

УДК 656.056.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРНЫМ
ОБЪЕКТОМ НА ПЕШЕХОДНОМ ПЕРЕХОДЕ

Ионов Е.В., Свистунова А.Ю.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тульский государственный университет»

E-mail: kosta066@yandex.ru

Аннотация: Высокая концентрация транспортных средств и пешеходов на светофорах делает их местом сосредоточения дорожно-транспортных происшествий. Основной причиной конфликтных ситуаций является поведение водителей транспортных средств и пешеходов, которые нарушают правила дорожного движения из-за ошибочных действий. В данном исследовании рассматривается светофорный объект, расположенный на участках улично-дорожной сети без пересечения транспортных потоков. В настоящем исследовании предложена концепция повышения безопасности таких светофоров. Методика предполагает новый алгоритм обнаружения пешеходов, основанный на обработке изображений фонового рисунка. Алгоритм управления системой обнаружения позволяет ее использовать в различных климатических условиях, таких как дождь, снег, пыль и т.д., и предлагает много преимуществ по сравнению с существующей ситуацией в России. Интеллектуальная система распознает только пешеходов в зонах ожидания, чтобы оптимизировать транспортные проблемы, такие как задержки движения, использование инвалидами, защита от проблемных пользователей и т.д.

Ключевые слова: безопасность, пешеходный переход, методика регулирования, пешеходы, транспортное средство, светофор.

EXPERIMENTAL TECHNIQUE OF TRAFFIC LIGHT OBJECT CONTROL
AT A PEDESTRIAN CROSSING

Ionov E.V., Svistunova A.Yu.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tula State
University"

E-mail: kosta066@yandex.ru

Summary: The high concentration of vehicles and pedestrians at traffic lights

makes them the focus of traffic accidents. The main cause of conflict situations is the behavior of drivers of vehicles and pedestrians who violate traffic rules due to erroneous actions. In this study, we consider a traffic light object located on the sections of the road network without crossing traffic flows. In this study, the concept of improving the safety of such traffic lights is proposed. The methodology involves a new algorithm for pedestrian detection based on image processing of a background picture. The control algorithm of the detection system allows its use in various climatic conditions, such as rain, snow, dust, etc., and offers many advantages compared to the existing situation in Russia. The intelligent system recognizes only pedestrians in waiting areas to optimize traffic problems such as traffic delays, use by disabled people, protection from problem users, etc.

Key words: safety, pedestrian crossing, regulation technique, pedestrians, vehicle, traffic light.

Контроль за дорожным движением и безопасность дорожного движения являются важнейшей проблемой современного общества. Организация Объединенных Наций объявила период 2011-2020 годов "Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения". Во всем мире безопасность дорожного движения остается проблемой, вызывающей всеобщую озабоченность и имеющей серьезные социальные и экономические последствия. Во многих странах дорожно-транспортные происшествия стали одной из основных причин смертности, а безопасность дорожного движения рассматривается как проблема общественного здравоохранения. Для повышения безопасности дорожного движения в городских районах необходимо обеспечить нормальный поток дорожного движения, что может быть достигнуто за счет обеспечения безопасного поведения участников дорожного движения [1, 2].

По данным ГИБДД, дорожно-транспортные происшествия с участием пешеходов занимают значительную долю в общем числе ДТП. Количество пострадавших пешеходов за 2018 год в России снизилось более чем на 5 %. Пешеходы участники дорожного движения попали в 50 тыс. ДТП, что на 5,7 % ниже уровня 2017 года. По вине водителей было совершено 32 тыс. ДТП (плюс 5,5 % к АППГ), по вине пешеходов – 18 тыс. ДТП (–9 %). Количество наездов в темное время суток уменьшилось на 11,7 %, что, возможно, является итогом улучшения качества пешеходных переходов. Нередко они теперь подсвечены и видны водителям издали. Наиболее распространенными причинами, приводящими

ми к несчастным случаям с пешеходами, являются "внезапное появление пешехода на дороге" – 48 %, "переход дороги" – 18 % и "переход на светофоре" – 14 %. В то время как первая ситуация вызвана безответственным поведением человека, двух других ситуаций можно было бы избежать при надлежащей сигнализации и контроле системы [3-5].

