

УДК 656.13.05

ПРИМЕНЕНИЕ АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ ГОРОДОВ

*APPLICATION OF ROAD TRAFFIC
SAFETY AUDITING
IN MAIN CITY STREETS*

В статье рассматриваются результаты исследований транспортно-пешеходных потоков и условий движения и проведение аудита безопасности движения на примере участка магистральной улицы Радиальная. Разработаны предложения по повышению качества дорожного движения на исследуемых участках улиц.

The article covers the results of studies on transport and pedestrian streams and traffic conditions, as well as traffic safety auditing by example of the section of Radialnaya main street. Suggestions on improvement of road traffic quality at sections of streets under study are developed.

ВВЕДЕНИЕ

Потери в дорожном движении, т.е. стоимость необязательных экономических, экологических и аварийных издержек в процессе движения достигают величины порядка 4 млрд у.е./год. Доля потерь, вызванных нерациональной организацией дорожного движения, приближается к 50 %, при этом за городом она составляет 20 %-30 %, а в городе – около 90 %. Особенно большие потери (от 0,5 млн у.е./год на км) имеют место на нагруженных улицах города, протяженность которых только в г. Минске достигает 100 км и продолжает расти.

Решение проблемы видится в проведении исследований, направленных на выявление недостатков в организации движения, и выработке соответствующих предложений – проведении аудита безопасности.

Аудит безопасности дорожного движения является предпроектной стадией, в которой на осно-

Д.В. Капский,

кандидат технических наук, заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

Е.Н. Кот,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра дорожного движения Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

С.В. Кабак,

начальник управления республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

вании научных исследований разрабатываются и обосновываются отдельные мероприятия или комплекс предложений по повышению безопасности и качества дорожного движения в целом.

Таким образом, целью выполнения исследований является проведение аудита безопасности дорожного движения на участках магистральных улиц города Минска, рекомендованных УГАИ ГУВД Мингорисполкома.

ПРОВЕДЕНИЕ АУДИТА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Работы включали: анализ характеристик существующей улично-дорожной сети и схемы организации движения; исследование и анализ характеристик транспортных и пешеходных потоков; исследование аварийности и оценку потенциальной опасности, угроз безопасности; разработку предложений по изменению планировочного решения и схем ОДД с технико-экономическим анализом вариантов по критерию потерь в дорожном движении. Исследования проводились Научно-исследовательским центром дорожного движения БНТУ.

Улица Радиальная расположена в восточной части периферийной зоны города и относится к категории магистральных улиц общегородского значения (категория А). В соответствии с генеральным планом г. Минска улица Радиальная является одним из построенных участков перспективного 4-го городского транспортного кольца и соединяет включенные в эту же кольцевую магистраль улицы Кабушкина и Филимонова. В настоящее время в связи с незавершенностью 2-го городского транспортного кольца в восточ-

ной части города (на участке от автовокзала «Восточный» до ул. Академической) северная часть ул. Радиальной дополнительно выполняет функции участка 2-го транспортного кольца и связывает ул. Ваупшасова и Столетова. На улице расположен путепровод через магистральную железнодорожную линию Минск – Орша, который является одним из пяти мест на территории города, в которых можно пересечь указанную железнодорожную линию. Это обстоятельство является дополнительным фактором, приводящим к повышенной концентрации на ул. Радиальной транспортных потоков, следующих из юго-восточной части города в северо-восточную и в обратном направлении. Улица проложена в зоне промышленной застройки, что определяет состав движущегося транспортного потока с высокой долей грузовых автомобилей и автопоездов. Данная улица является «транспортной связующей артерией», и в связи с ее назначением необходимо обустройство пешеходного движения таким образом, чтобы приоритет сохранялся за транспортом, а не за пешеходами при обеспечении безопасности пешеходов и иных, слабо защищенных участников дорожного движения. Запрещать и ограничивать – значит провоцировать нарушение. Поэтому нами максимально соблюдались принципы допустимости и приемлемости движения во всех его проявлениях.

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ УЧАСТКОВ

По особенностям условий дорожного движения и схемы его организации исследованный участок ул. Радиальной разделен на 8 элементарных типовых мини-участков (линейных и конфликтных объектов УДС). Объект 1 (конфликтный) – регулируемые пешеходные переходы через западную и восточную проезжие части ул. Радиальной на примыкании к кольцевой проезжей части узла Радиальная – Филимонова – Столетова. Объект 2 (линейный) – перегон от регулируемых пешеходных переходов до примыканий ул. Аннаева. Объект 3 (конфликтный) – нерегулируемые примыкания ул. Аннаева, выезда от ул. Передовой и не-

регулируемый пешеходный переход через ул. Радиальную в зоне примыканий. Объект 4 (линейный) – перегон от примыкания ул. Передовой до южного подхода к путепроводу (до конца разделительной полосы). Объект 5 (линейный) – перегон от конца разделительной полосы до зоны примыканий выездов с площадки МТЗ и от ООО «Слодыч». Объект 6 (конфликтный) – зона примыканий выездов с площадки МТЗ (нерегулируемое движение) и от ООО «Слодыч» (регулируемое движение) – регулируемый Т-образный перекресток. Объект 7 (линейный) – перегон от зоны примыканий выездов с площадки МТЗ и от ООО «Слодыч» до регулируемого пешеходного перехода через проезжую часть ул. Радиальной на примыкании к кольцевой проезжей части узла Радиальная – Ваупшасова. Объект 8 (конфликтный) – регулируемый пешеходный переход через проезжую часть ул. Радиальной на примыкании к кольцевой проезжей части узла Радиальная – Ваупшасова.

