

*Тарасова И. А.<sup>1</sup>,  
доцент кафедры  
государственных и гражданско-правовых дисциплин  
Московского областного филиала  
Московского университета МВД России  
имени В.Я. Кикотя,  
кандидат юридических наук, доцент*

## **К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕШЕХОДНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ**

Идея слияния инфраструктуры дорожной среды с различными интерфейсами последние несколько лет вызывала большой интерес со стороны исследовательского сообщества. Одной из основных причин такого внимания к данному вопросу является его предполагаемая применимость к различным областям общественной жизни: таким, как интеллектуальная среда, умные дома, инфраструктура дорожной среды или электронное здоровье. Из этого списка выделяется одна область, которая является на данный момент наиболее предпочтительной с точки зрения влияния на безопасность людей: это технологии слияния инфраструктуры окружающей среды с различными интерфейсами или как их принято называть – умные города [1, с. 22].

Умный город – это смешанная экосистема, отличающаяся исключительным управлением информационно-коммуникационными технологиями с целью развития более привлекательных и высоко технологичных городов, более подходящих для введения инноваций. К основным заинтересованным сторонам относятся разработчики приложений, поставщики услуг, граждане, исследовательское сообщество и разработчики платформ. Кроме того, очевидно, что умный город состоит из множества технологий, платформ развития, решений для обслуживания населения, приложений для развивающихся граждан и ключевых технических, социальных и экономических показателей эффективности и влияния на общественную безопасность.

Приложения умного города на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) можно классифицировать по типу сети, гибкости, охвату, масштабируемости, неоднородности, повторяемости и вовлеченности конечных пользователей. Эти приложения можно разделить на личные и домашние, коммунальные, корпоративные и мобильные. Например, мобильные приложения включают интеллектуальную транспортную систему и логистику, управление движением, контроль интервалов изменения интерфейсов дорожной среды.

К настоящему времени были проведены многочисленные исследования, чтобы объединить данные технологии со средой умного города. При этом некоторые ИКТ решения исследуются с упором на их влияние на социальное поведение, которое формирует средства коммуникации и развитие городских территорий. Основная цель исследований – оценить различные технологии, применя-

---

<sup>1</sup> © Тарасова И. А., 2021.

емые в умных городах, по их полезности и важности. Важно выделение основных факторов, влияющих на одобрение гражданами и принятие услуг на основе ИКТ для умных городов с целью повышения качества их жизни. Полученные результаты показывают, что, если решение на основе ИКТ является высококачественным, включает новаторские идеи и обеспечивает конфиденциальность, как правило, граждане склонны принимать его и готовы использовать.

Многие разработчики предложили платформу на базе периферии ИКТ в качестве полезного инструмента внешнего интерфейса для реализации определенных приложений. После проверки своей платформы авторы представили набор рекомендаций по проектированию, которые могут дать ценные преимущества при разработке сервисов для умных городов, таких как расширяемость систем, отказоустойчивость, интеграция систем и обслуживание систем.

Задача сделать город «умным» становится все более популярной как возможное решение для уменьшения проблем, вызванных ростом городского населения и быстрой урбанизацией. Фактически разработчики признают несколько критических характеристик, касающихся умных городов, таких как организация и управление, люди и сообщество, политический контекст, экономика, построенная инфраструктура и природная среда. Эти факторы создают основу предлагаемой структуры, которую можно использовать для изучения того, как местные органы власти представляют инициативы для будущих умных городов. Использование этих данных может обеспечить заметные результаты для умных городов, одновременно с инновационными услугами и продуктами, более высокой конкурентоспособностью и экономическим прогрессом.

Мы постараемся рассмотреть использование ИКТ в целях обеспечения безопасности пешеходов при пересечении проезжей части по регулируемому пешеходному переходу. Как правило, пешеходные переходы обустроиваются в таких местах улично-дорожной сети, где водители транспортных средств могут их видеть и где будет обеспечено более безопасное пересечение пешеходных и транспортных потоков. Пешеходные переходы также обычно обустроиваются там, где значительное количество пешеходов пытается перейти проезжую часть, например, возле торговых центров или там, где есть вероятность выхода на проезжую часть наиболее незащищенных участников дорожного движения, например, несовершеннолетних учащихся общеобразовательных учреждений.