Развитие современных технологий позволяет реализовывать интеллектуальные инфраструктурные решения, направленные на снижение конфликтных точек между различными пользователями трафика. Транспортные потоки в городе бывают различных типов, и иногда визуальный информационный поток бывает безграничным, что приводит к утомлению и отвлечению внимания участников дорожного движения [6]. Техническое обслуживание объекта также важно для обеспечения высокого уровня безопасности пешеходов и водителей. Существуют различные типы пешеходных переходов, один из которых хотелось бы рассмотреть подробнее.

Данное исследование направлено на оптимизацию работы светофорных систем на участках улично-дорожной сети без пересечения дорог, где пешеходам приходится нажимать на кнопку (рис. 1), чтобы перейти улицу. При такой схеме управления светофорным объектом возникают различные проблемы. Например, пожилые пешеходы в России предпочитают ждать, пока не проедет автомобиль, а не нажимать на кнопку. Кроме того, подростки играют с кнопками и нажимают их до и после пересечения, что приводит к задержкам движения



Рисунок 1 – Кнопка светофора для оповещения системы пешеход ждет

и влияет на поведение водителей транспортных средств. Такой подход также является проблемой для пешеходов-инвалидов, таких как слепые люди и люди с ограниченными возможностями, которые могут испытывать трудности с нажатием кнопки [7-9].

Цель настоящего исследования – предложить новую методику повышения безопасности движения на светофорах, расположенных в местах без пересечения дорог, с использованием технических средств. По этой причине представлена новая концепция обнаружения пешеходов и организации движения.

Объектами данного исследования являются светофоры, которые расположены на местах без перекрестка (рис. 2). В настоящем исследовании, мы определили следующие типы светофоров для пешеходов:

Светофор типа 1 – светофор всегда горит зеленым светом для транспортных средств, если только нет пешехода, желающего перейти улицу. Они обычно предупреждают систему о своем присутствии нажатием кнопки.

Светофоры типа 2 – автоматически меняют цвет в соответствии с заранее заданной программой, поэтому у них нет кнопок для нажатия пешеходами.



Рисунок 2 – Пример светофора типа 1

Когда все соблюдают правила дорожного движения, светофоры типа 1 работают правильно, но, к сожалению, это не всегда так в России. Очень часто вместо того, чтобы нажать на кнопку, пешеходы переходят улицу, в то время как горит красный свет, если они считают, что никакой автомобиль не прибли-

жается или если он находится на значительном расстоянии. Однако, если они неверно оценили ситуацию, то светофор для транспортных средств по-прежнему будет зеленым, и они не смогут остановиться, что может иметь серьезные последствия для безопасности участников дорожного движения. На рисунке 3, показано расположение светофора на участке улично-дорожной сети без пересечения транспортных потоков и поэтому огни постоянно горят зеленым светом для автомобилей, если только пешеход не нажимает одну из кнопок. В конкретном примере пешеход предпочитает переходить улицу на красный свет, не нажимая на кнопку.



Рисунок 3 – Пример для пешеходов, переходящих на красный свет без нажатия кнопки

С другой стороны, при использовании светофоров типа 2 могут возникать не вынужденные транспортные задержки. Пример таких светофоров представлен на рисунке 4, где система автоматически переключается между зеленым и красным цветами, основываясь на графике времени.

Светофор работает только по утрам и вечерам, когда много пешеходов, а в остальное время суток выключен. Конкретный пример показывает, что транспортные средства ждут зеленого света, даже если нет пешеходного перехода. Очевидно, что наличие автоматических светофоров в местах без пересечения дорог приводит к неоправданным задержкам движения, поэтому предпочтение следует отдавать светофорам типа 1. Именно поэтому в настоящем исследовании мы хотим предложить новый подход для светофоров типа 1, где система автоматически обнаруживает присутствие пешеходов, и им не нужно нажимать на кнопку [10].



Рисунок 4 – Пример транспортных задержек (горит красный свет при отсутствии пешеходов)

Упрощенная схема предлагаемого способа представлена на рисунке 5.

