

УДК 656

АНАЛИЗ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

д-р техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ, Д.В. ЛЕВАНОВИЧ
(Белорусский национальный технический университет, Минск),
д-р техн. наук, доц. В.П. ИВАНОВ
(Полоцкий государственный университет),
д-р техн. наук, проф. А.К. ГОЛОВНИЧ
(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель)

Рассмотрено использование датчиков различных видов в системе управления дорожным движением. Реализацией пилотной зоны и применением радиолокационного детектора «IMTR-A1» установлено, что с его помощью обнаруживали все движущиеся и остановленные транспортные средства. На его работу не влияет освещенность, засветки, вибрация, грязь и насекомые. В ходе тестовой эксплуатации в период с апреля по декабрь 2020 г. влияние температуры воздуха, дождя, тумана на ДТ не выявлено. С момента монтажа в техническом обслуживании не нуждались. Зафиксирован подсчет пешеходов, переходящих проезжую часть по регулируемому пешеходному переходу. Экономическая эффективность применения датчиков обусловлена многофункциональностью, простотой установки и долговечностью.

Ключевые слова: транспортное средство, скорость движения, ограничения, средства контроля, процесс контроля, детектирование.

Введение. Управление дорожным движением требует информации о его состоянии, выраженном параметрами, измеренными с помощью датчиков¹. Совокупность значений параметров в виде системы детектирования транспортных потоков необходима для гибкого регулирования, расчета или автоматического выбора программы управления дорожным движением. С помощью системы детектирования транспортных потоков выполняют:

- адаптивное управление светофорами;
- классификацию, определение количества и скорости транспортных средств;
- учет правонарушений;
- мониторинг парковочного пространства;
- массогабаритный контроль.

Систему детектирования дорожного движения составляют: датчики, контроллеры, модули видеорегистрации, каналы передачи данных, программно-аппаратное обеспечение сбора, архивирования и просмотра данных. Задачи детектирования транспортного потока следующие:

- имитационное моделирование и инженерный анализ состояния транспортной сети;
- управление дорожным движением с применением различных подсистем в АСУДД;
- мониторинг эффективности работы различных подсистем АСУДД².

Эффективность использования систем детектирования доказана множеством успешных проектов, реализованных в экономически развитых странах мира [1]. Использование датчиков как средств управления транспортным потоком позволяет собрать данные:

- для предоставления приоритетного права проезда;
- светофорного регулирования;
- информирования о состоянии транспортного потока и маршрутного ориентирования;
- управления парковочным пространством;
- контроля въезда на автомагистраль;

Использование датчиков в системах предоставления приоритетного права проезда на перекрестках активно используется в США и европейских странах [2; 3]. В результате четырехлетней эксплуатации системы, например, в Берлине, 90% транспортных средств проезжали через перекресток без остановки. В городе Росток (Германия) увеличение скорости сообщения трамваев на маршруте, идущем от главного вокзала через центр к северо-восточной окраине города, составило 40%.

¹ Детекторы транспорта [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/81362/tehnika/detektory_transporta

² Безопасность дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: https://www.adi-madi.ru/madi/article/viewFile/90/pdf_41

Для крупных мегаполисов актуальным является управление въездом на автомагистраль и задачи изменения маршрутов транспортного потока, чтобы исключить заторы или цепные столкновения. Многие страны Европы, а также США и Япония используют систему «Ramp Metering», которая измеряет характеристики движения транспортных потоков с достаточным опережением перед въездной рампой. Расстояние до точки измерения зависит от допустимой скорости, но оно должно быть не менее 1000–1500 м. При этом измеряют на каждой полосе интенсивность, скорость и состав транспортного потока. Транспортная модель постоянно оценивает степень нагрузки и прогнозирует состояние транспортного потока на автомагистрали перед соответствующим въездом. Система управления с помощью светофора «дозировать» количество транспортных средств, подъезжающих по примыкающей дороге. Длительность зеленого сигнала определяется текущим и прогнозируемым состоянием транспортного потока на автомагистрали. Внедрение данной системы позволяет значительно сократить задержки при въезде на автомагистраль. Среднее время проезда после внедрения системы сокращается практически на 40% [4].

Важная задача организации и управления транспортными потоками – направление части транспортного потока по смежным, менее загруженным, направлениям. Такая система, например, функционирует в южной части Пражской кольцевой дороги длиной 30 км. Использование данной системы обеспечивает повышение пропускной способности на 15% и уменьшение аварийности на 35%.