Понятно, что для обеспечения безопасности необходимы особые правила использования пешеходных переходов. Пешеходные переходы – одно из самых опасных мест в транспортной сфере. Фактически большинство дорожно-транспортных происшествий происходит именно там. В городских районах, особенно в центральной части городов, пешеходы, переходящие дорогу, несомненно, остаются основным фактором, влияющим на транспортные потоки. По этой причине было разработано несколько подходов к обнаружению транспортных и пешеходных потоков на светофорах [2].

Проведенный анализ показал, что одним из отвлекающих факторов, влияющих на безопасное движение пешеходов, является использование ими мобильных телефонов при движении по проезжей части. Это действие отвлекает пешеходов, когда они собираются перейти улицу, особенно на нерегулируемых

пешеходных переходах. Существует очевидная потребность в новых интеллектуальных системах, которые сыграли бы фундаментальную роль в повышении безопасности пешеходов.

Решения на основе ИКТ, несомненно, могут стать отличной поддержкой в развитии инфраструктуры, которая может наилучшим образом управлять движением пешеходных потоков. Например, существует метод обнаружения разметки пешеходного перехода с использованием лазерных приложений для интеллектуальных транспортных систем и обеспечения безопасности пешеходов [3, с. 1515–1519]. Подход, предложенный авторами, направлен на распознавание пешеходных переходов и основан на материале дорожной разметки и узоре, создаваемом отражением лазерного луча от поверхности дороги. Полученные результаты показывают достаточную эффективность данного приложения в реальном времени, поскольку среднее время обработки относительно мало для обнаружения маркировки пешеходного перехода.

Другие авторы [4, с. 2770–2775] представляют надежный метод обнаружения и определения места перехода проезжей части, основанный на максимально стабильных экстремальных областях (MSER) и расширенном консенсусе случайной выборки (ERANSAC), основанной на оценке интенсивности дорожного потока на конкретном участке улично-дорожной сети. По сравнению с несколькими существующими методами обнаружения предлагаемый метод может эффективно определять зоны перехода при различных условиях освещения.

Отдельные исследования были сосредоточены на изучении особенностей движения пешеходов по регулируемым пешеходным переходам. Например, алгоритм обнаружения светофоров и пешеходных переходов, предложенный в настоящее время в наиболее развитых зарубежных государствах, разработан для использования во встроенных устройствах с небольшими вычислительными ресурсами в режиме реального времени. Эта структура основана на обнаружении изображений. Полученные результаты показывают, что точность алгоритмов относительно высока, данное приложение, способно анализировать местоположение, скорость и изменение движения каждого транспортного средства при въезде на данный участок улично-дорожной сети, а также анализировать фазу сигнала пешеходного светофора.

Предлагаемая система основана на видеонаблюдении. Авторы подчеркивают, что использование системы данных с высоким разрешением может быть ценным подспорьем для повышения эффективности работы пешеходных светофоров и повышения пропускной способности пешеходных и транспортных потоков, обеспечивая безопасность пешеходов. Однако необходимо отметить, что их решение требует мощного оборудования и достаточно высокой вычислительной мощности. Полученные результаты, основанные на анализе среднего времени в пути пешехода при пересечении проезжей части, средней задержки и пропускной способности перекрестков, показывают многообещающие характеристики по сравнению с другими решениями.

Рассмотрим более подробно одно из предлагаемых решений на основе динамического управления фазами светофора на пешеходных переходах, оборудованных светофорами. В данном интеллектуальном решении светофор, регу-

лирующий пешеходный переход, динамически регулируется определенным контроллером. Фактически, использование контроллера на фазы светофоров, основано на анализе многокритериальных контрольных процедур. Нечеткая логика способна принимать решения в реальном времени, даже при неполных данных. Более того, в последние годы были предложены различные стратегии для улучшения администрирования светофоров [5, с. 1–7].

