

УДК 656.13.05

**АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
НА МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЕ КРУПНОГО ГОРОДА***д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ**(Полоцкий государственный университет);**Д.В. МОЗОЛЕВСКИЙ, В.Н. КУЗЬМЕНКО, А.С. ПОЛХОВСКАЯ,**Н.В. АРТЮШЕВСКАЯ, Н.С. ЕРМАКОВА**(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Приведены результаты аудита организации дорожного движения на магистральной улице районного значения крупнейшего города, позволившего выявить недостатки и разработать соответствующие мероприятия по повышению безопасности дорожного движения. На основе проведенных исследований условий и характеристик дорожного движения выполнено обоснование проектных решений по повышению качества дорожного движения на улицах Минска. Приведены практические рекомендации по улучшению условий движения и повышению качества дорожного движения в целом на исследуемых объектах, прилегающих к зоне исследуемого участка улично-дорожной сети. Предложения повышают как безопасность пешеходов, так и транспортных потоков за счет выделения (специализации) полос движения для левоповоротных транспортных потоков, снижения числа невынужденных перестроений автомобилей, улучшения условий конфликтного взаимодействия левоповоротных автомобилей между собой, упорядочивания движения транспортных и пешеходных потоков, предоставления соответствующей своевременной информации водителям.*

**Введение.** Дорожное движение – сложный технико-социальный процесс, в котором участвует все население любой страны, и оно должно быть организовано таким образом, чтобы издержки движения были минимальны, а комфортность и безопасность участников движения – максимальны.

По заданию Управления ГАИ ГУВД Мингорисполкома для исследования была выбрана улица Захарова, на которой средняя скорость движения транспортного потока не превышает 36 км/ч и наблюдается повышенный уровень экологических и аварийных (аварии с пострадавшими) издержек. Чтобы снизить уровень суммарных потерь в дорожном движении и повысить его качество, научно-исследовательский центр дорожного движения (НИЦ ДД) БНТУ провел экспериментально-расчетные исследования и разработал проектные решения по совершенствованию организации дорожного движения на исследуемом участке улицы.

**Методология аудита.** Методологические принципы связаны с повышением качества дорожного движения (в первую очередь его безопасности) [1]: максимизация опасности при выборе объекта исследования; минимизация суммарных потерь при оценке качества и выборе решений; сбалансированный учет аварийных и экологических потерь при выборе решений в неясных ситуациях; минимизация суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе мероприятий; обязательная оперативная контрольная оценка аварийной эффективности в процессе внедрения мероприятий. Необходимые исходные данные можно разделить на четыре группы [2]: геометрические характеристики; светофорное регулирование и обустройство; дорожные условия; транспортно-пешеходная нагрузка (параметры распределения скоростей движения транспортных потоков на регулируемом перекрестке, необходимые для стандартных расчетов экологических потерь: математическое ожидание  $\bar{v}$ , м/с; среднее квадратическое отклонение  $\sigma_v$ , м/с; коэффициент вариации распределения скорости  $I_v$ ; среднее квадратическое отклонение распределения ускорений  $\sigma_a$ , м/с<sup>2</sup>; градиент скорости  $G_v$ , 1/с; коэффициент изменения расхода топлива от неравномерности скорости  $k_{прс} = 1 + 0,3(20G_v + I_v)$  – рекомендуется определять расчетным путем с учетом удельных остановок и задержек транспорта на всех трех стоп-линиях.

Методология очагового анализа аварийности включает следующие этапы:

- предварительное установление причин на основе анализа дислокации аварий с использованием разработанного перечня типовых причин и сопутствующих обстоятельств, относящихся в основном к организации движения;
- натурное обследование очага по разработанным инструкциям для всех типовых городских очагов аварийности с использованием специальных бланков аудита;
- заключительное установление причин аварий по результатам натурального обследования. В случае затруднений с установлением причин аварий проводится повторное натурное обследование с участием транспортников, психологов и других специалистов;
- предварительный выбор решений по повышению безопасности движения, исходя из условия превышения существующих суммарных потерь в очаге (выполняется с использованием разработанного специального перечня типовых решений, для каждого из которых указана предварительная аварийная, экологическая и экономическая эффективность).

