

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ЗОНЕ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА В г. МИНСКЕ

TRAFFIC SAFETY AUDIT IN THE ZONE UNREGULATED PEDESTRIAN CROSSING IN MINSK

В. Н. Кузьменко,
заведующий НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

Д. В. Мозалевский,
старший научный сотрудник
НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

А. В. Коржова,
научный сотрудник НИЦ ДД филиала
БНТУ «Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

А. С. Красильникова,
младший научный сотрудник
НИЦ ДД филиала БНТУ «Научно-
исследовательская часть» Белорусского
национального технического университета,
г. Минск, Беларусь

Н. С. Муравьева,
инженер НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

Н. В. Артюшевская,
инженер НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

Е. Н. Горелик,
инженер НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

И. К. Гамульский,
инженер НИЦ ДД филиала БНТУ
«Научно-исследовательская часть»
Белорусского национального технического
университета, г. Минск, Беларусь

П. А. Пегин,
доктор технических наук, доцент
Санкт-Петербургского государственного
архитектурно-строительного университета,
г. Санкт-Петербург, Россия

В дорожное движение в той или иной роли вовлечено практически все население нашей республики. Качество дорожного движения или его отдельных элементов можно количественно оценить по величине потерь, под которыми понимают социально-экономическую стоимость необязательных издержек в процессе движения. Поэтому любое решение по организации дорожного движения должно быть оценено и оптимизировано по критерию минимизации потерь на объекте (аварийных, экономических и экологических). В статье рассмотрены результаты исследований транспортно-пешеходных потоков и условий движения, а также аудита безопасности движения на примере транспортного объекта – нерегулируемого пешеходного перехода с участком улицы. Разработаны предложения по повышению качества дорожного движения на исследуемых участках улиц.

В филиале БНТУ «Научно-исследовательская часть» Научно-исследовательским центром дорожного движения разработана методика определения потерь в дорожном движении для конфликтных объектов – перекрестков и искусственных неровностей. Это сделало возможным сравнение двух альтернативных вариантов организации движения на таких объектах. В статье рассмотрен пример выбора и обоснования принимаемых решений для нерегулируемого пешеходного перехода, который расположен около нерегулируемого выезда с дворовой территории. На основании исследований разработаны мероприятия планировочного и организационно-технического характера, которые повышают безопасность движения, а также снижают экономические и экологические потери. В результате проведенных исследований и анализа существующих условий дорожного движения на нерегулируемом перекрестке выявлено, что уровень суммарных потерь в дорожном движении можно снизить при внедрении предлагаемых мероприятий. Реализация разработанных мероприятий позволит снизить уровень аварийных потерь на пешеходном переходе.

Ключевые слова: дорожное движение, организация дорожного движения, безопасность, аудит, исследования, условия движения, проектные решения, повышение безопасности дорожного движения, светофорное регулирование.

The traffic made transport services, which involves practice-cally, all road users and all the people of our country. The quality of the road or its individual properties can be quantified by the magnitude of losses, which refers to the socio-economic value of unnecessary costs in the process of movement. Therefore any decision on the organization of traffic should be evaluated and optimized on the criterion of minimizing the loss of (emergency, economic and environmental) in traffic. The article discusses the results of studies of transport and pedestrian traffic and traffic conditions and road safety audit as an example transport object - the unregulated pedestrian crossing with a portion of the street. Proposals to improve the quality of traffic on the streets of the test sites.

The branch of the BNTU «Research of the» Research Center of traffic developed methods of measuring the loss in traffic for the conflict objects – intersections and humps. This made it possible to compare the two alternative options for movement in the disputed objects. The article describes an example of choice and decision support for the unregulated pedestrian crossing, which is located near the exit of the unregulated yard area. Based on the research activities developed planning, organizational and technical nature that improve traffic safety and reduce the economic and environmental losses. The studies and analysis of the existing traffic conditions in the unregulated intersection revealed that the level of total losses in the traffic decline. The implementation of the developed measures will reduce accidental loss on a pedestrian crossing.

