

Букина Татьяна Витальевна
к.геогр.наук, доцент кафедры экономической теории
доцент кафедры экономической теории Пермского филиала ФГАОУ
ВПО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа
экономики», Пермь, Студенческая, 38, bukinatv@mail.ru

T.Bukina the senior lecturer, Faculty of Economics
Perm Branch HSE,
Perm, Studencheskaya, 38

Букин Егор Кимович
студент географического факультета
Пермский государственный национальный исследовательский университет
Пермь, Букирева, 15, buego94@mail.ru

E. Bukin, student Faculty of Geography
Perm State University
Perm, Bukireva street, 15.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В СТАРОПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ

Введение

В современных условиях качественная организация дорожного движения является одним из важнейших факторов совершенствования организации пространства в старопромышленных городах, одним из инструментов которого может стать реализация комплексной схемы организации движения.

Проблема заключается в том, что в настоящее время, в большинстве случаев, разработка комплексной схемы организации движения в старопромышленных городах подменена разработкой локальных проектов организации движения в местах скопления транспортных средств без учета территориальной специфики старопромышленного города. Нами выдвигается гипотеза, согласно которой комплексную схему организации движения нужно разрабатывать обязательно при учете особенностей территориальной

структуры старопромышленного города, в котором функционирует улично-дорожная сеть. В рамках данной главы проведем верификацию данной гипотезы, опираясь как на теоретическое обоснование, так и практическую реализацию выдвинутых положений. В качестве объекта исследования выступает улично-дорожная сеть старопромышленного города – Перми, который имеет непростую организацию дорожного движения, обусловленную вытянутостью города вдоль реки Камы и расположением города на разных берегах данной реки, что обуславливает необходимость соединения частей города.

1. Дорожное движение в старопромышленных городах: теория и практика современного этапа

1.1. Современное представление о сущности и особенностях развития старопромышленных территорий

В контексте старопромышленных территорий принято говорить о старопромышленном регионе и старопромышленном городе. Необходимо отметить, что в данной работе под регионом будет пониматься совокупность территориально близких муниципальных образований, объединенных функционально. Эта трактовка весьма близка к понятию агломерации. Однако в наиболее общем виде под агломерацией понимается «скопление населенных пунктов объединенных в одно целое интенсивными хозяйственными, трудовыми и культурно-бытовыми связями»¹. По определению К.М. Глонти, «старопромышленный регион – это территория с устаревающей, невысокого технологического уровня промышленностью». Такая трактовка позволяет дать следующее определение этому понятию. Это территория с относительно низким уровнем технологического развития промышленного комплекса, размещенного в ее границах, сложившимся с течением времени»².

¹ Демидов О. В. Особенности организации дорожного движения в городах. Уч. пособие, М. 2008, изд-во: Эксмо. С. 48.

² Глонти К.М. Развитие старопромышленных территорий. Уч. пособие, М. 2010. С. 108.

Основной характеристикой данного подхода к определению старопромышленных территорий является тот факт, что он подразумевает наличие на территории производственных мощностей. Однако подобное определение является неполным и, в частности, не учитывает особую группу территорий, откуда промышленность полностью ушла или была целенаправленно выведена. Проблемы развития таких территорий также связаны с промышленным прошлым. В то же время уход промышленности в большей степени характерен для городов, нежели для регионов в целом, а именно уход промышленности из города часто сопровождается ее перемещением на близлежащие территории. Таким образом, сам регион продолжает оставаться промышленным, в то время как основа экономики города исчезает. Для нашего анализа важно различать старопромышленный город и регион, поскольку, во-первых, упадок экономической базы города не свидетельствует об упадке экономики региона в целом; во-вторых, именно от городов стоит в первую очередь ждать импульсов к позитивным переменам в соответствующих регионах. В результате можно сформулировать следующее определение старопромышленного города: старопромышленный город – это территория, на которой исторически сложилась концентрация индустриальных отраслей, что определило экономическую, социальную и пространственную структуру города, не соответствующую новым условиям и требованиям.

Для выработки стратегий развития старопромышленных городов необходимо выявить особенности сегодняшних проблем и причины их возникновения. Исследователями выделяются два основных блока причин, проанализированных в рамках разных экономических традиций.

Так, Р. Бошма, Дж. Лэмбуй³ называют эти блоки «традиционным и современным подходами». Эти подходы рассматривают экономический спад как следствие доминирования промышленности стагнирующей отрасли;

³ Boschma R., Lambooy J. (1999). The Prospects of an Adjustment Policy Based on Collective Learning in Old Industrial Regions // *GeoJournal*. Vol. 49, No 4. P. 391—399.

состояния экспортного спроса на продукцию. Для перехода к современным подходам важен вывод, который заключается в том, что проблемы старопромышленных территорий возникают в основном в связи со снижением не спроса на продукцию отрасли, а конкурентоспособности продукции данной территории по сравнению с продукцией других территорий⁴.

Изучение предложения, в свою очередь, делает основным предметом исследования структуру территориальной организации, причем с точки зрения не ее монопрофильности, а «барьеров мобильности и транспортного развития города». Иными словами, встает вопрос об организации институтов. На базе подобных предположений начал развиваться «современный» подход. Причины упадка, описанные традиционным подходом, стали рассматриваться как заданные условия, к которым города и регионы адаптируются (или не могут адаптироваться). Предметом же исследования «современного» подхода стали социокультурные и институциональные механизмы, являющиеся причиной отсутствия адаптационных способностей региона или города. «Для территории набор определенных индустрий, которые здесь располагаются, важен в меньшей степени, чем то, каким образом ведущие индустрии приспосабливаются к изменениям структурных условий в глобальной конкуренции». И.В.Старобубровская⁵ выделяет три определяющих фактора развития промышленных городов и регионов:

- уязвимость к изменениям во внешних условиях (т.е. монопрофильность экономической базы);
- способность экономической системы адаптироваться к изменениям;
- способность политико-административной системы поддержать структурную адаптацию.

⁴ Сильянов В.В. Транспортные особенности и эксплуатационные качества автодорог. [Электронный ресурс]. URL: www.academic-media.ru (дата обращения 10.03.2015). С. 184.

⁵ Стародубровская Л.М. Развитие старопромышленных территорий. // Вестник МГУ. 2014. №4. стр. 226-259

В этом случае выстраивается достаточно простая модель: политические инициативы влияют на существующую структуру с целью приспособить ее под внешние условия.

Эволюция теорий, касающихся проблем старопромышленных территорий, тесно связана с развитием взглядов на инновационный процесс, поскольку степень интенсивности инновационного процесса влияет на способность организаций приспосабливаться к изменяющимся внешним условиям. Является ли политико-административная система города или региона внешним или внутренним фактором – вопрос дискуссионный и требует отдельного исследования, однако в данной, упрощенной, модели примем за основу утверждение, что региональные и местные власти имеют рычаги влияния на существующую структуру. Здесь речь идет скорее о формальных институтах, на которые власть может повлиять в большей степени. Однако необходимо помнить и о существовании неформальных «правил игры», которые политически контролировать гораздо сложнее, однако зачастую именно они играют ключевую роль в территориальном развитии старопромышленного города.

Сетевая организация и небольшие размеры позволяют территориям «гибкой специализации» быстро и с меньшими потерями подстраиваться под меняющийся спрос и удовлетворять все более разнообразные потребности. Сеть предполагает наличие постоянного тесного взаимодействия. Масштаб позволяет этим территориям постоянно находиться на «инновационной» стадии, следовательно, подобный способ территориальной организации общества в условиях быстро меняющихся технологий становится наиболее эффективным.

Кроме того, существующие примеры успешного функционирования подобных территорий «гибкой специализации» в чистом виде немногочисленны и ограничиваются достаточно узким кругом территориальных образований, на которых размещены производства с низкой добавленной стоимостью (например, текстиль, обувная

промышленность). Тем не менее эта теория предложила новый взгляд на возможности сети как формы территориальной организации, что привело к переосмыслению роли сетевой организации региональной экономики в экономическом росте, в частности роли сетей в развитии инноваций.

Понятие сети подразумевает не только набор определенных элементов, но и наличие взаимосвязи между ними. Таким образом, применительно к социально-экономической сфере сеть характеризуется наличием «формальных структур с явно обозначенной целью» и «явлений, которые определяют их поведение»⁶. В большей части научной литературы, посвященной инновационному развитию территорий, делаются попытки выявить и обобщить те характеристики сети, которые способствуют инновационному развитию. Такие «нормативные» сети описывают концепции обучающегося региона индустриальных районов, среды, региональных инновационных систем и т.д. В то же время некоторые авторы указывают на возможности «деградации» сетевой формы организации общества, которая выражается в том, что наличие сети на территории не только не способствует, но и препятствует инновационному развитию. Следовательно, в теории выделяют два типа сетей – способствующие и препятствующие инновациям. Назовем эти сети эффективными и неэффективными соответственно. Как эффективные, так и неэффективные сети характеризуются следующими параметрами:

- степенью иерархичности;
- степенью формализованности взаимодействия, которое может происходить на основе формальных или неформальных договоренностей;
- интенсивностью взаимосвязей;
- длительностью существования;
- масштабами.

⁶Демидов О.В. Особенности организации дорожного движения в городах. Уч. пособие, М. 2008, изд-во: Эксмо. стр. 314-358.

В обоих случаях набор «формальных структур с явно обозначенной целью» может быть одинаков, тогда как характер явлений, которые определяют их поведение, различен.

Этот характер определяется институтами, под которыми понимаются «правила игры» в обществе, созданные человеком ограничительные рамки, которые организуют взаимоотношения между людьми. Институты снижают неопределенность взаимодействия и принятия решений, что особенно важно в инновационном процессе, основной чертой которого является неопределенность.

