

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ДОРОЖНЫХ РАБОЧИХ ЗОНАХ

Донатас Чигас, Аудрюс Вайткус,
Викторас Воробьевас, Довидас Скродянис,
Вильнюсский технический университет
им. Гедиминаса, Вильнюс, Литва

Несмотря на то, что дорожно-транспортные происшествия в рабочих зонах составляют небольшую часть всех происшествий, связанных с движением, эта проблема требует решения. Рабочие зоны на дорогах считаются участками повышенного риска, поэтому существует большая вероятность попасть в дорожно-транспортное происшествие участникам движения или дорожным рабочим. В настоящей статье анализируется поведение участников движения и изменение скорости транспортных средств во время проезда по рабочей зоне в зависимости от внедренных инженерных мероприятий по безопасности движения.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее актуальных вопросов в странах ЕС является безопасность в рабочих зонах на дорогах. Ежегодно в этих зонах происходит все больше дорожно-транспортных происшествий, так как с исчезновением границ между странами Евросоюза все больше транспортных средств перемещается из одной страны в другую. В связи с ростом интенсивности движения ускоряется деградация дороги, что приводит к сокращению межремонтного срока службы. Только рациональный и своевременный ремонт поврежденных и деградировавших покрытий обеспечивает оптимально сбалансированное использование средств, выделенных на содержание дорог, и экономию общественных средств. Однако проведение любых ремонтных мероприятий на полосе движения дороги создает неудобства для участников движения, что может привести к дорожно-транспортным происшествиям при передвижении по рабочей зоне.

Проведенные научные исследования и разработки (Khattak et al., 2002; Kumar et al., 2012; Preventing Road Accidents ..., 2012) показывают, что при проезде через рабочую зону значительно возрастает вероятность попасть в дорожно-транспортное происшествие. Необходимо обратить внимание на безопасность не только участников движения, но и дорожных рабочих. В 2009 г. в Нидерландах в рабочих зонах на дорогах погибли 18 человек (SWOV..., 2010). В 2010 г. в Австрии в рабочих зонах на дорогах произошло 120 дорожно-транспортных происшествий, в которых погибли четыре человека (PRAISE ..., 2011). В 2012 г. в Швеции в рабочих зонах на дорогах зафиксировано 385 происшествий, во время которых погибли три человека (Liljegren, 2014). В штате Пенсильвания (США) в 2014 г. в рабочих зонах на дорогах погибли 24 человека, в том числе 9 дорожных рабочих (Fatal occupational injuries, 2014). В Польше в 2011 г. в

рабочих зонах на дорогах произошло 11 зачетных дорожных происшествий, во время которых погибли 18 человек (Zochowska, 2014). Большинство стран мира пытаются решить эту проблему, стремятся уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий в рабочих зонах за счет внедрения инновационных мероприятий, проведения просветительских кампаний, инструктирования дорожных рабочих о поведении в рабочих зонах.

В отчете European Transport Safety Council (ETSC) «Ranking EU progress on improving motorway safety» (Рейтингование прогресса стран Евросоюза по улучшению безопасности движения на скоростных дорогах) указывается, что в Австрии дорожно-транспортные происшествия в рабочих зонах составляют 4 % всех происшествий на скоростных дорогах. В Бельгии этот показатель составляет 9 %. В Литве также принимаются меры для уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий в рабочих зонах, хотя они составили 0,13 % от числа всех зачетных дорожно-транспортных происшествий за период 2012–2014 гг.

Одна из основных проблем, приводящих к дорожно-транспортным происшествиям в рабочих зонах на дорогах, заключается в том, что водители часто воспринимают рабочую зону на дороге в качестве обычного отрезка дороги, на котором нет никаких ограничений скорости и движения. Исследованиями установлено, что более половины транспортных средств превышают скорость в рабочих зонах на дорогах. Целью настоящей работы было определить поведение участников движения в рабочих зонах, идентифицировать, какие инженерные средства обеспечения безопасности игнорируются и заставляют водителей неадекватно вести себя в определенной ситуации.

