

УДК 656.13.05:656.13.08

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
НА МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЕ ОБЩЕГОРОДСКОГО ЗНАЧЕНИЯ**

*канд. техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ, В.Н. КУЗЬМЕНКО,  
А.В. КОРЖОВА, Е.Н. ГОРЕЛИК, А.С. ПОЛХОВСКАЯ  
(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Приводятся результаты исследований условий движения, транспортной и пешеходной нагрузки на примере магистральной улицы крупнейшего города. Выполнена оценка эффективности существующей организации движения. Разработаны мероприятия по её совершенствованию, а также мероприятия планировочного и организационно-технического характера для конфликтных и линейных объектов с наибольшим уровнем потерь. Рассмотрена основная задача – сокращение потерь в дорожном движении, решить которую возможно на основании проведенных исследований и разработанных предложений по совершенствованию организации дорожного движения.*

Дорожное движение содержит аварийную, экологическую, экономическую и социальную угрозы [1]. Ввиду этого любое проектное решение по организации дорожного движения должно обеспечивать организованное безопасное и комфортное движение автомобилей, пешеходов и велосипедистов [2]. При этом любое решение по организации дорожного движения (будь то планировочное, организационное или управленческое) должно быть оценено с точки зрения его эффективности [3]. Учеными Белорусского национального технического университета предложено оценивать эффективность дорожного движения по величине потерь – экономических, экологических и аварийных [4].

Для апробации соответствующих методик по заказу ГУВД Мингорисполкома выполнены научно-исследовательские работы по совершенствованию организации дорожного движения на улице Клары Цеткин в г. Минске, которая расположена в западном секторе центральной зоны города и относится к категории магистральных улиц общегородского значения (категория А).

В настоящее время в связи с незавершенностью 1-го городского транспортного кольца улица К. Цеткин выполняет функции западного участка этой кольцевой магистрали и соединяет улицы Тимирязева и Бобруйскую, пересекает магистральные улицы юго-западного (ул. Московская, пр-т Дзержинского) и западного (ул. Кальварийская) радиальных направлений и обеспечивает транспортные связи между ними.

Улица К. Цеткин проложена в зоне административно-производственной застройки с элементами складской и парковой зон, что определяет состав движущихся транспортных потоков с высокой долей маршрутных транспортных средств и грузовых автомобилей (в том числе специальной техники). По параметрам поперечного профиля относится к категории А6; ширина проезжей части составляет 24 м; конструктивно выделенная разделительная полоса отсутствует (разобрана в 80-е годы XX века). На подходе к площади Богушевича направляющий островок выделен дорожной разметкой. На перекрестке улиц Цеткин и Либкнехта устроен конструктивный выделенный островок безопасности на пешеходном переходе через первую из них. По особенностям условий дорожного движения и схемы его организации исследованный участок ул. К. Цеткин был разделен на 12 типовых мини-участков (линейных и конфликтных объектов улично-дорожной сети (УДС)):

- объект 1 – регулируемый пешеходный переход через проезжую часть улицы К. Цеткин на примыкании к кольцевой проезжей части площади Богушевича;
- объект 2 – перегон от регулируемого пешеходного перехода на площади Богушевича до регулируемого Т-образного перекрестка с улицей К. Либкнехта;
- объект 3 – регулируемый Т-образный перекресток с улицей К. Либкнехта;
- объект 4 – перегон от регулируемого перекрестка с улицей К. Либкнехта до регулируемого пешеходного перехода возле дома № 18 (ОАО «ГАЛАНТЭЯ»);
- объект 5 – регулируемый пешеходный переход возле дома № 18;
- объект 6 – перегон от регулируемого пешеходного перехода у дома № 18 до нерегулируемого пешеходного перехода возле дома № 49 (УП «Горремавтодор»);
- объект 7 – нерегулируемый пешеходный переход возле дома № 49;
- объект 8 – перегон от нерегулируемого пешеходного перехода возле дома № 49 до перекрестка с выездом с площадки коммунальной техники (базы УП «Горремавтодор»);
- объект 9 – нерегулируемый Т-образный перекресток с выездом с площадки коммунальной техники;
- объект 10 – перегон от перекрестка с выездом с площадки коммунальной техники до перекрестка с улицей Короля;
- объект 11 – нерегулируемый Т-образный перекресток с улицей Короля и нерегулируемый пешеходный переход;
- объект 12 – перегон от перекрестка с улицей Короля до перекрестка с улицей Кальварийской.

