

4 Капский, Д. В. Создание интеллектуальной транспортной системы крупнейших городов / Д. В. Капский, Д. В. Навой // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 3. – С. 66–75. – EDN ZCPRCD.

5 Автоматизированные системы управления дорожным движением : учеб. пособие для учреждений высшего образования по специальности Организация дорожного движения / Д. В. Капский [и др.]. – Минск ; М. : Издательский Дом «Инфра-М», 2015. – 367 с.

УДК 656

## ПЕРЕМЕННЫЕ УКАЗАТЕЛИ РЕКОМЕНДУЕМОЙ СКОРОСТИ ДЛЯ УПОРЯДОЧИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Д. В. НАВОЙ, Д. В. РОЖАНСКИЙ, А. В. КОРЖОВА, И. Г. ГАМУЛЬСКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Использование электронных указателей переменной рекомендуемой скорости (УСК) – одна из важнейших форм реализации управляющих воздействий, используемых при организации дорожного движения на городских улицах [1, 2]. Информация на УСК носит рекомендательный характер и позволяет донести до участников движения предусмотренный организаторами движения режим движения. Использование УСК входит в систему информационного обеспечения участников движения и является одновременно эффективным средством управления транспортным потоком. Недостатком системы управления без УСК является отсутствие обратной связи между системой управления дорожным движением и участниками движения. Водители не имеют совершенно никакой информации о режиме движения, что приводит к хаотичному движению транспортного потока. Помимо информации о рекомендуемой скорости движения на электронное устройство можно выводить иную информацию, полезную для участников движения, так например, температурный режим, маршрутное ориентирование и т. д.

Устройство УСК является одним из параметров информирования участников движения об условиях и режимах движения. Чрезмерный объем информации отрицательно влияет на ее восприятие. Исходя из этого информацию, воспринимаемую участниками движения, следует дифференцировать на обязательную, дополнительную, сопутствующую, вредную. В зависимости от статуса магистрали информация от УСК может быть обязательной и дополнительной. Так, для городских магистралей первого статуса информация от УСК является обязательной, для городских магистралей второго и других статусов – дополнительной.

Обязательный перечень управляющих воздействий на магистральной городской улице различного статуса определяет количество УСК и информационные технологические параметры привязки реализованных алгоритмов.

*Уровни восприятия УСК участниками движения по управляющим воздействиям*

Основные рекомендации по дизайну систем «визуализации» [2, 3] с использованием УСК: минимальное количество информации в сечении объекта УДС; минимальное количество информации на одном УСК; использование символов вместо слов; использование информационных тоннелей; дублирование и повторение наиболее важной информации о дорожном движении; использование цветowych схем и геометрических размеров технических средств организации и регулирования дорожного движения, оказывающих максимальный эффект на восприятие участников движения [4–6]. Недостаток УСК – необходимость контроля водителями скорости по спидометру. Доказано, что 90 % информации, получаемой водителями во время движения, является зрительной информацией. Основные положения визуального функционирования можно разделить на следующие виды: зрительное восприятие – способность видеть детали объекта наблюдения, что касается расстояния от водителя до зрительного объекта; периферийное зрение – известно, что неподвижные объекты менее замечаемы периферийным зрением, чем центральным (основным). Некоторые изменения в детектировании динамических режимов также происходят в зависимости от статической видимости; зрительная избирательность – некоторые объекты, наблюдаемые водителями, не воспринимаются как важные и игнорируются водителями даже при хорошей видимости и контрастности; контрастная чувствительность – восприятие видимой информации дорожного знака и восприятие символов и фона, на котором они нанесены; ночное зрительное восприятие; движения глаз и зри-

тельный поиск; цветовое восприятие – должно быть достаточно изучено с учетом того, что у 8 % мужчин нарушено цветовое восприятие; оценка расстояния до объекта – этот аспект должен быть оптимизирован, для исключения недооценки водителями расстояния до объекта; ощущение скорости (восприятие процесса движения) – один из важнейших показателей для безопасности движения в транспортном потоке.

Для каждой магистрали проектируется привязка УСК в зависимости от реализуемого управляющего воздействия. Пример технологической привязки УСК для двух координируемых объектов приведен на рисунок 1.