При проведении исследования учитывались схемы ограждения рабочих зон и организации движения, рассматривалось их соответствие схемам, представленным в T DVAER 12 «Правила ограждения рабочих мест на автомобильных дорогах и регулирования движения». Для оценки скорости движения транспортных средств проведено измерение скорости в рабочих зонах на автомагистралях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В рабочей зоне на дороге существует повышенный уровень риска попасть в дорожно-транспортное происшествие (Gundy, 1998; Harb et al., 2001). Одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий в рабочей зоне на дороге является несоблюдение безопасной допустимой скорости. Другой причиной является неправильное поведение дорожных рабочих и водителей, неудачное ограждение рабочей зоны. В настоящей работе рассматриваются результаты, полученные на двух рабочих зонах дорог, на которых измерялась скорость движения транспортных средств, изучалось поведение води-

телей на 10 г также провер рабочей зоны T DVAER 12.

Исследов:

В целях и скорости вожд которого на в новлены изме средств. С их ния и длина т ченных резул няемые в раб на снижение а какие нет.

Для опред ции транспор вание Datacol типа SDR опр жавших транс

Vilnius



P

Panevėžys



11
P

телей на 10 рабочих зонах дорог. В этих рабочих зонах также проверялось, соответствует ли схема ограждения рабочей зоны требованиям, содержащимся в документе T DVAER 12.

Исследования скорости

В целях изучения поведения водителей в отношении скорости вождения проведено исследование, во время которого на выбранных рабочих зонах дорог были установлены измерители скорости движения транспортных средств. С их помощью определялись скорость движения и длина транспортных средств. На основании полученных результатов установлено, какие средства, применяемые в рабочих зонах на дорогах, оказывают влияние на снижение скорости движения транспортных средств, а какие нет.

Для определения скорости движения и классификации транспортных средств было использовано оборудование Datacollect (рис. 1). С помощью классификатора типа SDR определена скорость движения и длина проезжавших транспортных средств.



Рисунок 1 – Измеритель интенсивности движения

Исследования проводились 13–19 ноября 2015 г. на участке от 60,80 до 63,30 км дороги A1 Вильнюс – Каунас – Клайпеда и 26 октября – 4 ноября 2015 г. на участке от 71,60 до 72,80 км дороги A2 Вильнюс – Паневежис. На каждом исследуемом участке было установлено по четыре измерителя-классификатора скорости, места установки которых указаны на рисунках 2, 3.

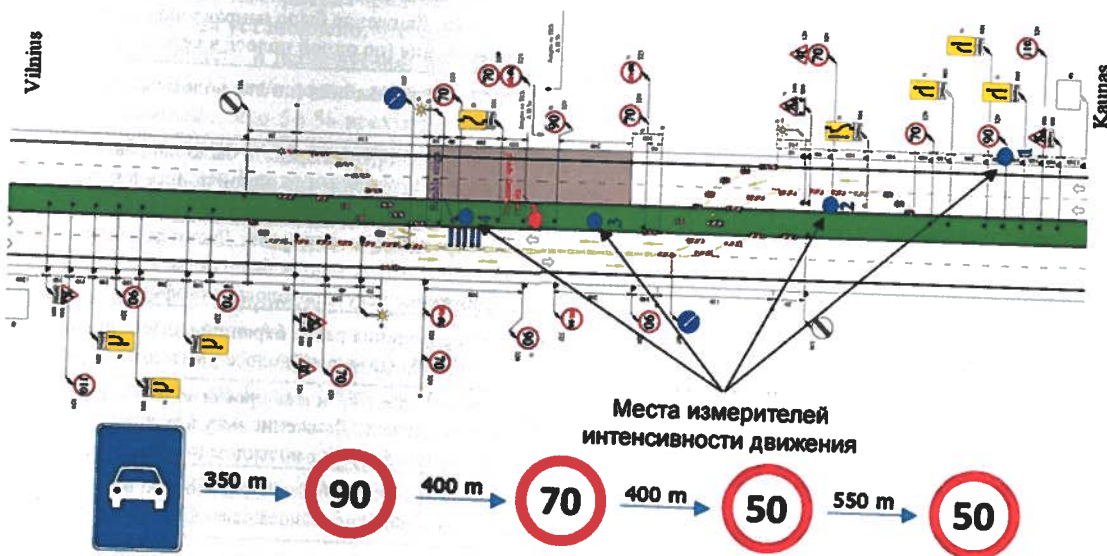


Рисунок 2 – Места установки измерителей интенсивности движения в рабочей зоне на дороге A1 Вильнюс – Каунас – Клайпеда



Рисунок 3 – Места установки измерителей интенсивности движения в рабочей зоне на дороге A2 Вильнюс – Паневежис