Основная часть. Детекторы по функциональному назначению делятся:

- на проходные детекторы, которые выдают нормированные по продолжительности сигналы при появлении транспортного средства в контролируемой детектором зоне;
- детекторы присутствия выдают сигнал в течение всего времени пребывания транспортного средства в зоне, контролируемой детектором;
- детекторы стоп-линии используют для определения наличия автомобиля в зоне стоп-линии;
- тактические детекторы служат для мониторинга и долгосрочного планирования режимов работы адаптивных систем путем сбора интервальных данных о транспортных потоках;
- стратегические детекторы предназначены для корректировки работы дорожных контроллеров путем получения сведений о наличии транспортного средства, расстояния между автомобилями и скорости каждой единицы транспорта.

Детекторы контактного типа (первое поколение) – электромеханические, пневматические и пьезоэлектрические. Сигнал о появлении автомобиля возникает от непосредственного соприкосновения его колес с протяжным чувствительным элементом, который располагается на дорожном полотне перпендикулярно к движению. Детекторы этой группы дешевые и простые по конструкции, однако, требуют нарушения дорожного полотна, поэтому при новом строительстве практически не используются.

Чувствительные элементы электромагнитных детекторов (второе поколение) – катушка с магнитным сердечником или индукционная петля – закладываются под дорожное покрытие на некоторую глубину. Автомобиль, имеющий металлическую массу, регистрируется благодаря искривлению магнитного поля или изменению индуктивности рамки в момент его прохождения над чувствительным элементом детектора.

К детекторам излучения (третье поколение) относятся фотоэлектрические, ультразвуковые, инфракрасные, радарные и видеодетекторы. Наибольшее распространение получили детекторы последних двух групп.

Применение в городе Минске средств детектирования транспортных потоков. Большая часть приведенных средств детектирования транспортных потоков в том или ином виде используют в Республике Беларусь. В городе Минске в основном (около 70%) применяют датчики второго поколения – электромагнитные детекторы «VSN240-F-2» совместно со вспомогательным периферийным оборудованием (рисунок 1).

Например, на регулируемых пересечениях пр. Машерова на участке от пр. Независимости до ул. Тимирязева для управления дорожным движением совместно с беспроводными магнитно-резистивными датчиками «VSN240-F-2» (производства «Sensys Networks») применяют видеодетекторы «SmartLoop TS City Plus» и bluetooth-детекторы «Traffic Bluetooth Sensor».

В Минске до последнего времени радарные детекторы применялись только в рамках функционирования тестовых (пилотных) зон. Однако в конце 2020 г. на пересечении пр. Дзержинского, ул. Немига и ул. К. Цеткин (пл. Ф. Богушевича) в рамках объекта нового строительства (реконструкция пересечения при прокладке ветки метрополитена) для реализации режимов местного гибкого регулирования на круговом регулируемом пересечении были установлены радиолокационные детекторы «Smartmicro» (производства «Sms smart microwave sensors GmbH») совместно с дорожным контроллером «СИДК». В настоящий момент на пл. Ф. Богушевича строительно-монтажные работы завершены, проводятся пуско-наладочные работы ДТ, после чего впервые в республике радарные ДТ будут введены в промышленную эксплуатацию.

Несмотря на достоинства радарных технологий, видеодетекторы также имеют ряд существенных преимуществ. Их основным преимуществом является то, что изображение адекватно человеческому восприятию окружающего мира. Пример работы видеодетекторов в ночное и дневное время суток на пр. Машерова представлен на рисунке 2 [5].