Институты включают как формальные «договоренности» – законы (нормативное регулирование), так и неформальные – социальные правила, культурные нормы, рутины. Например, при анализе институциональных условий взаимодействия общества и власти все чаще особое внимание уделяется доверию как институту, формирующему ожидание неоппортунистического поведения и увеличивающему вероятность достижения соглашений. Доверие формируется в течение длительного времени путем постоянных взаимодействий, как меж организационных, так и межличностных. Этот актив практически невозможно транспортировать вместе с переездом фирмы, что является одним из факторов, привязывающих ее к месту расположения.

Анализ современного представления о развитии старопромышленных городов позволяет сделать вывод о том, что данная территория имеет невысокий уровень развития. Относительное устаревание инфраструктуры в старопромышленных городах неуклонно растет, тем самым снижая качество жизни населения. Среди способов улучшения качества жизни в старопромышленных городах выделяют экологические, экономические, промышленные и транспортные способы модернизации современных городских условий. Под транспортной модернизацией понимается комплекс мероприятий: строительство и реконструкция улично-дорожной сети, создание интеллектуальных систем, снижение заторов на участках улично-

дорожной сети, развитие системы общественного транспорта. Одним из способов улучшения качества жизни в старопромышленном городе является модернизация существующей транспортной системы. Однако если, модернизация сети железнодорожного транспорта, как одного из основных его видов в старопромышленном городе требует серьезных капиталовложений в строительство или реконструкцию транспортной сети, то проблемы развития сети автомобильного транспорта можно решить за счет реорганизации дорожного движения. Это связано с тем, что по оценке экспертов «потенциал существующей сети старопромышленных городов используется на 40-60%»⁷ [11, с.78]. Столь низкий процент обусловлен отсутствием системы комплексной организации дорожного движения. На сегодня, в большей части старопромышленных городов системы организации дорожного движения имеют локальный уровень.

Учитывая институциональную особенность развития старопромышленных городов, при разработке комплексной системы организации дорожного движения необходимо учитывать не только технические особенности и способности нормального функционирования транспортной системы, но и потребности общества, а также интересы власти.

Подводя итог, необходимо отметить, что транспортные системы старопромышленных территорий являются не только одной из основных проблем их развития, но также возможностью перехода к качественно новому этапу развития. Укрепление транспортной системы данной территории позволит не только снизить ее уязвимость к изменениям внешних условий но и повысить конкурентоспособность территории в целом.

1.2. Теоретические и нормативно-правовые аспекты организации городского дорожного движения

Термин «дорожное движение», как и многие производные от него понятия, является в настоящее время общепризнанным не только в

⁷Boschma R., Lambooy J. (1999). The Prospects of an Adjustment Policy Based on Collective Learning in Old Industrial Regions // GeoJournal. Vol. 49, No 4. P. 391—399.

нормативных актах различных стран, но и в международных документах, таких как конвенция о дорожном движении.

Дорожное движение – совокупность общественных отношений, возникающих в процессе перемещения людей и грузов с помощью транспортных средств или без таковых в пределах дорог⁸.

Указанное определение может иметь существенное значение и на практике. Например, водители, перевозящие опасные, взрывоопасные или негабаритные грузы, должны помимо ПДД соблюдать и другие соответствующие правила, инструкции и положения, устанавливающие дополнительные требования безопасности, исходя из особенностей их транспортировки: минимальная дистанция между движущимися автомобилями, максимальная скорость движения, расположение транспортных средств на проезжей части и др. условия. Кроме того, и само содержание термина «дорожное движение» шире его понятия: движение может происходить не только по дорогам, но и в других местах: в поле, во дворе, на стройплощадке, автостоянке, на закрытой производственной территории, железнодорожных переездах и т.п.

На территории ряда субъектов РФ, в программе по обеспечению безопасности дорожного движения, дорожное движение расшифровывается как движение наземных механических транспортных средств (автомобили, мотоциклы, тракторы и иные самодвижущиеся механизмы) по автомагистралям, шоссе, городским улицам и иным дорогам и проездам. Его сущность заключается в перемещении людей и грузов в пределах дороги. Вид транспортного средства при этом не имеет никакого значения. Больше того, если люди и грузы перемещаются без каких-либо транспортных средств, то и тогда такое перемещение рассматривается в качестве дорожного движения.

Для формирования дорожного движения необходимым условием является наличие дороги. Дорога – обустроенная или приспособленная и

⁸Федеральный закон ФЗ №196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения». С. 12.

используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии⁹.

Главный международный нормативно-правовой акт, регламентирующий вопросы дорожного движения – конвенция о дорожном движении¹⁰.

В конвенции указаны слагаемые элементы дорожного движения: дороги, транспортные средства и водители. При этом дорога означает «всю полосу отвода любой дороги или улицы, открытой для движения»¹¹.

Основной единицей транспортного потока, влияющей на безопасность дорожного движения выступает транспортное средство. На сегодняшний день транспортное средство составляет основу всего дорожного движения.

Федеральный закон № 196 от 25.10.1995 «О безопасности дорожного движения» дает весьма своеобразное определение транспортному средству: «устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем»¹² [1, с.24]. В качестве такого устройства могут выступать автомобиль и телега, мотоцикл и инвалидная коляска, велосипед и роликовые коньки.

В мероприятия программы повышения безопасности на дорогах заложены принципы и механизм реализации Федерального закона «О транспортной безопасности», который определил единый порядок построения системы обеспечения безопасности на транспорте. Кроме того, программа должна предусмотреть реализацию взаимосвязанных мероприятий в сфере транспортного комплекса, адекватных угрозам совершения актов незаконного вмешательства, в том числе террористической

⁹Федеральный закон ФЗ №196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения». С. 25-30.

¹⁰Правовой источник: Конвенция о дорожном движении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/section/about-un/fonds-programmes>. С. 184-187.

¹¹Правовой источник: Конвенция о дорожном движении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/section/about-un/fonds-programmes>. С. 51.

¹²Федеральный закон ФЗ №196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения». С. 14.

направленности. После недавних терактов на железнодорожном транспорте и трагедии в московском метро это понятно всем. Наконец, этот комплексный документ направлен на эффективное решение задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на транспорте в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации таких ситуаций¹³.

На сегодня для старопромышленного города производительность транспортной сети и безопасность движения по ней определяется, в основном, пропускной способностью и безопасностью не только отдельных перекрестков, но и улично-дорожной сети в целом. В работе «Теория организации дорожного движения в старопромышленных городах» В.В. Сильянов отмечает, что пропускная способность и безопасность УДС, которые являются основными элементами организации дорожного движения зависят от:

- планировочных решений;
- схем организации движения;
- уровня и качества инженерного обустройства перекрестков;
- дисциплинированности и профессиональной подготовки участников движения;
- уровня и качества управления движением¹⁴ [5, с.153-157].

Планировочные решения, способствующие повышению пропускной способности и безопасности, заключаются в разработке плана транспортного узла, при котором удастся обеспечить лучшие условия движения на данном узле. Решение задачи повышения пропускной способности и безопасности движения на перекрестке осуществляется следующими способами:

- обеспечение благоприятных условий для накопления и старта экипажей, остановленных на запрещающий сигнал светофора, с учетом возможно

¹³Федеральный закон ФЗ №196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения».

¹⁴Сильянов В.В. Транспортные особенности и эксплуатационные качества автодорог. [Электронный ресурс]. URL: www.academic-media.ru

большой свободы их дальнейшего движения, специализация полос движения по направлениям и по видам транспортных средств;

- обеспечение наибольшей свободы и безопасности движения в «прямом» и наиболее загруженных направлениях;
- удобное и безопасное взаимное размещение пешеходных переходов и «стоп-линий»;
- ограничение точек конфликта и уменьшение их опасности путем канализации движения через перекресток;
- обеспечение норм искусственного освещения;
- учет особенностей эксплуатации перекрестка в различные климатические периоды;
- запрет остановки экипажей за 100 м от перекрестка;
- увеличение радиуса правых поворотов путем срезки углов и применения переходных кривых;
- уширения проезжей части в целях выделения специальной полосы для поворотов направо (налево), например, за счет разделительной полосы;
- нанесения краевой полосы (разметка 1.2);
- отделение проезжей части дороги от тротуара ограждением перильного типа;
- обеспечение возможно большего треугольника видимости за счет устранения зеленых насаждений, различных опор, причин скопления пешеходов;
- расширение тротуаров в пределах перекрестка;
- укладка трамвайных путей в уровень с полотном дороги;
- организация пересечения трамвайных и автомобильных путей под углом 90°;
- устройство пешеходных переходов по кратчайшим расстояниям через перекресток.

Повышению безопасности движения служит также высокопрофессиональное оснащение пересечений дорожными знаками,

разметкой, направлениями и островками безопасности, искусственными сооружениями и освещением, придание повышенной шероховатости дорожному покрытию.

Особая роль светофорной сигнализации в повышении пропускной способности и безопасности транспортной сети. Светофор в руках высококвалифицированных профессионалов является весьма эффективным средством повышения пропускной способности отдельных перекрестков и безопасности движения на них. Благодаря синергетическому эффекту, при проведении правильной организации дорожного движения на отдельном перекрестке нивелируется очаг концентрации ДТП, что снижает суммарную нагрузку на улично-дорожную сеть города.

Задачи нахождения оптимальных схем организации движения на перекрестках, в местах концентрации ДТП, схем регулирования разъезда транспортных средств и пропуска пешеходов, алгоритмов управления светофорным объектом - одни из основных и наиболее сложных задач всего процесса организации дорожного движения. Эту задачу невозможно решить, не прибегая к моделированию конкретного участка улично-дорожной сети¹⁵.