Исследование поведения водителей в рабочих зонах на дороге

Для оценки поведения участников движения и ограждения рабочих зон в реальных условиях проведено исследование путем проезда по рабочим зонам на магистральных дорогах и фиксирования ситуации видеорегистратором. Рабочие зоны, выбранные для анализа поведения водителей и применения схем организации движения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Список рабочих зон на дорогах, выбранных для проведения исследований

Номер зоны	Место	Замечания
1	A1 Вильнюс – Каунас – Клайпеда, км 19,75 – км 22,00	Оборудование двухуровневого перекрестка. Движение направлено с правой стороны дороги на левую сторону дороги. Во время проведения работ ограничена скорость транспортных средств. Четыре полосы движения (по две полосы в каждом направлении)
2	A1 Вильнюс – Каунас – Клайпеда, км 60,80 – км 63,30 (правая сторона)	Оборудование двухуровневого перекрестка. Движение было направлено с левой стороны дороги на правую. Во время проведения работ ограничена скорость транспортных средств. Четыре полосы движения (по две полосы в каждом направлении)
3	A2 Вильнюс – Паневежис км 71,60 – км 72,80	Оборудование пешеходного виадука. Движение было направлено с левой стороны дороги на правую. Две полосы движения (по одной полосе в каждом направлении)
4	A3 Вильнюс – *Минск, км 12,10 – км 12,30	Строительство виадука. Четыре полосы движения (по две полосы в каждом направлении)
5	A5 Каунас – Мариямполе – *Сувалки, км 17,34 – км 23,40 (правая сторона)	Реконструкция дороги. Движение транспортных средств было направлено с правой стороны дороги на левую. Две полосы движения (по одной полосе в каждом направлении).
6	A6 Каунас – Зарасай – *Даугавпилс, км 142,00 – км 150,10	Реконструкция дороги. Сузилась проезжая часть дороги. Две полосы движения (по одной полосе в каждом направлении). В трех местах было оставлено по одной полосе движения (на этих участках движение регулировалось светофором)
7	A8 Паневежис – Ариштава – Ситкунай, км 8,32 – км 23,36	Реконструкция дороги. Во время проведения работ ограничивалась скорость транспортных средств. Две полосы движения (по одной полосе в каждом направлении)
8	A15 Вильнюс – *Лида, км 11,58 – км 12,59	Ремонт дороги. Во время проведения работ сузилась проезжая часть дороги, ограничивалась скорость транспортных средств. Движение регулировалось дорожными знаками. Две полосы движения (по одной полосе в каждом направлении)
9	A15 Вильнюс – *Лида, км 12,59 – км 12,60	Ремонт моста через реку Рудамина. Движение было организовано по оборудованному поблизости временному объезду и регулировалось светофором
10	A15 Вильнюс – *Лида, км 15,63 – км 15,73	Реконструкция моста через реку Петеша. В зоне работ была оставлена одна полоса движения, движение транспортных средств регулировалось светофором

Анализ результатов исследования

На рисунках 4, 5 показано, сколько нарушений зафиксировали четыре измерителя-классификатора. Следовательно, любой случай превышения скорости фиксировался и учитывался при подведении результатов исследования. Во время исследования анализировалось не количество транспортных средств, превысивших допустимую скорость движения, а количество нарушений допустимой скорости движения в рабочей зоне.

Анализ исследования скорости на магистральной дороге A1

За исследуемый период (13–19 ноября 2015 г.) зафиксировано немногим более 63 тысяч транспортных средств и более 136 тысяч нарушений скорости с учетом того, что каждое транспортное средство во время проезда по рабочей зоне могло превышать допустимую скорость четыре раза. Результаты исследования представлены на рисунке 4.

На рисунке 4 видно, что с уменьшением допустимой скорости движения транспортных средств, в данном случае до 50 км/ч, случаев превышения скорости зафиксировано больше всего. Превышение скорости до 10 км/ч зафиксировано больше всего на том участке, на котором допустимая скорость была ограничена до 70 км/ч (рис. 2, 2-й измеритель-классификатор). Больше всего случаев нарушения скорости от 11 до 20 км/ч зафиксировано в том месте, где был установлен последний измери-

