

это касается как организационных, так и чисто технологических, производственных аспектов деятельности железнодорожного транспорта.

Основные правила перевозок грузов и пассажиров, правила технической эксплуатации пути, подвижного состава, устройств безопасности, СЦБ и связи, энергетики и т.п. едины для железнодорожных администраций либо в рамках Совета по железнодорожному транспорту, либо Организации сотрудничества железных дорог. Наряду с этим, предприятия конкретной железнодорожной администрации ведут свою деятельность в соответствующем государственном правовом и нормативном поле, которые, как правило, существенно различаются. Таким образом, в построении системы режимной деятельности в сфере защиты информационных систем приходится учитывать все эти зачастую трудно совместимые факторы.

Указанное положение справедливо для всех железнодорожных администраций государств-членов Совета по железнодорожному транспорту и ОСЖД. Однако в наибольшей степени это касается Белорусской железной дороги, являющейся транзитной дорогой и по существу своего производственного процесса вынужденной теснейшим образом сотрудничать во всех причастных областях как с ближайшими соседями, так и с отдален-

ными железнодорожными администрациями (например железными дорогами Монголии).

Таким образом, при разработке требований системы обеспечения информационной безопасности необходимо увязывать их не только с положениями национального законодательства, но и с действующими железнодорожными организационно-технологическими условиями международного характера.

Практика показала, что в ходе работы по созданию полноценно работающей системы обеспечения информационной безопасности Белорусской железной дороги большая часть усилий будет затрачена не на реализации общих усредненных штампов и подходов к этой работе, а именно на адаптации полученных результатов к особенностям функционирования железнодорожного транспорта Республики Беларусь. Тем более значимая и непростая задача стоит перед причастными специалистами, которые должны быть в полном смысле этого слова экспертами в двух таких специфичных областях, как информационные технологии и железнодорожный транспорт. Именно умение эффективно работать на стыке отраслей и определит успех деятельности в данном вопросе.

Получено 28.09.2006

S. P. Kalyutchik. Particular Features of Organizing Activities to Provide Information safety at the Belarusian Railway.

In the article we view some principles of unfolding and functioning of the system that provides information safety of an enterprise while taking into account general specific features of railway transport activities and of the Belarusian Railway in particular. Approaches and rules of unfolding the systems that provide information safety are reviewed from the standpoint of international practice in this field. The norms of such activities are adapted for the conditions of the Belarusian Railway taking into account both specific features of the railway transport and state norms currently in force.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2006. № 1-2(12-13)

УДК 656.2.08

Д. В. КАПСКИЙ, кандидат технических наук; Е. Н. КОТ, старший преподаватель; С. Н. КАРАСЕВИЧ, аспирант; Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕШЕХОДНЫХ И ПОВОРОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ МЕТОДОМ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ

Статья посвящена решению проблемы обеспечения безопасности дорожного движения на регулируемых перекрестках при организации конфликтного движения поворотного транспорта и пешеходов. Выполнен анализ дорожно-транспортных происшествий в ряде крупных городов стран Содружества Независимых Государств. С использованием метода конфликтных ситуаций прогнозирования аварийности на конфликтных объектах проанализированы существующие варианты организации дорожного движения в Республике Беларусь. Рассмотрены результаты экспериментальных исследований конфликтных ситуаций, возникающих на пешеходных переходах г. Минска и г. Гродно. Приведены результаты исследований конфликтного взаимодействия и техническое решение рассматриваемого вопроса. В результате исследований даны рекомендации по совершенствованию управления на таких объектах улично-дорожной сети, приведены мероприятия и технические средства для повышения эффективности движения.

Большое количество регулируемых перекрестков являются "очагами" аварийности, в том числе с участием пешеходов. По данным статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП), проанализированных в 4 городах Республики Беларусь (Минске, Витебске, Гродно, Лиде) и двух крупных городах СНГ (Санкт-Петербурге и Алматы), доля аварий с участием пешеходов на регулируемых перекрестках достигает 10 – 17 % от общего количества ДТП с пешеходами в целом по городу. Полная ликвидация всех конфликтных точек при светофорном регулировании требует применения сложных схем регулирования и приводит к сокращению пропускной способности. Поэтому менее опасные конфликтные точки признаются допустимыми и сохраняются. Допустимыми, как правило, являются конфликтные точки взаимодействия поворотных транспортных потоков с пешеходами, переходящими проезжую часть, на которую выполняется поворот. Эти конфликты изучены недостаточно. Цель исследования – изучение условий взаимодействия поворотных транспортных и пешеходных потоков на регулируемых перекрестках, определение опасности для пешеходов, разработка методов и приемов, повышающих пропускную способность для поворотных направлений и безопасность движения пешеходов.