### Основная часть

**Краткая характеристика объекта исследований.** Улица Захарова является магистральной улицей районного значения (категория Б по [2]). На улице Захарова расположены: районы жилой застройки; учреждения образования (УО «Минский государственный лингвистический университет», УО «Минский государственный архитектурно-строительный колледж»); социально-бытовые объекты (Посольство Германии, магазины, кафе и др.). Улица Захарова обеспечивает транспортную связь между улицами Первомайской, Фрунзе, 3. Бядули и проспектом Независимости. На исследуемой улице располагаются пешеходные переходы через ул. Захарова на перекрестках ул. Захарова – пер. Броневой и ул. Захарова – пер. Войсковой (рис. 1 и 2). Нерегулируемые пешеходные переходы на пересечении расположены на участке улицы с двухсторонним движением с четырьмя полосами движения. Ширина проезжей части улицы Захарова в местах размещения пешеходных переходов составляет 12 м. Ширина полос составляет 3 м. Пешеходные переходы обозначены разметкой 1.14.1 и знаками 5.16.2(1). Ширина пешеходных переходов – 4 м. Тротуары отделены от проезжей части газоном. Состояние тротуаров и проезжей части хорошее. Технические средства организации дорожного движения (ТСОДД) находятся в хорошем состоянии.

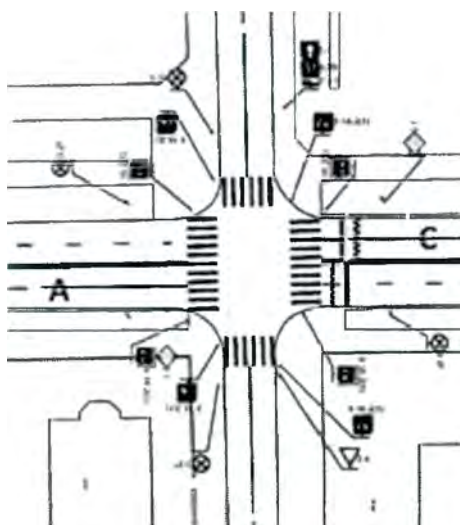


Рис. 1. План перекрестка ул. Захарова – пер. Броневой

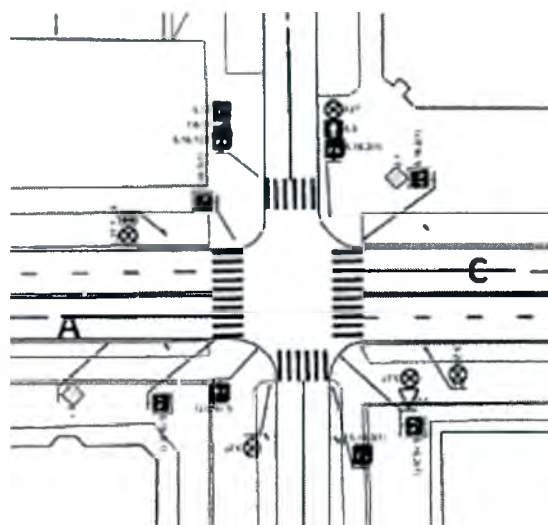


Рис. 2. План перекрестка ул. Захарова – пер. Войсковой

Сущность проводимого аудита состоит в следующем:

- на основе топографического анализа аварийности выбирается объект исследования [2] – самый опасный (принцип максимизации опасности);
- проводится детальное расчетно-экспериментальное обследование объекта с целью определения существующих потерь, выявления конкретных причин аварий (принцип достоверности и достаточности информации);
- на основе мирового опыта предварительно выбирается несколько решений по устранению причин аварий;
- выполняется их оценка и оптимизация (по критерию минимизации суммарных потерь);
- выбор наилучших решений и передача их исполнителю (существующий принцип минимизации суммарных потерь и новый – сбалансированного учета аварийных и экологических потерь);
- исполнитель с учетом своих возможностей на основе полученных решений разрабатывает и оптимизирует мероприятия (по критерию минимизации стоимости функционирования объекта, включающей приведенные капитальные вложения, расходы на эксплуатацию и суммарные потери в дорожном движении), выбирает наилучшее для внедрения.