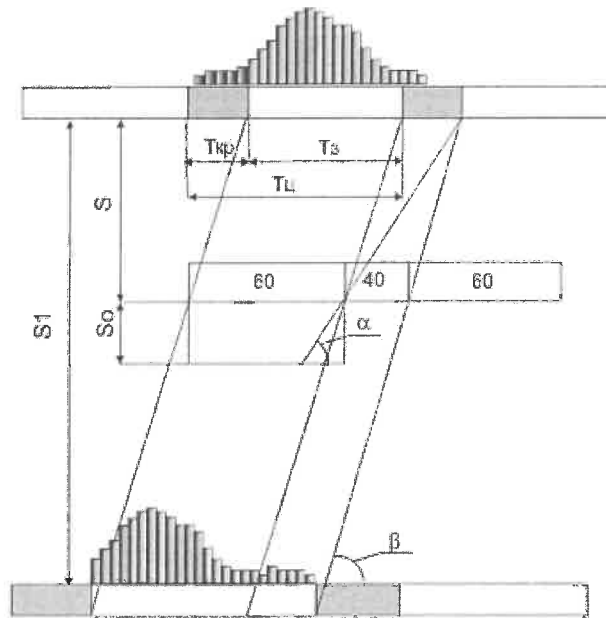


Рисунок 1 – Пример работы УСК на скоординированных светофорных объектах:

$S$  – расстояние от точки установки УСК в сечении дороги до стоп-линии, м;  $S1$  – расстояние между регулируемыми пересечениями, м;  $S0$  – расстояние, с которого водители начинают воспринимать информацию на УСК и придерживаться рекомендуемой скорости (60÷80 м);  $Tз$  – продолжительность горения разрешающего сигнала, с;  $Tкр$  – продолжительность горения запрещающего сигнала, с

Алгоритм функционирования УСК для двух регулируемых пересечений: выбирается единое текущее системное время от 1 до  $Tц$ ; задается интервал скоростей от минимальной до максимальной с определенной скоростью (рекомендовано от 40 до 60 км/ч с шагом 10 км/ч); проверяется возможность прохождения транспортного потока расстояния  $(S+S0)$  таким образом, чтобы для текущего времени в сечении УСК выполнялось условие достижения регулируемого пересечения с заранее заданной скоростью на разрешающий сигнал светофора; в случае выполнения условия выводится на табло рекомендуемая скорость, с которой транспортный поток пройдет расстояние  $(S+S0)$  на разрешающий сигнал светофора; в случае невыполнения условия значение времени, необходимого для проезда участка  $S+S0$ , увеличивается до тех пор, пока не выполнится условие прохождения на зеленый сигнал; в случае выполнения условия по времени проезда на зеленый сигнал и условия соответствия скорости заданному интервалу скоростей с шагом  $n$ , на УСК выводится расчетная скорость; далее идет увеличение времени, необходимого для проезда участка  $(S+S0)$  с учетом шага скоростей до максимального значения скорости, с выводом расчетных скоростей на УСК. Алгоритм отслеживает ленту безостановочного движения и задает нужную скорость внутри ленты для собирания либо растягивания «пачки» автомобилей.

Рекомендуется устанавливать УСК на входящих пересечениях магистрали для формирования «пачки» автомобилей, далее идеальным случаем является установка УСК на каждом перегоне между регулируемыми пересечениями и дважды в случае протяженности перегона более 600 м. В случае отсутствия возможности установки на каждом перегоне предлагается устанавливать УСК в местах, где изменяется скорость транспортного потока в зависимости от реализованного базового плана координации, что определяется в течение проектного цикла создания технологии управления на магистрали. Возможны следующие места установки в привязке к участку магистрали в зави-

симости от качества восприятия: до регулируемого пересечения в границах перекрестка, в сечении стоп-линии; после регулируемого пересечения в границах перекрестка; на перегоне между регулируемыми пересечениями, причем следует разделить протяженность перегона на участки (первый – менее 100 м, второй – 100–300 м, третий – 300–600 м, четвертый – 600 м и более). Основным требованием при выборе места установки в сечении городской улицы является использование информационных туннелей. Высота установки УСК рекомендуется в пределах 6,0–7,5 м. Необходимым условием является обеспечение оптимальной видимости для всех водителей, поэтому рекомендуется устанавливать УСК на выносных конструкциях (рисунок 2) либо фермах таким образом, чтобы указатель скорости находился посередине проезжей части, предназначенной для движения транспортных средств одного регулируемого направления.



Рисунок 2 – Схема установки УСК на выносной консоли над трехполосной проезжей частью

На приведенном рисунке УСК установлен в границах перекрестка и используется совместно с дополнительным светофором. Однако такое размещение УСК нужно использовать только на внутренних перегонах, когда транспортный поток уже получил информацию о режиме движения.

