



В результате проведенной работы была изучена предметная область, описаны и проанализированы основные аналоги, выявлены их недостатки; выделены основные функциональные требования к мобильному приложению и разработан пользовательский интерфейс с учетом юзабилити-требований.

### Литература

1. Ким В.Ю. Особенности разработки дизайна пользовательского интерфейса для мобильного приложения // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. №18. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razrabotki-dizayna-polzovatelskogo-interfeysa-dlya-mobilnogo-prilozheniya> (дата обращения: 16.04.2021).

2. Атисков А.Ю., Давидович И.И. Тестирование эргономики пользовательского интерфейса мобильных приложений // Научный вестник НГТУ, т. 57, №4, с. 119 - 130.

А.А. Ионов, В.Э. Дорош, Д.В. Десятков

## АЛГОРИТМ ПРОЕЗДА БЕСПИЛОТНЫМ ТРАМВАЙНЫМ ВАГОНОМ Т-ОБРАЗНОГО ПЕРЕКРЕСТКА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Прогресс затронул все элементы жизни, окружающие человека, не исключением является городской общественный транспорт. В его облике произошли существенные изменения. Среди которых применяемые силовые агрегаты, элементная база, экологичность транспортных средств, уровень информативности и многое др. [1]. В настоящее время ведется активная работа по автоматизации и применению беспилотных технологий в управлении общественным транспортом, существует тенденция к переходу на полностью беспилотное управление. К странам, идущим по пути реализации беспилотного муниципального транспорта (автобусов) можно отнести США, Швецию, Эстонию, Финляндию, а в последнее время к ним присоединилась Россия за счет начала работ по созданию на базе научного центра НАМИ в кооперации с КАМАЗом беспилотника «Шатл» [2].

Проведенные исследования, отраженные в работе [3] показали, что трамвайный вагон (ТВ) может быть переведён в беспилотный режим управления. Изучение вопроса автоматизации показало, что уязвимым звеном является процесс проезда перекрестка ТВ. В настоящее для регулировки проезда ТВ перекрестка существует несколько способов: использование отдельного для трамвая «Т-образного» светофора, по сигналам регулировщика, а также по правилам дорожного движения с использованием знаков. При этом во всех указанных случаях решение о способе и направлении проезда перекрестка принимает оператор вагона. А, значит, при использовании беспилотного ТВ данные способы не подходят. Соответственно для полноценного функционирования беспилот-



ного ТВ требуется разработка алгоритма проезда им перекрестка с помощью автоматического стрелочного перевода (АСП). Подробное описание АСП приведено в работе [4]. Данный алгоритм позволит сделать движение беспилотного ТВ безопасным и снизит транспортную нагрузку на перекрестки, а также при управлении ТВ оператором снизить нагрузку на него.

Система управлением АСП при приближении ТВ к перекрестку считывает данные (направление, маршрут) с ТВ и сопоставляет с базой данных маршрутов загруженной на память микропроцессора АСП.

Далее происходит определение очередности проезда, которое основывается на положении ТВ на перекрестке и правилах приоритета проезда.

В качестве примера рассмотрим ситуацию, изображенную на рисунке 1.