Согласно принципу максимизации опасности при выборе объекта первоочередному исследованию с целью повышения безопасности дорожного движения подлежит очаг аварийности с наибольшей опасностью. Это вызвано тем, что в реальных условиях кадровые и иные возможности повышения безопасности дорожного движения весьма ограничены и прилагаемые усилия должны иметь наибольшую эффективность. Опасность очага аварийности, как правило, определяется по абсолютному показателю – числу аварий. При этом может использоваться социально-экономически приведенное число аварий (по тяжести последствий) или модифицированное социально-экономически приведенное число аварий, уменьшающие вероятность грубых ошибок при малом числе аварий в очаге, поскольку, например, одна, возможно случайная, авария со смертельным исходом при социально-экономическом расчете превышает несколько

десятков аварий с материальным ущербом без пострадавших. В некоторых случаях, особенно на высоконагруженных объектах, где одна авария может парализовать работу двух магистралей, опасность согласно Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь подсчитывается как сумма всех видов потерь. Принцип минимизации суммарных потерь при оценке качества и выборе решений определяется так: чем меньше суммарные потери, тем лучше решение. Потери - это социально-экономическая стоимость невынужденных издержек процесса движения (аварии, задержки, остановки и перепробег транспорта, перерасход топлива, излишние выбросы вредных веществ и транспортный шум, нарушения законности и др.) [2]. Потери являются оценочным критерием качества дорожного движения. Принцип минимизации народно-хозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе мероприятий состоит в том, что чем меньше народно-хозяйственная стоимость функционирования объекта, тем лучше мероприятие.

Суммарные потери на исследуемом объекте являются лишь частью народно-хозяйственной стоимости его функционирования. Кроме суммарных потерь в эту стоимость входят приведенные капитальные вложения на реализацию выбранного мероприятия и текущие расходы на эксплуатацию объекта. Поскольку на уже существующих объектах приведенная стоимость их строительства является величиной постоянной для любых вариантов мероприятий, то она не учитывается и в выборе мероприятий не участвует [2].

Стоимость капитальных вложений и расходов на эксплуатацию объекта зависит от многих производственных факторов у конкретных исполнителей и при выборе наилучших решений. Разработчик передает исполнителю набор наилучших решений, для каждого из которых известны суммарные потери и их составляющие, в том числе и по аварийности. Имея этот набор и учитывая свои возможности, исполнитель выбирает, разрабатывает и внедряет мероприятие.

При этом в процессе внедрения мероприятия (ближе к его окончанию) проводится обязательная оперативная контрольная оценка эффективности внедряемого мероприятия (новые принципы минимизации стоимости функционирования объекта и оперативной контрольной оценки эффективности внедряемого мероприятия). Приведенные принципы и методы повышения безопасности позволяют выбрать наилучшее (оптимальное) решение в каждом конкретном случае [3].

**Проведение исследований и их результаты.** Исследования включали в себя измерение интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков, скорости движения, условий видимости и т.д., а также расчет существующих потерь в дорожном движении при имеющихся характеристиках потоков и условий движения. Измерение транспортно-пешеходной нагрузки производилось по методике НИЦ ДД БНТУ и обрабатывалось в программном комплексе «RTF – Road traffic flows» [4].

Измерения разделялись на отдельные независимые замеры по входам и по направлениям. Каждому входу на пересечении присваивался индекс по часовой стрелке (A, B, C, D). По результатам строились графики неравномерности движения, диаграммы состава транспортного потока и картограммы интенсивности движения (рис. 2–7, фрагментарно).