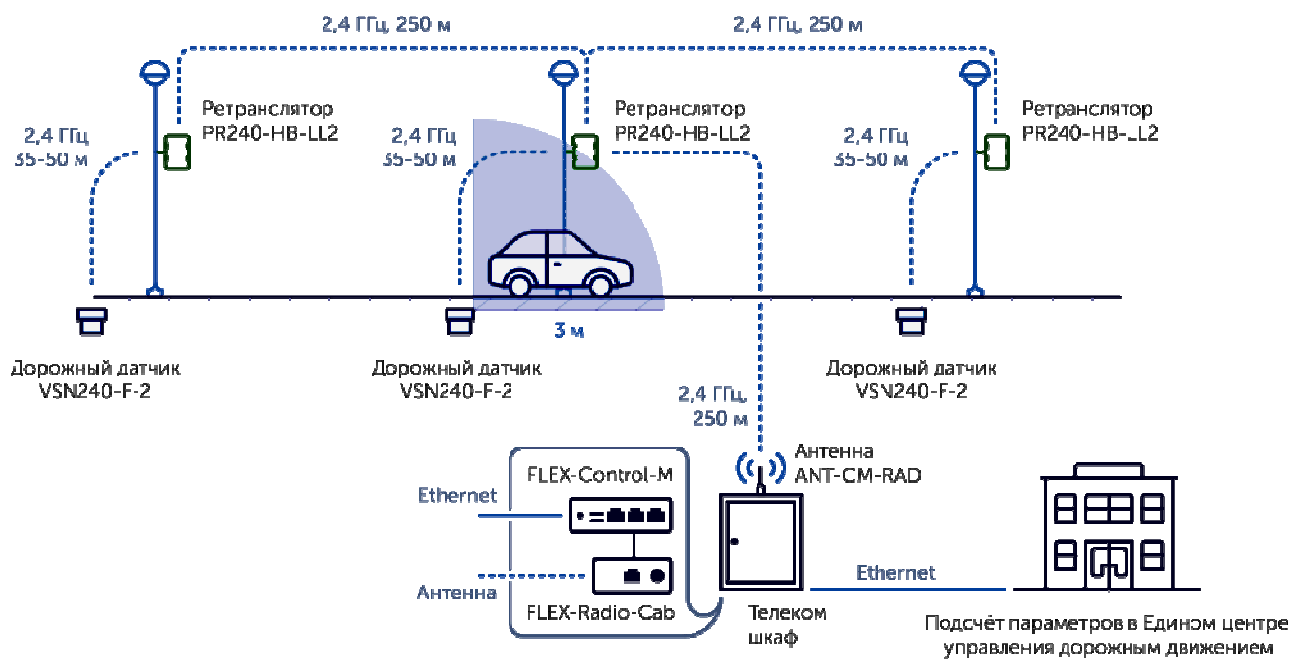


Рисунок 1. – Схема оборудования перекрестка беспроводными ДТ



Рисунок 2. – Работа видеодетекторов в ночное и дневное время суток

Дополнительным преимуществом видеодетекторов является высокая информативность видео как источника информации, что предоставляет уникальные возможности по дальнейшему развитию этого направления. Это может быть детектирование случаев проезда на «красный» сигнал, выездов на встречную полосу движения, интеллектуального наблюдения парковок и др.

Развитие полупроводниковых технологий приводит к постоянному снижению стоимости, повышению надежности и других потребительских качеств видеодетекторов, что делает их более доступными и создает предпосылки для массового распространения. Если 10 лет назад для обработки видеоизображения в реальном масштабе времени требовался громоздкий вычислитель стоимостью в десятки тысяч долларов, то сегодня это компактный прибор, а его цена приближается к 1000 долл. США.

Каждая современная технология измерения характеристик транспортного потока – радарная и видео – имеет свои достоинства и недостатки, что обеспечивает их паритет. Обе технологии будут развиваться параллельно, дополняя возможности и компенсируя недостатки друг друга. В перспективных системах мониторинга дорожного движения будет использоваться объединение информации от обоих каналов.

В рамках исследования рассмотрим на примере пилотной зоны наиболее непредставленную в Республике Беларусь радарную технологию детектирования дорожного движения.

Опытная эксплуатация средств детектирования транспортных потоков. Цель – опытное апробирование технологии детектирования третьего поколения (радарной) по результатам опытной эксплуатации на тестовой площадке.

Задачи, реализуемые в ходе проведения пилотного проекта:

- оборудование пилотной зоны и исследование дорожного движения на ней;
- практическое исследование эффективности применения радарной технологии детектирования дорожного движения.

Реализация пилотной зоны по опытной эксплуатации технических решений для фиксации нарушений средней скорости проезда транспортных средств на участке УДС проводилась в мае–ноябре 2020 г. в рамках договора о сотрудничестве (партнерстве) между ГУВД Мингорисполкома и ООО «ЛЭС-Интернэшнл (МСК) информационные технологии» (резидент Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень»).

Пилотная зона организована на трехстороннем регулируемом пересечении пр. Газеты Правда и ул. Алибегова. Главное направление исследуемого пресечения – ул. Алибегова – относится к категории магистральной улицы общегородского значения (А). Основной транспортной функцией ул. Алибегова является распределение транспортных потоков со стороны пр. Дзержинского в сторону ул. Притыцкого, а также соединяющая функция – Московский и Фрунзенские районы г. Минска (жилые микрорайоны «Каменная горка», «Масюковщина» и «Дамбровка» с микрорайонами «Михалово» и «Юго-Запад»).

В соответствии с п. 5.1.1 ТКП 45-3.03-227-2010 расчетная скорость движения транспортных средств для категории А в свободных условиях составляет 80 км/ч, в стесненных условиях – 60 км/ч. Максимальная разрешенная скорость движения транспортных средств согласно ПДД – 60 км/ч.