Keywords: road traffic, traffic management, security, audit, investigations, road traffic conditions, design solutions, improving road safety, traffic signalization.

ВВЕДЕНИЕ

Потери в дорожном движении, т. е. стоимость необязательных экономических, экологических и аварийных издержек в процессе движения достигают 6–6,5 млрд у. е./год. Поскольку в дорожном движении участвуют практически все граждане нашей страны, от качества этого важнейшего социально-производственного процесса зависит не только благосостояние каждого, но и государства в целом [1], [2], [3]. Доля потерь, вызванных нерациональной организацией дорожного движения, приближается к 50 %, при этом за городом она составляет 20 %–30 %, а в городе – около 90 %. Однако до настоящего времени роль организации дорожного движения сводится к установке дорожных знаков и нанесению дорожной разметки, что не соответствует современным реалиям, и поэтому государство несет огромные потери, сопоставимые с потерей 8 % ВВП [3], [4], [5]. Особенно большие потери (от 0,5 млн у. е./год на км) имеют место на нагруд-

женных улицах города, протяженность которых только в г. Минске достигает 100 км и продолжает расти. На стадии разработки проектных решений при разработке генеральных планов и планов детального проектирования отдельных районов застройки требуется первоначально учитывать требования организации дорожного движения, что будет способствовать устойчивому развитию транспортных систем города [3], [6–8]. Именно поэтому нужно любое решение по организации дорожного движения оптимизировать [9], [10]. Необходимо при разработке организации дорожного движения предусматривать работы по оценке качества дорожного движения и разрабатывать соответствующие проектные рекомендации [11], [12].

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

Аудит безопасности дорожного движения является предпроектной стадией, в которой на основании научных исследований разрабатываются и обосновываются отдельные мероприятия или комплекс мероприятий по повышению безопасности и качества дорожного движения в целом. Таким образом, целью исследований было проведение аудита безопасности дорожного движения на участках магистральных улиц города Минска, рекомендованных УГАИ ГУВД Мингорисполкома.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нерегулируемый пешеходный переход через ул. Жиновича возле д. 15 находится в микрорайоне Домбровка во Фрунзенском районе г. Минска. Улица Жиновича является магистральной улицей районного значения (категория Б4 по [12]).

Исследуемый нерегулируемый пешеходный переход (рис. 1) расположен около нерегулируемого проезда с дворовой территории. Ширина проезжей части ул. Жиновича (вход А и вход С) составляет 14,5 м – по 2 полосы для движения в каждом направлении. Ширина полосы – 3,6 м. Встречные потоки отделены друг от друга разметкой 1.3. Островки безопасности отсутствуют.

На ул. Жиновича на подходах к нерегулируемому пешеходному переходу с обеих сторон установлены искусственные неровности (на половину проезжей части), обозначенные разметкой 1.25 и 1.26. Пешеходный переход обозначен разметкой 1.14.2 и знаками 5.16.2(1). Ширина пешеходного перехода – 5 м.

Тротуары отделены от проезжей части газоном. Состояние тротуаров и проезжей части хорошее.

Движение пешеходов и велосипедистов осуществляется совместно по тротуарам без разделе-