С помощью светофорной сигнализации, установленных на перекрестке, и комплекса технических средств для управления светофорами решаются следующие задачи:

- осуществление 2-, 3-, 4- фазного регулирования с целью обеспечить бесконфликтный разъезд экипажей и пропуск пешеходов;
- осуществление светофорного регулирования по способу сигнальных групп или сигнальных направлений;
- управление движением по специально выделенным полосам;
- переключение огней светофорного объекта по одной из нескольких жестких программ, сменяемых в заданный час суток;

¹⁵Щелконогов Д.А., Букин Е.К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края.

- переключение огней светофорного объекта по одной из жестких программ в режиме координации с работой других светофорных объектов;
- переключение светофорного объекта на желтое мигание или его отключение;
- переключение огней светофорного объекта по алгоритму «Вызов фазы»;
- управление светофорным объектом по алгоритму «Поиск разрывов» в транспортном потоке и другим более эффективным алгоритмом адаптивного регулирования;
- переключение огней светофорного объекта по алгоритму «Спецпропуск»;
- переключение огней светофорного объекта по алгоритму "Пропуск общественного транспорта";
- включение огней светофорного объекта по алгоритму «Зеленая улица».

Наибольшее распространение получила следующая последовательность сигналов: «зелёный» - «зелёный мигающий» - «жёлтый» - «красный» - «красный с жёлтым» - «зелёный» и т.д.

Лампы светофоров могут переключаться по фазам, сигнальным направлениям и группам одновременно включаемых и отключаемых ламп одного цвета в разных фазах.

При пофазном способе светофорного регулирования красный сигнал для транспортного потока, заканчивающего движение, и зелёный для конфликтного потока, начинающего движение, включаются одновременно. Такой способ предполагает возможность столкновений в конфликтных точках перекрёстка. С целью разделения во времени моментов прохождения автомобилями конфликтных точек вводятся так называемые "переходные интервалы".

Под «переходным интервалом» подразумевается отрезок времени между моментом включения запрещающего сигнала для первого из двух конфликтующих потоков транспорта и моментом включения сигнала, разрешающего движение второму из конфликтующих потоков.

Длительность переходного интервала должна быть достаточной, чтобы автомобили и пешеходы, заканчивающие движение, гарантированно успевали бы покинуть самую дальнюю конфликтную зону, до прибытия туда автомобиля, начавшего или продолжавшего движение на желтый и затем зеленый сигнал. Длительность переходного интервала зависит от размеров перекрёстка, траектории движения по перекрёстку, скорости движения по разным направлениям, распределения направлений движения по фазам и последовательности переключения фаз.

С целью повышения безопасности при движении в темное время суток на дорогах устраивают искусственное стационарное освещение. Однако из-за особенностей зрительного восприятия при искусственном освещении, особенно в условиях плохой прозрачности атмосферы (дождь, снежные осадки, туман, пыль, промышленные газы), дорожные объекты кажутся в 2 - 3 раза более удаленными и смещенными от своего действительного положения. Наличие же ярких и блеклых источников света в поле зрения водителя серьезно затрудняет восприятие дорожной обстановки. Таковыми могут являться неправильно установленные уличные светильники. Поэтому устанавливаемые стационарные светильники должны обеспечивать заданный уровень и равномерность освещенности, и минимум слепящего действия участников движения.

Высококачественное освещение улиц, и особенно перекрестков, снижает вероятность ДТП на 30%. Уменьшить искажения при восприятии дорожной обстановки в условиях искусственного освещения возможно оптическим ориентированием. В качестве оптических ориентиров используются: светоотражающая разметка (горизонтальная и вертикальная), осветленные бордюры и ограждения, осветленные дорожные покрытия¹⁶.

Проектирование искусственного наружного освещения перекрестков в пределах населенного пункта производится исходя из норм яркости или

¹⁶Букина Т.В., Букин Е.К. Транспортно-логистические условия повышения городской среды в старопромышленном городе // *Ars Administrandi* // 2014. №3. стр. 216.

освещенности для наивысшей категории из пересекающихся улиц и планируемой интенсивности дорожного движения. Расстановка опор, выбор световых приборов осуществляется на основе технико-архитектурно-планировочных решений освещаемой зоны.

Наилучшие результаты в организации движения на перекрёстке достигаются при согласовании планировочных решений с выбором схемы движения через перекрёсток и инженерным его обустройством¹⁷.

На сегодняшний день нормативная база организации дорожного движения характеризуется достаточным уровнем развития; в полном объеме представлены материалы о функционировании улично-дорожной сети. Однако точечное внесение изменений и преобладание ведомственного подхода приводит к дестабилизации системы управления всеми автотранспортными сетями и значительным издержкам.

1.3. Особенности дорожного движения на современном этапе

В настоящее время возросло значение автомобильных перевозок и в производственной среде. Сегодня из каждых 100 т грузов свыше 80 т доставляют к месту назначения автомобили. Свыше 60 % пассажирских перевозок осуществляют автобусы и такси.

Наша страна в этом отношении не претендует на максимальные показатели в позитивных процессах, которыми сопровождается автомобилизация. Что же касается негативных последствий, по большому числу из них мы лидируем.

Приведем данные, характеризующие количественные показатели, относящиеся к процессу автомобилизации в России¹⁸.

Если в 2012 г. на каждую тысячу россиян приходилось по 213 автомобилей, то уже в 2014 г. этот показатель перевалил отметку в

¹⁷Щелконогов Д. А., Букин Е. К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края.

¹⁸Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru

240 штук, а к началу 2015 г. автомобилизация россиян выросла до 279 легковых автомобилей на 1000 жителей.

По оптимистическому прогнозу Росстата, в 2015 г. в России будет продано 4 млн автомобилей, а весной 2016 г. начнется рост рынка.

Качественные изменения претерпела структура дорожно-транспортного парка страны. Если до 1980-х г. из всех транспортных средств наибольший удельный вес приходился на мотоциклы и мотороллеры, то с начала 1990-х г. по количеству первое место заняли легковые автомобили. А в 2014 г. объем производства иномарок вырос на 116% до 714 000 машин, а у отечественных автопроизводителей рост составил 82% (523 000 машин).

Общий рост производства автомобилей всех типов, включая грузовики и автобусы, по итогам первых 11 месяцев 2014 г. составил 91% или 1374 тыс. машин¹⁹.

По данным Росстата²⁰ в ближайшие 5 лет прирост российского автопарка будет находиться на уровне 7-8% в год, и к 2020 г. общее количество легковых автомобилей на дорогах России вырастет до 48-49 млн ед. Доля иномарок, которая сейчас составляет около 50% от общего парка, к 2020 г. вырастет до 80-90%.

Такие перемены не могут не отразиться на аспектах, касающихся безопасности дорожного движения.

Однако, можно констатировать, что формирующаяся в стране система коммерческих предприятий автосервиса на данном этапе не смогла по качеству заменить систему технического обслуживания, существующую в государственных автопредприятиях. С полной уверенностью можно сказать и о том, что существенно снизились показатели, определяющие надежность водителей. И дело не только в том, что ежегодно на дорогах появляется не менее 2 млн начинающих водителей, но и в том, что существовавшие ранее

¹⁹Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/rosstat/ru/statistics/economy_development.

²⁰Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/rosstat/ru/statistics/economy_development.

формы и методы повышения их квалификации, контроля со стороны администрации транспортных предприятий, наконец, воспитательные работы либо деформировались, либо вовсе прекратились. Не говоря уже о том, что злоупотребления с получением водительских прав и нелегальные каналы ухода от ответственности нарушителей приобрели массовый характер. Хотя даже в этих условиях только за 2014 г. с помощью приборов фото-видео фиксации было зарегистрировано примерно 2,4 млн. нарушений ПДД.

Общая длина автомобильных дорог с твёрдым покрытием в России составляет 964 тыс. км (2014 г.). По общей протяженности автомобильных дорог Россия превосходит почти все Европейские страны, кроме Франции, и занимает 7-е место во всем мире.

В 2014 г. автомобильным транспортом было перевезено 10,6 млрд т грузов, его грузооборот в том же г. составил 216 млрд тонно-километров. С 2000 по 2014 гг. объём перевозки грузов на автомобильном транспорте увеличился на 36 %, грузооборот - на 66 %²¹.

Продолжающийся рост числа транспортных средств и в дальнейшем будет оказывать возрастающее влияние на все, что имеет отношение к сфере дорожного движения. В связи с этим эффективное функционирование системы «человек – автомобиль – дорога» нуждается в том, чтобы каждый из ее компонентов не отставал в своем развитии от других, не препятствовал взаимодействию и способствовал снижению возможных негативных последствий, которые сопровождают научно-технический прогресс и весьма характерны для дорожного движения.

Эти последствия затрагивают такие обширные и важные области, как экология, градостроительство, землеустройство, использование топливно-энергетических ресурсов, и целый ряд других.

Проблемы, связанные с автомобилизацией и дорожным движением, имеют глобальный характер, затрагивают интересы большинства стран мира.

²¹Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/rosstat/ru/statistics/economy_development.

На сегодня проблема безопасности дорожного движения является ключевой для большего числа городов. Массовый характер и трагизм последствий дорожно-транспортных происшествий приводят некоторых исследователей к выводу о том, что «появление автомобиля явилось трагическим событием».

Реальную угрозу, которую представляют собой дорожно-транспортные происшествия, страны развитого автомобилизма осознали в полной мере только 30 - 40 лет назад. Это произошло после того, как их дороги оказались буквально усеянными жертвами ДТП, а положение с аварийностью достигло уровня «национальной катастрофы»²². И если прежде основным направлением в автомобилестроении и дорожном строительстве было достижение все более высоких скоростей, то теперь - создание условий для безопасного движения. При этом практически повсеместно стали вводиться ограничения скорости.

Одной из наиболее существенных особенностей в подходе к решению проблемы безопасности дорожного движения стало расширение видения этой проблемы. В частности, обращение внимания в ее практическом и научном решении не только на технические, но и социально-правовые аспекты.