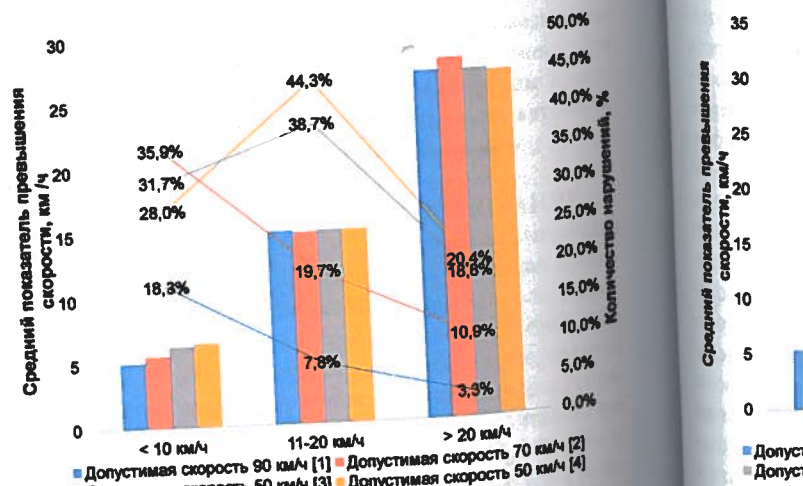


Рисунок 4 – Результаты превышения скорости и нарушений в рабочей зоне на дороге A1

тель (в конце классификатор). скорость превышено также (чей зоны). И том, что вод дорожного скорости ил

Больше 1 участке дор и 4-й измер этот участо была ограни ло 3-го и 4-одинаковым сировал ме кой результ зи 3-го изм Наименьше ровано тог чена до 90 км

Из полу чность транс не дороги г рости. Так транспортн движения в но, что вод дали допус семь кален

Анализ на маги За иссле ло зафикс ных средств учитывая, по рабочей четыре раз рисунке 5.

На рису скорости д

тель (в конце рабочей зоны) (рис. 2, 4-й измеритель-классификатор). Больше всего нарушений скорости, когда скорость превышалась более чем на 20 км/ч, зафиксировано также около последнего измерителя (в конце рабочей зоны). Полученные результаты позволяют судить о том, что водители наиболее склонны нарушать Правила дорожного движения на длинных участках ограничения скорости или в конце рабочей зоны на дороге.

Больше всего нарушений скорости зафиксировано на участке дороги между 3-м и 4-м измерителями (рис. 2, 3-й и 4-й измерители-классификаторы). Несмотря на то, что этот участок не был длинным, на нем скорость движения была ограничена больше всего (до 50 км/ч). Хотя около 3-го и 4-го измерителей ограничение скорости было одинаковым (до 50 км/ч), однако 3-й измеритель зафиксировал меньше нарушений, чем 4-й измеритель. На такой результат мог оказать влияние и находившийся вблизи 3-го измерителя стационарный измеритель скорости. Наименьшее количество нарушений скорости зафиксировано тогда, когда допустимая скорость была ограничена до 90 км/ч (около 1-го измерителя-классификатора).

Из полученных данных установлено, что средняя скорость транспортных средств в исследуемой рабочей зоне дороги в среднем на 13 км/ч выше допустимой скорости. Также установлено, что 54 % всех проезжавших транспортных средств превысило допустимую скорость движения в рабочих зонах. Исследованиями установлено, что водители почти 34 тысяч автомобилей не соблюдали допустимую скорость движения в рабочей зоне за семь календарных дней.

Анализ исследований скорости на магистральной дороге А2

За исследуемый период (26–29 октября 2015 г.) было зафиксировано немногим более 17 тысяч транспортных средств и почти 54 тысячи нарушений скорости, учитывая, что каждое транспортное средство, проезжая по рабочей зоне, могло нарушать допустимую скорость четыре раза. Результаты исследований представлены на рисунке 5.

На рисунке 5 видно, что с уменьшением допустимой скорости движения, в данном случае до 50 км/ч, зафик-

сировано больше всего случаев превышения скорости, когда допустимая скорость была превышена на 11 км/ч и более. 54,1 % всех транспортных средств превысило скорость движения (до 10 км/ч) на том участке, на котором допустимая скорость была ограничена до 70 км/ч (рис. 3, 4-й измеритель). На такой результат мог оказать влияние прямой участок дороги без всяких дополнительных инженерных средств. 35,3 % транспортных средств превысило скорость от 11 до 20 км/ч в том месте, где был установлен 3-й измеритель-классификатор (рис. 3, 3-й классификатор) и где допустимая скорость была ограничена до 50 км/ч. Исследованиями установлено, что около 3-го измерителя-классификатора водители транспортных средств больше всего были склонны превышать скорость более, чем на 11 км/ч. Полученные результаты позволяют судить о том, что водители наиболее склонны нарушать Правила дорожного движения на длинных участках с ограничением скорости или там, где значительно снижается допустимая скорость (хотя и на коротком участке дороги).