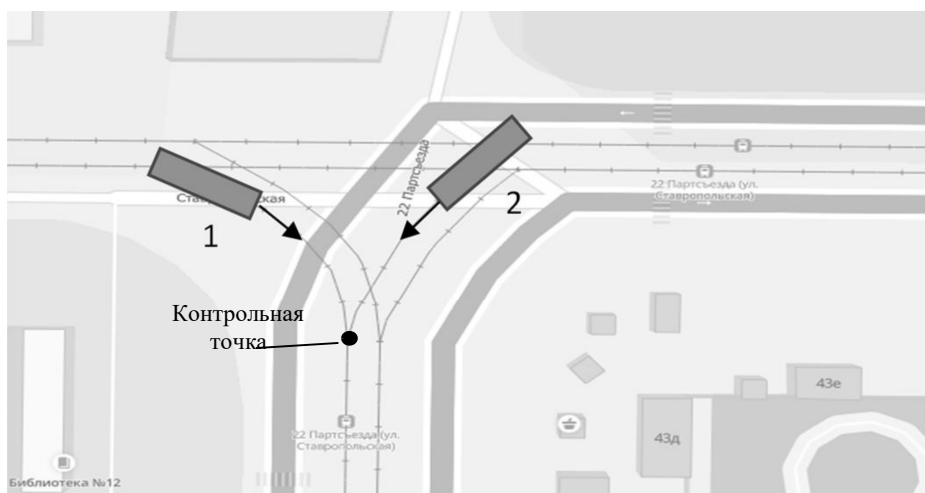


Рис.1. Схема проезда Т-образного перекрестка

В данном случае в первую очередь переводится стрелка для первого трамвая, т. к. он в соответствии с правилами ПДД имеет преимущество [5]. При прохождении им контрольной точки, расположенной в конце спаренного АСП, происходит срабатывание стрелки для второго трамвая, разрешая ему движение. Контрольная точка представляет собой рельсовый датчик механического принципа, информация с датчика передается на микропроцессор АСП через кабель.

Так как помимо ТВ на проезжей части присутствуют ТС, и пешеходы для безопасности движения необходимо, также наличие камер. Движение ТВ осуществляется по одной координате, в пределах рельсового пути, то вполне достаточно установить две камеры, в начале вагона и в конце. Первая камера фиксирует обстановку, происходящую перед составом [6], а вторая камера наличие ТС рядом с ТВ, а также возникновения ДТП с участием других участников движения. Камеры не способны распознавать удаленные объекты и строить детализированные карты, к тому же их функциональность напрямую зависит от погодных условий. Компенсировать эти недостатки могут два радара, излучающие радиосигналы с частотой в десятки гигагерц. Радары с частотой излучения в 24 ГГц и 77 ГГц уже применяются в системах ADAS для заблаговремен-



ного торможения при обнаружении пересечения курсов движения с пешеходом или другим авто.

На рисунке 2 представлен предлагаемый алгоритм проезда перекрестка.