Исследованиями [1 – 3] установлено, что ДТП с участием поворотных транспортных средств (ТС) составляют 8 – 10 % от всех наездов на пешеходов на регулируемых перекрестках, или 1 – 1,5 % от общего числа ДТП с пешеходами в городе. Поэтому при формировании выборки аварий рассматривается длительный период сбора исходных данных, превышающий 10 лет. Был использован метод конфликтных ситуаций (КС) – прогнозирования аварийности на конфликтных объектах [4 – 7]. Под конфликтной понимается такая дорожно-транспортная ситуация (ДТС), при которой в последующий момент времени (менее 1с) произойдет столкновение или иная коллизия, если хотя бы один из участников не предпримет экстренные уклончивые действия [6, 7]. В исследуемом конфликте коллизией является наезд на пешехода. По степени опасности КС разделяются на легкие, средние и тяжелые. Классификация по конфликту "поворотный транспорт – пешеход" следующая: *легкая* – водитель не уступил дорогу пешеходу, заставив его в последний момент (до 1 с) резко остановиться или ускориться, либо автомобиль резко остановился перед конфликтной точкой; *средняя* – водитель не уступил дорогу, заставив пешехода в самый последний момент (менее 0,5 с) резко отпрыгнуть из конфликтной точки назад, вперед или вбок, либо автомобиль резко остановился в самый последний момент уже в конфликтной точке; *тяжелая* – водитель не уступил дорогу пешеходу, в результате чего произо-

шел контакт ТС с пешеходом, не повлекший, однако, расстройства здоровья. Если водитель, конфликтуя с пешеходом, заблаговременно уступил ему дорогу, либо пешеход заранее отказался от приоритета, то такая ДТС квалифицируется не как конфликтная, а как *потенциально-опасная*. Для оценки характеристик исследуемого взаимодействия были введены два показателя – коэффициент конфликтности η_k и коэффициент нарушений η_n . Коэффициент конфликтности определяется как доля поворотных транспортных средств, вступающих в конфликт с пешеходами:

$$\eta_k = \frac{n_k}{n} \leq 1, \quad (1)$$

где n_k – число ТС, взаимодействующих (вступающих в конфликт) с пешеходами; n – общее число поворотных ТС.

Коэффициент конфликтности характеризует качество схемы светофорного регулирования с точки зрения безопасности движения. Чем меньше η_k , тем "безопаснее" схема регулирования, при $\eta_k = 0$ она является полностью бесконфликтной.

Коэффициент нарушений определяется как удельное число конфликтных ситуаций или как доля ТС, создающих конфликтную ситуацию по отношению к числу конфликтующих ТС:

$$\eta_n = \frac{n_n}{n_k} \leq 1, \quad (2)$$

где n_n – число ТС, создающих конфликтную ситуацию, т. е. не уступивших дорогу пешеходам.

Коэффициент нарушений характеризует вероятность возникновения КС в конфликте "поворотный транспорт – пешеход" или вероятность перерастания потенциально опасной ситуации в конфликтную. Чем меньше η_n , тем меньше нарушений и безопаснее конфликт. При полном соблюдении требований ПДД $\eta_n = 0$. Экспериментальное исследование КС проведено в течение 183 часов и охватило 131 пешеходный переход на регулируемых перекрестках г. Минска (население 1722 тыс. жителей) и 26 пешеходных переходов на перекрестках г. Гродно (население 312 тыс. жителей). Были зафиксированы условия конфликтного движения 16047 правоповоротных ТС и 1651 левоповоротных ТС. Из этой выборки 2314 дорожно-транспортных ситуаций были квалифицированы как потенциально опасные, а 1162 – как конфликтные ситуации, из числа которых 1144 отнесено к легким конфликтным ситуациям, 16 – к средним и 2 – к тяжелым. В результате исследования установлены зависимости коэффициента конфликтности η_k и коэффициента нарушений η_n от некоторых параметров дорожного движения (таблицы 1 – 3).