Больше всего случаев нарушения скорости зафиксировано на участке дороги между 2-м и 3-м измерителями (рис. 3). На это могло оказать влияние значительное снижение скорости (до 50 км/ч) на недлинном участке дороги.

Исследованиями установлено, что средняя скорость транспортных средств была больше допустимой на 15 км/ч. Анализ результатов исследований показал, что 78 % всех транспортных средств, проезжавших по рабочей зоне, превышало допустимую скорость, или водители более 13 тысяч автомобилей в рабочей зоне не соблюдали допустимую скорость в течение четырех календарных дней.

С приближением государственного праздника при прогнозировании увеличения транспортного потока была изменена схема организации движения. После изменения схемы организации движения в рабочей зоне дороги допустимая скорость на всей протяженности рабочей зоны была увеличена до 90 км/ч. За период с 30.10.2015 по 03.11.2015 зафиксировано свыше 33 тысяч транспортных средств и почти 68 тысяч нарушений скорости, учитывая, что каждое транспортное средство, проезжая по рабочей зоне, могло нарушить допустимую скорость четыре раза.

Исследованиями установлено, что на всей протяженности рабочей зоны зафиксировано много случаев превышения скорости, особенно до 10 км/ч. Также установлено, что допустимая скорость превышалась более чем на 20 км/ч на подступах к рабочей зоне и за конкретным местом выполнения работ. Место строительства виадука находилось вблизи 3-го измерителя-классификатора, на этом месте в большинстве случаев зафиксирована наименьшая скорость движения транспортных средств. Минувая это место, водители резко увеличивали скорость движения транспортных средств, поэтому около 4-го измерителя-классификатора зафиксированы самые большие нарушения допустимой скорости.

Исследованиями установлено, что средняя скорость движения транспортных средств в исследуемой рабочей зоне дороги в среднем была на 17 км/ч больше допустимой. Анализ результатов исследований показал, что 50 % всех следовавших по рабочей зоне транспортных

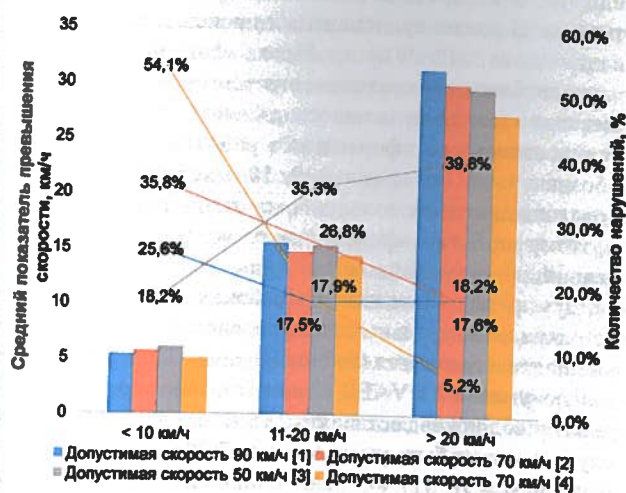


Рисунок 5 – Результаты превышения скорости и нарушений в рабочей зоне на дороге А2

средств превысило допустимую скорость движения, или водители почти 17 тысяч автомобилей в рабочей зоне не соблюдали допустимую скорость движения в течение пяти календарных дней.

Исследование поведения водителей в рабочих зонах дороги

Во всех случаях ограждение и организация работ в рабочей зоне проводились по типовым схемам движения, представленным в документе T DVAER 12. Отдельные схемы были уточнены дополнительными знаками, использовались иные способы ограничения допустимой скорости, обеспечивавшие более низкую скорость движения.

Так как в документе T DVAER 12 не содержится требование ликвидировать существовавшую горизонтальную разметку белого цвета, то во всех исследованных случаях она сохранена в рабочей зоне, а на новые полосы движения нанесена горизонтальная разметка желтого цвета (рис. 6). В некоторых исследованных местах (таблица 1, зоны 1, 2, 5) разные варианты разметки вводили водителей в заблуждение, в результате чего на проезжей части становилась хаотическая езда. Хотя в этих местах во время исследования случаи нарушения движения не были зафиксированы, однако двойная разметка вводит водителей в заблуждение и увеличивает риск возникновения дорожно-транспортных происшествий (SWOV ..., 2010).