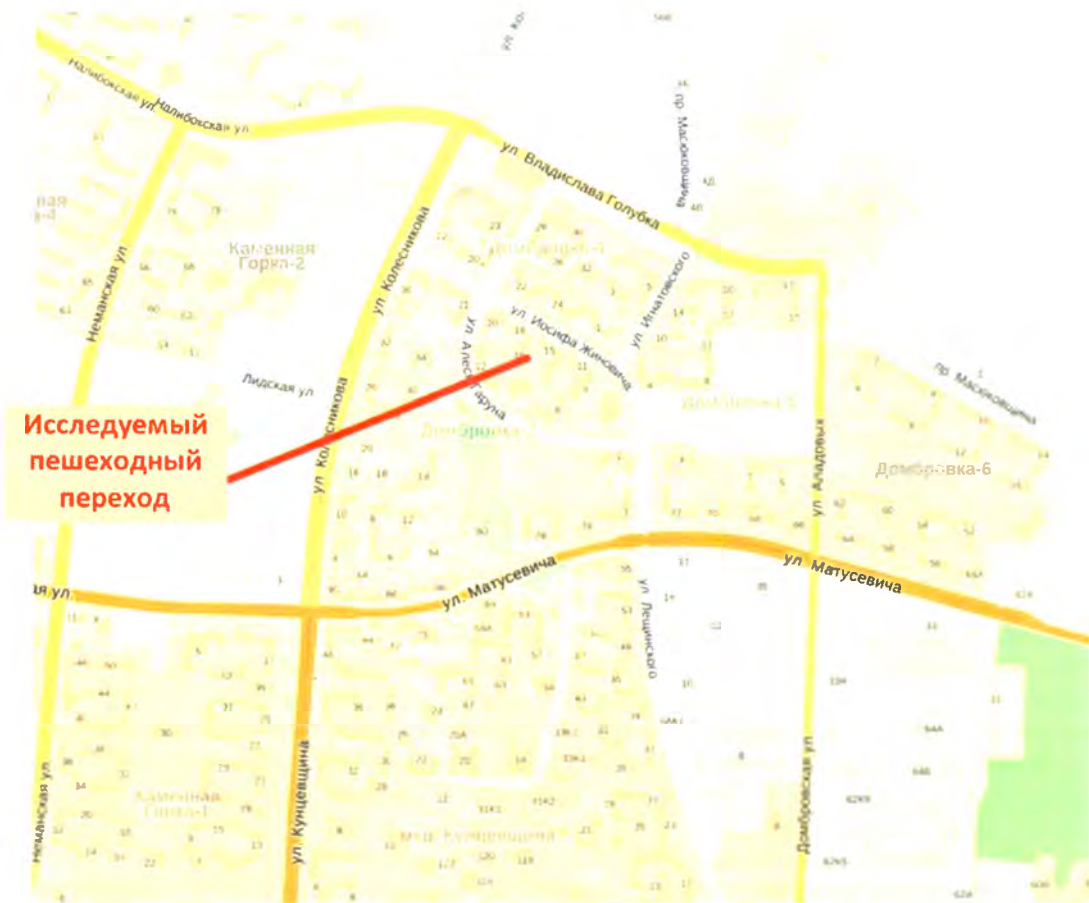


Рисунок 1 – Исследуемый участок зоны приближения к пешеходному переходу на ул. Жиновича, 15

ния на зоны для движения. Разметка, разделяющая пешеходные и велосипедные потоки, а также знаки 4.5.1 «Велосипедная дорожка», 4.6.1 «Пешеходная дорожка» отсутствуют, что приводит к дискомфорту совместного движения пешеходов и велосипедистов.

Исследуемый пешеходный переход находится между зонами жилой застройки. В радиусе 150–200 м от перехода расположено несколько остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта (А. Гаруна, Игнатовского). Остановочные пункты расположены в карманах открытого и закрытого типа.

Через исследуемый участок проходят следующие маршруты пассажирского транспорта: автобусы № 41, 101, 121, 149; маршрутное такси № 1259.

Основные пешеходные потоки формируются близлежащей жилой застройкой, остановочными пунктами, социальными объектами (детские дошкольные учреждения, средняя школа), объектами обслуживания населения (парикмахерские, магазины и др.).

Проведены экспериментальные исследования, которые включали в себя измерение интенсивности движения транспорта и пешеходов на существующем нерегулируемом перекрестке в районе

пешеходного перехода через ул. Жиновича, изучение объектов тяготения пешеходного движения и распределение его по направлениям, а также исследование мест расположения близлежащих остановочных пунктов, стоянок транспорта, пешеходных тротуаров и условий видимости.

