных мест.



Рисунок 6.4 – «Умная» парковка Smartpark

Эти данные рассматриваются в контексте парковочной системы в масштабах всего города, функционалом предусмотрено автоматическое распознавание номерных знаков и API для работы со всеми источниками данных, связанных с парковкой.

Интеллектуальные парковочные системы также могут быть полезны и для управления плотностью движения. В основе такого решения заранее заложен инструмент тарифного регулирования – изменения тарифных ставок в платных зонах парковки. Это позволяет распределять загруженность парковочных мест в определенные дни, тем самым снижая пробки на дорогах. Для конечных пользователей данные о свободных местах и более дешевых тарифах помогают планировать поездку и формируют положительный опыт управления транспортным средством позволяя, с помощью носимых или встроенных в транспортное средство устройств, получать практические указания по поиску парковочного места в реальном времени.