Таблица 1 – Результаты исследования конфликтных ситуаций при взаимодействии поворотных транспортных и пешеходных потоков

Направление транспортного потока	Город	Способ регулирования	Количество транспортных средств			Показатель оценки	
			общее	взаимодействовавших с пешеходами	создавших конфликтную ситуацию	коэффициент конфликтности	коэффициент нарушений
Поворот направо	Минск	Всего,	13372	3280	832	0,25	0,25
		в т. ч. при движении на сигнал:					
		основного светофора	5912	1901	533	0,32	0,28
		дополнит. секции «направо»	440	94	34	0,21	0,36
		дополнит. секции «направо» с информационной секцией	3879	713	157	0,18	0,22
	Гродно	Всего,	2675	432	121	0,16	0,28
		в т. ч. при движении на сигнал:					
		основного светофора	228	98	21	0,43	0,21
		дополнит. секции «направо»	543	83	34	0,15	0,41
		дополнит. секции «направо» с информационной секцией	1904	251	66	0,13	0,26
Суммарно для двух городов			16047	3712	953	0,23	0,26
Поворот налево	Минск	Всего,	1546	538	194	0,35	0,36
		в т.ч. при движении на сигнал:					
		основного светофора	1546	538	194	0,35	0,36
	Гродно	Всего	105	43	15	0,41	0,35
		в т. ч. при движении на сигнал:					
		основного светофора	82	31	6	0,38	0,19
		дополнит. секции "налево"	23	12	9	0,52	0,75
Суммарно для двух городов			1651	581	209	0,35	0,36
Итого			17698	4293	1162	0,24	0,27

Коэффициент конфликтности η_k в основном определяется схемой светофорного регулирования и интенсивностью пешеходного потока. При "обычной" схеме, когда движение поворотных потоков разрешается одновременно с пешеходами, значение $\eta_k = 0,32...0,41$. Если движение поворотного потока разрешается в нескольких фазах светофорного цикла с переменным приоритетом (в одной фазе – в бесконфликтном режиме, а в другой – в конфликте с пешеходами), значение коэффициента η_k снижается до 0,13 – 0,18, так как часть ТС выполняет поворот в период светофорного цикла, когда движение пешеходов по переходу запрещено. Уменьшение интенсивности пешеходного потока на переходе может привести к снижению коэффициента η_k практически до 0.

Следует отметить, что в г. Гродно применение схем с переменным приоритетом обеспечило меньшие значения коэффициента η_k , чем в г. Минске. На поведение водителей оказывает влияние вид сигнала светофора, регулирующего поворотное движение. Поворот направо по сигналу основного светофора характеризуется коэффи-

циентом нарушений $\eta_n = 0,21...0,28$, при этом меньшее значение получено на перекрестках г. Минска. При движении направо по сигналу дополнительной секции светофора коэффициент нарушений возрастает более чем на 28 % и достигает значений 0,36 – 0,41. Различия являются статистически значимыми с уровнем значимости 0,05 (статистика $U = 2,82$ при $U_{кр} = 1,64$). В левоповоротном транспортном потоке доля водителей, создающих конфликтные ситуации при взаимодействии с пешеходами, на 38 % больше, чем в правоповоротном. Такое положение связано с более высокой скоростью движения левоповоротного потока и более сложными условиями его выполнения (необходимостью пропуска встречного прямого потока). Коэффициент нарушений η_n зависит от следующих характеристик дорожного движения: направления движения и состава потока поворотных ТС; величины группы пешеходов, находящихся в конфликтной зоне перед поворотным ТС; вида сигнала светофора, регулирующего поворотное движение; величины отнесения пешеходного перехода от параллельной проезжей части.

Таблица 2 – Влияние состава поворотного транспортного потока на коэффициент нарушений

Направление транспортного потока	Вид транспортного средства поворотного потока	Число конфликтных ситуаций		Коэффициент нарушений η_n	
		Минск	Гродно	Минск	Гродно
Поворот направо	Легковые автомобили и микроавтобусы	403	90	0,26	0,28
	Грузовые автомобили	77	14	0,37	0,20
	Автопоезда	9	2	0,53	0,30
	Автобусы и троллейбусы	44	13	0,34	0,00
	Сочлененные автобусы и троллейбусы	0	2	0,00	0,31
Всего при правом повороте		533	121	0,28	0,28
Поворот налево	Легковые автомобили и микроавтобусы	137	-	0,34	-
	Грузовые автомобили	28	-	0,35	-
	Автопоезда	8	-	0,47	-
	Автобусы и троллейбусы	17	-	0,63	-
	Сочлененные автобусы и троллейбусы	4	-	0,50	-
Всего при левом повороте		194	-	0,35	-