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ

Исследования мгновенной скорости движения производились для каждого конфликтного или линейного объекта методом «плавающего автомобиля» по методике БНТУ [1, 2]. Пример оформленных результатов приведен на рисунке 1 и в таблице 1.

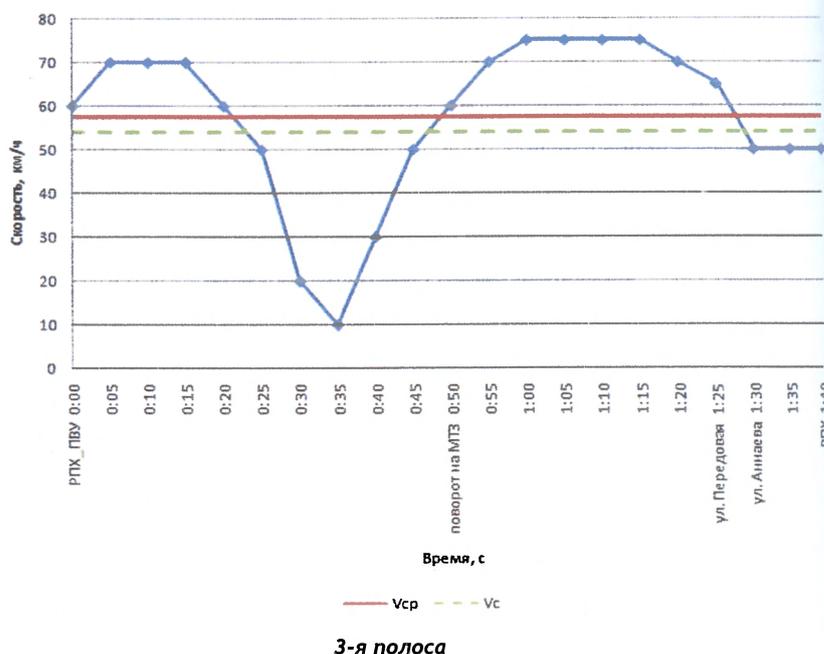


Рисунок 1 - Скорость движения транспортного потока в направлении от ул. Ваупшасова (Круглой площади) до площади Запорожской

В таблице 1 представлены результаты исследования скоростей движения транспортных потоков от ул. Ваупшасова (Круглой площади) до пл. Запорожской и в обратном направлении движения.

ется практически всеми водителями.

Необходимо отметить, что полученные результаты свидетельствуют о том, что более упорядоченным можно назвать движение, осуществляемое

Таблица 1 – Результаты исследования скоростей движения транспортных потоков

Показатели	Направление движения					
	от пл. Запорожская до Круглой площади			от Круглой площади до пл. Запорожская		
	1 полоса	2 полоса	3 полоса	1 полоса	2 полоса	3 полоса
S, км	1,5					
$V_{ср}$, км/ч	27,5	38,4	58,8	36,2	57,7	57,4
$V_{сг}$, км/ч	26,3	36	56,8	33,8	51,4	54,0
δ	0,05	0,07	0,04	0,07	0,12	0,06
d, с/(авт.·км)	76,9	40,0	3,4	46,5	10	6,7
σ	15,9	9,8	7,9	18,8	9,0	18,0
I	0,58	0,26	0,13	0,52	0,16	0,31

Видно, что скорость движения по первым полосам характеризуется более низкими значениями. Причиной этого являются маршрутные транспортные средства и их интенсивное движение по первой полосе (в т.ч. размещение заездных «карманов» ОП МТС).

Средние скорости движения в основном можно назвать близкими к максимально разрешенной – 60 км/ч. Нарушения ограничений скоростного режима носят массовый регулярный характер.

При этом, как показали исследования, ограничение скорости движения в 50 км/ч (при движении в сторону площади Запорожской) игнориру-

по третьей полосе в сторону Круглой площади со стороны площади Запорожской.

Из рисунков 2 и 3 следует, что наиболее «тяжелый» поток движется по первым двум полосам движения.

Трехполосная проезжая часть используется неравномерно. Первая полоса движения используется в меньшей степени, а третья полоса движения используется более равномерно.

Видно, что из-за наличия движения по первой полосе маршрутных транспортных средств, грузовых автомобилей данная полоса используется остальными участниками движения неохотно.

