

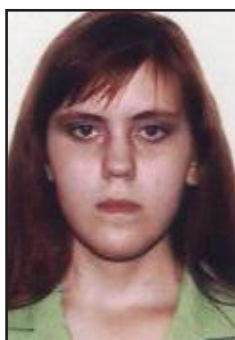


Автомобиль и пешеход: конфликтные точки пересечений



Николай ПЕНЬШИН
Nikolai V. PENSHIN

Александра ТИТОВА
Alexandra A. TITOVA



Пеньшин Николай Васильевич – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Организация перевозок и безопасность дорожного движения» Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ), Тамбов, Россия.

Титова Александра Александровна – магистрант кафедры «Агроинженерия» ТГТУ, Тамбов, Россия.

Car and Pedestrian: Conflict Crossing Points

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 179)

Исследуется интенсивность движения транспортных и пешеходных потоков на улицах российских городов, в частности Тамбова. Рассматриваются конфликтные точки до и после введения выделенных полос. Представлены графики интенсивности транспортного потока с разбивкой по видам транспорта, график интенсивности пешеходного потока, состав транспортного потока, а также особенности загрузки наиболее сложных перекрестков с повышенным коэффициентом конфликтности.

Ключевые слова: автомобиль, городской транспорт, пешеходные потоки, выделенные полосы, перекресток, интенсивность движения, безопасность, конфликтные точки, маршрутный пассажирский транспорт.

В последние десятилетия наблюдается рост автомобильного парка страны. По этой причине происходит увеличение насыщенности городов автомобильным транспортом, что, в свою очередь, приводит к изменению всего характера дорожного движения.

ПРИОРИТЕТ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОЛОС

В часы-пик интенсивность движения на отдельных магистралях большинства городов достигает предельного значения, и пропускная способность элементов улично-дорожной сети максимально снижается.

С ростом городов и их территорий увеличивается дальность поездок и их количество. Повышается объем грузоперевозок и пассажироперевозок. А отсюда происходит и увеличение количества транспортных потоков, ухудшается эффективность использования транспортных средств, падает скорость движения автомобилей. Снижение скорости транспорта из-за простоя у перекрестков приводит к повышению уровня шума, увеличению загазованности воздушного бассейна города и перерасходу горюче-смазочных материалов.

Проблема движения в современных поселениях перерастает в важнейшую градостроительную и управленческую задачу. От ее правильного решения зависит уровень благоустройства городов [1]. Особое внимание приобретает организация уличного движения, маршрутов пассажирского транспорта.

Целью данного исследования является оптимизация городских перевозок за счет предоставления приоритета маршрутному пассажирскому транспорту, совершенствование маршрутных сетей и их обустройства, снижение до минимума затрат времени на нахождение пассажиров в пути. Эти задачи, на наш взгляд, решаемы прежде всего при наличии выделенных полос для маршрутного пассажирского транспорта.

Во-первых, уменьшается число конфликтных точек на перекрестках; во-вторых, происходит увеличение скорости сообщения маршрутного пассажирского транспорта; в-третьих, возможно введение прогрессивных технологий в области регулирования движения транспортных средств, в том числе за счет внедрения опыта других городов со сходными проблемами.

В городах России преобладает традиционная историческая планировка улиц — радиальная и смешанная. Чтобы попасть из одного района в другой, необходимо проехать по главным магистральным улицам, часто поворачивать направо или налево. Нередко люди едут через весь город на работу или учебу. Все это вызывает заторы на дорогах, мешает жителям нормально использовать остановочные пункты пассажирских маршрутов.

Нередко водители нарушают правила дорожного движения и оставляют автомобили на проезжей части или остановках городского транспорта. Из-за этого маршрутные транспортные средства вынуждены останавливаться для посадки и высадки пассажиров во второй, а иногда и третьей полосе движения. На время посадки/высадки проезжая часть сужается и стопорит дорожные потоки.

Дорожный затор, или **автомобильная пробка** — скопление транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги. При образова-

нии затора значительно (до 20 раз и более) снижается пропускная способность трассы. Если прибывающий поток транспорта превышает пропускную способность участка пути, затор растёт лавинообразно [4].