По методике БНТУ [5] выполнены исследования условий движения и характеристик транспортно-пешеходных потоков; по другой методике [6] выполнены исследования и прогнозирование аварийности. Аудит безопасности реализован с учетом [7; 8]. Анализ аварийности выполнен по данным, предоставленным УГАИ ГУВД Мингорисполкома (сведения о ДТП с пострадавшими) и ОГАИ Московского РУВД (ДТП с материальным ущербом).

На рисунке 1 представлены данные об аварийности на исследуемом участке улицы К. Цеткин за 6 лет. Видно, что уровень аварий с материальным ущербом на протяжении трех лет практически устойчивый, а последние два года, особенно в 2007 году, на исследуемом участке данные об авариях с материальным ущербом резко сокращаются (примерно в четыре раза). При этом доля аварий с материальным ущербом составляет около 90 % от общего числа аварий, за исключением 2007 года. Необходимо отметить, что тяжесть последствий на протяжении с 2004 по 2006 год в основном идентична, 6 – 7 пострадавших в год. Распределение аварий по месяцам года приведено на рисунке 2.

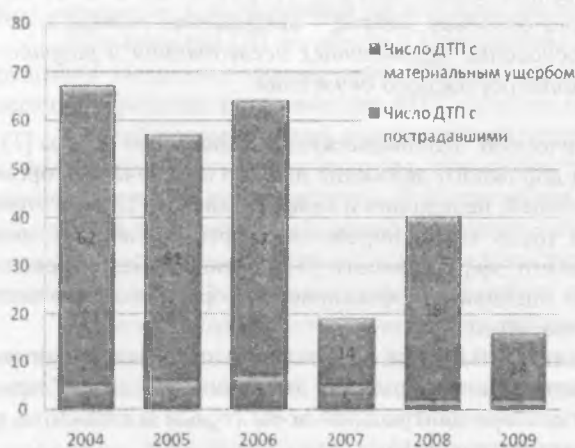


Рис. 1. Распределение аварий по годам

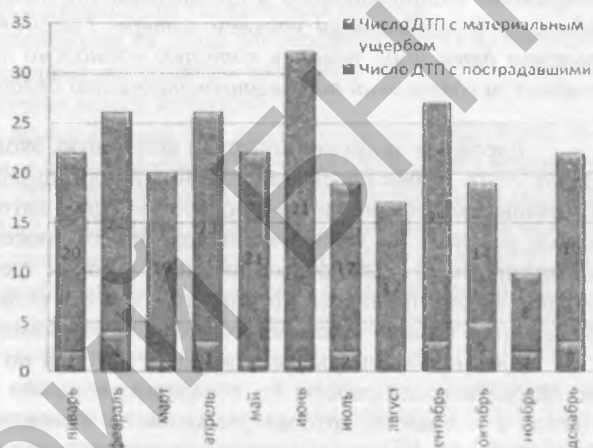


Рис. 2. Распределение аварий по месяцам года

Диаграмма 2 показывает, что наибольшее количество аварий с материальным ущербом регистрируется в июне, а минимальное – в ноябре. Между тем самым «нетяжелым» месяцем можно назвать август – авария с пострадавшими не происходит. В холодный период года – с сентября по февраль – наблюдается устойчивый уровень аварий с пострадавшими, пик аварийности которых приходится на октябрь. В осенний период наблюдаются наиболее тяжелые аварии. В теплый период года тяжесть аварий несколько снижается. Наиболее аварийный день недели – пятница. Снижение аварийности наблюдается в выходные дни.