В зоне исследуемого перекрестка по главному направлению – ул. Алибегова – организовано по четырем (3 для транзитного и 1 для прямого и правоповоротного потоков) полосам для движения и по одной конструктивно выделенной дополнительной полосе для движения в каждом направлении (левоповоротной со стороны ул. Железнодорожной и разворотной со стороны ул. Я. Брыля). Вход с пр. Газеты Правда имеет по 3 полосы для движения в каждом направлении – 1-я направо, 2-я направо и налево, 3-я налево (рисунок 3). На рисунке представлена схема расстановки применяемых в рамках пилотного проекта радиолокационных детекторов «IMTR-A1».

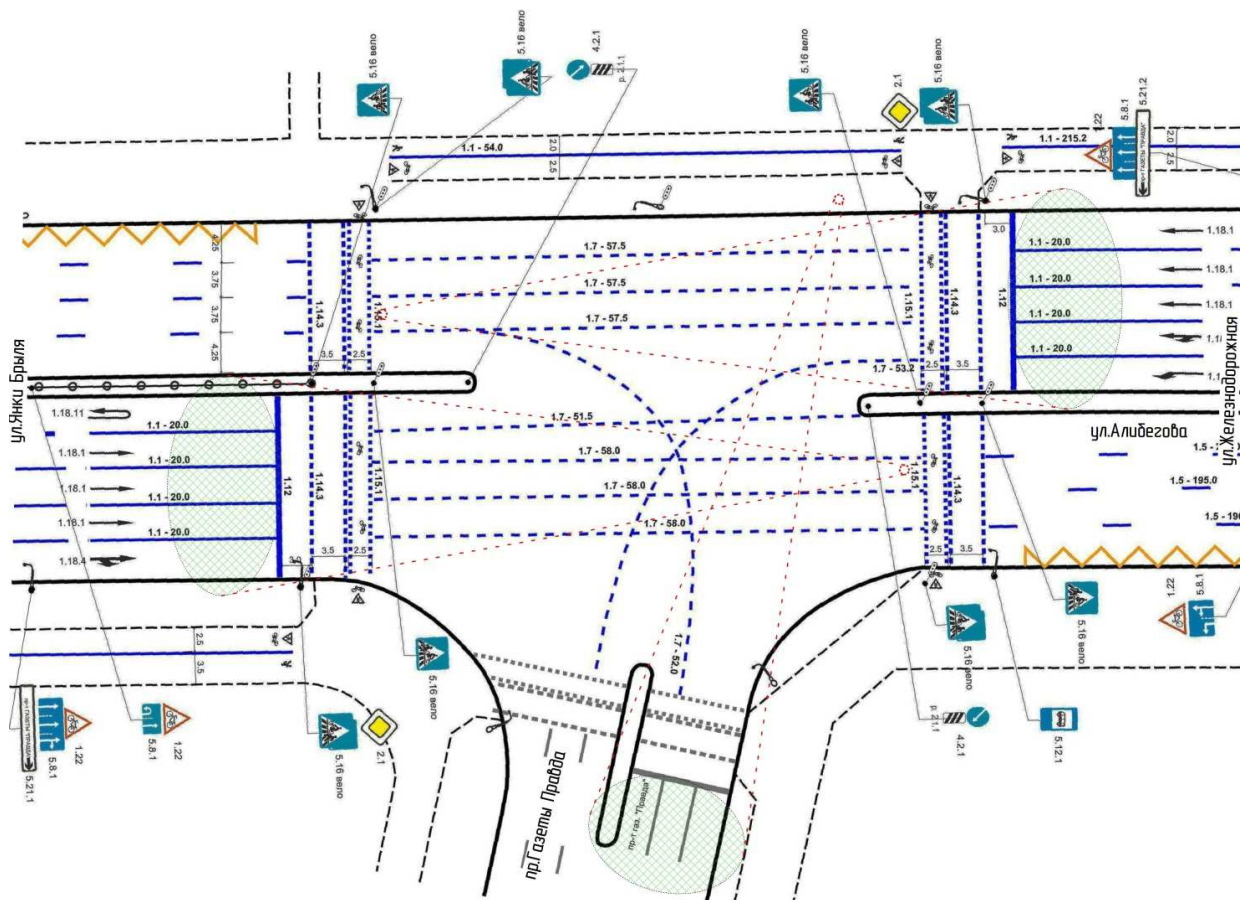


Рисунок 3. – Схема организации дорожного движения в пилотной зоне с использованием детекторов «IMTR-A1»

Ширина левоповоротной и разворотной полос для движения по ул. Алибегова в зоне указанного пересечения составляет 3,5 м (по 1 полосе в каждом направлении), для полос движения транзитного потока (прямого) – 3,75 м (по 3 полосы в каждом направлении), а полосы движения для транзитного направления, по которым

в т.ч. осуществляется движение городского маршрутно-пассажирского транспорта, составляют по 4,25 м (по 1 полосе в каждом направлении). Ширина полос с пр. Газеты Правда составляет по 3,5 м (3 полосы).

