

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДОВ В ЗОНАХ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЁСТКОВ

**Шинкарук Д.В., Синицкий Т. А., студенты;
Научный руководитель Малькевич Н.Г.,
Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

В данной статье приведён анализ современной городской среды, которая характеризуется ростом интенсивности транспортных потоков. При этом сделан акцент на изучении работы светофоров. Предложено мероприятие по установке системы «Smart Crosswalk» на светофорах, которая позволит обеспечить экологическую безопасность жизнедеятельности на дорогах.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, экологическая безопасность, мониторинг качества воздуха, сенсорная сеть.

Дорожные хозяйства является важным элементом Единой транспортной системы государства. Без дорожной сети не могут быть реализованы статьи Конституции Республики Беларусь, в которых гарантируются права на свободу перемещения граждан.

Производственные отрасли страны не способны функционировать без такой транспортной системы, как автомобильные дороги, поэтому важно поддерживать безопасное состояние дорожного движения. Оно обеспечивается инфраструктурными изменениями и повышением информированности населения о последствиях нарушений правил поведения на дорогах, что предотвращает дорожно-транспортные происшествия.

Основными негативными факторами, действующими на окружающую среду и человека, являются:

газы, которые содержат оксид углерода, диоксид азота, летучие органические соединения и мелкодисперсные твёрдые частицы. В режиме «старт-стоп» (разгон/торможение) двигатели внутреннего сгорания работают в неэффективном режиме, что приводит к повышенному выбросу загрязняющих веществ.

Резкие звуки работающих двигателей на холостом ходу, ускоряющихся автомобилей и звуковые сигналы создают акустический дискомфорт, превышающий санитарные нормы в часы пик.

Таким образом, возникает научно-техническая необходимость в создании интеллектуальной системы, способной в реальном времени оценивать уровень загрязнения в зоне пешеходного перехода и адаптировать

работу светофорного объекта для минимизации вреда здоровью граждан.

Для безопасности жизнедеятельности человека на дорогах предложена система «Smart Crosswalk», которая включает

Модернизацию стандартного пешеходного перехода. Она заключается в интеграции аппаратно-программного комплекса мониторинга и управления. Эта система называется «Smart Crosswalk». Основным принципом работы системы является переход от статического цикла переключения сигналов светофора к динамическому, зависящему от экологической обстановки на остановке.

Предложенная система включает три основных модуля:

– измерительный модуль: в опоры светофоров или осветительные мачты встраиваются датчики;

– газоанализаторы: не дисперсионные инфракрасные сенсоры для измерения концентрации CO и CO₂, а также электрохимические сенсоры для детекции NO₂;

– шумомеры: микроэлектромеханические микрофоны с частотной фильтрацией типа А (дБА), имитирующей восприятие человеческого уха;

– четчик транспорта: видеокамера с нейросетевой обработкой изображения или индукционные петли в дорожном полотне для определения плотности потока.

В случае малого дорожного потока на дорогах будет использован модуль обработки и принятия решений (локальный контроллер, который представляет собой микроконтроллер. Он устанавливается в стойке светофора и агрегирует данные с датчиков.

Критическими пороговыми значениями для работы системы «Smart crosswalk» являются:

–превышение ПДК м.р. по CO (5 мг/м³);

–превышение эквивалентного уровня шума (70 дБА);

–образование затора (скопление более 5 автомобилей перед переходом в течение цикла).

Модуль управления (актуатор) при достижении пороговых значений отправляет на контроллер сигнал для изменения режима работы светофора:

Первый режим – «Чистый воздух» (приоритет пешехода): если фиксируется высокая концентрация CO/NO₂ или уровень шума на стороне ожидания пешеходов превышает норму, контроллер сокращает время красного сигнала для пешеходов. Люди быстрее покидают опасную зону, а время накопления выхлопов перед стоп-линией уменьшается.

Второй режим – «Антишум» (плавный старт): В ночное время, если шум превышает норму, но трафик низкий, система может синхронизировать работу соседних светофоров, чтобы уменьшить количество резких торможений и разгонов, обеспечивая движение «зеленой волной» (рисунок 1)

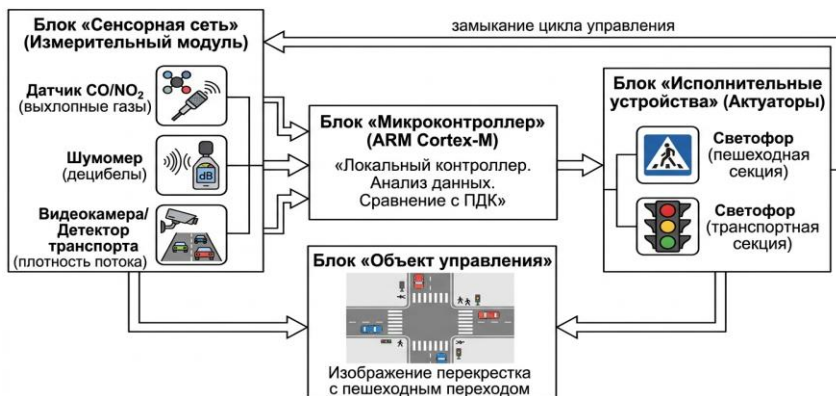


Рисунок 1 - Структурная схема системы – «Smart Crosswalk»

В ходе проведённого анализа современной городской среды и транспортных потоков обоснована необходимость внедрения адаптивных систем экологического контроля в структуру транспортных коммуникаций. Предложенная система «Smart Crosswalk» позволяет решить комплексную проблему экологической безопасности жизнедеятельности человека, в результате объединения контроля химического и физического загрязнения.

Литература:

1. ORDIS European Commission. Мониторинг шума и выбросов и радикальное снижение их уровня. - <https://www.cordis.europa.eu/project/id/860441> (дата обращения: 05.03.2026).
2. Курский государственный университет. Анализ функциональных показателей интеллектуальных транспортных систем как индикаторов повышения экологической безопасности автомобильного транспорта. - <https://vntveditorum.ru/ru/nauka/article/89758/view> (дата обращения: 06.03.2026).
3. AQMesh. Environmental Instruments. Промышленный огороженный монитор качества воздуха для мониторинга выбросов в атмосферу. - <https://www.aqmesh.com/applications/government-local-authorities/> (дата обращения: 05.03.2026).