Из-за этого, естественно, происходят увеличение времени в пути, опоздания, увеличение расхода топлива, износа автомобиля, непредсказуемость, стресс водителей, пассажиров, рост аварийности и как следствие — экономический ущерб.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРЕЦЕДЕНТЫ

Во многом обозначенная проблема может быть решена путем введения приоритета движения маршрутного пассажирского транспорта по перегонам и на регулируемых перекрестках. Кроме этого, внедрение приоритетного движения пассажирского транспорта экономически может оказаться наиболее целесообразным способом для улучшения функционирования улично-дорожной сети.

Практика других стран доказывает, что наиболее эффективным методом организации движения маршрутного пассажирского транспорта является выделение специальных полос, по которым запрещается движение других транспортных средств.

Выделенные полосы для городского маршрутного пассажирского транспорта есть почти во всем мире, за исключением стран Африки и Юго-Восточной Азии.

Впервые выделенная полоса появилась в США в 1940 году.

Выделенные полосы решают такие задачи, как ускорение движения общественного транспорта, борьба с хаотичной парковкой, безопасность движения (при размещении полосы у осевой линии), повышение привлекательности общественного транспорта для населения, т.е. приоритет общественного транспорта.

В большинстве случаев выделенные полосы делают в крайнем правом ряду.

Но возможны несколько вариантов организации выделенных полос для маршрутного пассажирского транспорта:

1. Можно сделать выделенной крайнюю правую полосу в направлении движения потока. Достоинствами является простота. Недостатками — сложности при аварийных ситуациях, плохая защита от нарушений



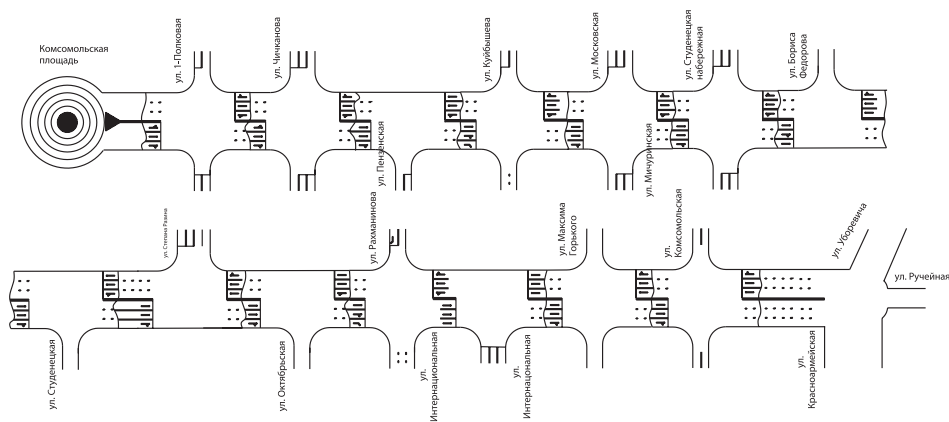


Рис. 1. Схема ул. Советская.

режима полосы, задержки из-за правых поворотов.

2. Можно сделать выделенной крайнюю правую полосу, но в направлении, обратном потоку. Достоинство варианта — высокая защита от нарушений режима полосы. Недостатками являются задержки движения из-за сложной организации дорожного движения, необходимость строить разделитель для остановок.

3. Можно сделать выделенные полосы в двух направлениях у осевой линии улицы. Достоинства: отсутствие задержек при правом повороте, безопасность. Недостатки: капиталоемкость, остается проблема хаотичной парковки.

В Ванкувере выделение специальных полос на основных маршрутах дало следующий эффект:

- сокращение времени движения по маршруту на 3-10 минут в пиковый период и на 10-12 минут — в непииковый;
- увеличение скорости движения автомобилей на 23-29%;
- увеличение количества перевезенных пассажиров на 25-30% [2].

В Москве, по данным департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города, скорость движения автобусов в среднем на выделенных полосах выросла на 30%, пассажиропоток — на 15% [3].

Существуют условия, при которых рекомендовано выделение обособленных полос:

- проезжая часть улицы в одном направлении имеет не менее трех полос для движения;

— существующая интенсивность транспортного потока данного направления (приведенная к одной полосе) составляет в пиковые периоды не менее 400 ед./ч;

— интенсивность движения автобусов (троллейбусов) большого класса не менее 50 ед./ч, причем сочлененные транспортные средства принимают за две ед. [7].