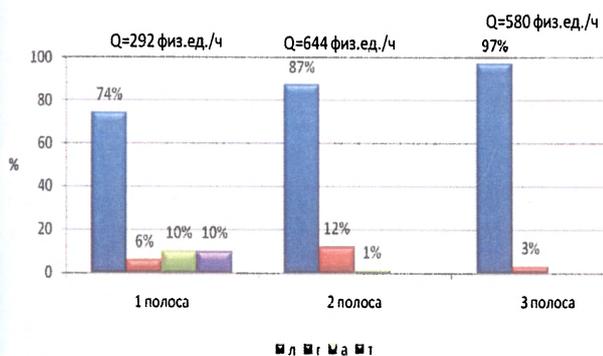


Рисунок 2 - Состав транспортного потока по полосам на входе А (от пл. Запорожской)

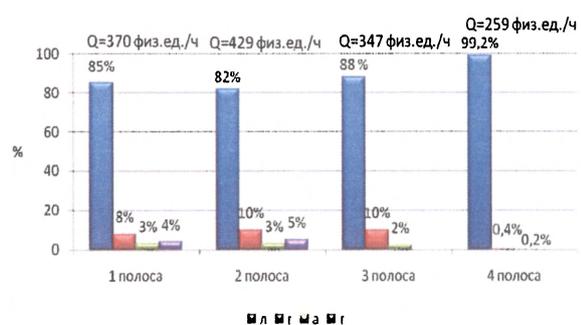


Рисунок 3 - Состав транспортного потока по полосам на входе С (к пл. Запорожской)

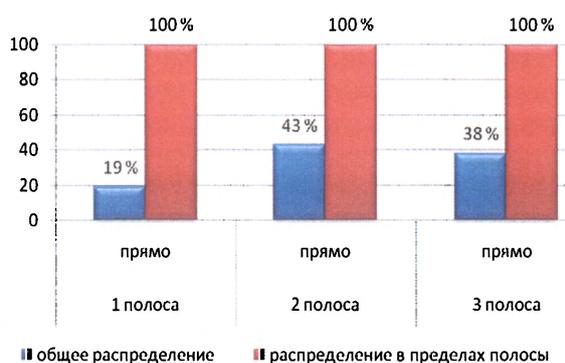


Рисунок 4 - Распределение интенсивности движения по полосам на входе А

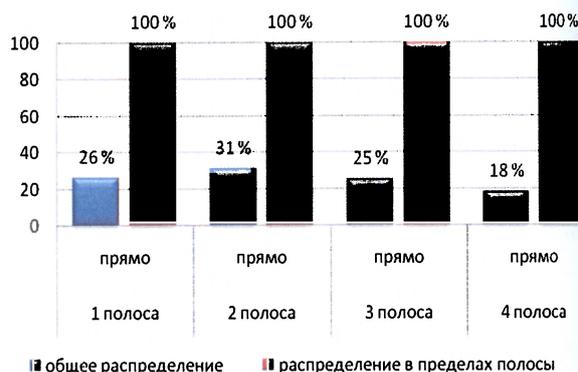


Рисунок 5 - Распределение интенсивности движения по полосам на входе С

По рисункам 4 и 5 также можно видеть, что остальные и легковые транспортные средства в большей степени располагаются на последних (на 3-й входа А и на 4-й входа С) полосах движения, что обуславливает более низкое распределение интенсивности движения на этих полосах.

Проводились исследования условий боковой обзорности в конфликте «транспорт - транспорт» и «транспорт - пешеход» на различных исследуемых объектах.

Например, как видно из рисунка 6, треугольник боковой видимости в конфликте «транспорт - пешеход» обеспечивается. При этом прозрачность внутри треугольника можно классифицировать как хорошую (имеются некоторые ограничения видимости из-за ствол деревьев, мачт освещения, стоек светофоров и дорожных знаков, но в целом они не мешают водителям на всем протяжении движения пешеходов к проезжей части наблюдать их и идентифицировать как приближающуюся опасность из-за вероятности выхода пешехода на пешеходный переход).

На каждом объекте выполнялись исследования очаговой аварийности [3]. Очаговая аварийность в

районе заезда на ООО «Слодыч» представлена на рисунке 7.

Наибольшей тяжестью последствий характеризуются наезды на пешеходов, совершенные как в зоне регулируемого пешеходного перехода (№30, 19, 33, 29, 1), так и в местах несанкционированного перехода (№25 и 14), поскольку от-

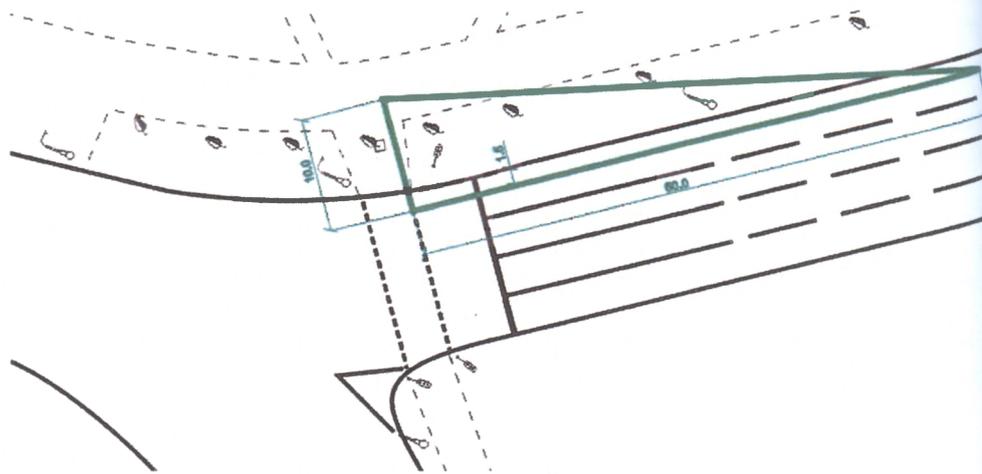


Рисунок 6 - Треугольник боковой видимости в конфликте «транспорт - пешеход» (вход С)