Без социализации проблемы обеспечения безопасности дорожного движения было бы невозможно рассчитывать ни на её панорамное видение, ни на понимание ее стержневых вопросов, ни на правильный прогностический взгляд в будущее.

Уровень риска на российских дорогах и других объектах транспортной инфраструктуры, по сравнению со странами Европы, по-прежнему высок. Автомобильный транспорт считается самым небезопасным из всех доступных человеку. По всем данным, именно ДТП занимают первое место

²²Букин Е. К., Меркушев С. А. Особенности организации дорожного движения в городах с решетчатой системой улиц. // *Ars Administrandi*. 2015. № 2.

по числу погибших и пострадавших. По этим параметрам автомобили значительно обгоняют железнодорожный, авиационный и водный транспорт.

Согласно официальным данным ГИБДД МВД России, за январь - декабрь 2014 г. на дорогах страны зафиксировано около 407 тысяч дорожно-транспортных происшествий, а в феврале-марте 2015 г. 96 тысяч, что на 0,7% меньше аналогичного показателя прошлого года. В результате погибли более 20 тыс. чел. (меньше на 1,4% аналогичного периода прошлого года) и свыше 256 тыс. чел. получили ранения (меньше на 1,2% аналогичного периода прошлого года).

Данные статистики говорят о том, что аварийность в России на протяжении последних нескольких лет снижается. Тем не менее, РФ по-прежнему держит печальное лидерство по аварийности среди европейских стран. Ежегодно около 1,7 млн чел. в Европе получают ранения в результате ДТП. Уровень дорожно-транспортного травматизма в России только за 2014 г. составил свыше 250 тыс. чел., другими словами – 1/6 от общего европейского показателя.

Эта мрачная статистика требует поиска новых, более эффективных правовых, организационных и иных мер по всем направлениям безопасного функционирования автотранспортного комплекса. Но есть и другая сторона проблемы - экономическая. По оценкам экспертов, за последние пять лет совокупные потери экономики нашей страны от ДТП составили 7,3 трлн руб.

ООН объявило ближайшие десять лет «Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения». Мероприятия в рамках программы, как ожидается, смогут спасти до пяти миллионов жизней и предотвратить 50 миллионов травм²³.

Результаты проверок показали, что организацией дорожного движения на межмуниципальных и муниципальных дорогах (за исключением Москвы, Санкт-Петербурга, Казани и еще нескольких городов) в должной мере никто

²³Правовой источник: Конвенция о дорожном движении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/section/about-un/fonds-programmes>.

не занимается. А ведь именно в российских городах и поселках происходит две трети всех ДТП. Серьезной причиной аварийности на дорогах является несовершенство нормативной базы, регламентирующей как организацию самих перевозок пассажиров и грузов, так и безопасность дорожного движения.

В регионах и муниципальных образованиях чиновники признают свою долю ответственности за состояние безопасности на транспорте, но причина многих недостатков банальна: в большинстве субъектов РФ нет средств на решение этой проблемы. Тем не менее, во многих регионах разработаны специальные областные целевые программы повышения безопасности дорожного движения, имеющие форму территориальных законов. И по мере появления финансов вопросы решаются.

Россия ратифицировала Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов, в котором сказано, что водитель получает свидетельство установленного образца после прохождения обучения в признанном компетентным органом учебном заведении и положительной сдачи экзамена этому органу. Невзирая на это в большинстве регионов РФ экзамены проводятся самими учебными заведениями. При этом состав экзаменационной комиссии утверждается директором образовательного учреждения, без привлечения в нее представителей надзорных органов. Об эффективности проводимых экзаменов сами за себя говорят цифры: положительная сдача с первого раза – 100%.

И это не считая организаций, откровенно торгующие свидетельствами о подготовке водителей транспортных средств, перевозящих опасные грузы. Реалии таковы, что удостоверение такого типа можно купить, и стать законным обладателем документа дающего право перевозить легковоспламеняющиеся, ядовитые, взрывчатые и радиоактивные вещества не только на территории РФ, но и в международном сообщении.

Бесспорно, аварийность связана со многими объективными факторами: ростом автомобилизации населения, нарастающей диспропорцией между

количеством транспортных средств и не рассчитанной на современную интенсивность движения дорожной сетью, улучшением скоростных качеств автомобилей. Однако основной причиной является крайне низкая дисциплина как водителей, так и пешеходов. Больше половины всех происшествий происходит вследствие управления транспортом в нетрезвом состоянии, превышения скорости, езды по полосе встречного движения²⁴.

Нельзя рассчитывать на изменение обстановки к лучшему без решительного укрепления правопорядка на дорогах России. Доминирующая роль в этом отведена сотрудникам ГИБДД - единственному органу, на который возложены функции профилактики, выработки и реализации государственной политики в сфере безопасности дорожного движения.

Анализ системы нормативно правовых актов РФ позволяет сделать вывод, о том, что комплексная система ОДД должна содержать в себе не только технические иерархии, но и иметь жесткую нормативно-правовую систему, которая обеспечит нормальное её функционирование.

Подводя итог, следует отметить следующее. Реалии таковы, что темпы автомобилизации населения на сегодняшний день значительно превышают темпы строительства автодорог. Это приводит к появлению заторов, и, как следствие, снижению пропускной способности.

Единственным выходом из сложившейся ситуации можно считать применение концептуально новой модели организации дорожного движения, которая основывается на комплексном подходе и учитывает опыт и ошибки аналогичных европейских систем.

Формирование «транзитных дыр» (зон с пониженной логистической нагрузкой) не может положительно сказаться на функционировании системы управления дорожным движением. Чтобы избежать данной ситуации необходимо создание отдельного органа, который будет заниматься вопросами безопасности дорожного движения. В дополнение необходимо

²⁴Щелконогов Д. А., Букин Е. К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края.

создание жесткой многоступенчатой нормативной правовой базы, что в комплексе позволит обеспечить формирование «свободных» транспортных систем, которые, при правильной организации дорожного движения приведут к снижению аварийности.

2. Успешный опыт организации дорожного движения в старопромышленных городах

2.1. Зарубежная Европа

Развитие улично-дорожной сети должно стать одним из важнейших вопросов не только развития города, но и транспортной системы всего региона. Еще три десятилетия тому назад основное внимание уделялось улучшению условий движения автомобильного транспорта (увеличению пропускной способности УДС, повышению скорости сообщения) и чисто техническим аспектам решения этой задачи. Такой подход привел к чрезмерным затратам на дорожную инфраструктуру и упадку системы общественного транспорта. Так, в городах и агломерациях Западной Европы доля улиц и дорог в границах застройки достигла 25 %, а в США – 30%. Уже в период достижения уровня автомобилизации 200–250 автомобилей на 1 тыс. жителей в Европе была осознана необходимость долгосрочных программ развития транспортных систем городов, включая общественный транспорт. В современных зарубежных работах по проблемам развития транспортных систем городов, часто ссылаются на официальный документ «Дорожное движение в городах», опубликованный в 1963 г. в Великобритании. Автор отчета Colin Buchanan²⁵ сформулировал концепцию емкости окружающей среды, которая, по его мнению, определяет экологические ограничения на развитие городской среды и транспортных систем городов в частности.

К числу заслуг автора относят «концепцию концентрации», согласно которой транспортные потоки должны концентрироваться на главных магистральных улицах. Его идея формирования городского ландшафта путем

²⁵Colin Buchanan. Anthropology of carcrash. London. ABS-Craft.

разделения городских территорий на зоны успокоения движения и зоны, свободные для транспорта, предопределила последующие тенденции проектирования УДС. За последние годы взгляды на цели и методы ОДД претерпели революционные изменения.

Главными проблемами признаны чрезмерная зависимость населения от индивидуального автомобиля, перегруженность городов и особенно их центров автомобильным транспортом. Транспортная система и организация территории, ориентированные на использование автомобиля получила название «зависимость населения от личного автомобиля»²⁶.

На сегодняшний день характерна тесная интеграция организации дорожного движения с другими видами транспортного и градостроительного проектирования. Обязательным элементом у проектов организации дорожного движения является оценка их влияния на городскую среду, оценка экологического и социального эффектов. Непосредственно к компетенции организации дорожного движения можно отнести: ограничение движения тяжелых автомобилей, регламентирование паркования, ограничение скорости движения, обеспечение приоритета общественного пассажирского транспорта средствами регулирования. В поиске решений по снижению интенсивности движения было обращено внимание на ряд особенностей использования индивидуального автомобиля. Подробная и систематически собираемая статистика об использовании индивидуального автомобиля позволила установить, что значительная часть поездок совершается на небольшие расстояния.

Такая статистика обусловила разработку следующих мер по снижению интенсивности движения автомобильного транспорта:

- строительство обходов городских центров системы общественного транспорта;

²⁶Гаджинский Л.В. Городские системы. Монография. МГУ, М., 2010. [Электронный ресурс]. URL:www.Gadjinsky_Logistics_system.ru/1522/Crf.

- снижение интенсивности в пиковые часы; автоматизированные системы регулирования;
- ограничение на движение тяжелого грузового транспорта; повышение качества обслуживания общественным транспортом.

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже существующей улично-дорожной сети. К числу таких мероприятий относятся введение одностороннего движения, кругового движения на перекрестках, организация пешеходных переходов и пешеходных зон, автомобильных стоянок, остановок общественного транспорта и другие. В то время как реализация мероприятий архитектурно-планировочного характера требует, помимо значительных капиталовложений, довольно большого периода времени, организационные мероприятия способны провести хотя и к временному, но сравнительно быстрому эффекту. В ряде случаев организационные мероприятия выступают в роли единственного средства для решения транспортной проблемы. Речь идет об организации движения в исторически сложившихся кварталах старых городов, которые являются памятниками архитектуры и не подлежат реконструкции.