Рисунок 6 – Нанесение долгосрочной
и краткосрочной горизонтальной разметки
в рабочих зонах

Встречные потоки транспортных средств на магистральных дорогах в большинстве случаев (таблица 1, зоны 1, 2, 3, 6) были разделены пластиковыми барьерами, соединенными по несколько штук в один ряд, а в промежутках между ними была установлена направляющая веха. Были случаи, когда встречные потоки транспортных средств были разделены только направляющими вехами без светоотражающих или светоизлучающих элементов (таблица 1, зона 3). Ограждение такого типа не гарантирует, что транспортное средство не выедет на встречную полосу движения, что может стать причиной дорожно-транспортного происшествия. В рабочей зоне, отмеченной в таблице 1 (зона 6), транспортное движение регулировалось светофором, и транспортные средства могли двигаться только по одной полосе движения. Другая полоса движения реконструировалась, обе по-

лосы движения разделял крутой откос. Проезжая часть была отделена от реконструируемой полосы движения направляющими вехами, которые не смогли бы остановить съезжающее с дороги транспортное средство. На направляющих вехах отсутствовали светоизлучающие элементы, которые в темное время суток позволили бы обозначить края проезжей части дороги. Анализ дорожно-транспортных происшествий показал, что одной из их основных причин в рабочей зоне является съезд с дороги. Если подобрать соответствующие средства и обеспечить, чтобы транспортное средство не могло съехать с полосы движения, можно было бы уменьшить количество дорожных происшествий, во время которых транспортное средство съехало с дороги или столкнулось со встречным транспортным средством.

В рабочей зоне, отмеченной в таблице 1 (зона 6), проводилась реконструкция участка дороги протяженностью 8 км. На трех отрезках реконструируемого участка движение было разрешено только по одной полосе дороги, поэтому для организации движения и управления им использовались светофоры. На участке, на котором проводились работы, было интенсивное движение, поэтому возле светофоров создавались большие автомобильные заторы. Циклы светофоров были очень продолжительными, поэтому водители, не дождавшись зеленого сигнала светофора и не видя встречного автомобиля, начинали двигаться раньше, чем загорался зеленый сигнал светофора.

Так как отрезки дороги, на которых движение регулировалось светофорами, были довольно длинными, водитель автомобиля, стоявшего возле светофора, не мог видеть, как далеко находятся подъезжающие автомобили, и те участники движения, которые начинали езду раньше, чем это разрешалось, создавали опасные ситуации в рабочих зонах. На большей части реконструируемого участка дороги движение было разрешено только по одной полосе, но иногда дорога расширялась до двух полос движения, что приводило к хаотическому поведению участников движения в рабочей зоне. Как только дорога становилась шире, транспортные средства начинали обгонять друг друга и перестраиваться опять на одну полосу движения только в последний момент. Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что в 2012–2014 гг. было зафиксировано шесть случаев бокового столкновения или дорожные происшествия типа замены полосы движения. Движение регулировалось светофорами и в рабочих зонах дороги, обозначенных номерами 8, 9, 10. Светофором регулировалось движение только на коротком участке дороги, поэтому не было зафиксировано хаотической езды или аварийных ситуаций.

Другим частым явлением в рабочих зонах дороги, особенно на магистральных дорогах, являются узкие короткие полосы движения (таблица 1, зоны 1, 2). На основании документа T DVAER 12 наименьшая ширина полосы движения должна составлять 2,75 м, однако в отдельных случаях может быть уменьшена до 2,20 м с дополнительным знаком № 317 «Ограниченная ширина». В связи с тем, что во время исследования этот знак не был установлен, то в таком случае наименьшая ширина полосы

движения могла составлять 2,60 м, так как в коротких рабочих зонах дороги ширина от 2,75 м в исключительных случаях может быть уменьшена до 2,60 м. Хотя во время исследования дорожно-транспортных происшествий не произошло, замечено, что легковые автомобили, движущиеся по двум полосам движения, с трудом умещаются в этих полосах, что может стать причиной дорожно-транспортных происшествий. В связи с тем, что в рабочих зонах дороги движение было организовано по двум полосам движения в обоих направлениях и осуществлялось движение тяжеловесных транспортных средств, то при их езде по одной полосе движения практически нет возможности обогнать их, следуя по другой полосе движения. Исследования показали, что транспортное происшествие с участием тяжеловесного автомобиля в четыре раза опаснее транспортного происшествия с участием легкового автомобиля (Li et al., 2009).