На пересечении пр. Газеты Правда и ул. Алибегова организовано светофорное регулирование. Длительность цикла светофорного регулирования в режиме «локального управления» составляет 84 с, в режиме «координированного управления» – 100 с, который работает большую часть времени суток – с 7 до 19 часов (рисунок 4). Цикл регулирования изменяется с учетом транспортной нагрузки.

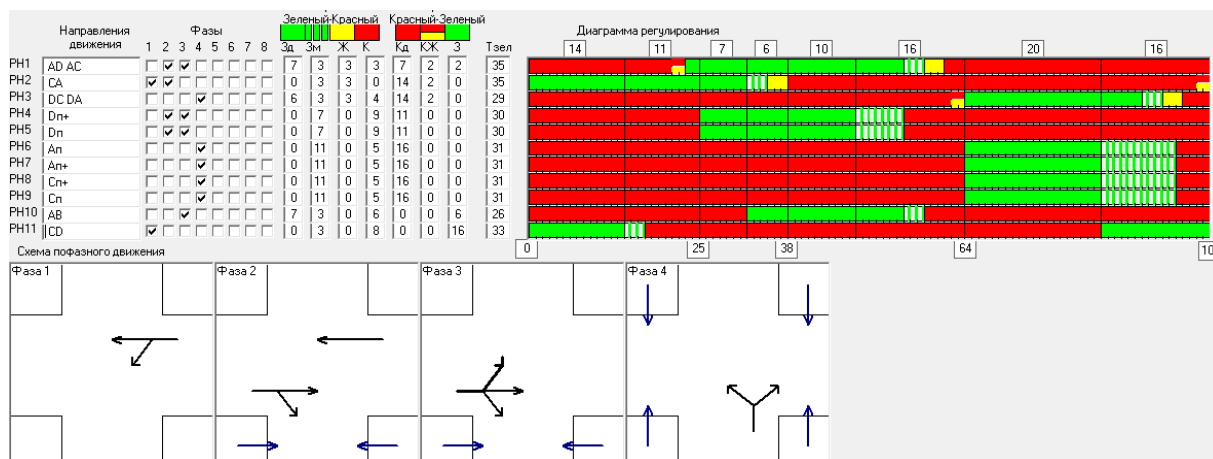


Рисунок 4. – Базовый цикл светофорного регулирования

Схема пофазного движения – 4-фазная, в которой организовано бесконфликтное левоповоротное движение с ул. Алибегова со стороны ул. Железнодорожная на пр. Газеты Правда, а также разворотного потока со стороны ул. Я. Брыля. Движение пешеходов на светофорном объекте через ул. Алибегова и пр. Газеты Правда осуществлен в регулируемом режиме.

Применение детекторов и анализ результатов реализации пилотной зоны. В рамках пилотной зоны на пересечении пр. Газеты Правда и ул. Алибегова на выносах к светофорной спецколонке (2 ед. с высотой установки около 5 м) и на колонке дорожного знака (1 ед.) были установлены детекторы радарного типа «IMTR-A1» (производства «Nanjing LES Information Technology Co. Ltd», КНР) (рисунок 5).



Рисунок 5. – Внешний вид детектора «IMTR-A1»

В ДТ «IMTR-A1» используется многомерная радарная технология сканирования и усовершенствованный алгоритм отслеживания DSP. Детектор может контролировать от четырех до восьми полос, длина которых превышает 200 м по вертикали (зона обнаружения). Максимальное количество целей мгновенного определения скорости или местоположения, а также моделирования транспортного потока в режиме реального времени – 128. С использованием «IMTR-A1» возможна установка солнечного электропитания и организация беспроводной передачи данных. Режим работы ДТ по характеристикам производителя – 24 часа 7 дней в неделю, при любых погодных условиях. При необходимости ДТ выполняется самокалибровка и самодиагностика неисправностей.