Обычно для маршрутных транспортных средств выделяют крайнюю правую полосу по ходу движения разметкой с разрешением выполнения правых поворотов автомобилей с выделенной полосы.

ЛЕВОСТОРОННИЙ ТАМБОВ

Учитывая объем нарушений знаков запрета остановки и стоянки, а также рост автомобилизации, в обозримой перспективе для городов России полосы приоритетного движения и автобусные полосы (с разрешением движения по ним автомобилей в том или ином случае) малоэффективны. В большинстве случаев эффект от их внедрения равносителен действию знаков «стоянка запрещена» или «остановка запрещена». Организовать контроль движения по полосе и обеспечить беспрепятственное движение маршрутного пассажирского транспорта в заторовой ситуации можно лишь при полном запрете движения автомобилей по полосам маршрутного пассажирского транспорта и при условии пристального контроля со стороны органов ГИБДД.

В силу перечисленных причин целесообразно рассматривать обособленные полосы, на которых в отличие от приоритетных разрешено движение только маршрутному пассажирскому транспорту.

Таблица 1

Интенсивность движения пешеходного потока

Интенсивность пешеходного потока, чел./10 мин	296
Интенсивность пешеходного потока, чел./ч	1776

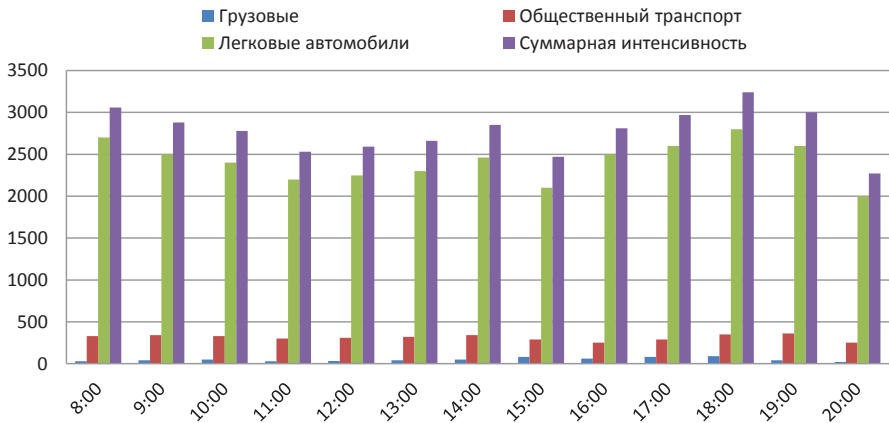


Рис. 2. График интенсивности движения транспортного потока с южного направления с разбивкой по видам транспорта.

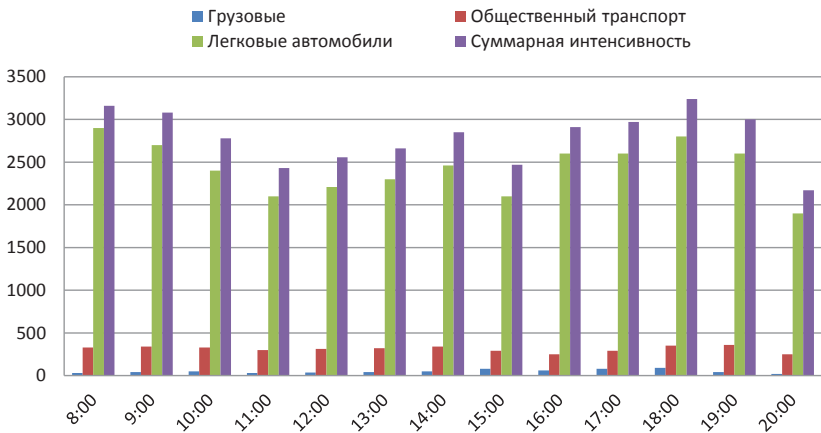


Рис. 3. График интенсивности движения транспортного потока с северного направления с разбивкой по видам транспорта.

В данном проекте предлагается ввести выделенные полосы для движения только маршрутных пассажирских транспортных средств по крайним левым полосам движения.

Рассмотрим задачу более подробно на примере центральной улицы среднестатистического в Российской Федерации города Тамбова.