сутствуют ограничивающие такое перемещение ограждения. Большинство из наездов совершены в регулируемом режиме. Причиной таких аварий является то, что водители поздно замечают сигналы дублирующих светофоров, расположенных за пересекаемой проезжей частью, а также на выносных кронштейнах, располагаемых над первой полосой движения, что в условиях высокоинтенсивного движения грузового и маршрутного пас-

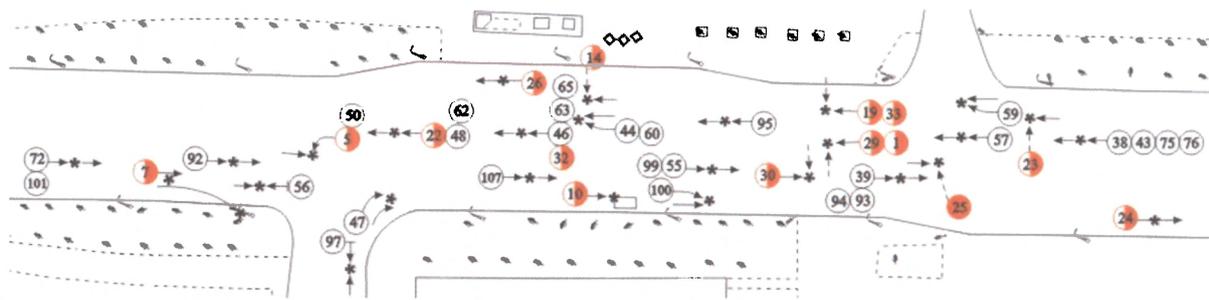


Рисунок 7 - Очаговый анализ аварийности в районе заезда на ООО «Слодыч»

сажирского транспорта делает данные дублиры невидимыми. Часть таких аварий совершена по вине пешеходов, которые начинают переход второй половины проезжей части. Отсутствие конструктивно выделенного островка безопасности не позволяет им безопасно остановиться, оценить обстановку и принять решение о дальнейшем продолжении движения либо его прекращении. Ведь именно отсутствие конструктивно выделенного островка безопасности подталкивает к окончанию перехода даже на запрещающий сигнал светофора, поскольку пешеход не чувствует себя защищенным и на островке безопасности, выделенном разметкой.

Часть аварий (№92, 7, 50, 72, 101, 46, 22, 48, 62 и т.д.) связаны с разрешением осуществления левого поворота в разрыве разметки 1.3 к МТЗ к месту таможенного оформления и имеющейся парковке возле МТЗ. Некоторые аварии вызваны тем, что водители левоповоротных транспортных средств не могут выбрать безопасный интервал в пересекаемом транзитном потоке для осуществления левого поворота (например, №50, 5). Часть аварий спровоцирована тем, что водитель лидирующего автомобиля осуществляет торможение перед левоповоротным автомобилем, а водитель сзади идущего, «ведомого», автомобиля не успевает предпринять уклончивые действия (например, №92, 72, 101 и др). Некоторые аварии вызваны тем, что водители транзитных автомобилей «утыкаются» в левоповоротный поток и вынуждены перестраиваться (№44, 60) либо

тормозить (№46, 48, 22, 62 и др.), что не является очевидным для водителей «ведомых» автомобилей, т.к. для них третья полоса на перегоне является высокоскоростной и предназначена для транзитного движения, тем более при движении «на подъем».

Ряд аварий совершается перед перекрестком (№43, 75, 76 и др.). Возможной причиной их возникновения также является недостаточная видимость сигналов светофоров (в основном дублеров), а также из-за внезапного выхода пешеходов на проезжую часть вне пешеходного перехода.

Из-за отсутствия отдельно выделенной левоповоротной полосы движения совершены такие аварии, как №99, 55, 100, 107 и др.

Были выявлены в процессе исследований некоторые недостатки.

С площадки МТЗ осуществляется совмещенный выезд и въезд (рис. 8). До обеда движение в 96 % осуществляют автопоезда. При этом заезд



Рисунок 8

осуществляется как маневром «поворот направо», так и поворотом налево (рис. 9). Таким образом, исключается заезд по одной полосе в транзитном движении в обе стороны.

Снижается скорость движения транзитных потоков из-за перестроений автомобилей, осуществляющих движение в транзитном направлении (рис. 10).

Нарушены пешеходные связи. При сходе пе-

тически на всех полосах движения (рис. 12).