Интенсивность и состав транспортных потоков определялись путем натурного эксперимента по методике Белорусского национального технического университета в рабочие дни недели. Объектом исследования являлся нерегулируемый перекресток в районе пешеходного перехода через ул. Жиновича, 15.

Измерения разделялись на отдельные независимые замеры по входам и по направлениям. Каждому входу на пересечении присваивался индекс по часовой стрелке (А, В, С, D). Входы главной дороги обозначались как А и С. Для одного из входов указывался ориентир: вход А – от ул. Колосникова.

Длительность одного замера, как правило, составляла не менее 15 минут. Замеры проводились с 8.00 до 20.00.

Замер – регистрация в заданном сечении автомобилей при помощи специальных символов за определенный промежуток времени. Состав транспортного потока был разбит на семь групп, кото-

рые были обозначены символами Л (мотоциклы, легковые автомобили), К (пассажирские микроавтобусы), Г (грузовые микроавтобусы, грузовые автомобили средней грузоподъемности), Р (грузовые автомобили большой грузоподъемности), О (маршрутные автобусы), А (немаршрутные автобусы) и С (сочлененные автобусы).

В программном комплексе «RTF-Road traffic flows» [11] затем были обработаны исходные данные, в результате чего получены картограммы интенсивности и неравномерности движения, диаграммы состава транспортного потока и таблицы других параметров. Измерения проводились в будние дни в марте 2015 года.

Результаты исследования транспортно-пешеходной нагрузки на исследуемом объекте представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

ул. Жиновича, д. 15 (А - со стороны ул. Колесникова)

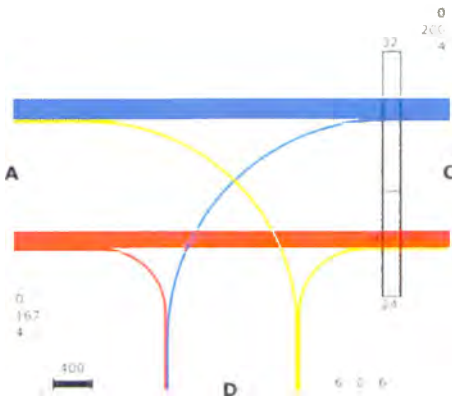


Рисунок 2 – Картограмма средней суммарной интенсивности движения (А – от ул. Колесникова)

Таблица 1 – Параметры транспортных потоков по входам/выходам

Обозначение параметра	Авх.	Свх.	Двх.	Авых.	Свых.	Двых.
Q	171	204	12	206	173	8
$Q_{пр}$	185	220	12	221	187	9
$K_{пн}$	1,09	1,08	1,02	1,08	1,09	1,02
$K_{пр}$	1,19	1,16	1,04	1,16	1,19	1,05
$K_{пз}$	1,49	1,45	1,02	1,45	1,48	1,04
Т-состав, %						
Л	84,2	87,7	100	87,9	84,4	100
К	4,1	2,5	0	2,4	4	0
Г	5,3	3,9	0	3,9	5,2	0

Окончание таблицы 1

Р	0	0	0	0	0	0
А	0	0	0	0	0	0
О	4,7	4,4	0	4,4	4,6	0
С	0,6	1	0	1	0,6	0
$Q_{пик}$	324	292	32	300	328	20

Примечание –

Q – интенсивность движения. физ. ед./ч;

$Q_{пр}$ – приведенная интенсивность движения, прив. ед./ч;

$K_{пн}$, $K_{пр}$, $K_{пз}$ – коэффициенты приведения состава транспортного потока (соответственно по динамическим характеристикам, по динамическому габариту и по величине экономических потерь);

$Q_{пик}$ – пиковая (максимальная) интенсивность движения, физ. ед./ч.