Около 70 % аварий составляют столкновения с ударом сзади, которые в основном относятся к категории неотчетных (рис. 3). Примерно 90 % аварий на исследуемом участке регистрируется с материальным ущербом. Однако около 10 % составляют аварии с погибшими и ранеными, в которые входят наезды на пешеходов (8 %), и тяжесть таких аварий уже неоспорима, поскольку в этих происшествиях участвуют малозащищенные участники дорожного движения – пешеходы.

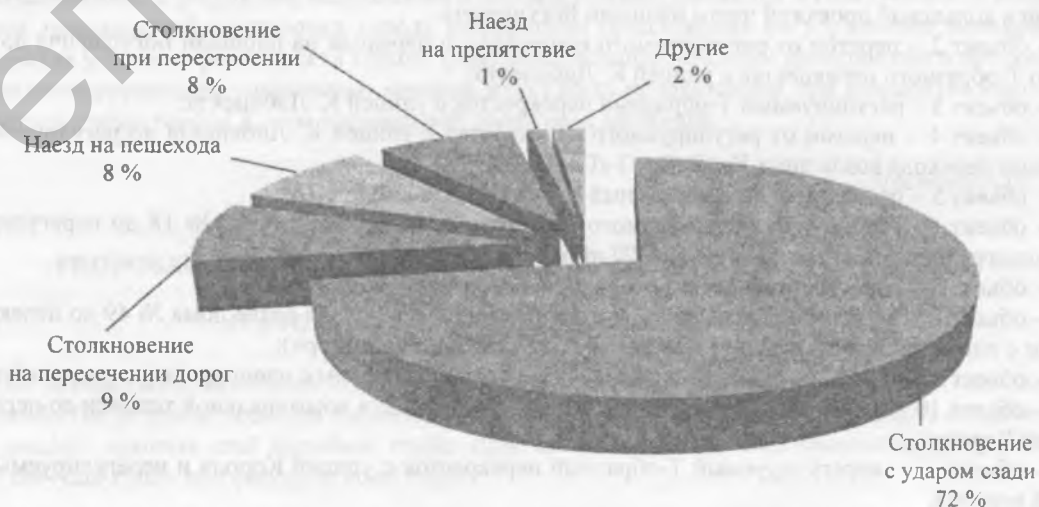


Рис. 3. Распределение аварий по видам ДТП

На рисунке 4 представлен график измерения скорости движения по полосам при движении транспортного потока от площади Богусевича до улицы Кальварийской.

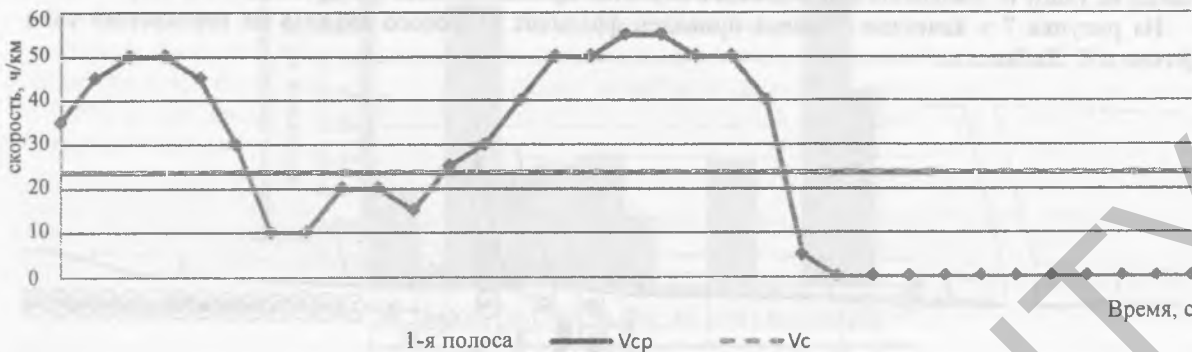


Рис. 4. Графики измерения скорости движения транспортного потока в направлении от площади Богусевича до улицы Кальварийской

Установлено, что значительно выше скорости движения тех автомобилей, которые движутся по третьей полосе. На рисунке 5 показан фрагмент результатов исследований направлений пешеходного движения (выполнены по объектам тяготения). Состав транспортного потока проиллюстрирован диаграммой (рис. 6).