Отсутствует конструктивно выделенный островок безопасности на пешеходном переходе (рис. 13). Это не позволяет организовать переход проезжей части в два этапа. На разделительной полосе отсутствуют дублеры.

Отсутствие островка безопасности провоцирует пешеходов на переход без остановки на середине проезжей части (рис. 14).



Рисунок 9



Рисунок 10

шеходов с путепровода отсутствует продолжение тротуара и они «упираются» сначала в выезд, а потом в стоянку напротив МТЗ.

В связи с вышесказанным, некоторые пешеходы идут вдоль бортового камня (рис. 11).

Имеется колейность на проезжей части, прак-

Светофоры на светофорном объекте лампового типа. В солнечные дни наблюдается фантом-эффект (рис. 15).

Отсутствует дорожная разметка пешеходного перехода через проезжую часть выезда к ООО «Слодыч».



Рисунок 11



Рисунок 12



Рисунок 13



Рисунок 15



Рисунок 14

Отсутствует таймер обратного отсчета времени для пешеходов.

По результатам экспериментальных исследований определена загрузка и пропускная способность объектов по исследуемому участку улицы Радиальной (рис. 16).

Видно, что наиболее загружены, как правило, вторая и третьи полосы движения, как в прямом, так и в обратном направлении.

На первой полосе уровень загрузки соответствует на всем протяжении улицы уровням свободного движения.

Для визуализации загрузки разработаны графики 17 и 18, на которых отображена загрузка по полосам движения по каждому линейному и конфликтному объекту, входящему в состав исследуемого участка улицы Радиальной.

Видно, что на всем протяжении улицы на каждом объекте наиболее загружена вторая полоса движения в обоих направлениях. Во многих случаях загрузка достигает своего предельного значения.

Из представленных рисунков можно сделать вывод, что значительное увеличение уровня загрузки отмечается в зонах конфликтного взаимодействия транспортных и пешеходных потоков – на конфликтных объектах (регулируемых и нерегу-

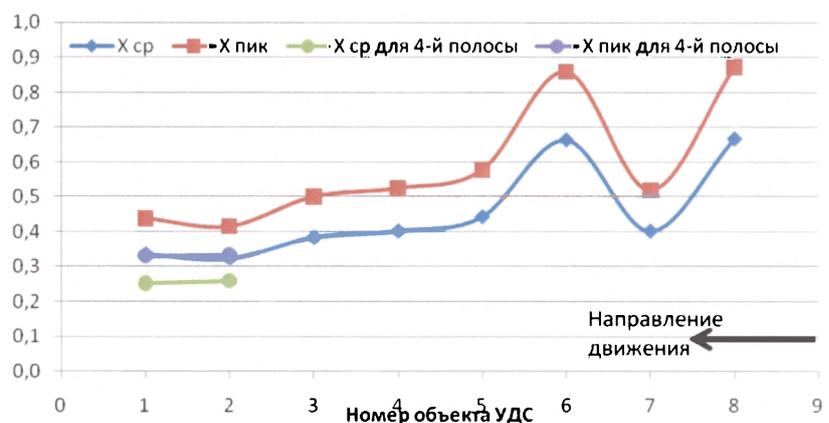


Рисунок 16 - Загрузка 3-й и 4-й полосой движением по всей протяженности улицы от Круглой площади до пл. Запорожская

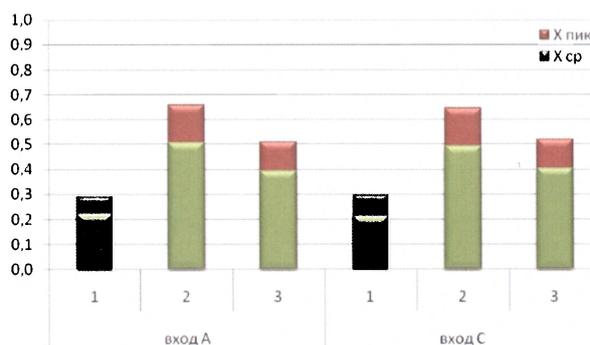


Рисунок 17 - Загрузка полос движением по входам на объекте №7

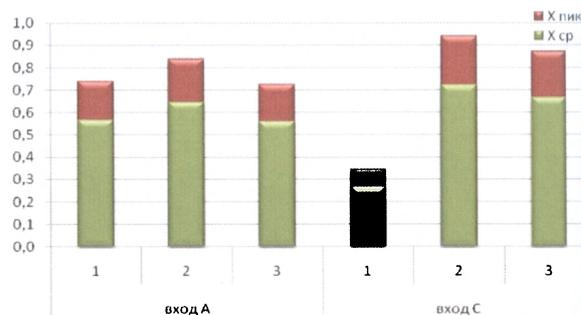


Рисунок 18 - Загрузка полос движением по входам на объекте №8

лируемых пешеходных переходах, перекрестках и примыканиях). При этом зоны повышенного уровня загрузки характеризуются более высоким уровнем аварийности (объекты №6, 8 и 3).