Для крупногабаритных транспортных средств доля водителей, создающих КС, увеличивается, что объясняется усложнением маневра торможения ТС, ухудшением условий боковой видимости (особенно вправо) из кабины автобуса и троллейбуса. Как видно из таблицы 3, наиболее опасным является переход проезжей части в одиночку. С увеличением количества пешеходов в группе доля водителей, создающих КС, уменьшается, что объясняется более уверенным поведением пешеходов при групповом движении и уменьшением возможностей объезда группы транспортным средством.

Таблица 3– Влияние величины группы пешеходов на коэффициент нарушений правоповоротного транспортного потока

Число пешеходов в группе	Число конфликтных ситуаций	Коэффициент нарушений η_n
1	323	0,37
2 – 3	152	0,22
4 – 5	42	0,25
6 – 7	8	0,17
8 – 9	2	0,06
10 и более	6	0,06

Отнесение пешеходного перехода от параллельной проезжей части увеличивает размеры зоны "накопителя" перед переходом, улучшает условия его заполнения поворотными ТС, повышает пропускную способность правой полосы в прямом направлении. Однако при этом увеличиваются размеры перекрестка между противоположными стоп-линиями и требуется увеличение длительности переходных интервалов, из-за чего происходит снижение пропускной способности в целом. Кроме того, удаление перехода позволяет поворотным ТС развить на подходе к переходу более высокие скорости, при этом снижается готовность водителей остановиться для пропуска пешеходов и, как следствие, возрастает значение коэффициента η_n . Поэтому перед переходами, отнесенными от проезжей части на расстояние от 30 м, необходимо устанавливать выходные светофоры и дополнительную стоп-линию.

Полученные зависимости могут использоваться для расчета вероятного числа ДТП в исследуемом конфликте при оценке дорожного движения:

$$P_a = Q_{пов} \cdot \Phi_r \cdot \eta_k \cdot \eta_n \cdot \eta_{кф},$$

где $Q_{пов}$ – интенсивность поворотного транспортного потока, авт./ч; Φ_r – годовой фонд времени работы перекрестка в регулируемом режиме, ч/год; $\eta_{кф}$ – коэффициент приведения от конфликтных ситуаций к авариям.. Для правоповоротного потока $\eta_{кф}^{прв} \approx 0,27 \cdot 10^{-5}$, для левоповоротного – $\eta_{кф}^{лев} \approx 0,33 \cdot 10^{-5}$. По сравнению с данными [4 – 6] полученные значения $\eta_{кф}$ существенно меньше, так как в этих работах конфликты не разделялись и полученные результаты, как правило, являлись общими для всех конфликтов ТС и пешеходов.

По результатам исследования КС разработаны дополнительные технические средства (информационные секции и информационные таблички), предупреждающие водителей правоповоротных транспортных средств о возможном конфликте с пешеходами. Информационная секция применяется в случаях, когда период конфликтного движения правоповоротного потока следует за бесконфликтным, либо при постоянно разрешенном правоповоротном движении. Информационная табличка применяется в случаях, когда период бесконфликтного движения правоповоротного потока следует за конфликтным периодом.

После установки новых технических средств значения коэффициента нарушений η_n снизились до уровня 0,19 – 0,26 (см. таблицу 1). Полученные результаты являются статистически значимыми с уровнем значимости 0,05 (U -статистика = 3,91).

Результаты исследований конфликтных ситуаций свидетельствуют о высокой опасности для пешеходов, исходящей от левоповоротных транспортных средств, движущихся по сигналу левой дополнительной секции светофора в конфликтном

режиме с пешеходами ($\eta_n = 0,75$). Поэтому планируется внесение изменений в нормативные документы и с целью обеспечить движение левоповоротных транспортных потоков, движущихся по сигналу левой дополнительной секции светофора, только в бесконфликтном режиме, в т.ч. и без конфликта с пешеходами.