Были проведены исследования направлений пешеходного движения, обусловленные существующими объектами тяготения пешеходных потоков.

Главными причинами повышенной аварийности на нерегулируемых пешеходных переходах и перекрестках являются: недостаточная видимость, особенно боковая, недостаточная освещенность в темное время суток, недостаточное обустройство перекрестка и пешеходных переходов средствами организации дорожного движения, нечеткость приоритета и др.

На многополосной улице в зоне приближения к пешеходному переходу добавляется дополнительная опасность наезда на пешехода на второй полосе. Как показывают экспериментальные исследования, водитель автомобиля, видя движущегося по пешеходному переходу пешехода, начинает снижать скорость, справедливо полагая, что при такой скорости автомобиля пешеход успеет покинуть полосу движения. Но выйдя из полосы движения этого автомобиля, пешеход становится жертвой другого автомобиля, который не видел пешехода и двигался, не снижая скорость, полагая, что рядом движущийся автомобиль снизил скорость ввиду «пробок» и т. п.

Основными угрозами безопасности являются:

- наличие нерегулируемого пешеходного перехода в сочетании с неудовлетворительной боковой видимостью;
- отсутствие островка безопасности на существующем пешеходном переходе через ул. Жиновича;
- недостаточная видимость в темное время суток;
- превышение скоростных режимов;
- нарушение Правил дорожного движения участниками и их дивиантное поведение.

В соответствии с пунктом 10.4.1 (условие 5) СТБ 1300 [13], введение светофорного регулирования необходимо, если наземный пешеходный переход расположен в населенном пункте на участке магистральной улицы категорий А, Б, В с числом

полос движения транспортных средств в обоих направлениях 4 и более.

В связи со строительством проектируемого объекта (магазин смешанной торговли) появится новая точка тяготения транспортного и пешеходного движения, что приведет к увеличению интенсивности движения на пешеходном переходе. Поэтому с учетом требований СТБ 1300 [13] и с целью повышения безопасности дорожного движения на исследуемом нерегулируемом пешеходном переходе необходимо ввести светофорное регулирование. Предлагаемым вариантом является введение светофорного регулирования с пешеходным вызывным устройством. Проектом предусматривается строительство конструктивно выделенного островка безопасности, а также выделение зоны (полосы) для движения велосипедистов через проезжую часть. На каждой полосе улицы на походе к перекрестку на расстоянии 30–50 м устанавливаются детекторы транспорта. Существующая искусственная неровность демонтируется.

При строительстве светофорного объекта необходимо предусмотреть понижение бортового камня в один уровень с проезжей частью в зоне выхода пешеходов с тротуара на проезжую часть для движения по пешеходному переходу. При устройстве пониженного борта перепад высот в местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью не допускается. Тротуар на подходе к пешеходному переходу должен быть выполнен из покрытия по материалу, фактуре, поверхности и цвету, контрастирующего с проезжей частью.

Было предложено несколько вариантов планировочных решений на исследуемом пешеходном переходе. Схема организации дорожного движения, согласованная ГАИ ГУВД Мингорисполкома, представлена на рисунке 3.

На основании схемы организации дорожного движения и исследуемой транспортно-пешеходной нагрузки разработаны схема пофазного движения и диаграмма переключения светофорной сигнализации. При разработке диаграммы светофорного регулирования рассчитаны продолжительность горения разрешающих и запрещающих сигналов, необходимое время горения зеленого сигнала для пешеходов, зависящее от ширины проезжей части, и переходные интервалы.

На светофорном объекте применена двухфазная схема регулирования. Минимальная продолжительность цикла регулирования в локальном режиме составляет 64 секунды. Первая фаза регулирования является основной. В этой фазе разрешено движение транспортных средств по ул. Жиновича. При поступлении сигнала от ТВП (табло вызова пешеходом) вызывается вторая фаза регулирования (порядок фаз 1-2-1). Вторая фаза включается только после отработки минимальной дли-

тельности первой фазы. Во второй фазе разрешено движение пешеходов и велосипедистов, движение транспорта запрещено.