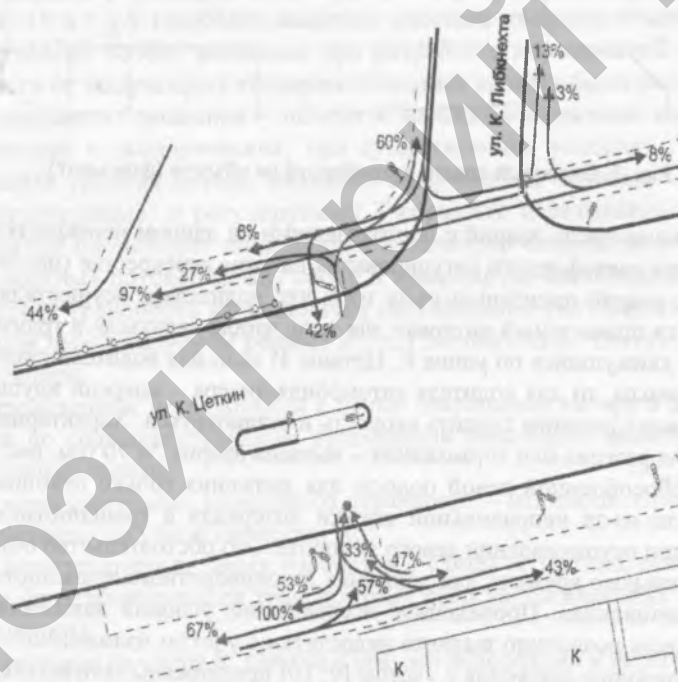


Рис. 5. Распределение пешеходного движения по направлениям (для объекта 3)

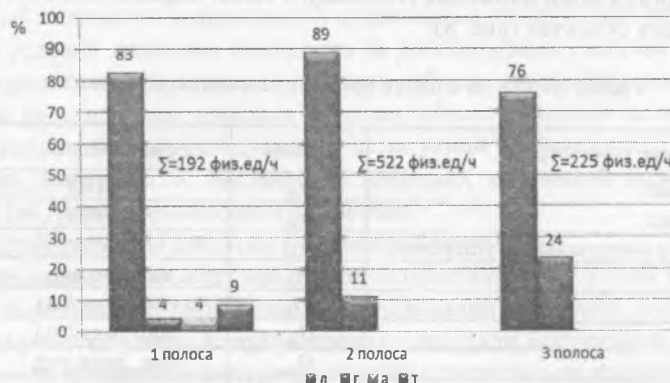


Рис. 6. Диаграмма состава транспортного потока по полосам на входе А

НАУКОВАЯ БІБЛІОТЕКА  
Беларускага нацыянальнага  
тэхнічнага ўніверсітэта  
інв. №

Видно, что по третьей полосе движется также «тяжелый» поток. Это обуславливается тем, что многие грузовые автомобили (в том числе и автопоезда) осуществляют движение налево – левый поворот для заезда на улицу К. Либкнехта для подъезда к объектам промышленного назначения, а также прачечной.

На рисунке 7 в качестве примера приведен фрагмент очагового анализа на перекрестке улиц К. Цеткин и К. Либкнехта.