Улица Советская не относится к скоростным автомобильным дорогам (см. постановление правительства РФ № 767 от 28.09.2009 г. «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации») [6].

Старейшая и центральная улица города, она играет большую роль в решении вну-

трихозяйственных транспортных проблем, находящихся в районе развития экономики. Ее характеристики:

- категория дороги – магистральная улица районного значения;
- расчетная скорость движения – 60 км/ч;
- число полос движения – 6;
- ширина полосы движения – 3,5 м;
- ширина проезжей части – 21 м.

Для определения характеристики движения были собраны данные, характеризующие транспортный поток: интенсивность движения, состав потока, задержки движения.

Заметим, что интенсивность транспортного потока (интенсивность движения)



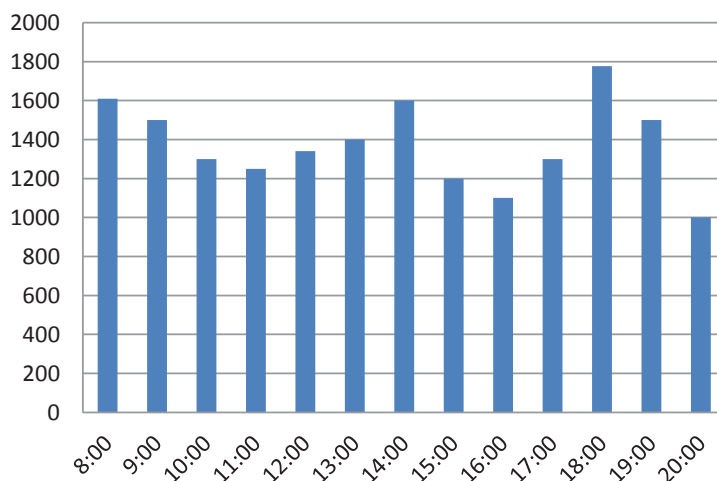


Рис. 4. Интенсивность движения пешеходного потока.

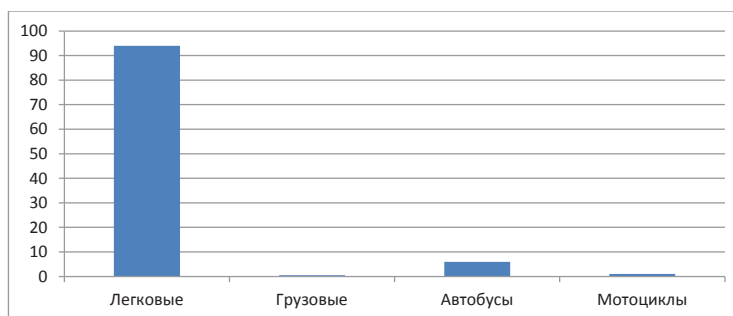


Рис. 5. Состав транспортного потока, %.

На — это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. Состав транспортного потока определяется соотношением в нем транспортных средств различного типа. Задержки движения являются показателем, на который должно быть обращено особое внимание при оценке состояния дорожного движения. К задержкам отнесем потери времени не только на все вынужденные остановки транспортных средств перед перекрестками, железнодорожными переездами, при заторах на перегонах, но также из-за снижения скорости транспортного потока по сравнению со сложившейся средней скоростью свободного движения на участке дороги [7, с. 22-31].

ПЕШЕХОДНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Исследование транспортных и пешеходных потоков проводилось в осенний период в дневное время суток с 8-00 до 20-00 часов. Наблюдения осуществлялись

в разные рабочие дни недели (в часы-пик), а также в выходные дни.

В результате проведенных исследований были получены данные об интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков (с разбивкой по видам транспорта, с учетом дневной неравномерности и недельных колебаний).

Интенсивность транспортных потоков в течение дня изменяется незначительно (рис. 2 и 3). Транспортный поток равномерный в течение дня, большая интенсивность наблюдается в вечернее время. В вечерний час-пик с южного направления (ст. Динамо) суммарная интенсивность движения составляет 1692 авт./ч, с северного направления — 1612 авт./ч. В утренний час-пик для южного направления суммарная интенсивность движения — 1682 авт./ч, северного направления — 1382 авт./ч. Наибольшая интенсивность на улично-дорожной сети наблюдается в утренние и вечерние пиковые часы.