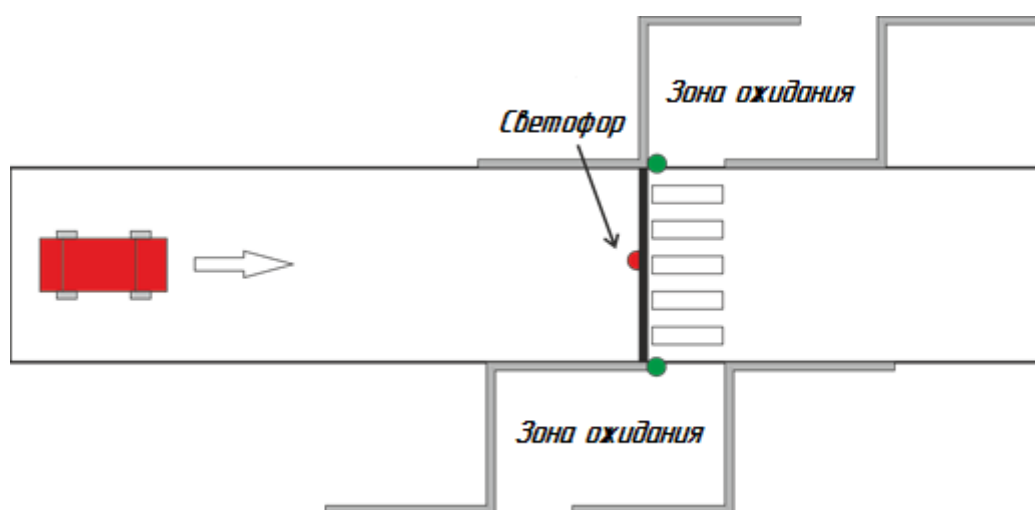


Рисунок 5 – Упрощенная схема предлагаемого способа

Техническое решение заключается в следующем. Для того, чтобы система управления светофорным объектом распознавала присутствие пешеходов, они должны находиться в зонах ожидания. Кроме того, зоны должны быть хорошо огорожены и обозначены, чтобы пешеходы не могли их обойти. При выборе датчиков, которые будут использоваться для распознавания ожидающих пешеходов, следует учитывать некоторые климатические факторы (жаркое лето с большим количеством пыли, холодная зима, сопровождающаяся обильными снегопадами, сильные дожди). Все эти природные явления могут затруднить функционирование системы. По этой причине, независимо от того, какие датчики используются, они не должны устанавливаться на землю, что исключает

возможность использования датчиков веса.

Во избежание неправильного обнаружения не следует использовать датчики для обнаружения пешеходов, входящих/выходящих из зоны ожидания, поскольку они не могут определять направление движения (вход или выход). Перечислим другие требования к системе:

- система должна быть в состоянии в любое время определить, есть ли пешеход в зоне ожидания;

- ограждение зоны ожидания не должно быть слишком высоким, так как это может привести к потенциальным авариям, когда водители транспортных средств не могут видеть ожидающих пешеходов;

- датчики не должны обнаруживать пешеходов вне зоны ожидания;

- датчики не должны подвергаться воздействию мелких животных, таких как собаки, кошки, птицы и др.

На основе вышеуказанных требований предлагается метод, описанный ниже. На одной из сторон зоны ожидания на уровне забора установлена камера, а на противоположном заборе для распознавания системой наносится фоновый рисунок (рис. 6).