ДТ фиксирует следующую информацию: обнаружение транспортного средства, мгновенная скорость транспортного средства, местоположение и тип транспортного средства, что позволяет при данном наборе свойств реализовывать с его использованием адаптивную технологию светофорного регулирования (доступна максимально 4 раздела одновременной фиксации данных по транспортному потоку). Техническая характеристика детектора «IMTR-A1» представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Техническая характеристика ДТ «IMTR-A1»

Характеристика	Значение
Точность обнаружения	Погрешность расстояния: $< \pm 0,25$ м
	Погрешность скорости: $< \pm 1,008$ км/ч
Питание	Мощность: 9 Вт
	Напряжение: 12–24 В, VDC
Выходной интерфейс	RS485
	RJ45
Условия работы	Температура: $-40 \sim +85$ °C
	Влажность: ≤ 100 %

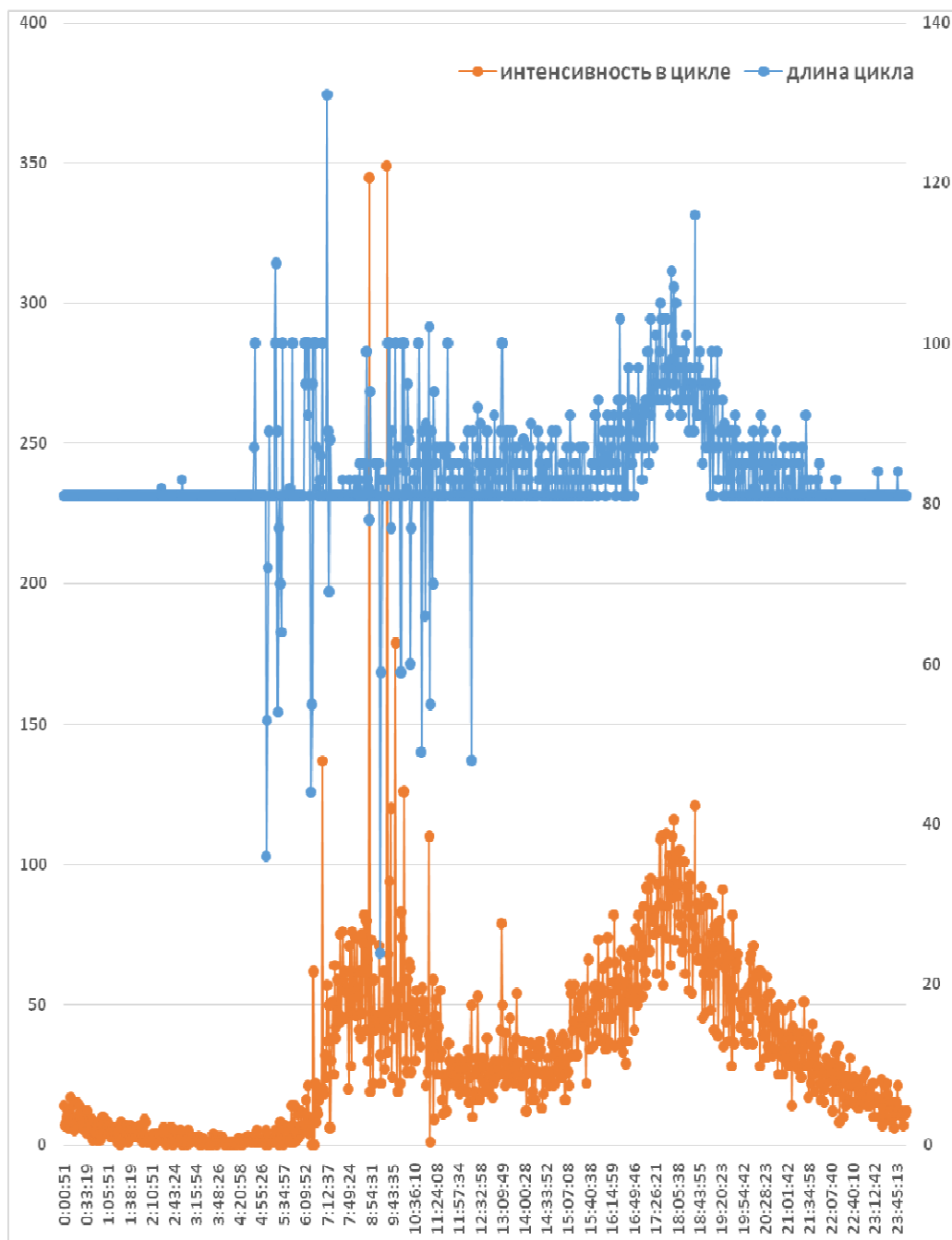


Рисунок 6. – Распределения длины цикла и интенсивности движения в цикле по времени суток

Показатели эффективности работы детекторов в рамках пилотной зоны фиксировались по данным транспортной нагрузки (средней и максимальной интенсивности движения) в периоды времени 7–10, 10–12, 12–14, 14–16, 16–19, 19–21 и 21–24 часов. Для анализа потерь в дорожном движении рассмотрены наборы циклов регулирования светофорного объекта, зафиксированные в период времени с 0 часов 15.07.2020 г. по 0 часов 18.07.2020 г. с учетом адаптации по изменениям транспортной нагрузки (см. рисунок 6).