Кроме того, развитие улично-дорожной сети нередко связано с ликвидацией зеленых насаждений, что не всегда является целесообразным. При реализации мероприятий по организации движения особая роль принадлежит внедрению технических средств: дорожных знаков и дорожной разметки, средств светофорного регулирования, дорожных организаций и направляющих устройств.

При этом светофорное регулирование является одним из основных средств обеспечения безопасности движения на перекрестках. Количество перекрестков, оборудованных светофорами, в крупнейших городах с высоким уровнем автомобилизации непрерывно возрастает и достигает в некоторых случаях соотношения: один светофорный объект на 1,5-2 тыс. жителей города. В последние годы за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию сложных автоматизированных систем с применением

управляющих ЭВМ, средств автоматики, телемеханики, диспетчерской связи и телевидения для управление движением в масштабах крупного района или целого города. Опыт эксплуатации таких систем убедительно свидетельствует об их эффективности в решении транспортной проблемы.

Интересно, что данный опыт является обязательным для стран ЕС и основные положения должны быть обязательно отражены в национальном законодательстве. Если же государства, входящие в ЕС, их не исполняют, на них налагаются большие штрафы. Унификация национального законодательства в соответствии с европейскими стандартами дорожного движения является неременным условием принятия страны - кандидата в ЕС.

В Испании закон о безопасности дорожного движения называется «Основной закон о движении механических транспортных средств и о безопасности дорожного движения». В Болгарии, Дании, Испании, Украине, Финляндии закон о дорожном движении является единственным законом, регулирующим отношения в этой сфере²⁷.

В Норвегии, наряду с Законом «О дорожном движении»²⁸, вопросы обеспечения безопасности на дорогах урегулированы «Законом об обязательном воздержании для лиц определенных профессий». В нем содержится требование полного воздержания от употребления алкоголя, других опьяняющих или наркотических средств для лиц определенных профессий, включая водителей коммерческих транспортных средств, в течение не менее 8 часов до начала поездки.

В Германии, кроме основного закона «О безопасности дорожного движения», действует «Закон о нарушениях правил дорожного движения»²⁹, кодекс положений о допуске к дорожному движению (он регулирует

²⁷Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный. ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru.

²⁸Демидов О.В. Особенности организации дорожного движения в городах. Уч. пособие, М. 2008, изд-во: Эксмо. С. 314-358.

²⁹Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный. ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru.

вопросы, касающиеся водителя и транспортных средств (требования по экологии, регистрация, официальное утверждение)). Система дорожных штрафов изложена в достаточно объемном Каталоге штрафов³⁰.

В виде отдельных законов в Швеции существуют законы, которые регулируют: серьезные нарушения Правил дорожного движения (вождение транспортных средств в нетрезвом состоянии и вождение без водительского удостоверения); порядок подготовки водителей и изъятия водительских удостоверений; основные требования, касающиеся автошкол; штрафы за нарушение правил стоянки; принудительную эвакуацию транспортных средств; перевозку опасных грузов; штрафы за превышение максимально допустимого веса.

В Эстонии приняты законы в отношении каждого вида транспорта, а также закон о дорогах. Отдельными законами также регулируются: нарушения норм административного права; страхование на транспорте; ответственность владельцев или администраторов дорог и участников дорожного движения за содержание, эксплуатацию и охрану дорог, а также стоянку транспортных средств.

Некоторые страны ограничились принятием только правил дорожного движения. Причем обычно они не составляют единого правового акта. Отдельно регулируются: правила нанесения дорожной разметки, использования дорожных знаков, применение закона о механических транспортных средствах (Австрия). Правила регистрации автомобилей и связанная с этим учетная документация, техосмотр, светофорное регулирование, нанесение дорожной разметки, дорожное строительство, вопросы пересечения дорог, процедура допуска к движению автомобилей большой грузоподъемности и габаритных размеров (Болгария). Правила регистрации механических транспортных средств, их оборудования, выдачи водительских удостоверений, подготовки водителей (отдельно для каждой

³⁰Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru.

категории), здесь же содержатся санкции по отношению к инструкторам по вождению; отдельно действует акт о дорожных знаках и сигналах (Дания)³¹.

Определенный интерес представляет нормативно-правовая система в сфере безопасности дорожного движения Франции. Главенствующими документами здесь являются Правила дорожного движения (5 томов), Правила содержания и технического обслуживания автодорог, ведомственная инструкция по дорожным знакам и сигналам и Уголовный кодекс. В пяти томах французских Правил дорожного движения, которые подразделяются на законодательную и регламентирующую части, содержится комплекс положений, регулирующих все вопросы, связанные с дорожным движением.

Таким образом, зарубежный опыт работы по повышению безопасности дорожного движения показывает, что, несмотря на высокий уровень автомобилизации (превышающий в настоящее время российский показатель в 2-4 раза), программно-целевой подход позволяет снизить уровень аварийности на 3-5% в год. В течение последних десятилетий страны-лидеры в области безопасности дорожного движения (например, Скандинавские страны, Германия) успешно реализовали потенциал простых и не дорогостоящих решений проблемы смертности на дороге. К этим способам относится, как и фундаментальный подход к совершенствованию самой системы управления организации дорожного движения, так и подход, сформированный новой идеологией в данной сфере³².

Особый интерес вызывает принципиально новая идеология обеспечения безопасности дорожного движения – «концепция нулевой смертности» Она применяется в Северных странах Европы – лидерах в области дорожной безопасности. «Концепция нулевой смертности детей» предлагает принципиально новый взгляд на проблему и дифференциацию

³¹Правовой источник: Конвенция о дорожном движении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/section/about-un/fonds-programmes>.

³²Букин Е.К. Стратегия развития транспортного комплекса Пермского края. // В мире научных открытий // 2014, №4.2 (27). стр. 314-317.

ответственности всех субъектов системы управления безопасностью дорожного движения. Она рассматривает дорожно-транспортную систему как единое целое, компоненты которого – дороги, транспортные средства и пешеходы – во взаимодействии друг с другом гарантируют безопасность, т.е. «нулевую смертность».

В основе «нулевой смертности» лежит этический принцип неприемлемости гибели людей и получения ими тяжелых телесных повреждений на дорогах. Единственное приемлемое в странах ЕС число погибших - 0. «Концепция нулевой смертности» устанавливает новый взгляд на *ответственность* за обеспечение дорожной безопасности.

Основная ответственность возлагается на создателей дорожно-транспортной системы, к которым относятся в первую очередь:

- дорожные службы;
- автопроизводители;
- полиция;
- политики;
- государственные служащие;
- законодательные органы.

На них лежит основная ответственность за создание системы, нейтрализующие ошибки, совершаемые водителями и пешеходами.

Часть ответственности ложится на целый ряд других организаций и отдельных лиц: это перевозчики пассажиров и грузов, надзорные органы, организации медицинского обслуживания, органы правосудия, образования и т.д.

Для участников дорожного движения - водителей, пешеходов - обязательным условием является соблюдение законов и правил дорожного движения.

Опыт ведущих стран мира в области обеспечения дорожной безопасности показывает, что в России имеется существенный нереализованный потенциал.

Стокгольмский опыт.

Эта проблема актуальна в городах по всему миру: слишком много машин при недостаточном количестве дорог. Стокгольм не был исключением – ежедневно в город въезжало более полумиллиона автомобилей. В 2010 г. среднее время, затраченное на ежедневные поездки, увеличилось на 18% по сравнению с предыдущим годом.

По этой причине в начале 2011 года Государственное дорожное управление Швеции (SNRA) и Городской совет Стокгольма объявили о введении пробного налога на автомобильные пробки — системы взимания платы за въезд в город, аналогичной используемым в Сингапуре, Лондоне и Осло (система «PAYWAY»). Целью этого налога было не только уменьшение пробок, но и обеспечение дополнительных преимуществ, таких как усовершенствование общественного транспорта и уменьшение вреда для окружающей среды.

Правительство планировало использовать налоговые сборы для завершения строительства кольцевой дороги вокруг города. Испытательный период продолжался с января по июль 2011 года, и новое правительство города приняло решение восстановить налог в 2012 году. Вот как работает эта система (рис. 1).

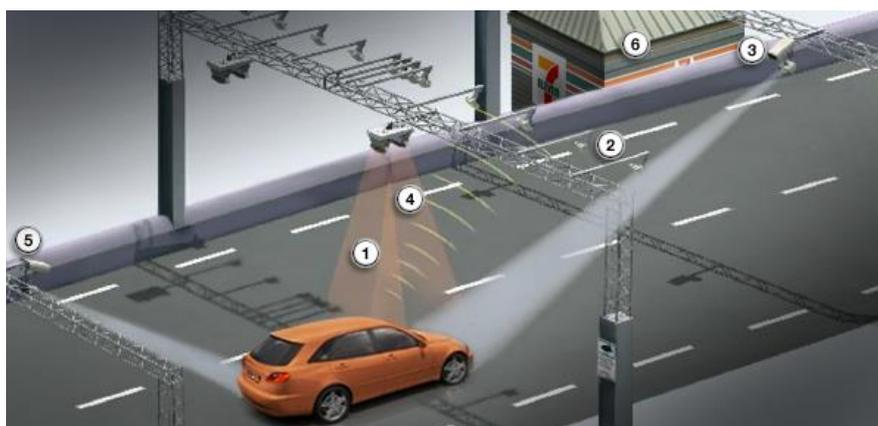


Рис.1. Принцип работы системы «PAYWAY»

Система взимания дорожных сборов способствовала сокращению пробок и повышению качества жизни жителей Стокгольма в целом. К концу

испытательного периода интенсивность движения сократилась почти на 25%. Расписание движения общественного транспорта пришлось изменить, поскольку за счет уменьшения заторов повысилась скорость движения. Даже оборот торговых предприятий, расположенных в центре города, увеличился на 6 процентов.