Выполнение левых поворотов осуществляется в режиме просачивания. Переход пешеходами проезжей части ул. Жиновича осуществляется в один этап.

Движение пешеходов через проезд во двор и проектируемый проезд к магазину осуществляется в нерегулируемом режиме.

На основании разработанных схемы организации дорожного движения, диаграмм светофорного регулирования, схемы пофазного движения была рассчитана прогнозируемая пропускная способность после внедрения предлагаемых мероприятий. Крайние правые полосы используются для парковки автомобилей, поэтому движение по ним в прямом направлении не осуществляется.

Предполагается, что пропускная способность входа А и входа С составит около 880 авт./ч (на каждом входе).

Значение пропускной способности может изменяться в зависимости от режима регулирования (жесткое или адаптивное), диаграммы светофорного регулирования, наличия припаркованных автомобилей на проезжей части и интенсивности пешеходного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнены экспериментальные исследования транспортно-пешеходной нагрузки и условий движения на пешеходном переходе на ул. Жиновича, д. 15, около проектируемого административного здания. В результате исследований получены значения средней интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков, установлены графики распределения интенсивности движения по времени суток на исследуемом объекте, а также определены параметры состава транспортных потоков (по входам направлений), исследовано распределение пешеходных потоков по направлениям. Проведен анализ существующих условий движения на указанном пешеходном переходе.

В проекте разработана технология управления с учетом системного подхода к процессу управления дорожным движением на основании проведенных исследований проектируемого светофорного объекта. При разработке технологии управления предусмотрена установка табло вызова пешеходом. Светофорный объект работает в круглосуточном режиме, применено локальное гибкое регулирование (вызывное) с вызовом от пешехода (а при необходимости – и диспетчера) с оптимизацией вызовов. Выполнен анализ соответствия показателей дорожного движения и экономического анализа затрат и выгод и управляющих воздействий при управлении дорожным движением. Критерии