ул. Захарова - пер. Броневой (A - со стороны пр-та Независимости)

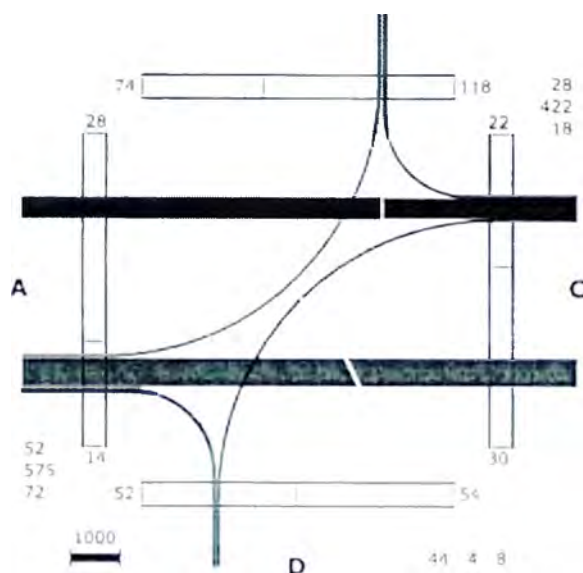


Рис. 2. Картограмма средней суммарной интенсивности движения (A – со стороны проспекта Независимости)

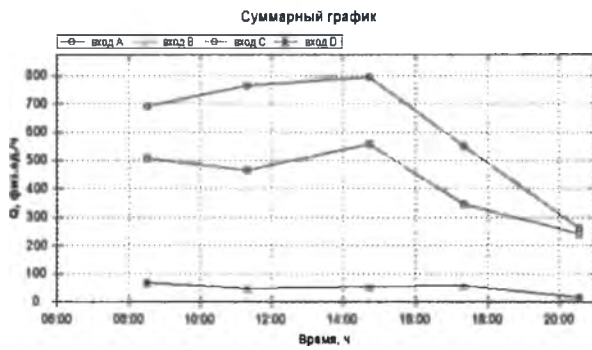


Рис. 3. Суточная неравномерность интенсивности движения транспорта по входам

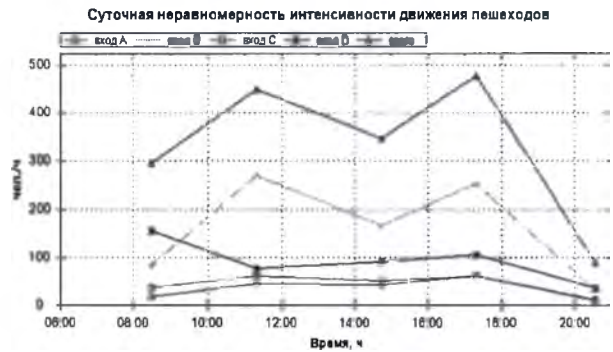


Рис. 4. Суточная неравномерность интенсивности движения пешеходов

ул. Захарова - пер. Войсковый (A - со стороны пр-та Независимости)

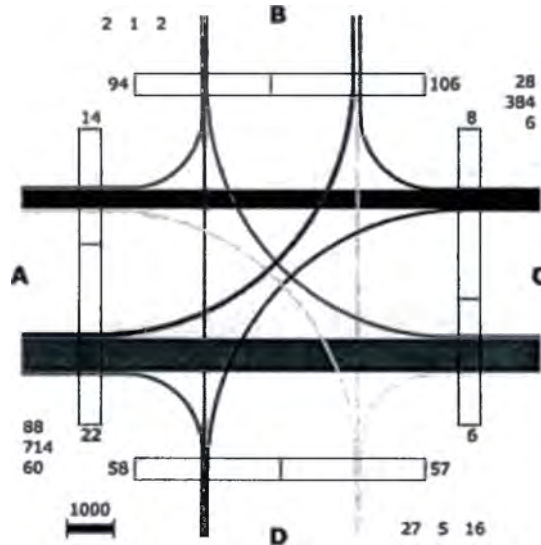


Рис. 5. Картограмма средней суммарной интенсивности движения (A – со стороны проспекта Независимости)