Однако преимущества не ограничиваются снижением числа автомобилей:

- Весной 2006 г. число пассажиров, использующих общественный транспорт Стокгольма в обычный рабочий день, увеличилось на 40 тыс. чел, или на 6%.
- Сокращение интенсивности движения в центре Стокгольма во время испытательного периода привело к снижению выброса выхлопных газов автомобильного транспорта на 8-14%.
- Содержание в воздухе парниковых газов, например, углекислого газа, снизилось на 40% в центре города и на 2-3% в округе Стокгольм.

Лондонский опыт.

Ярким примером высокоразвитой АСУДД является система управления в Лондоне с подсистемой приоритета общественного транспорта, контролирующая более 2000 перекрестков и имеющая в составе технических средств организации дорожного движения знаки переменной информации, электронные табло (рис. 2). Ее подсистема приоритета общественного транспорта обеспечивает преимущественный бесконфликтный проезд автобусов и трамваев, а также осуществляет информационную поддержку пассажиров при помощи технологии GPRS и информационных табло на остановочных пунктах общественного транспорта, отображающих время до прибытия каждого маршрута.



а) Знаки переменной информации

б) Центр управления движением

Рис. 2. Лондонская система управления дорожным движением

Однако эффективная организация дорожного движения является всего лишь одним из аспектов повышения безопасности автотранспортной инфраструктуры в городах. Согласно результатам транспортных исследований, инициированных и проведенных Европейской комиссией с 2001 по 2011 г. и определивших европейскую транспортную политику в течении следующего десятилетия безопасности дорожного движения, выделены четыре главных направления стратегического развития:

- повышение уровня безопасности водителей;
- представление более безопасных транспортных средств;
- повышение безопасности дорожной инфраструктуры;
- накопление баз данных по аварийности и статистическое оценивание безопасности дорожного движения.

Дюссельдорфский опыт.

Основное отличие организации дорожного движения в Германии является не увеличение средств на организацию дорожного движения, а глубинный анализ дорожно-транспортных происшествий. Это направление предполагает подготовку и поддержание объединенной базы данных по аварийности на дорогах города и перманентно развивающиеся методологии и инструментальные средства для анализа степени риска и оценивания воздействий различных аспектов дорожного движения на его безопасность.

В этом отношении следует обратить внимание на методологию и опыт исследования аварийности на дорогах Дюссельдорфа, реализованные фирмой VUFO, посредством глобальной информационно-аналитической системы

GIDAS³³ для осуществления глубинного анализа аварийности на дорогах страны, результаты которого обеспечивают продвижение по всем четырем обозначенным выше направлениям стратегического развития.

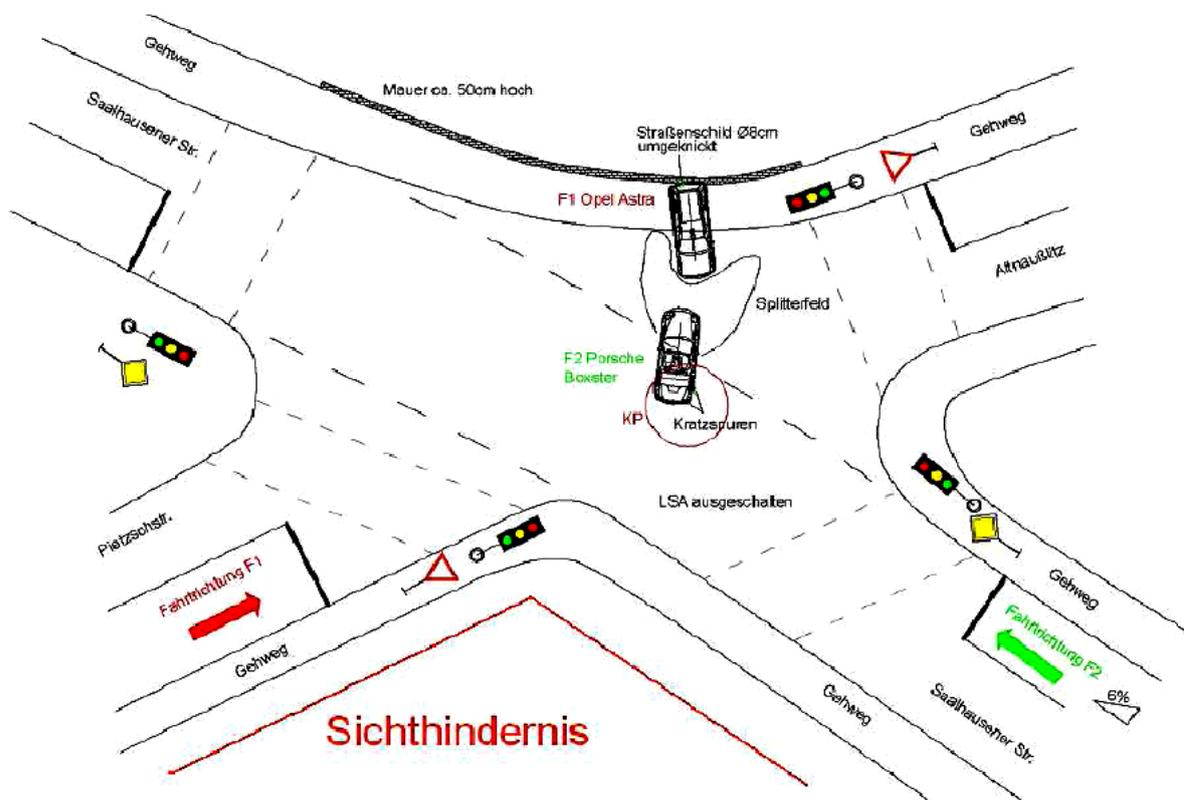


Рис. 3. Эскиз типового ДТП в Дюссельдорфе

Исследование каждой аварии производится с научной точки зрения в технических, медицинских, психологических и социальных аспектах (рис. 3). Технический аспект предполагает исследование в таких областях, как организация дорожного движения, дорожные условия, уличная обстановка, характеристики и повреждения транспортных средств, компьютерные средства управления, оснащение транспортных средств, положение водителя и пассажиров, и многое другое. Медик принимает все персональные данные, выясняет причины нарушений, проводит опрос участников, в том числе находящихся в медицинских учреждениях, регистрирует мероприятия по спасению на месте аварии. При транспортировке и по прибытии в

³³Щелконогов Д. А., Букин Е. К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края.

медицинское учреждение, оценивает степень повреждения по различным шкалам, в том числе и по шкале AIS, а также ведет наблюдение за состоянием раненых до 30 дней после аварии. Впоследствии все собранные данные переносятся в банк данных GIDAS³⁴.

Основной целью западных стран в вопросе организации дорожного движения было увеличение средней скорости транспортного потока. Данную цель можно достичь двумя путями: снижением логистической нагрузки путем частичного ограничения движения в «очагах концентрации» транспортных средств и увеличением пропускной способности улично-дорожной сети за счет новых технических средств организации дорожного движения.

Если в первом варианте необходимо ограничить движение, как правило, в центре города, при помощи введения системы платного въезда, а для старопромышленных городов это практически невозможно ввиду их сложной территориальной структуры (связь периферия – периферия возможна только через центр), то второй вариант может стать основой территориального планирования старопромышленных городов.

2.2. Российский опыт организации дорожного движения

На центры организации дорожного движения г. Москвы и г. Санкт-Петербурга возложены функции генерального заказчика по проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации технических средств организации дорожного движения, автоматизированных систем управления дорожным движением и компонентов интеллектуальной транспортной системы. Центрами проводятся исследования и анализ дорожного движения, разработка и осуществление парковочной политики. Так, Главное управление «Дирекция по организации дорожного движения Санкт-Петербурга» провело разработку «Системы регулирования парковками», которая предусматривает

³⁴Демидов О.В. Особенности организации дорожного движения в городах. Уч. пособие, М. 2008, изд-во: Эксмо. С. 214-215.

создание так называемых «перехватывающих» парковок и парковок на внеуличных территориях.

Следует отметить, что в состав Главного управления «Дирекция по организации дорожного движения Санкт-Петербурга» входит центр управления дорожным движением, который занимается развитием и обслуживанием автоматизированных систем управления дорожным движением.

Функции центра организации дорожного движения в городах Российской Федерации.

Необходимо приложить массу усилий для создания в нашей стране центров, подобных европейским, характеризующих себя как центры по «traffic engineering». К этому необходимо стремиться, не только в городах-миллионерах нашей страны, но и в других городах Российской Федерации.

Эффективная работа данных центров будет обеспечена при совмещении организации дорожного движения, включая оптимизацию транспортных потоков, управления парковочным пространством и общественным транспортом, функционирования систем безопасности³⁵:

Первая функция – организация дорожного движения, то есть весь комплекс работ в сфере traffic engineering и traffic control, с использованием средств моделирования транспортных потоков. Эта работа должна быть организована центрами организации дорожного движения на началах государственно-частного партнерства с участием органов исполнительной власти, администраций субъектов федерации, органов местного самоуправления. В процессе создания общей интеллектуальной транспортной системы в городе центр организации дорожного движения должен выполнять функции монтажа, пуско-наладки и текущей эксплуатации технических средств регулирования дорожным движением.

³⁵Букин Е.К., Меркушев С.А. Особенности организации дорожного движения в городах с решетчатой системой улиц. // Ars Administrandi // 2015. № 2.

Функции оперативного управления движением должно выполнять специализированное подразделение созданного ЦОДД, персонал которого должен обладать специальными знаниями в сфере организации дорожного движения.

Вторая функция – проведение мероприятий в сфере парковочной политики. При этом проводимая парковочная политика и разработанные для города парковочные регламенты должны полностью исключать создание помех для движения автомобилей.