На исследованных участках дороги обращалось внимание на освещение рабочих зон в темное время суток. Во всех случаях освещение было включено, и световые элементы размещены так, как указано в документе T DVAER 12.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов исследований установлено, что нарушение режима допустимой скорости в рабочих зонах дороги вызывает серьезную озабоченность и является проблемой, требующей решения. В обеих исследованных рабочих зонах дороги водители более 50 % проезжавших транспортных средств не придерживались допустимой скорости движения. По результатам исследования можно судить о том, что пассивные средства управления движением, такие как вертикальные знаки, горизонтальная разметка, конусы и т. п., не являются самыми эффективными средствами снижения скорости. Значит, в рабочих зонах на дороге следует применять не только пассивные, но и активные средства управления движением, такие как камеры измерения скорости, знаки изменяемой информации и т. п.

В рабочих зонах дороги необходимо обеспечить пропускемость транспортного потока. Важно правильно определить ширину временных полос движения, чтобы не возникал риск для участников движения. При проведении работ на дорогах с большой интенсивностью движения следует провести моделирование потоков транспортных средств, подбирать геометрические параметры рабочей зоны, которые обеспечивали бы плавное и безопасное движение транспортных средств.

При организации встречного потока транспортных средств необходимо обратить внимание на используемые средства разделения потоков. Эти средства должны физически удерживать отклонившееся от траектории движения транспортное средство и вернуть его для движения в нужном направлении. Большое внимание должно быть уделено организации работ в темное время суток. Контурные края проезжей части должны быть четко

видны, чтобы не возникал риск, что участники движения могут съехать с проезжей части.

При проведении дорожных работ, когда движение регулируется с помощью светофора, рекомендуется проводить анализ потока транспортных средств и устанавливать наиболее приемлемые циклы работы светофора. При подборе цикла работы светофора следует обратить внимание на состав транспортного потока, длину регулируемого отрезка дороги, интенсивность движения транспортных средств и другие критерии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Khattak, Asad J., Khattak, Aemal J., Council, F. M. Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes // *Accident Analysis and Prevention* 34 (1): 19–29. – 2002.
- Pegula, S. Fatal occupational injuries at road construction sites, 2003–2014 // *The Economics Daily / Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor*. – 2013. – 5 p.
- Debnath, A. K., Blackman, R., Haworth, N. A review of the effectiveness of speed control measures in roadwork zones / In *Proceedings of the Occupational Safety in Transport Conference*, 20–21 September 2012, Gold Coast, Australia.
- Gundy, C. M. Road work zone accident studies. ARROWS Task 2.2 Internal report / SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands. – 1998. – 118 p.
- Harb, R., Radwan, E., Yan, X., Pande, A., Abdel-Aty, M. Freeway work-zone crash analysis and risk identification using multiple and conditional logistic regression // *Journal of Transportation Engineering* 134 (5): 203–214. – 2008.
- Liljegen, E. 2014. Traffic accidents in connection to road work in Sweden, In *Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment*, 14–17 April 2014, Paris, France. – 10 p.
- Preventing Road Accidents and Injuries for the Safety of Employees / ETSC. – 2012. – 6 p.
- PRAISE: Preventing Road Accidents and Injuries for the Safety of Employees / ETSC. – 2011. – 4 p.
- Ranking EU progress on improving motorway safety / ETSC. – 2015. – 20 p.
- SWOV Fact sheet Roadworks and road safety / SWOV. – 2010. – 1 p.
- T DVAER 12 «Automobilių kelių darbo vietų aptvėrimo ir eismo reguliavimo taisyklės» / (Правила ограждения рабочих мест и регулировка движения на автомобильных дорогах). – 2012.
- Li, Y., Bai, Y. Highway work zone risk factors and their impact on crash severity // *Journal of Transportation Engineering* 135 (10): 694–701. – 2009.
- Zochowska, R. Improvement of traffic safety in road work zones // *Logistyka* 4: 3459–3467. – 2014.
- Kumar, A., Ross, A., Plaza, C., Coast, G. A review of the effectiveness of speed control measures in roadwork zones / In *Occupational Safety in Transport Conference*, 20–21 September 2012, Crowne Plaza, Gold Coast, Australia, 20–21. – 2012.