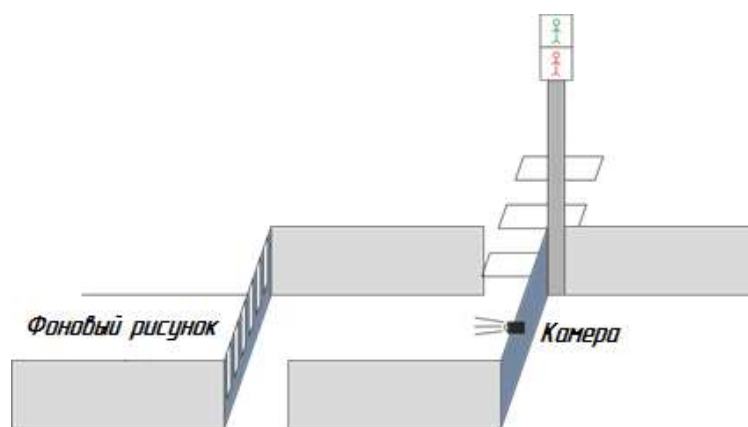


Рисунок 6 – Общая схема системы обнаружения пешеходов

При отсутствии пешеходов камера фиксирует фоновый рисунок (рис. 7, а), и когда один или несколько пешеходов окажутся в зоне ожидания, некоторые детали рисунка не будут идентифицированы (рис. 7, б). Рисунок, а также его положение должны быть тщательно подобраны, чтобы позаботиться о потенциальных проблемах в его распознавании (неправильном обнаружении из-за одежды пешеходов, неправильном обнаружении из-за диких животных и т.д.).

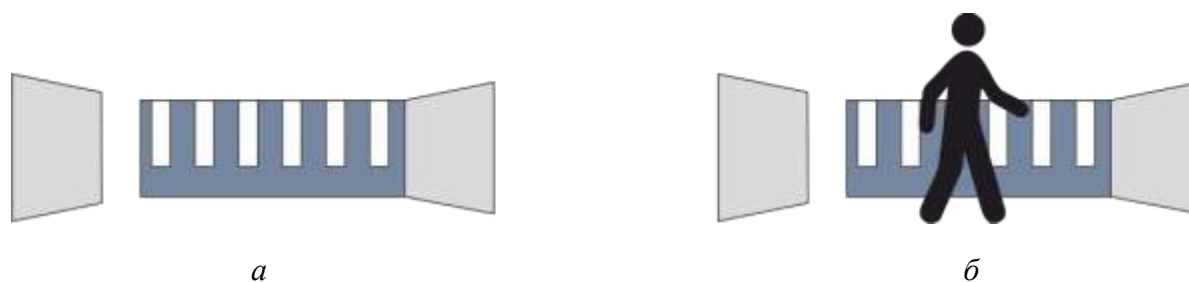


Рисунок 7 – Камера "видит": пешеходов нет (а), пешеход есть (б)

Чтобы убедиться, что на систему не влияют объекты вне зоны ожидания, можно применить аппаратный или программный фильтр, как показано на рисунке 8.

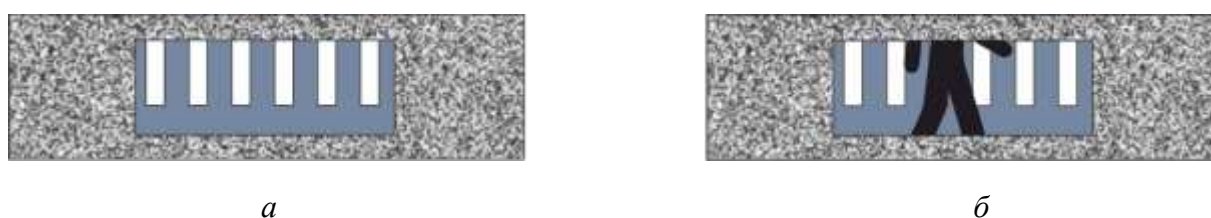


Рисунок 8 – Изображения на камере после применения фильтра: пешеходов нет (а) и пешеход есть (б)

Критерий, по которому будет приниматься решение о начале движения пешеходов, индивидуален для каждого светофора и зависит от его местоположения, времени суток, интенсивности движения и т.д. Он может быть основан на одном или нескольких из следующих данных:

- времени, прошедшего с момента предыдущей процедуры пересечения границы;
- интервала времени с момента обнаружения пешехода в зоне ожидания.