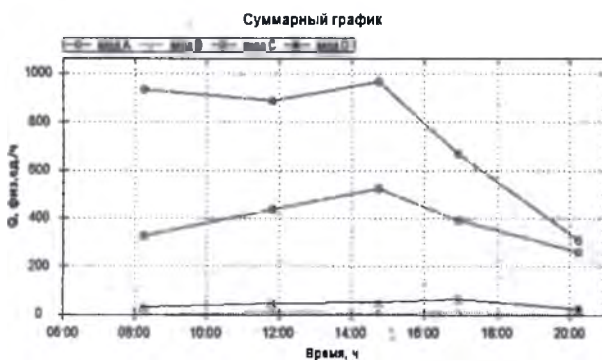


Рис. 6. Суточная неравномерность интенсивности движения транспорта по входам

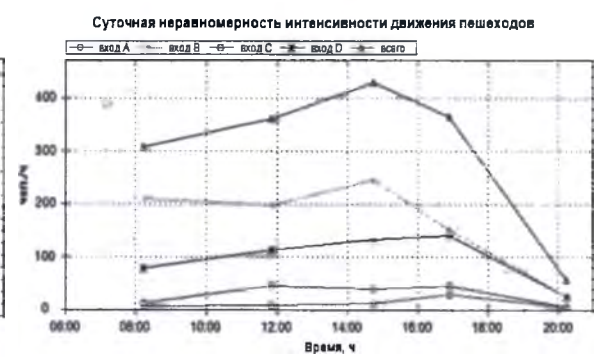


Рис. 7. Суточная неравномерность интенсивности движения пешеходов

**Мероприятия по повышению безопасности дорожного движения.** На исследуемых пешеходных переходах не выполняется ни одно из условий введения светофорного регулирования согласно СТБ 1300-2007. С целью повышения безопасности дорожного движения, снижения уровня аварийности, создания более благоприятных условий для перехода пешеходами проезжей части ул. Захарова на исследуемых нерегулируемых переходах необходимо устройство конструктивно выделенных островков безопасности и приподнятых пешеходных переходов [5].

По результатам проведенных исследований даны рекомендации по усовершенствованию и упорядочиванию движения на исследуемом участке улицы. На основании изложенного, при разработке проектного решения рассматривались различные варианты организации дорожного движения. В «Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь» [6], указано, что дорожное движение содержит не одну, а четыре основные угрозы – аварийную, экологическую, социальную и экономическую. Поэтому оптимизация принимаемых решений по повышению безопасности движения производилась на основе учета всех видов потерь в дорожном движении. Оптимизация проводилась по методикам НИЦ ДД БНТУ [7] по критерию минимизации суммарных потерь в дорожном движении.

Для правильной работы объектов необходимо учесть следующие мероприятия: демонтировать существующую искусственную неровность; демонтировать пешеходный переход через ул. Захарова со стороны просп. Независимости; устроить конструктивно выделенные островки безопасности; устроить приподнятые пешеходные переходы; демаркировать существующую и нанести новую дорожную разметку на подходах к пешеходным переходам и на них самих; демонтаж существующих дорожных знаков и установка проектируемых дорожных знаков в соответствии с СТБ 1300-2007 (с обеспечением их наилучшей видимости).

На рисунках 8 и 9 представлены наилучшие варианты, согласованные в установленном порядке Управлением ГАИ ГУВД Мингорисполкома и всеми заинтересованными организациями. Предлагаемые мероприятия способствуют понижению скорости движения транспортных средств и ее поддержанию в рамках установленного ограничения на исследуемом участке улицы (не выше 50 км/ч).