Анализ распределения циклов регулирования и зависимости длины цикла от интенсивности движения в цикле позволил выделить 18 основных графиков светофорного регулирования (59, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 97, 99, 100 с) для последующего расчета потерь и оценки эффективности использования адаптивной технологии (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчета потерь для периодов времени

Время суток	Цикл, с	Потери, долл. США в год (при средней ИД)	Доля цикла регулирующего в периоде времени	Потери, долл. США в год (при максимальной ИД)
7–10	59	17 000	2,3	–
	81	35 000	60,5	–
	82	35 000	2,3	–
	83	36 000	10,5	–
	85	35 000	7	288 000
	89	36 000	2,3	–
10–12	100	39 000	4,7	–
	86	19 000	3,1	–
	89	18 000	4,6	35 000
	100	21 000	6,2	–
	83	20 000	7,7	–
	87	19 000	9,2	–
12–14	85	20 000	10,8	–
	81	19 000	38,5	–
	84	24 000	2,9	–
	100	27 000	2,9	–
	83	25 000	7,1	49 000
	87	25 000	8,6	–
14–16	89	23 000	11,4	–
	85	24 000	14,3	–
	81	25 000	45,7	–
	89	23 000	3,5	–
	91	23 000	3,5	–
	87	25 000	11,6	–
19–20	85	24 000	12,8	49 000
	83	25 000	20,9	–
	81	24 000	44,2	–
	91	27 000	2,4	–
	99	26 000	2,4	–
	93	27 000	3,6	–
21–24	83	30 000	7,1	–
	89	28 000	11,9	–
	85	29 000	14,3	–
	87	30 000	15,5	–
	81	29 000	38,1	54 000
	84	16 000	1,5	–
21–24	85	16 000	2,3	45 000
	87	17 000	2,3	–
	83	17 000	6,1	–
	81	16 000	87,1	–

Итоговые показатели экономических потерь в дорожном движении на пилотной зоне до и после внедрения новой технологии управления дорожным движением с применением ДТ «IMTR-A1» приведены в таблице 3.

Эффективность технологий, реализованных в рамках пилотной зоны, для показателей средней интенсивности движения составляет в среднем 8,0%, для показателей максимальной интенсивности движения – 8,4 %.

В результате ручного подсчета проезжающих автомобилей за определенный отрезок времени с видеокмеры и сверки с поступающими от детектора данных был установлен высокий показатель надежности по обнаружению и подсчету транспортных средств. Подсчет погрешности производится отдельно по каждому направ-

лению: сначала 5 направлений по видеокамере, потом 5 направлений по окну детекторов транспорта. Анализ данных за просчитываемый период показал, что ложные срабатывания зон в совокупности с ошибками ручного подсчета вносят до 5,5% погрешности. Средняя достоверность поступающих данных тестируемых детекторов за отчетный период составила не менее 93,7%.

Таблица 3. – Итоговые показатели потерь при применении ДТ

Время суток	Экономические потери до изменений в год, долл. США	Экономические потери после изменений, долл. США в год	Эффективность изменений, %	Экономические потери до изменений в год, долл. США	Экономические потери после изменений в год, долл. США	Эффективность изменений, %
	для средней ИД			для максимальной ИД		
0–5	300 000	300 000	0	–	–	–
5–7	600 000	600 000	0	31 000	31 000	0,0
7–10	3 126 200	3 494 400	11	315 000	288 000	8,6
10–12	1 682 100	1 548 200	8	39 000	35 000	10,3
12–14	2 508 300	2 288 300	8,7	53 000	49 000	7,5
14–16	2 605 500	2 341 500	10	55 000	49 000	10,9
16–19	4 180 000	3 598 800	14	96 000	85 000	11,5
19–21	3 049 600	2 755 200	9,7	59 000	54 000	8,5
21–24	1 787 400	1 597 200	10,6	50 000	45 000	10,0
	Итого средний %		8,0			8,4

Заключение. Результаты реализации пилотной зоны и применения радиолокационного детектора «IMTR-A1»:

- в ходе функционирования ДТ хорошо обнаруживались все движущиеся и остановленные транспортные средства. ДТ не имеют оптических элементов, поэтому на их работу не влияет освещенность, засветки, вибрация, грязь и насекомые. В ходе тестовой эксплуатации в период с апреля по декабрь 2020 г. влияние температуры воздуха, дождя, тумана на ДТ не выявлено. С момента монтажа в техническом обслуживании не нуждались;

- крупногабаритные транспортные средства иногда разделяются на два коротких объекта. При использовании счетных каналов это может вызывать ложные срабатывания. Перестроение вблизи места расположения виртуальных зон иногда вызывает срабатывание двух смежных зон (указанные факты включены в общую погрешность);

- зафиксирован подсчет ДТ пешеходов, переходящих проезжую часть по регулируемому пешеходному переходу;

- ДТ позволяет непрерывно отслеживать траекторию движения транспортных средств, а специальные алгоритмы не позволяют терять объект из вида даже при временном перекрытии низких транспортных средств более высокими;

- более высокая эффективность работы детектора «IMTR-A1» при его установке максимально близко к середине зоны детекции;

- детектор «IMTR-A1» подходит для применения в различных подсистемах ИТС.