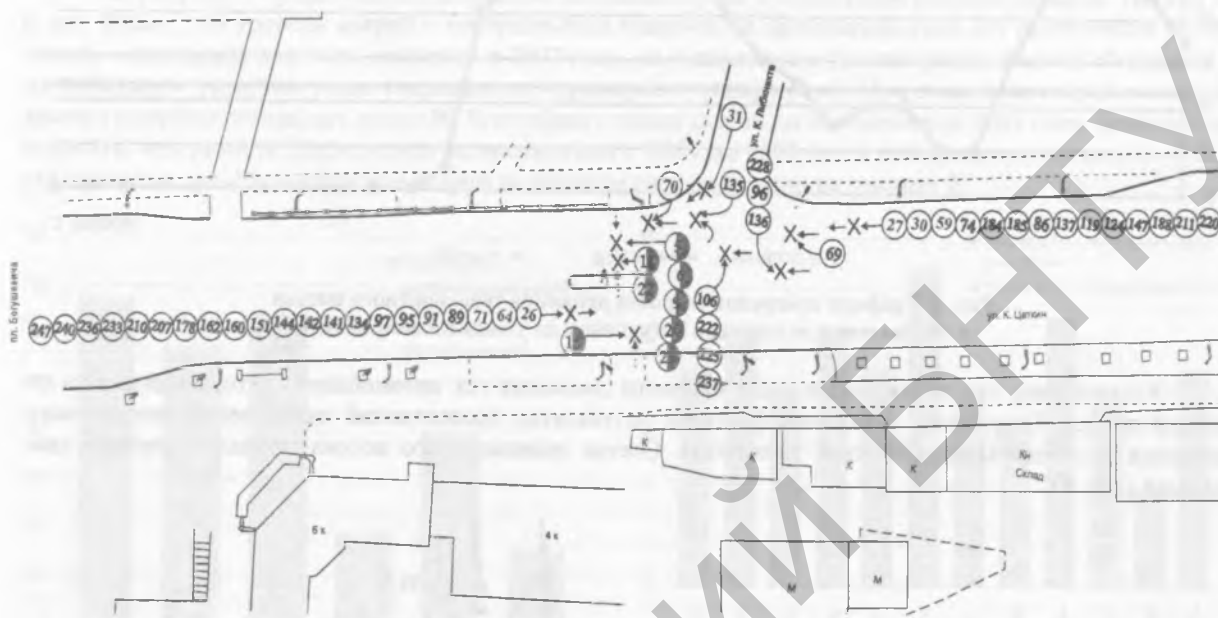


Рис. 7. Очаговый анализ аварийности на объекте (фрагмент)

Видно, что наибольшее число аварий с пострадавшими на данном перекрестке – наезды на пешеходов. Однако после введения светофорного регулирования на этом перекрестке (после 2007 года) таких аварий не наблюдалось. Ряд аварий произошли из-за того, что водителям, осуществляющим выезд с улицы К. Либкнехта, трудно найти приемлемый интервал для того, чтобы «влииться» в транзитный высокоскоростной транспортный поток, движущийся по улице К. Цеткин. И если для водителя сзади идущего автомобиля интервал кажется приемлемым, то для водителя автомобиля-лидера – впереди идущего – не приемлемым, вследствие чего он принимает решение снизить скорость и остановиться. Характерной причиной – отсутствием полосы движения для разгона или торможения – вызвана авария № 70 (см. рис. 7). Часть аварий инициирована отсутствием обособленной левой полосы для движения только левоповоротного транспорта. Другие аварии произошли из-за неправильной оценки интервала в транспортном потоке транзитного встречного направления при осуществлении левого поворота. Это обстоятельство обуславливает отсутствие в светофорном цикле отдельного времени для движения левоповоротного транспорта. Регулирование организовано методом «просачивания». Проведенное исследование условий движения и параметров транспортно-пешеходных потоков позволило выявить недостатки с учетом изложенного в [8]. По совершенствованию организации дорожного движения с учетом [9; 10] предложены соответствующие мероприятия.

По результатам экспериментальных исследований был проведен расчет потерь в дорожном движении при существующей организации движения (таблица), а также определены относительные показатели аварийности на исследуемых объектах (рис. 8).