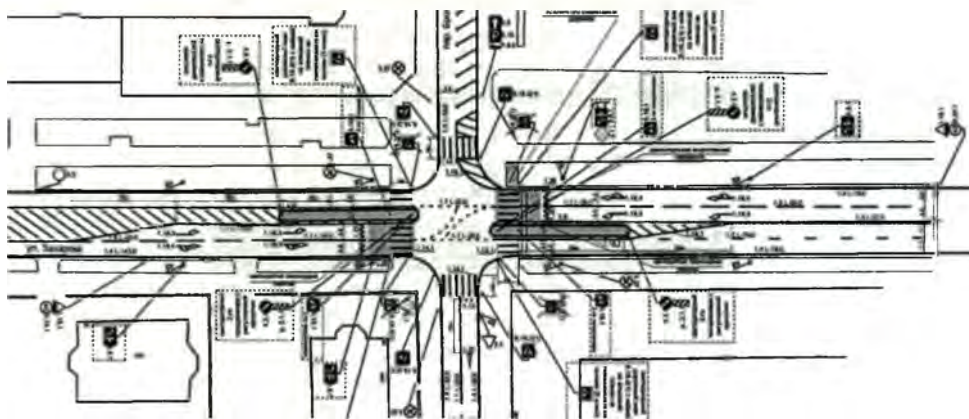


Рис. 8. Вариант организации дорожного движения на перекрестке ул. Захарова – пер. Броневой

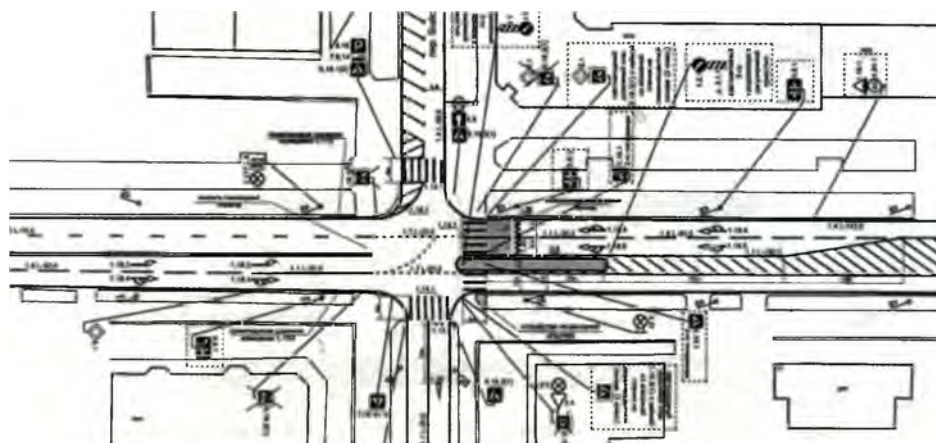


Рис. 9. Согласованный вариант организации дорожного движения на перекрестке ул. Захарова – пер. Войсковой

**Заключение.** На основе проведенных исследований условий и характеристик дорожного движения выполнено обоснование проектных решений по повышению качества дорожного движения на ул. Захарова в городе Минске. Предложения повышают не только безопасность пешеходов, но и транспортных пото-

ков за счет выделения (специализации) полос движения для левоповоротных транспортных потоков, снижения числа невынужденных перестроений автомобилей, улучшения условий конфликтного взаимодействия левоповоротных автомобилей. В последующем, при возрастании транспортной нагрузки, на данных объектах упрощается введение светофорного регулирования и обустройство объектов ТСОДД.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: моногр. / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2008. – 243 с.
2. Капский, Д.В. Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности: в 2-х т. / Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2013. – Т. 1. – 282 с.
3. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования – Вуліцы населеных пунктаў. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). – Введ. 01.07.2011. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011. – 46 с.
4. Свидетельство № 222 от 17.09.10 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.
5. 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.
6. 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.
7. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении: моногр. / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.

Поступила 03.02.2014

**TRAFFIC MANAGEMENT, ROAD ACCIDENTS, AUDIT,  
ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC IMPROVEMENTS, SUGGESTIONS FOR ROAD IMPROVEMENT**

**V. IVANOV, D. MOZOLEVSKY, V. KUZMENKO,  
A. POLKHOVSKY'S, N. ARTYSHEVSKAYA, N. ERMAKOVA**

*The article presents the results of the audit organization of road traffic on the main street of district significance, possible to identify shortfalls and to develop appropriate measures. Based on these studies the conditions and characteristics of the traffic is justified design decisions to improve the quality of traffic on the street. Zakharova in Minsk. Practical recommendations for improving traffic conditions and improve the quality of road traffic in general on the test objects. Offers not only improve the safety of pedestrians, but traffic flows through the allocation (specialization) left turn lanes for traffic flows, reducing the number of unforced rebuilding cars, improve the conditions of conflict interaction left turn vehicles.*