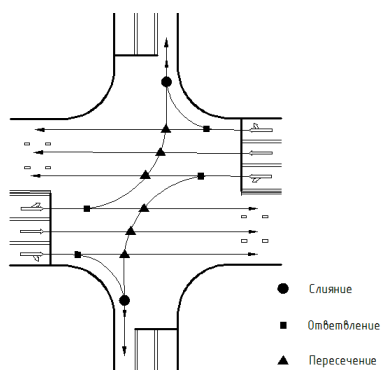


Рис. 6. Конфликтные точки перекрестка.

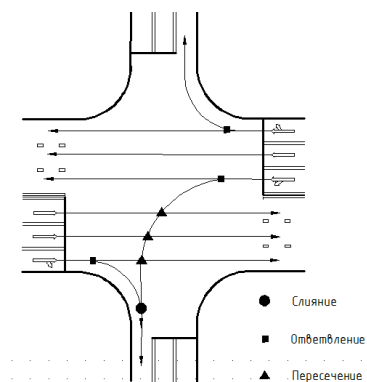


Рис. 7. Конфликтные точки перекрестка.

Интенсивность пешеходного потока $N_{\text{пеш}}$ (численность пешеходов, проходящих через определённое сечение пути в единицу времени) зависит от функционального назначения дороги и расположенных на ней объектов притяжения. Улица Советская является основной транспортной артерией города, на ней располагается большое количество пунктов тяготения людей (учреждения, торговые точки, места культуры и отдыха).

На рис. 4 и в таблице 1 представлена интенсивность движения пешеходного потока.

Рис. 5 иллюстрирует состав транспортного потока, из которого следует, что количество легковых автомобилей значительно превышает количество маршрутного пассажирского транспорта. Легковой транспорт создает значительные затруднения для пассажирских маршрутов.

ТОЧКИ УЛИЧНЫХ КОНФЛИКТОВ

Далее исследуем конфликтные точки наиболее сложных перекрестков улиц: Советская—Чичканова, Советская—Московская—Мичуринская, Советская—Интернациональная—Рахманинова.

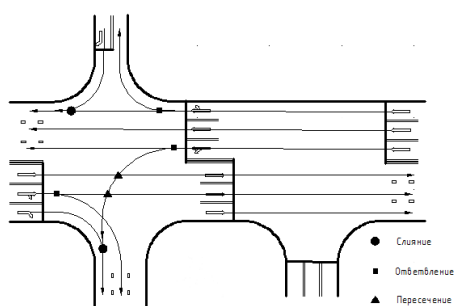


Рис. 8. Конфликтные точки перекрестка.

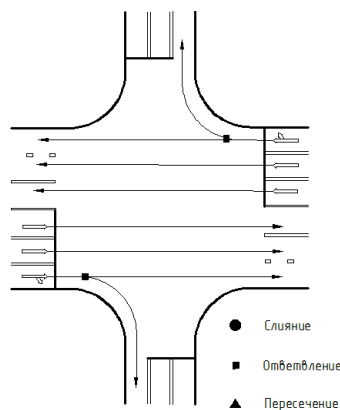


Рис. 9. Конфликтные точки перекрестка.

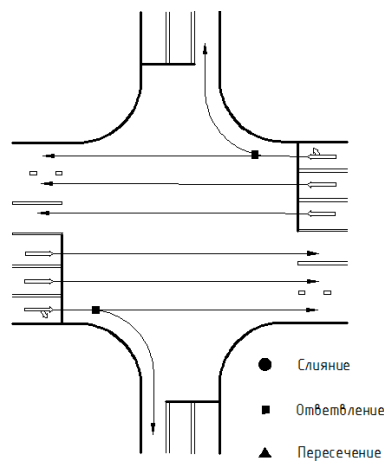


Рис. 10. Конфликтные точки перекрестка.

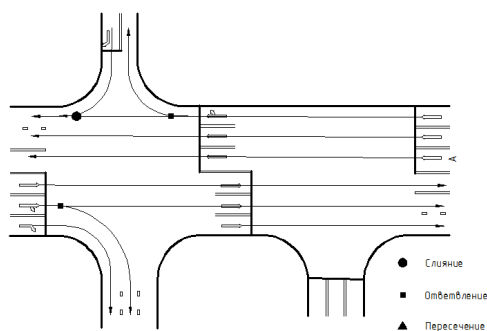


Рис. 11. Конфликтные точки перекрестка.