Также по результатам экспериментальных исследований определена пропускная способность объектов по исследуемому участку улицы Радиальной (рис. 19).

Наиболее низкая пропускная способность у конфликтных объектов №6, №8 и №3. Это ограничение пропускной способности связано с тем, что на данных конфликтных объектах идет взаимодействие транзитных транспортных потоков с пешеходными; наблюдается повышенное количество перестроений; исключаются из движения крайние полосы для осуществления левого поворота либо для остановки маршрутных транспортных средств в зоне остановочных пунктов и т.д.

терь на исследуемых объектах улицы.

На основании действующих ТНПА [4, 5, 6, 7] разработаны предложения с целью сокращения потерь в дорожном движении, для этого необхо-

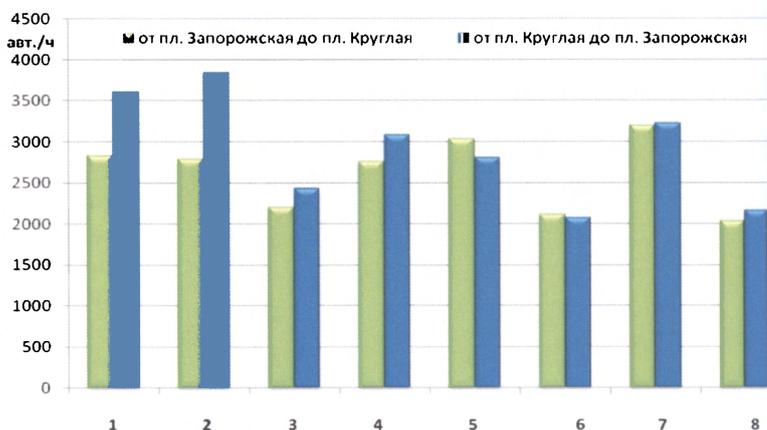


Рисунок 19 - Пропускная способность объектов, расположенных на всем протяжении исследуемого участка улицы Радиальной

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ СОКРАЩЕНИЮ

По проведенным исследованиям параметров транспортно-пешеходной нагрузки и условий движения выполнен экономический анализ потерь в дорожном движении, определены сравнительные показатели условий движения на объектах УДС ул. Радиальной, а также показатели аварийности на исследуемых объектах (таблица 2, рис. 20).

На рисунке 21 показаны результаты расчета по-

димо решить следующие основные задачи:

1. Устранение нерегулируемых конфликтов «транспорт – пешеход», отличающихся повышенной аварийностью и недопустимых на улице категории А6 в соответствии с СНБ 3.03.02 [4] и СТБ 1300 [7].
2. Устранение нерегулируемых левых поворотов с ул. Радиальной, освобождение левой (самой быстроходной) полосы от остановившихся транспортных средств, ожидающих возможности выполнить левый поворот (или разворот).
3. Минимизация числа нерегулируемых выездов на ул. Радиальную, ликвидация выездов с левыми поворотами в нерегулируемом режиме.

Таблица 2 – Относительные показатели аварийности на объектах УДС

Номер объекта УДС	Суточная интенсивность движения на объекте, тыс. авт./сут	Годовая интенсивность движения на объекте, млн авт./год	Относительная аварийность, аварий/(год · млн авт.)	
			Общее число	С пострадавшими
1	78,5	23,6	0,45	0,02
2	78,5	23,6	0,17	0
3	98,4	29,5	0,19	0,02
4	55,2	16,6	0	0
5	55,2	16,6	0,06	0
6	68,9	20,7	0,9	0,08
7	55,2	16,6	0,39	0,03
8	55,2	16,6	0,14	0,02

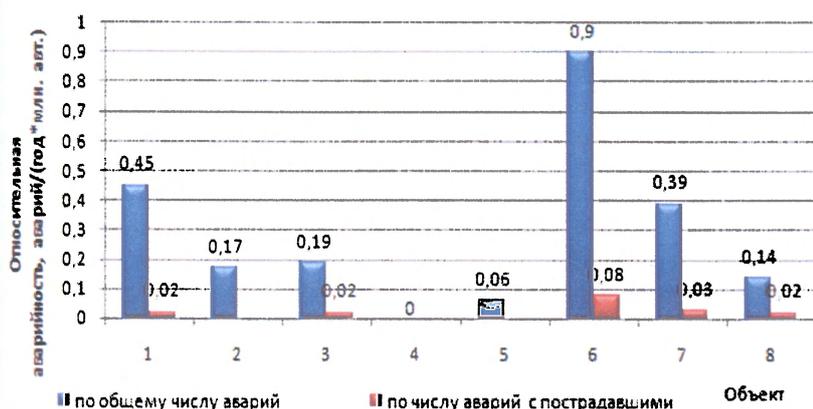


Рисунок 20 - Относительные показатели аварийности на объектах УДС ул. Радиальной

4. Минимизация помех, создаваемых маршрутными транспортными средствами основному потоку.

5. Улучшение информативности дорожных светофоров за счет размещения дублирующих светофоров в зоне наилучшей видимости и применения современных технических решений.