Расчет потерь на объекте при существующих условиях

Наименование параметра		Индекс	Размерность	Значение
Среднегодовое число	погибших	$n_{ac}$	чел./год	–
	раненных	$n_{ap}$	чел./год	1,4
	аварий с материальным ущербом	$n_{am}$	ав./год	8,5
Удельная аварийность		$n_a$	ав./млн. авт.	0,88
Аварийные потери		$P_a$	тыс. долл./год	9,9
Экологические потери		$P_{экл}$	тыс. долл./год	46,5
Экономические потери		$P_{эки}$	тыс. долл./год	145,4
Суммарные потери		$P_{\Sigma}$	тыс. долл./год	201,8

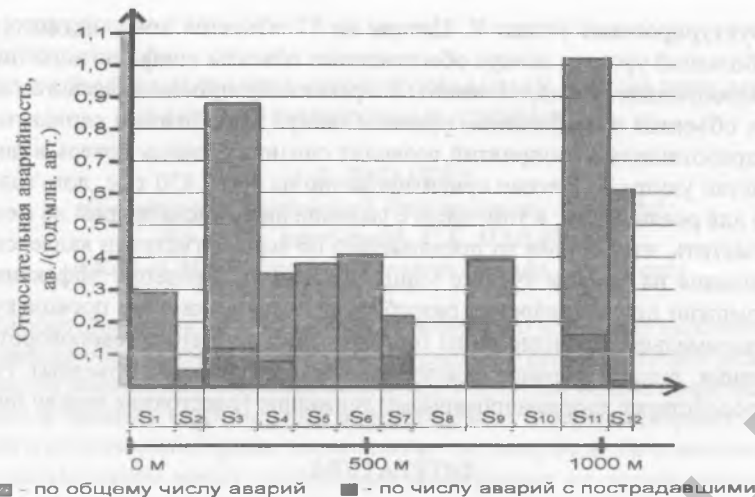


Рис. 8. Относительные показатели аварийности на объектах УДС ул. К. Цеткин

Из рисунка 8 видно, что наиболее опасные участки – конфликтные объекты (регулируемый Т-образный перекресток с регулируемым пешеходным переходом; объект № 7; нерегулируемый пешеходный переход с выездом; нерегулируемый Т-образный перекресток с нерегулируемым пешеходным переходом – объект № 11 и т.д.). Наиболее аварийно опасным является объект № 11. В связи с этим указанным объектам уделено особое внимание при разработке мероприятий по улучшению условий движения. В зависимости от полученных экспериментальных данных были рассчитаны экономические показатели качества дорожного движения – потери в дорожном движении на исследуемых объектах (аварийные, экономические и экологические) при существующих условиях. Участками, на которых наблюдается повышенный уровень потерь, являются конфликтные объекты – пешеходные переходы (регулируемые и нерегулируемые) и регулируемый Т-образный перекресток. Это связано с тем, что именно на таких объектах происходит повышенное количество остановок и троганий; конфликтное взаимодействие транспортных потоков между собой и транспортно-пешеходных потоков; наблюдается высокий уровень задержек транспорта из-за наличия светофорного регулирования или необходимости пропуска пешеходов при нерегулируемом режиме и т.д. Следовательно, растут и экономические, экологические и аварийные потери.

На основании проведенных исследований с целью сокращения потерь в дорожном движении разработаны предложения по совершенствованию организации дорожного движения, которые позволяют решить следующие основные задачи:

- 1) устранение нерегулируемых конфликтов «транспорт – пешеход», отличающихся повышенной аварийностью и недопустимых на улице категории А6;
- 2) устранение нерегулируемых левых поворотов с улицы К. Цеткин, освобождение левой (самой быстрой) полосы от остановившихся транспортных средств, ожидающих возможности выполнить левый поворот (или разворот);
- 3) ликвидация выездов на улицу К. Цеткин с левыми поворотами в нерегулируемом режиме;
- 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;
- 7) размещение регулируемых участков в местах, обеспечивающих возможность организации координированного регулирования на исследуемом участке улицы К. Цеткин;
- 8) определение разрешенных направлений движения из каждой полосы в местах въездов на площадь Богушевича (на границе исследуемого участка);
- 9) создание «безбарьерной» среды на пешеходных переходах;
- 10) организация парковочных мест вне основной проезжей части улицы К. Цеткин.