С учетом интенсивностей транспортных потоков, индекс конфликтности определяем по формуле [5]:

$$m = 0,01 \cdot \left[1 \sum_{i=1}^{n_o} N_{oi} + 3 \sum_{i=1}^{n_c} N_{ci} + 5 \sum_{i=1}^{n_n} N_{ni} \right], \quad (1)$$

где n_o , n_c , n_n — количество точек ответвления, слияния и пересечения; N_{oi} , N_{ci} , N_{ni} — меньшие интенсивности из каждой пары конфликтующих между собой транспортных потоков.

Перекресток ул. Советская—Чичканова (рис. 6).

$n_o=4$; $n_c=2$; $n_n=6$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(180 + 60 + 212 + 65) + 3(360 + 316) + 5(280 + 280 + 280 + 302 + 302 + 302)] = 112,7.$$

При $150 > m > 80$ — перекресток сложный.

Перекресток ул. Советская—Московская—Мичуринская (рис. 7).

$n_o=3$; $n_c=1$; $n_n=3$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(160 + 148 + 235) + 3(260) + 5(200 + 200 + 200)] = 43.$$

При $80 > m > 40$ перекресток считается средней сложности.

Перекресток ул. Советская—Интернациональная—С. Рахманинова (рис. 8).

$n_o=3$; $n_c=2$; $n_n=2$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(400 + 150 + 510) + 3(430 + 240) + 5(250 + 250)] = 56.$$

При $80 > m > 40$ — перекресток средней сложности.

Конфликтная загрузка пересечения при выделенных полосах для движения меняет ситуацию.

Перекресток ул. Советская—Чичканова (рис. 9).

$n_o=2$; $n_c=0$; $n_n=0$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(180 + 212)] = 4.$$

При $m < 40$ — перекресток простой.

Перекресток ул. Советская—Московская—Мичуринская (рис. 10).

$n_o=2$; $n_c=0$; $n_n=0$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(160 + 235)] = 4.$$

При $m < 40$ перекресток будет простым.

Перекресток ул. Советская—Интернациональная—С. Рахманинова (рис. 11).

$n_o=2$; $n_c=1$; $n_n=0$, отсюда:

$$m = 0,01 \cdot [(400 + 150 + 510) + 3(430 + 240) + 5(250 + 250)] = 56.$$

При $80 > m > 40$ перекресток остается средней сложности.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность транспортных потоков в течение дня изменяется незначительно. Поток равномерный, большая интенсивность наблюдается в вечернее время.

2. Отмечается наибольшая загруженность улично-дорожной сети в утренние и вечерние пиковые часы.

3. Интенсивность пешеходного потока в течение дня изменяется незначительно, наибольшая наблюдается в утренние, обеденные и вечерние пиковые часы.

4. Количество легковых автомобилей значительно превышает количество маршрутного пассажирского транспорта. Легковой транспорт создает значительные затруднения для движения на маршрутах общественного транспорта.

5. При выделении полос для движения на пассажирских линиях уменьшается число конфликтных точек, и следовательно, движение станет более безопасным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=156600>. Доступ 15.04.2014.
2. Антонова А. А., Михайлов А. Ю. Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния // Материалы XIII международной научно-практ. конференции. — Екатеринбург: АМБ, 2007. — С. 68-71.
3. Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://dt.mos.ru/presscenter/news_department/detail/827112.html. Доступ 24.11.2014.
4. Дорожный затор. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%E0%E6%E6%ED%FB%E9%E7%E0%F2%E0%F0>. Доступ 18.04.2014.
5. Пеньшин Н. В., Гавриков В. А. Технические средства организации движения: метод. указания. — Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2013. — 32 с.
6. Постановление правительства РФ № 767 от 28.09.2009 г. «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92016/. Доступ 17.04.2014.
7. Пугачев И. Н. Организация и безопасность движения: учеб. пособие. — Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. — 232 с. ●

Координаты авторов: Пеньшин Н. В. — avtobd@mail.ru, Титова А. А. — alexsa_555@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 27.11.2014, принята к публикации 27.03.2015.