6. Улучшение условий движения пешеходов на регулируемых участках путем применения современных технических средств и корректировки режимов работы пешеходных светофоров (ТВП, светодиодных светофоров с таймером и т.д.).

7. Размещение регулируемых участков в местах, обеспечивающих возможность организации координированного регулирования на исследуемом участке ул. Радиальной.

8. Определение разрешенных направлений движения с каждой полосы в местах въездов на кольцевые узлы (на границах исследуемого участка).

9. Создание «безбарьерной» среды на пешеходных переходах, а также улучшение движения пешеходов по тротуарам и пешеходным дорожкам на подходах к пешеходным переходам и вне их. Организация велоси-

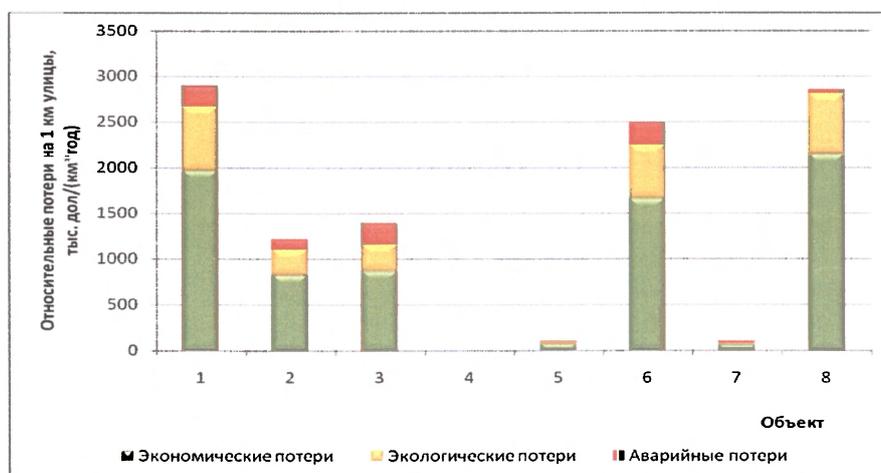


Рисунок 21 - Соотношение уровня опасности и потерь в дорожном движении на исследуемых объектах по протяженности улицы

педного движения.

Задача 1 решается путем ликвидации существующего нерегулируемого пешеходного перехода (вариант – введение на нем светофорного регулирования), а также устройства (восстановления) центральной разделительной полосы на участках, где она отсутствует, с установкой на разделительной полосе дорожных ограждений второй группы.

Задача 2 решается путем восстановления центральной разделительной полосы, конфигурация которой в зоне перекрестков позволяет устроить дополнительные полосы для левоповоротного движения, а также путем организации отнесенных левых поворотов в местах, где такой вариант возможен по планировочным условиям.

Задача 3 решается путем восстановления центральной разделительной полосы, разрывы в которой предусмотрены только на участках со светофорным регулированием, а также объединением нескольких выездов, расположенных на небольшом расстоянии, в один.

Задача 4 решается путем восстановления центральной разделительной полосы, разрывы в которой предусмотрены только на участках со светофорным регулированием, а также объединением нескольких выездов, расположенных на небольшом расстоянии, в один.

Задача 5 решается путем размещения дублирующих светофоров на восстановленных участках центральной разделительной полосы, а также применения на въездах в узлы кольцевого типа светофоров Т.1.п с многофункциональными дополнительными секциями и корректировкой направления стрелки в правых дополнительных секциях.

Задача 6 решается путем применения на пешеходных переходах светофоров П.2 (с индикаторами обратного отсчета времени) и корректировки режимов работы пешеходных светофоров для обеспечения переходного ин-

тервала для пешеходов в межфазном конфликте «пешеход - транспорт».

Задача 7 решается путем размещения регулируемых участков на расстояниях, позволяющих организовать согласованную работу соседних светофорных объектов.

Задача 8 решается путем установки дорожных знаков 5.8.1 и нанесения горизонтальной разметки 1.18 на подходах к узлам кольцевого типа (а не в зонах переплетения, как при существующей схеме ОДД).

Задача 9 решается путем устройства бордюров уменьшенной высоты на подходах к пешеходным переходам с тротуаров и островах безопасности, а также устройством околотротуарных парковок, которые освободят тротуары и пешеходные дорожки от припаркованных автомобилей.

Разработаны мероприятия по каждому из объектов УДС исследованного участка (несколько вариантов изменений). Необходимо отметить, что некоторые предложения являются общими для всех вариантов: например, устройство дорожки для велосипедистов на всем протяжении участка исследуемой улицы Радиальной, который соединяет пл. Запорожскую и Круглую пл., также возвышений на пешеходных переходах, снижающих скорость движения до 50 км/ч (рис. 22).

Также предлагается для улучшения условий заезда - выезда с парковочных мест устанавливать при устройстве разрывов между деревьями наклонный бортовой камень в соответствии с типом парковки (его углом) (рис. 23).