**Заключение.** В результате проведенных исследований и анализа существующих условий дорожного движения на участке улицы Клары Цеткин от площади Богушевича до улицы Кальварийской установлено, что уровень суммарных потерь в дорожном движении на исследуемом участке составляет около 920 000 долл./год, в том числе потери от аварийности – 85 700 дол./год.



Выполнено структурирование улицы К. Цеткин на 12 объектов конфликтного и линейного типа. Установлено, что наибольший уровень потерь обеспечивают объекты конфликтного типа № 3, 4, 7, 11.

Разработаны мероприятия планировочного и организационно-технического характера для конфликтных и линейных объектов с наибольшим уровнем потерь, предложены варианты возможных изменений. Реализация разработанных мероприятий позволит снизить уровень потерь в дорожном движении на исследованном участке улицы К. Цеткин ориентировочно на 400...450 тыс. дол./год (в зависимости от варианта, выбранного для реализации), в том числе с уменьшением числа аварий не менее, чем на 37 %.

Необходимо отметить, что общим из предложений по всей магистрали является введение координированного регулирования на данном участке улицы К. Цеткин. Введение эффективного координированного движения возможно после внедрения разработанных предложений, поскольку все помехи транзитному движению максимально ликвидированы (организовано движение левоповоротных потоков с отдельной полосы движения; ликвидированы нерегулируемые конфликтные объекты). Расположение регулируемых объектов способствует координированному движению (расстояние между ними 300...500 м).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 июня 2006 г., № 757 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 5/22459.
2. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования = Вулицы населеных пунктаў. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). – Введ. 17.12.10. – Минск: М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь. – 46 с.
3. Аксенов, В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения / В.А. Аксенов, Е.Л. Попова, О.А. Дивочкин. – М.: Транспорт, 1987. – 128 с.
4. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении: моногр. / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.
5. Врубель, Ю.А. Организация дорожного движения: в 2 ч. / Ю.А. Врубель. – Минск: Белорус. фонд безопасности дорожного движения, 1996. – Ч. 2. – 306 с.
6. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: моногр. / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
7. Капский, Д.В. Очаговый анализ аварийности – основа аудита безопасности дорожного движения / Д.В. Капский // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докл. девятой междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 23 – 24 сент. 2010 г. / СПбГАСУ. – СПб., 2010. – С. 498 – 503.
8. Капский, Д.В. Применение аудита безопасности дорожного движения на магистральных улицах городов / Д.В. Капский, Е.Н. Кот, С.В. Кабак // Автомобильные дороги и мосты. – 2010. – № 2(6). – С. 127 – 137.
9. Чикалина, С.Л. Методика выделения зон успокоения движения и мест размещения пешеходных зон в центральной части г. Иркутска / С.Л. Чикалина // Вестн. ИрГТУ. – 2007. – № 2(30). – С. 11 – 13.
10. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфера. Выкіды забруджвальных рэчываў і цяплічных газаў у атмасфернае паветра. Правілы разліку выкідаў механічнымі транспартнымі сродкамі ў населеных пунктах: ТКП 17.08-03-2006 (02120). – Введ. 28.06.06. – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экологія». – 18 с.

Поступила 20.01.2012

#### IMPROVEMENT OF ROAD TRAFFIC ON MAIN STREET OF CITY

**D. KAPSKY, V. KUZMENKO, A. KORZHOVA, E. GORELICK, A. POLKHOVSKY**

*The results of the investigation of operating conditions and transport and pedestrian load on the example of the main street of the largest city are shown. The effectiveness of the existing traffic organization is estimated and measures for perfection of the traffic organization as well as measures of planning, organizational and technical character for conflict and linear objects with the highest degree of losses are worked out. Primary tasks are considered: loss reduction in traffic, to solve which is possible in virtue of carried out investigation and worked out proposals for the traffic management perfection.*