Использование контроллеров во взаимодействии с ИТК, основанное на лингвистических правилах вместо жестких рассуждений, может стать подходящим выбором для представления механизма динамического управления фазами светофора на пешеходных переходах. Предлагаемое решение дает возможность регулировать фазы светофора с учетом времени суток и количества пешеходов, готовящихся перейти дорогу. Фактически время зеленого сигнала светофора может быть увеличено по сравнению с установленным статически, чтобы обеспечить лучшее распределение пешеходных и транспортных потоков [6, с. 24].

Приведем основные характеристики, полученные при использовании данного метода в полевых условиях. Исследование проводилось на участке улично-дорожной сети, расположенной в городской зоне, где движение транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорами. Исследование проводилось на четырехстороннем перекрестке. В данном городском районе наблюдается значительный пешеходный поток, рядом расположены несколько баров и офисов, начальная школа. Пик транспортных и пешеходных потоков связан с часами начала и окончания работы предприятий и офисов. Первоначально был оценен транспортный поток: он составил около 1 000 автомобилей в час, пешеходный поток составил примерно 250 пешеходов в час (при этом выяснилось, что 10–13 % пешеходов не учитывают красный интервал светофора). Было установлено, что возрастные группы пешеходов, подверженные более высокому риску, это лица 15–30 лет. При этом при переходе дороги женщины ведут себя более агрессивно, чем мужчины. Изменчивость транспортных и пешеходных потоков связана с деятельностью, происходящей в районе светофоров в течение дня. Фактически, некоторые потоки превышают 250 пешеходов в час и 1 000 автомобилей в час в часы пик, в то время как в другие часы дня существуют значительное их снижение до 1,3 от исходного показателя. Эта изменчивость наиболее заметна в выходные дни. На основании проведенного исследования был сделан прогнозируемый вывод, что для оптимизации управления потоками пешеходов и транспортных средств на перекрестке требуется реализация инфраструктуры динамического управления, которая может оптимально обрабатывать время светофора с учетом количества пешеходов, которые собираются перейти дорогу.

Еще одна особенность, которую следует учитывать, это время суток. Фактически, как упоминалось ранее, в одни часы дня могут быть значительные потоки пешеходов и транспортных средств, в то время как в другие их размеры значительно уменьшаются. Следовательно, при оценке количества пешеходов и транспортных средств инфраструктура динамического мониторинга светофора также должна учитывать критический момент времени.

Цель использования контроллера состоит в том, чтобы позволить не только регулировать потоки пешеходов и транспортных средств в соответствии с анализируемым контекстом, но и повысить безопасность пешеходов и автомобилистов. Ясно, что для достижения этих целей необходима инфраструктура ИКТ. Она должна уметь определять количество пешеходов и динамически управлять светофорами [7, с. 96].

Предложенный авторами метод применяется для динамического управления фазами светофоров, расположенных на пешеходных переходах, позволяет оптимально распределять пешеходов, в том числе и в зависимости от времени суток.

Первоначальным параметром, который анализируется системой, является количество пешеходов, стоящих перед светофором и готовящихся перейти дорогу. Для идентификации и подсчета групп людей как неподвижных, так и находящихся в движении использовались данные с камер видеонаблюдения. Данный метод основан на оценке проекции площади, представляющей каждый объект в реальных координатах. Этот подход был выбран потому, что он уменьшает количество проблем, связанных с объектами, не похожими на человеческий рост. Кроме того, учитываются контрасты между проецируемой областью людей на разном расстоянии от камеры. Так, перекресток, где проводилось исследование был оборудован восемью камерами для подсчета групп людей на всех пешеходных переходах. Контроллер, используемый в исследовании, имел возможность разделить весь пешеходный поток на три фазы (низкий, средний, высокий) в зависимости от количества пешеходов, при этом диапазон количества пешеходов колебался от 0 до 200. А для фаз светофора значения были связаны с конфигурацией светофора в отношении времени зеленого, желтого и красного цвета.