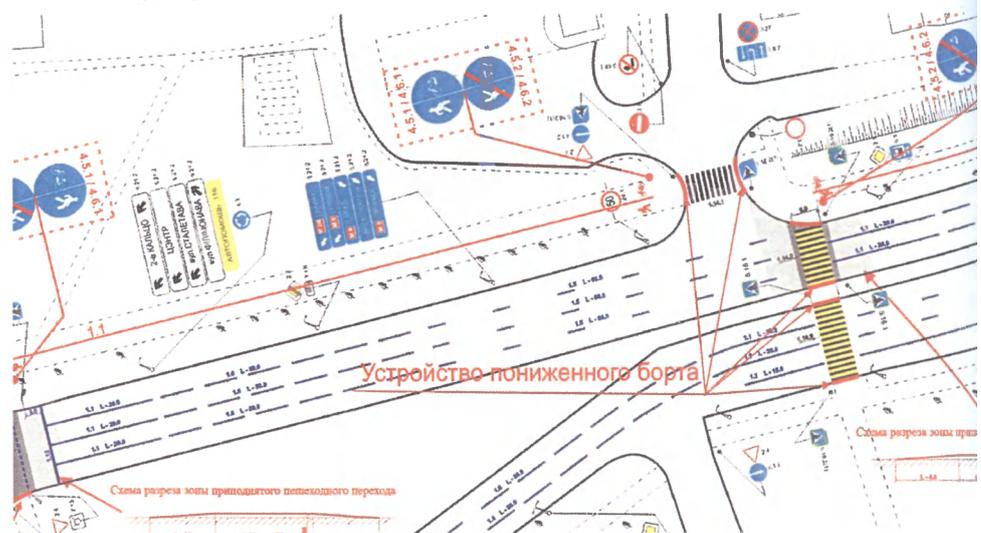


Рисунок 22 - Некоторые мероприятия по снижению скорости движения и организации велосипедного движения

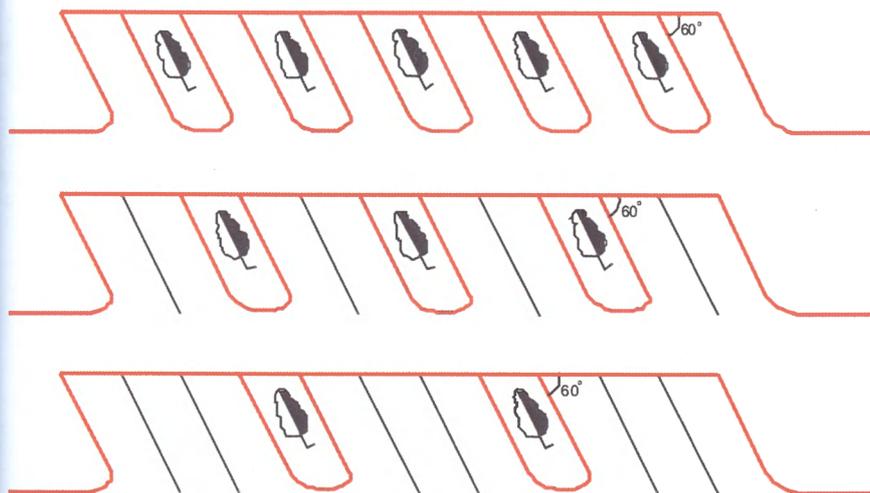


Рисунок 23 - Устройство парковочных мест в разрыве между деревьями под углом 60°

Необходимо отметить, что общим из предложений по всей магистрали является и введение координированного регулирования на данном участке улицы Радиальной, что еще более снизит потери в дорожном движении. Введение эффективного координированного движения возможно после внедрения разработанных предложений, поскольку все помехи транзитному движению будут максимально ликвидированы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований и на основании анализа существующих условий дорожного движения на участке ул. Радиальной от ул. Филимонова до ул. Ваупшасова установлено, что уровень суммарных потерь в дорожном движении на участке составляет около 1404,1 тыс. дол./год, в том числе потери от аварийности – 119 тыс. дол./год.

Все разработанные предложения выполнены на основе действующих ТНПА. По каждому варианту разработанных решений, которые снижают уровень аварийности и в целом издержки в процессе дорожного движения, осуществлен экономический анализ потерь.

Реализация разработанных мероприятий позволит снизить уровень потерь в дорожном движении на исследованном участке ул. Радиальной ориентировочно на 650 тыс. дол./год (в зависимости от варианта, выбранного для реализации.), в том числе потерь от аварийности на 71 тыс. дол./год с уменьшением числа аварий не менее чем на 25 %.

Литература

1. Врубель, Ю.А., Капский, Д.В., Кот, Е.Н. *Определение потерь в дорожном движении*. - Минск: БНТУ, 2006. – 252 с.
2. Врубель, Ю.А. *Организация дорожного движения, в 2-х частях*. - Минск: Фонд БДД, 1996. – 634 с.
3. Капский, Д.В. *Прогнозирование аварийности в дорожном движении*. - Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
4. *Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов: СНБ 3.03.02-97*.
5. *Знаки дорожные. Общие технические условия: СТБ 1140-99*.
6. *Разметка дорожная. Общие технические условия: СТБ 1231-2000*.
7. *Технические средства организации дорожного движения. Правила применения: СТБ 1300-2007*.