Таким образом, в настоящем исследовании для повышения безопасности движения на светофорах предложен новый метод регулирования движения пешеходов на участках дорог, не имеющих пересечений транспортных потоков. Чтобы избежать задержек движения, вызванных автоматически регулируемым светофорами, и снизить риски для пользователей трафика при использовании кнопок, мы предлагаем систему, которая может распознавать присутствие пешеходов в зоне ожидания. Метод распознавания основан на фоновом узоре, который идентифицируется камерой. Когда пешеходы входят в зону ожидания, картина меняется, поскольку они располагаются между камерой и фоном, что является сигналом для информирования системы управления светофором. В

исследовании также представлен алгоритм работы системы, моделирующей и управляющей функционированием светофора [11-13].

Предлагаемый подход позволит повысить безопасность на таких светофорах и оптимизировать задержки движения. Он также будет полезен для людей с ограниченными возможностями, которые сами не всегда в состоянии нажать кнопку.

В будущем потребуются дополнительные исследования, чтобы определить оптимальную фоновую картину. Качество распознавания рисунка камерой не должно зависеть от цвета одежды пешеходов, но если это произошло, то лучше пусть будет ошибочное срабатывание системы, чем наезд транспортного средства на пешехода. Будущие исследования должны также определить вертикальное положение фонового рисунка, чтобы избежать обнаружения диких и бродячих животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Дорохин, С. В. К вопросу повышения эффективности средств организации дорожного движения / С. В. Дорохин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – Курск : ФГБОУ ВО ЮЗГУ, 2014. – С. 180-183.

2 Андреев, К. П. Повышение безопасности дорожного движения / К. П. Андреев, С. С. Молотов, В. В. Терентьев // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2-х томах / ответственный редактор А. В. Медведев. – 2018. – С. 12-18.

3 Новиков, И. А. Оценка динамики аварийности на дорогах Российской Федерации и меры по её снижению / И. А. Новиков, А. Г. Шевцова, Г. А. Бахарев // Техника и технологии строительства. – 2015. – № 4 (4). – С. 5-10.

4 Разработка проекта организации дорожного движения / А. В. Шемякин, К. П. Андреев, В. В. Терентьев, Д. С. Рябчиков, А. В. Марусин // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 2 (67). – С. 254-257.

5 Мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения / В. В. Терентьев, В. А. Киселев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин // Транспортное дело России. – 2018. – № 3. – С. 133-136.

6 К вопросу информирования водителей на регулируемых перекрестках /

С. В. Приз, И. М. Щербакова, Д. В. Лихачев, С. В. Дорохин // Современные автомобильные материалы и технологии : сборник статей VI Международной научно-технической конференции / ответственный редактор Е. В. Агеев. – 2014. – С. 195-200.

7 Дорохин, С. В. Анализ основных параметров расчета регулируемого перекрестка / С. В. Дорохин, Д. В. Лихачев // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XI международной научно-практической конференции : в 2-х томах. – 2018. – С. 205-207.

8 Агуреев, И. Е. Исследование алгоритмов светофорного регулирования перекрестка при различных параметрах транспортного потока / И. Е. Агуреев, А. Ю. Кретов, И. Ю. Мацур // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 54-61.

9 Дорохин, С. В. К вопросу точности расчетов параметров светофорного регулирования / С. В. Дорохин, Д. В. Лихачев // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса : материалы III Международной научно-практической конференции, в рамках 3-го Международного Научного форума Донецкой Народной Республики / Донецкая академия транспорта; ГУ «Институт Экономических Исследований». – 2017. – С. 16-18.

10 Дорохин, С. В. Расчет параметров организации дорожного движения на перекрестке / С. В. Дорохин, Е. В. Тарасова // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 4-1 (15-1). – С. 299-303.

11 Дорохин, С. В. Разработка рекомендаций по повышению эффективности средств организации дорожного движения на автомобильных дорогах / С. В. Дорохин ; Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. – 17 с. – Деп. В ВИНТИ РАН 05.08.2014 № 215-В2014.

12 Дорохин, С. В. Профилактика безопасности дорожного движения как мера снижения чрезвычайных ситуаций на дорогах / С. В. Дорохин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Т. 1. – С. 303-307.

13 Общие аспекты в разработке проекта организации дорожного движения / А. А. Меркулов, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, К. П. Андреев // Грузовик. – 2019. – № 2. – С. 30-32.