Третья функция связана с организацией пассажирских перевозок в городском и пригородном сообщении. К данной функции относится разработка и внедрение таких мероприятий как отслеживание маршрута движения общественного и спецтранспорта с предоставлением им приоритета и информирование пассажиров о работе общественного транспорта (с помощью информационных табло, терминалов, SMS, сети Internet, звонковых центров).

Четвертая функция – это обеспечение безопасности на транспорте и улицах города. К данной функции относится использование систем видеонаблюдения на улицах и дорогах города, использование систем управления доступом въезда на отдельные участки дорог или в отдельные районы города и т.д.

Все реализуемые мероприятия должны учитывать интересы уязвимых участников дорожного движения. В настоящее время в качестве механизма реализации задач по совершенствованию транспортной системы в городе применяют логистический подход.

Как известно, логистический подход направлен на поиск новых решений, которые бы позволили бы сократить сроки доставки товара и расходы. Также ставится задача уменьшения воздействия транспорта на окружающую среду, повышение уровня безопасности пассажиров, устранение автомобильных пробок и, как следствие, повышение качества жизни населения города и региона в целом.

Решение данной задачи связано с выбором оптимальных управляющих воздействий на основе анализа информации о параметрах транспортного потока.

Вся необходимая информация должна поступать и обрабатываться в центре организации дорожного движения. В последующем она должна послужить основой для создания геоинформационной системы, предоставляющей в реальном режиме времени информационные сервисы о транспортном состоянии в городах. Таким образом, центр организации дорожного движения должен стать структурой не только координирующей действия в сфере обеспечения оптимального управления дорожным движением, пассажирскими перевозками и парковочным пространством, но и предоставляющей услуги гражданам и организациям, в рамках многофункциональных центров предоставления услуг. К таким услугам можно отнести предоставление информации о транспортной обстановке в городе, использование электронного вида оплаты различных услуг.

Московский опыт.

Московский опыт к организации дорожного движения, на сегодня не имеет аналогов в мире. Транспортные проблемы решаются комплексно, за счет правильно подготовленных мероприятий по каждому проблемному блоку. К сожалению, г. Москва на сегодня единственный город в РФ, в котором производится комплексная оценка всех типов систем организации дорожного движения.

Блок 1. Повышение пропускной способности МКАД и магистрально-уличной дорожной сети и безопасности дорожного движения.

Повышение пропускной способности МКАД и магистрально-уличной дорожной сети и безопасности дорожного движения:

- увеличение числа парковочных мест,
- организация, реконструкция или закрытие въезда-выезда с территории Московской области;
- строительство патрульно-специализированных парковок на МКАД,

- строительство параллельных соединений и развязок,
- изменение организации движения.

Осуществление развития магистральной улично-дорожной сети, в том числе хордовых связей районов, с ориентацией на улучшение транспортного обслуживания районов города, испытывающих острый дефицит дорожной сети.

Определение, проектирование и строительство магистралей для организации реверсивного движения.

Строительство объектов дорожно-мостового назначения для повышения связности улично-дорожной сети.

Строительство боковых проездов (дублеров) основных магистралей и съездов на них, для организации правых поворотов и подъездов к существующим объектам инфраструктуры.

Увеличение числа полос движения:

- за счет использования обочин (устройство дорожной одежды по типу основной в пределах обочин);
- за счет уменьшения ширины полосы движения для легкового автотранспорта до 2,75 м (крайняя левая полоса движения).

Проектирование новых многоуровневых высокоскоростных магистралей для вывода транзитных транспортных потоков с существующей улично-дорожной сети.

Устройство «заездных карманов» для общественного транспорта.

Сокращение числа въездов и выездов на значимые автомагистрали.

Завершение начатых проектов в области дорожного строительства.

Проведение обследования МКАД и выездных магистралей на предмет выявления несанкционированных въездо-выездов, примыканий, парковок и других объектов, препятствующих движению транспорта.

Блок 2. Мероприятия в области развития системы управления движением.

Разработка Комплексной схемы организации дорожного движения в пределах МКАД.

Использование компьютерного моделирования при разработке схем организации дорожного движения.

Организация реверсивного движения транспорта на основных магистралях города с применением соответствующих технических средств организации дорожного движения (реверсивных светофоров, дорожной разметки, детекторов транспортами др.).

Организация одностороннего движения транспорта на ряде улиц (завершение внедрения Комплексной схемы организации движения в центральной части города).

Проведение локальных мероприятий по совершенствованию организации движения на отдельных транспортных узлах. Оптимизация (изменение) организации движения в отдельных транспортных узлах. Оборудование магистралей средствами аварийного оповещения. Разработка и реализация концепции информирования участников дорожного движения с заменой существующих и установкой дополнительных информационно-указательных знаков (в настоящее время система дорожной информации реализуется только при строительстве новых объектов дорожно-мостового строительства)³⁶.

Создание единой многоуровневой автоматизированной системы навигации, позволяющей информировать водителей о состоянии загруженности дорог и перенаправлять транспортные потоки на свободные участки улично-дорожной сети.

Проведение модернизации светофорных объектов для реализации на улично-дорожной сети алгоритмов адаптивного управления движением в

³⁶Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru.

отдельных районах города, находящихся между ТТК и МКАД, а также за МКАД провести модернизацию.

Проведение оптимизации дорожного движения при помощи регулирования режимов работы светофорных объектов («зеленая волна»).

Создание «горячей линии» по работе светофорных объектов.

Отмена левых поворотов без значительных перепробегов.

Физическое разделение транспортных потоков встречного направления за счет установки транспортных ограждений.

Проведение мероприятий, направленных на снижение скорости движения транспортных средств, при приближении к нерегулируемому пешеходному переходу (применение искусственных неровностей, шумовой разметки, дорожных знаков обратной связи с водителем).

Повышение видимости пешеходных переходов путем установки дорожных знаков «пешеходный переход» на флуоресцентном фоне, нанесения дорожной разметки с применением цветных дорожных покрытий и световозвращателей дорожных, а также обустройство дополнительного освещения над пешеходными переходами. Установка пешеходных ограждений³⁷.

Обустройство автоматизированных рабочих мест, на которых должны оформляться постановления о нарушении ПДД.

Блок 3. Мероприятия в области интеграции транспортной системы с другими городскими системами.

Проведение анализа строящихся объектов, проверка законности их возведения и влияния на дорожную обстановку.

Исключение транспортных перевозок, связанных с таможенным оформлением в г. Москве в зоне большого бетонного кольца Московской области.

Запрет органам власти на предоставление земель и выдачу разрешений на строительство в придорожной полосе крупных торговых центров,

³⁷Официальный сайт ГИБДД РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.perm.ru/>.

складских объектов, накопителей, терминалов, рынков, торговых и др. центров в пределах большого бетонного кольца Московской области.

Ликвидация самостроя возле значимых магистралей.

Перевод работы складских терминалов на ночной график работы.

Вывод грузовых дворов ОАО «РЖД», таможенных терминалов и складских помещений за пределы города Москвы.

Вынос логистических центров и складских терминалов из Москвы.

Введение временного моратория на предоставление земель и выдачу разрешений на строительство крупных торговых складских объектов в придорожной полосе автодорог, обеспечивающих движение из города.

Блок 4. Мероприятия в области управления доступом к инфраструктуре

Временное ограничение на въезд грузового автотранспорта в Московский регион с 07:00 до 22:00 в рабочие дни и круглосуточно в выходные и праздничные дни. Для этого органам власти Московской области необходимо обеспечить места стоянок грузового транспорта на въезде в Московский регион вблизи федеральных трасс. А таможенным органам в перспективе исключить таможенное оформление в Москве.

Введение мер по ограничению транспорта в пределах МКАД, Третьего и Садового колец.

Установление особых условий работы торгово-складских и других объектов, то есть исключение подвоза или вывоза грузов в период пиковых нагрузок транспортной системы.

Разделение во времени начала и окончания рабочего дня предприятий и учреждений, в том числе государственных и муниципальных учреждений и организаций, в целях снижения пиковой нагрузки на транспортную систему.

Создание общегородской системы информирования о наличии свободных мест на парковках.

Создание платных и перехватывающих парковок, парковок на улично-дорожной сети.

Увеличение парка автомашин-эвакуаторов, в том числе для перемещения большегрузного транспорта.

Блок 5. Мероприятия в области общественного транспорта.

Замена на загруженных направлениях маршрутных такси на средства большей вместимости.

Строгое исполнение графика движения общественного транспорта с информированием о нем в местах посадки и высадки пассажиров.

Увеличение доли наземного общественного транспорта большой вместимости для удовлетворения спроса населения на перемещение, с обеспечением приоритета в движении маршрутных транспортных средств, повышением комфортности и сокращением времени поездок.

Развитие скоростных видов наземного общественного транспорта по обособленному полотну или отдельной полосе движения.

Строительство крупных транспортно-пересадочных узлов, которые следует ориентировать на решение исключительно проблем транспортного обслуживания населения, а не объектов торговой, социально-культурной или другой сферы деятельности.

Строительство в городе новых автовокзалов для междугородних и международных перевозок, за пределами Московской окружной железной дороги.

Ограничение движения пассажирского иногороднего транспорта в центр Москвы с устройством пассажирских терминалов для пересадки на электрички и метро.

Российский опыт организации дорожного движения условно ограничен, поскольку его применение связано с мощной реструктуризацией дорожного хозяйства, что применимо лишь в городах федерального значения. Необходимо отметить, что при осуществлении проектов по совершенствованию улично-дорожной сети в России главная роль отводится не техническим средствам организации дорожного движения, а изменению формата территориального планирования, что в итоге приводит к

технической отсталости в сфере организации дорожного движения, а в старопромышленных городах это приводит к стагнации транспортных систем.

2.3. Пермский опыт в организации дорожного движения

Внутригородская объездная дорога.