Экономическая эффективность применения датчиков обусловлена:

- при проектировании – многофункциональностью, поскольку большинство задач решаются минимальным количеством оборудования;

- при монтаже – простотой установки, т.к. нет необходимости устанавливать специальные опоры или делать траншеи (или углубления) в дорожном покрытии;

- при обслуживании – долговечностью детекторов, они служат долгие годы;

- при ремонте – минимальными простоями и затратами в случае отказа с заменой и настройкой элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прижбыл, П. Телематика на транспорте / П. Прижбыл, М. Свитек ; пер. с чеш. О. Бузка и В. Бузковой ; под ред. В.В. Сильянова. – М. : МАДИ, 2003. – 540 с.
2. Воробьев, А.И. Методика определения мест установки системы фото- и видеофиксации и дополнительных элементов инфраструктуры / А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк // Вестн. МАДИ. – 2013. – № 2(33). – С. 82–87.
3. Жанказиев, С.В. Динамическое предоставление приоритета проезда для средств общественного транспорта / С.В. Жанказиев, П. Прижбыл, А.В. Шадрин // Автотранспорт. предприятие. – 2011. – № 7. – С. 24–27.
4. Highway Capacity Manual. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
5. Капский, Д.В. Развитие автоматизированной системы управления дорожным движением Минска как части интеллектуальной транспортной системы города [Электронный ресурс] / Д.В. Капский, Д.В. Навой // Наука и техника. – 2017. – Т. 16. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27593/Razvitiye_avtomatizirovannoj_sistemy_upravleniya_dorozhnyim_dvizheniem_Minska.pdf. – Дата доступа: 25.12.2020.

REFERENCES

1. Prizhbyl, P., & Svitek, M. (2003). *Telematika na transporte [Telematics in transport]*. Moscow: MADI. (In Russ.).
2. Vorob'ev, A.I., & Gavrilyuk, M.V. (2013). Metodika opredeleniya mest ustanovki sistemy foto- i videofiksacii i dopolnitel'nyh elementov infrastruktury [Methodology for determining the installation sites of the photo and video recording system and additional infrastructure elements]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Moscow Automobile and Road Construction State Technical University]*, 2(33), 82–87. (In Russ., abstr. in Engl.).
3. Zhankaziev, S.V., Przhibyl, P., & Shadrin, A.V. (2011). Dinamicheskoe predostavlenie prioriteta proezda dlya sredstv obshchestvennogo transporta [Dynamic provision of travel priority for public transport]. *Avtotransportnoe predpriyatie [Motor Transport company]*, 7, 24–27. (In Russ., abstr. in Engl.).
4. *Highway Capacity Manual*. (2000). Washington, D.C. (In Engl.).
5. Kapskiy, D.V. & Navoy, D.V. (2017). Razvitiye avtomatizirovannoy sistemy upravleniya dorozhnym dvizheniyem Minska kak chasti intellektu-al'noy transportnoy sistemy goroda [Development of an automated traffic control system in Minsk as part of the city's intelligent transport system]. *Nauka i tekhnika [Science and technology]*, Vol. 16. (In Russ., abstr.in Engl.). https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27593/Razvitie_avtomatizirovannoj_sistemy_upravleniya_dorozhnym_dvizheniem_Minska.pdf

Поступила 11.01.2022

ANALYSIS OF DETECTING TRAFFIC PARAMETERS

D. KAPSKY, D. LEVANOVICH, V. IVANOV, A. GOLOVNICH

The use of sensors of various types in the traffic control system is considered. The implementation of the pilot zone and the use of the IMTR-A1 radar detector found that it detected all moving and stopped vehicles. Its work is not affected by light, glare, vibration, dirt and insects. During test operation in the period from April to December 2020, the influence of air temperature, rain, fog on diesel fuel was not revealed. They have not required any maintenance since installation. The count of pedestrians crossing the carriageway at the controlled pedestrian crossing has been recorded. The cost-effectiveness of the use of sensors is due to the versatility, ease of installation and durability.

Keywords: vehicle, speed of movement, restrictions, means of control, process of control, detection.