Помимо использования УСК в составе базовых расчетных планов координации, а также при оптимизации сдвигов по магистрали в зависимости от параметров транспортных потоков возможно использовать саму несущую конструкцию УСК для дополнительной информации участникам движения. Установка датчиков погодных условий и измерение коэффициента сцепления с дорогой позволяют изменять сами управляющие воздействия с отправкой информации в АСУДД и выработкой управленческих решений в зависимости от дорожной обстановки. Возможно использование УСК также и с информацией о маршрутном ориентировании участников движения.

В дальнейшем возможна интеграция системы управления УСК и системы соблюдения скорости автомобилем путем ее автоматического контроля без участия водителя. Установленный на автомобиле приемник получает сигнал от УСК о предписанном режиме движения и в автоматизированном режиме ограничивает либо дает рекомендацию о повышении скорости автомобиля. Подобные системы прошли успешные испытания в Западной Европе, однако на настоящий момент не нашли широкого применения на европейских дорогах, т.к. проект имеет ряд недостатков экономического и социального характеров.

#### Список литературы

1 Автоматизированные системы управления дорожным движением : учеб. пособие для учреждений высшего образования по специальности «Организация дорожного движения» / Д. В. Капский [и др.]. – Минск ; М. : Издательский дом «Инфра-М», 2015. – 367 с.

2 Капский, Д. В. Развитие автоматизированной системы управления дорожным движением Минска как части интеллектуальной транспортной системы города / Д. В. Капский, Д. В. Навой // Наука и техника. – 2017. – Т. 16, № 1. – С. 38–47. – DOI: 10.21122/2227-1031-2017-16-1-38-48. – EDN YMFDXR.

3 Капский, Д. В. Создание интеллектуальной транспортной системы крупнейших городов / Д. В. Капский, Д. В. Навой // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 3. – С. 66–75. – EDN ZCPRCD.

4 Иносэ, Х. Управление дорожным движением : [пер. с англ.] / Х. Иносэ, Т. Хамада. – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.

5 Синергия подходов к совершенствованию интеллектуальных транспортных систем городов в России и Белоруссии / И. Н. Пугачев [и др.]. – Хабаровск : ТОГУ, 2020. – 230 с.

6 Капский, Д. В. Управление в интеллектуальной транспортной системе г. Минска / Д. В. Капский, Д. В. Навой, П. А. Пегин // Наука и техника. – 2018. – Т. 17, № 5. – С. 401–412.

УДК 656.6

## ТРАП ДЛЯ ПЕРЕСАДКИ ПАССАЖИРОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*И. В. НИКИТАЕВ*

*Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород,  
Российская Федерация*

Судовой телескопический трап представляет собой устройство поворотного типа, используемое для безопасного перемещения персонала между судном и буровой платформой. Условия эксплуатации трапа: рабочая температура до  $-28^{\circ}\text{C}$ , температура в походном режиме до  $-40^{\circ}\text{C}$ , обледенение, отсутствие или минимальная качка судна при работе трапа, сильная вибрация при движении судна во льдах, сильная раскачка судна.

Основные составляющие конструкции трапа приведены на рисунке 1: стрела трапа с основной и телескопической частями; механизм наклона стрелы вверх и вниз от горизонтали; накопительная палуба на основной раме; механизм поворота основной рамы по часовой и против часовой стрелки; механизм поворота вокруг продольной оси трапа (компенсация поперечного наклона трапа); основание, монтируемое на фундамент палубы; комплект гидравлического оборудования; комплект электротехнического оборудования; комплект приборов безопасности; закрытая кабина оператора с основным пультом управления.

Проектируемый трап не имеет активной системы компенсации колебаний судна. Все механизмы трапа обеспечивают статическое позиционирование элементов трапа для «прицеливания» к точке присоединения на платформе или точке укладки на судне. При стыковке трапа с платформой механизм телескопирования обеспечивает поджатие оконечного устройства к точке присоединения на платформе с постоянным усилием, механизм изменения угла наклона трапа и поворота основной рамы переводится в режим свободного перемещения.

В данной статье приведено исполнение стрелы трапа с основной и телескопической частями, соответствующими прочностным характеристикам.



Рисунок 1 – Телескопический трап в штатном режиме работы

Схема фиксации стрелы трапа и действующие нагрузки показаны на рисунке 2.