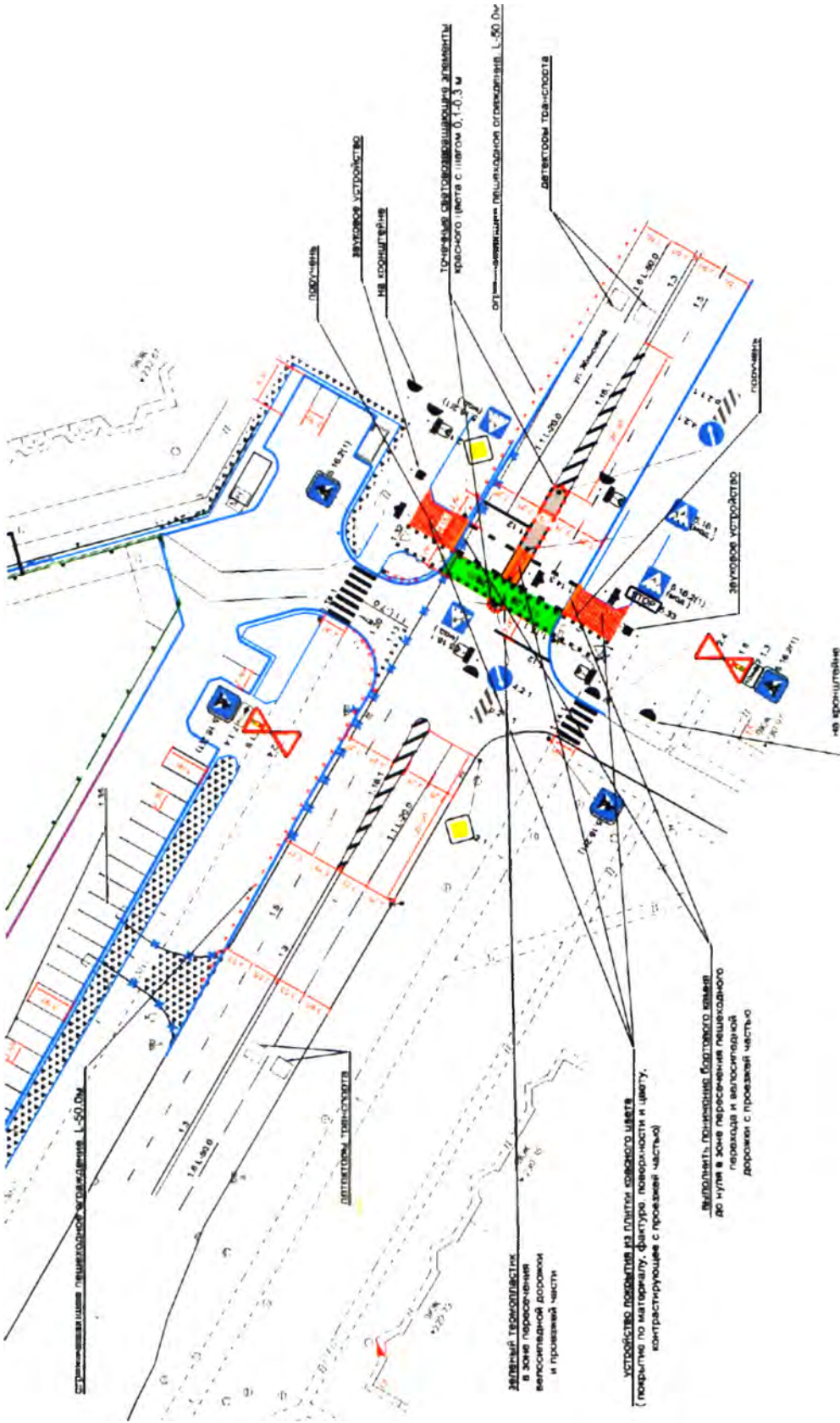


Рисунок 3 – Согласованная схема организации дорожного движения на исследуемом объекте (ул. Жиновича, 15)

эффективности показателей дорожного движения на объекте соответствуют требуемому уровню управления в соответствии с техническими

условиями УГАИ ГУВД Мингорисполкома. Параметры дорожного движения для уровня обслуживания С соответствуют характеристикам уровня управления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Врубель, Ю. А. Водителю о дорожном движении : пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – 3-е изд., дораб. – Минск : БНТУ, 2010. – 139 с.
2. Капский, Д. В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении : монография / Д. В. Капский. – Минск : БНТУ, 2008. – 243 с.
3. Капский, Д. В. Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности : в 2-х т. – Минск, 2013. – Т. 1. – 282 с.
4. Постановление расширенного заседания коллегии Министерства транспорта РФ от 24.10.2012 № 3.
5. Врубель, Ю. А. Опасности в дорожном движении : монография / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – М. : Новое знание, 2013. – 244 с.
6. Ваксман, С. А. Моделирование ДТП – градостроительный аспект / С. А. Ваксман, Л. И. Свердлин // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сборник докладов шестой Международной конференции / СПбГАСУ. – СПб., 2004. – С. 305–307.
7. Трофименко, Ю. В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов : монография / Ю. В. Трофименко, М. Р. Якимов. – М. : Логос, 2013. – 464 с.
8. Ваксман, С. А. Принципы разработки и содержание КСОД столичного города (на примере Минска) / С. А. Ваксман, Ф. Г. Глик, Д. В. Капский // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Седьмой международной научно-технической конференции : в 3 т. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 267–268.
9. Транспорт в планировке городов : пособие для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Д. В. Капский, А. В. Коржова, С. В. Скирковский. – Минск : БНТУ, 2015. – 144 с.
10. Врубель, Ю. А. Определение потерь в дорожном движении : монография / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск : БНТУ, 2006. – 240 с.
11. Свидетельство от 17.09.2010 № 222 о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д. В. Капский, Д. В. Мозалевский, М. К. Мирошник, А. В. Коржова; В. Н. Кузьменко, А. С. Полховская; Е. Н. Костюкович.
12. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Введ. 01.07.2011. – Минск, 2011. – 46 с.
13. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения : СТБ 1300-2014.