Список литературы

- 1 Михайлов, А. Ю. Влияние режима регулирования на поведение пешеходов /А. Ю. Михайлов // Безопасность дорожного движения: тез. науч. конференции. Таллинн, 14–15 ноября 1990 г./ Таллиннский технический университет, МАДИ.– Таллинн, 1990.– С.166 – 168.
- 2 Михайлов, А. Ю. Уровни относительной аварийности на регулируемых пересечениях улично-дорожной сети городов/ ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. 10.05.90 №204-ад 90.

Получено 06.04.2006

D.V. Kapsky, E.N. Kot, S.N. Karasevich. Research of danger of interaction of foot and rotary transport streams by a method conflict situations.

Pedestrian crossings, disputed situations, danger of the conflict. Article is devoted to the decision of a problem of traffic safety on adjustable crossroads at the organization of disputed movement of rotary transport and pedestrians. It was made the analysis of accidents in many big cities of CIS. Variants of pedestrian movement organization in the Republic of Belarus are analyzed. The results of experimental investigations of conflict situations taking place on pedestrian crossings of Minsk and Grodno are offered. Results of researches disputed are resulted about actions and the technical decision of a case in point. As a result of researches recommendations on perfection of management on such objects are given, the list of means and actions for increase of efficiency of movement is resulted

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2006. № 1-2(12-13)

УДК 656.2.08

Д. В. КАПСКИЙ, кандидат технических наук; Ю. А. ВРУБЕЛЬ, кандидат технических наук; С. Н. КАРАСЕВИЧ, аспирант; Белорусский национальный технический университет, г. Минск

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ В ЗОНЕ ПЕШЕХОДНЫХ НАЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Статья посвящена решению проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в зоне наземных пешеходных переходов. Проанализированы варианты организации пешеходного движения на нерегулируемых и регулируемых пешеходных переходах. Приведена предлагаемая классификация наземных пешеходных переходов в Республике Беларусь. Предложено техническое решение рассматриваемого вопроса по организации нерегулируемого пешеходного перехода с переменным приоритетом транспорта и пешеходов. Сформулированы некоторые рекомендации по устройству пешеходных переходов различного типа, внедрение которых повысит безопасность дорожного движения. Рассматривается также проблема совершенствования условий движения пешеходов в зоне железнодорожных переездов. В результате исследований даны рекомендации по совершенствованию управления пешеходным движением на таких объектах улично-дорожной сети, приведены мероприятия и технические средства для повышения эффективности дорожного движения.

Проблема роста аварийности в городах характерна не только для Республики Беларусь. Снижения количества аварий и тяжести их последствий можно достичь четким контролем и учетом скорости движения в типичных местах концентрации аварий, например, в зоне нерегулируемых пешеходных переходов.

Одним из самых насущных является вопрос о приоритете на нерегулируемом пешеходном переходе. В связи с этим необходимо пояснить термин «*переходной интервал*» – время, в течение которо-

3 **Ludvigsen, H. S.** Traffic Conflicts Experience in Denmark // TRRL Supplementary Report.– 1980.– № 557.– P. 107–114.

4 **Шештокас, В. В.** Оценка опасности дороги методом конфликтных ситуаций /В. В. Шештокас, Р. А. Насутавичус // Автомобильные дороги. – 1984. – № 8. – С.4–10.

5 **Шештокас, В. В.** Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах. /В. В. Шештокас, Д. С. Самойлов.– М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

6 **Врубель, Ю. А.** Организация дорожного движения. В 2 ч. Ч. 1/Ю. А. Врубель. – Мн.: Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 328 с.

7 **Клебельсберг, Д.** Транспортная психология. /Д. Клебельсберг; пер. с нем. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.

8 **Врубель, Ю. А.** Потери в дорожном движении /Ю. А. Врубель. – Минск: БНТУ, 2003. – 380 с.

9 **Zimolong, B., Gstalter, H.** Gefahrenkognition bei Fahrzeug-Fussgänger-Konflikten. // Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 1984. – № 2 – p.62 – 66.

го участник, получающий приоритет, не имеет права въезжать (или входить) в конфликтную зону, пока ее не освободит участник, передающий приоритет. При передаче приоритета от автомобиля, движущегося со скоростью 90 км/ч, переходной интервал должен быть около 6 с, а движущегося со скоростью 60 км/ч – около 4 с. С понижением скорости автомобиля переходной интервал уменьшается, но он не может быть менее 1,5 с, даже при скорости автомобиля 10 км/ч. Именно с такой скоростью водитель сможет относительно безопасно