Интерфейс светофоров был реализован с помощью программного обеспечения микромоделирования Vissim [8], которое позволяет провести математическое исследование явлений, связанных с дорожным движением, основанных на моделировании наиболее оптимальных параметров. Например, один процесс определяет время прибытия транспортных средств, въезжающих на конкретный перекресток, а другой – определяет время, необходимое для создания маршрута.

Чтобы правильно оценить допустимый временной интервал для безопасности пешеходного перехода, использовался анализ с точки зрения пешехода. Учитывалось, что скорость движения пешеходов может варьироваться в зависимости от возраста и физического состояния. Более того, они могут случайным образом пересекать свои траектории и иметь почти мгновенные профили ускорения и замедления. Следовательно, требовалось предварительно оценить неоднородный характер пешеходов. Фактически изменчивость скорости пешеходов является определяющим фактором, когда речь идет о проблемах, связанных с переходом, поскольку она прямо пропорциональна времени, необходимому для преодоления определенного расстояния. Этот индикатор был использован и разработан для определения частоты и определения серьезности критических событий между транспортными средствами и пешеходами при переходе дороги.

Исследование этого показателя основано на том факте, что критические моменты времени и интервалы расстояний определяются как функция скорости

транспортного средства. Как следствие, экспериментально было установлено, что многие водители не адаптируют свою скорость к установленным ограничениям и не принимают во внимание пешеходов, находящихся рядом с потенциальной опасностью. Более того, было замечено, что из четырех водителей только один останавливается или замедляется, чтобы пропустить пешехода, который во многих случаях вынужден выполнить это действие очень быстро.

Пешеходный поток был проанализирован в различных циклах светофора путем изменения параметров остановок пешеходного потока.

Проанализировав доступные материалы данного исследования, можно сделать вывод, что метод динамического управления светофорами на пешеходных переходах дает возможность менять фазы светофора с учетом времени суток и количества пешеходов, готовящихся перейти дорогу. Фактически время зеленого цвета может быть увеличено по сравнению с определенным статически, чтобы обеспечить лучшее удаление скопления пешеходов.

В заключение необходимо отметить, что рост городского населения неминуемо ведет к увеличению конфликтных ситуаций между пешеходными и транспортными потоками, что с большой вероятностью будет приводить к росту дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов. В целях уменьшения возможных конфликтных ситуаций между различными участниками дорожного движения необходимо внедрение в окружающую дорожную среду современных информационно-коммуникационных технологий, которые позволят прогнозировать изменение пешеходных и транспортных потоков на отдельных участках улично-дорожной сети.

### Список литературы

1. Интернет-вещей для умных городов / [А. Занелла и др.]. М., 2017.
2. Метод управления пешеходными потоками в масштабе сети с иерархической обратной связью на основе уровня обслуживания / [З. Чжан и др.]. М. : Математика, 2016.
3. Обнаружение пешеходного перехода на основе лазерного сканирования движущегося транспортного средства / [А. Филоненко и др.] // Сборник материалов 13-й Международной конференции IEEE по промышленной информатике (INDIN). Кембридж, Великобритания, 22–24 июля 2015 г.
4. Обнаружение пешеходных переходов на основе MSER и ERANSAC / [Ю. Чжай и др.] // Сборник материалов 18-й Международной конференции IEEE 2015 г. по интеллектуальным транспортным системам. Испания, 15–18 сентября 2015 г.
5. Одех С. М. Гибридный алгоритм: нечеткий логико-генетический алгоритм в интеллектуальной системе светофора // Сборник материалов Международной конференции IEEE 2015 г. по нечетким системам (FUZZ-IEEE). Стамбул, Турция, 2–5 августа 2015 г.
6. Темняков Д. А., Темнякова Е. Д. Педагогическая эвальвация результативности использования технических средств обучения в образовательных организациях Российской Федерации : учебное пособие. Ижевск : Типография «МарШак», 2019.

7. Темняков Д. А. Использование сотрудниками полиции технических средств фотовидеофиксации противоправных действий во время проведения массовых мероприятий // Вестник Московского университета МВД России. 2015. № 9. С. 94–97.

8. Planung Transport Verkehr AG. Руководство пользователя VISSIM. Германия, 2018.