SPISOK ISPOL'ZOVANNOJ LITERATURY

1. Vrubel', Yu. A. Voditel'yu o dorozhnom dvizhenii : posobie dlja slushatelej uchebnogo centra podgotovki, povysheniya kvalifikacii i perepodgotovki kadrov avtotraktornogo fakul'teta / Yu. A. Vrubel', D. V. Kapsky. – 3-e izd. dorab. – Minsk : BNTU, 2010. – 139 s.
2. Kapsky, D. V. Prognozirovanie avarijnosti v dorozhnom dvizhenii : monographiya / D. V. Kapsky. – Minsk : BNTU, 2008. – 243 s.
3. Kapsky, D. V. Metodologiya povysheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v gorodskikh ochagakh avarijnosti : v 2-kh t. – Minsk, 2013. – T. 1. – 282 s.
4. Postanovlenie rasshirenogo zasedaniya kollegii Ministerstva transporta RF ot 24.10.2012 № 3.
5. Vrubel', Yu. A. Opasnosti v dorozhnom dvizhenii : monographiya / Yu. A. Vrubel', D. V. Kapsky. – M. : Novoe znanie, 2013. – 244 s.
6. Vaksman, S. A. Modelirovanie DTP – gradostroitel'nyj aspekt / S. A. Vaksman, L. I. Sverdlin // Organizaciya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v krupnykh gorodakh : sbornik dokladov shestoj Mezhdunarodnoj konferencii / SPbGASU. – SPb., 2004. – S. 305–307.
7. Trofimenko, Yu. V. Transportnoe planirovanie: formirovanie effektivnykh transportnykh sistem krupnykh gorodov : monographiya / Yu. V. Trofimenko, M. R. Yakimov. – M. : Logos, 2013. – 464 s.
8. Vaksman, S. A. Principy razrabotki i sodержanie KSOD stolichnogo goroda (na primere Minska) / S. A. Vaksman, F. G. Glik, D. V. Kapsky // Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike : materialy Sed'moj mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii : v 3 t. / Belorusskij nacional'nyj tekhnicheskij universitet. – Minsk, 2009. – T. 2. – S. 267–268.
9. Transport v planirovke goroda : posobie dlja studentov special'nosti 1-44 01 02 «Organizaciya dorozhnogo dvizheniya» / D. V. Kapsky, A. V. Korzhova, S. V. Skirkovsky. – Minsk : BNTU, 2015. – 144 s.
10. Vrubel', Yu. A. Opredelenie poter' v dorozhnom dvizhenii : monographiya / Yu. A. Vrubel', D. V. Kapsky, E. N. Kot. – Minsk : BNTU, 2006. – 240 s.
11. Svidetel'stvo ot 17.09.2010 No. 222 o registracii komp'yuternykh programm v Nacional'nom centre intellektual'noj sobstvennosti / D. V. Kapsky, D. V. Mozalevsky, M. K., Miroshnik, A. V. Korzhova, V. N. Kuz'menko, A. S. Polkhovskaya, E. N. Kostyukovich.
12. Ulicy naselennykh punktov. Stroitel'nye normy proektirovaniya : ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) / Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. – Vved. 01.07.2011. – Minsk, 2011. – 46 s.
13. Tekhnicheskie sredstva organizacii dorozhnogo dvizheniya. Pravila primeneniya : STB 1300-2014.

Статья поступила в редакцию 04.04.2018.