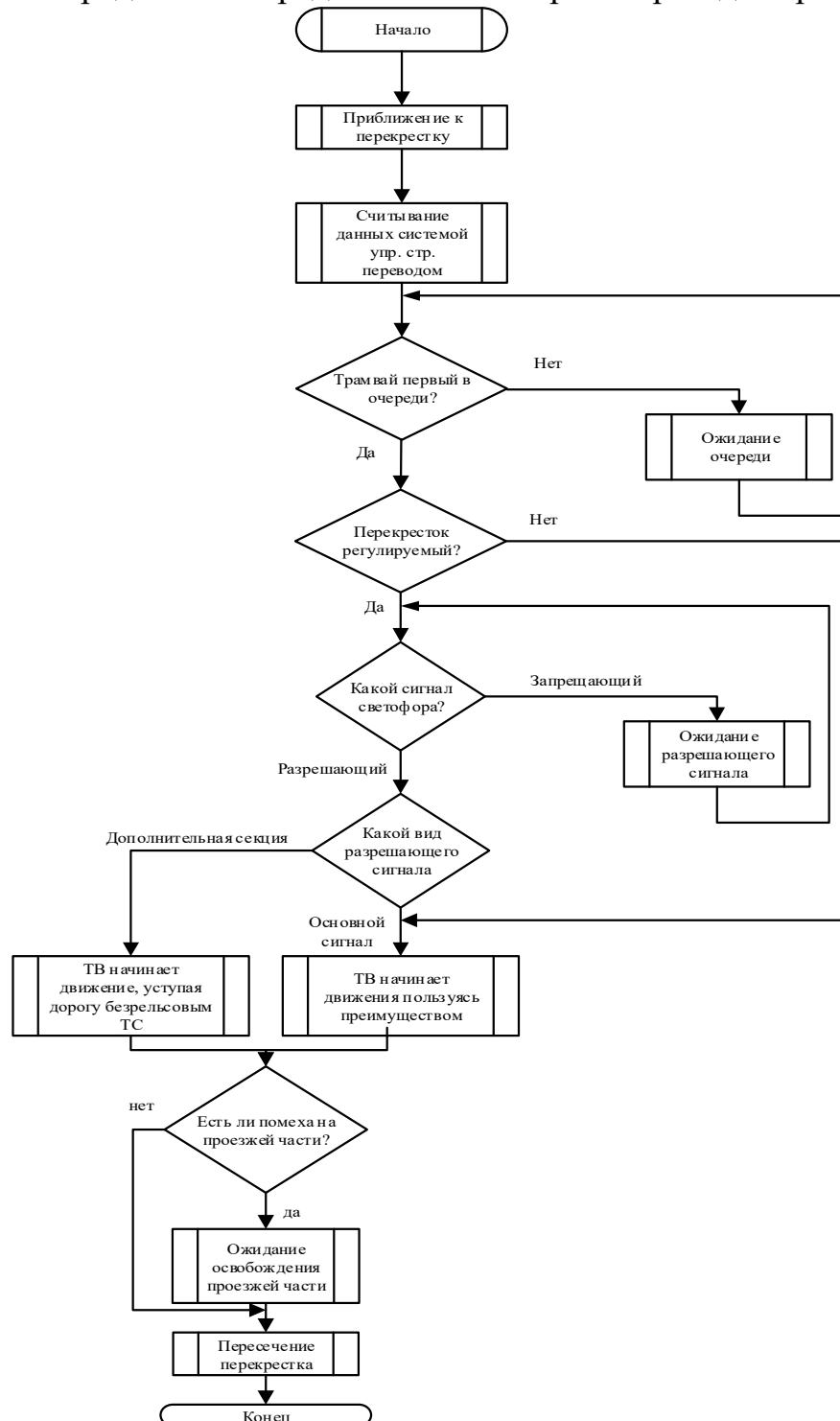


Рис.2. Алгоритм проезда перекрестка

При подъезде к перекрестку камера распознает наличие регулирующих устройств, которым ТВ обязан подчиниться. Далее при запрещающем сигнале светофора или регулировщика, камера считывает расстояние до стоп-линии и передает сигнал на внутренний управляющий микроконтроллер для того, чтобы



ТВ остановился, не заезжая за нее. При получении разрешающего сигнала трамвай начинает движение.

По правилам ПДД РФ трамвай имеет преимущество перед безрельсовыми видами транспорта в большинстве случаев. Исключением является тот случай, когда трамвай поворачивает под включенную в дополнительной секции зеленую стрелку одновременно с красным или желтым сигналом. Поэтому трамваю с помощью камер и радаров необходимо отслеживать нахождение ТС на проезжей части, а также пешеходов, переходящих дорогу.

В случае если на путях оказывается ТС или пешеход, камеры и радары считывают это и передают сигнал на микроконтроллер, где он обрабатывается и передается на систему управления движением, вследствие чего ТВ останавливается. При устранении препятствия трамвай начинает движение.

Отработка и внедрение системы проезда перекрестка беспилотным ТВ позволит безопасно и эффективно использовать технологию автоведения ТВ без участия человека. Применение данной системы позволит снизить напряжённость трафика на перекрестках и сделать их движение по ним более комфортным.

### Литература

1. Михайлов А. Вихри в городских джунглях // Грузовик пресс. 2019. № 7. С. 22–27
2. Сайкин А.М., Туктакиев Г.С., Журавлев А.В., Зайцева Е.П. Развитие наземных беспилотных транспортных средств, систем помощи водителю и компонентов по данным патентных публикаций // Сборник трудов Международного автомобильного научного форума МАНФ2017. М.: Государственный научный центр Российской Федерации «НАМИ», 2017. С. 110–119.
3. Ионов А.А., Дорош В.Э., Десятков Д.В. Разработка концепции автоматического ведения трамвая для городских транспортных систем // 77-я Всероссийская научно-тематическая конференция «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии». Самара. 2020. – С. 574-583.
4. Дорош В.Э., Десятков Д.В. Автоматизация стрелочного перевода для трамвайных путей на примере г. о. Самары // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС. 2020. С. 165-168.
5. Правила дорожного движения Российской Федерации [Электронный ресурс] / Справочно-информационная система «Консультант Плюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/document/> – Дата доступа : 10.03.2021.
6. Ионов А.А., Дорош В.Э., Десятков Д.В. Структурный синтез системы автоматического управления внутренними системами на примере трамвайного вагона // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы III Всероссийской научно-практической конференции (Самара, 26–27 января 2021 г.). – Самара : СамГУПС, 2021. –С. 52.