Строительство автодороги было завершено в 2008 г. Эта дорога позволила связать Индустриальный и отдаленные части Мотовилихинского (м/р Ива-1, Ива-2) районов г. Перми. Данная дорога была построена для снижения нагрузки на центральную часть города. Однако главной проблемой этой автодороги стала организация дорожного движения на пересечении объездной дороги и перпендикулярных ей улиц.

Дело в том, что по данным улицам идет огромный поток транспортных средств из промышленной зоны города в центр. Его пересекает поток транзитного транспорта, проходящего по автодороге «Ива-Старцева-Чкалова-Стахановская». В результате мы получаем концентрацию двух потоков мощностью 3700 авт./час на одном пересечении данных проезжих частей. На ряде таких пересечений, ситуация осложнена наличием трамвайных и троллейбусных сетей.

Результатом этого, стало формирование пробок в 9 баллов на всех примыкающих направлениях. Решение этой проблемы с помощью средств организации дорожного движения не возможно. Единственным способом разгрузить данный участок УДС является разведение потоков на разные уровни. При этом необходимо учитывать особенность электротранспорта, при которой его необходимо выводить на отдельный уровень³⁸.

Система односторонних коридоров.

Система односторонних коридоров позволяет решить ряд проблем:

1) Уменьшить число ДТП: при повороте налево при одностороннем движении отсутствует встречный поток транспортных средств, что позволяет

³⁸Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru

повернуть без создания аварийно-опасной ситуации. К тому же при повороте налево с односторонней дороги отсутствует мертвая зона, которая возникает из-за малых размеров зеркал заднего вида. Если на дороге с односторонним движением имеются трамвайные пути, то их необходимо перенести в левую сторону дороги по ходу движения автотранспорта. Это позволит водителю контролировать зону трамвайной полосы в ближнее левое от него зеркало.

2) Увеличить пропускную способность улиц. Важным аспектом при введении на улице одностороннего движения является наличие параллельной дороги, соединяющей те же точки, что и та улица, на которой вводится одностороннее движение. В случае введения одностороннего движения увеличивается число полос, и, следовательно, пропускная способность улиц. Однако необходимо рассчитывать нагрузку на каждую отдельную полосу, чтобы не допустить «простаивания» или «ненагруженности» полос.

3) При введении одностороннего движения упрощается система организации дорожного на перекрестках. Так, например, на Т-образном перекрестке пропадает необходимость в светофоризации объекта, поскольку машины, выезжающие со второстепенной дороги на одностороннюю, попадают на «полосу вылета». В случае с полным перекрестком число коридоров перекрестка сокращается до трех. Это в значительной степени упрощает организацию движения, так как отпадает необходимость в создании резервного времени светофора для поворота налево.

4) В случае введения одностороннего движения на улице с полосой для движения рельсового транспорта, происходит сокращение времени следования рельсового транспорта на данном участке. Это особенно актуально для старопромышленных городов, так как они обладают мощной трамвайной сетью, а нагрузка на данную сеть составляет более 90-95%. За счёт увеличения времени прохода подвижного состава на данных участках можно снизить нагрузку на 20-25%.

5) Введение дорог одностороннего движения вблизи торговых центров расположенных в центре города позволит использовать крайние полосы для организации парковки. Однако это возможно лишь при отсутствии помех в организации движения на данном участке дороги.

6) Согласно ГОСТу С-2155-ОДД-ПД-2005 все дороги с односторонним движением являются основными транспортными артериями. Поэтому при пересечении с другими улицами дороги с односторонним движением имеют преимущества. Это значительно упрощает задачу введения зеленых коридоров в уличной дорожной сети города, позволяющих перераспределять транспортные потоки на альтернативные свободные магистрали, обеспечивая тем самым беспрепятственный транзитный проезд.

В основе данной системы лежит проект контроля за организацией дорожного движения, называемый «Траффикатор» (рис. 4)³⁹.

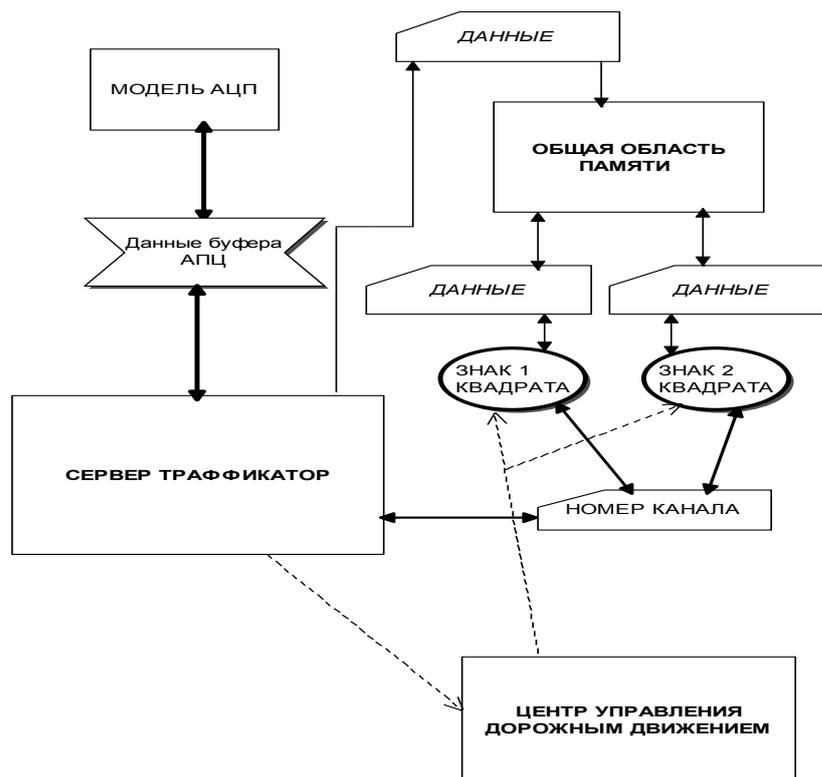


Рис. 4. Принцип работы системы траффикатор

³⁹Букина Т.В., Букин Е.К. Транспортно-логистические условия повышения городской среды в старопромышленном городе // *Ars Administrandi* // 2014. №3. стр. 214-228.

Однако при введении односторонних коридоров возникает ряд проблем:

1) Отсутствие двух параллельных дорог, соединяющих одни и те же точки. Многие города проектировались с учетом создания квадратов между улицами. Весь город был изрезан дорогами, которые соединяли одни точки и тем самым позволяли УДС справляться с нагрузкой. Однако в условиях современной застройки многие улицы стали тупиковыми. А если условие параллелизации дорог не выполняется, то введения одностороннего движения не возможно.

2) Сложность при переведении средств регулирования из одной системы в другую. После введения одностороннего движения необходимо изменить организацию дорожного движения на всех прилегающих перекрестках: изменить режим работы светофоров, переустановить дорожные знаки, местами сменив приоритет на некоторых перекрестках. Затем нанести новую дорожную разметку, в соответствии с ГОСТ-17-24. При этом на некоторых участках необходимо кардинально изменить дорожную разметку, для увеличения пропускной способности коридора. Все это может привести к высокой аварийности в первые дни работы данной системы.

3) «Нецелевое использование» всех полос транспортного коридора. На многих улицах города сегодня уровень загруженности составляет более 85%, так что введение системы односторонних коридоров, несомненно, позволит разгрузить УДС, но также возможна ситуация неполной загруженности полос, что является неэффективным использованием средств организации движения.

Система «зеленая волна»⁴⁰.

«Зелёная волна», автоматическая система светофорного регулирования, обеспечивающая безопасное движение транспортных средств на городских магистралях. «Зелёная волна» рассчитывается на определённую среднюю

⁴⁰Букин Е. К., Меркушев С. А. Особенности организации дорожного движения в городах с решетчатой системой улиц. // Ars Administrandi. 2015. № 2.

скорость; между рядом светофоров устанавливается связь, обеспечивающая включение зелёных сигналов к моментам подхода компактных групп транспортных средств.

Внедрение координированного регулирования по системе «Зелёная волна» создаёт ряд преимуществ по сравнению с индивидуальным регулированием на каждом перекрёстке: повышается скорость движения по магистрали, сокращаются остановки транспорта у перекрёстков, уменьшается число дорожно-транспортных происшествий и т.д. На всех перекрёстках магистрали, скоординированных по принципу «Зелёная волна», задаётся один и тот же цикл, как правило, в пределах 45—80 сек.

Зелёный свет по направлению координируемой магистрали на разных перекрёстках включается не одновременно, а с заранее определённым сдвигом (рис. 5).

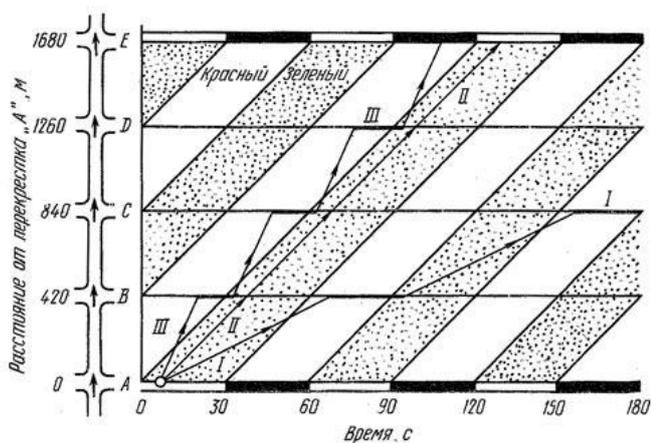


Рис. 5. План улицы с перекрёстками, настроенными на «зелёную волну»

Техническая реализация «зелёной волны» не представляет больших трудностей. Отечественная промышленность уже давно выпускает специальные системы, обеспечивающие координацию светофоров по принципу «зелёной волны». В этих системах имеются указатели величины расчётной скорости, гарантирующей безостановочный проезд всех перекрёстков (рис. 6).

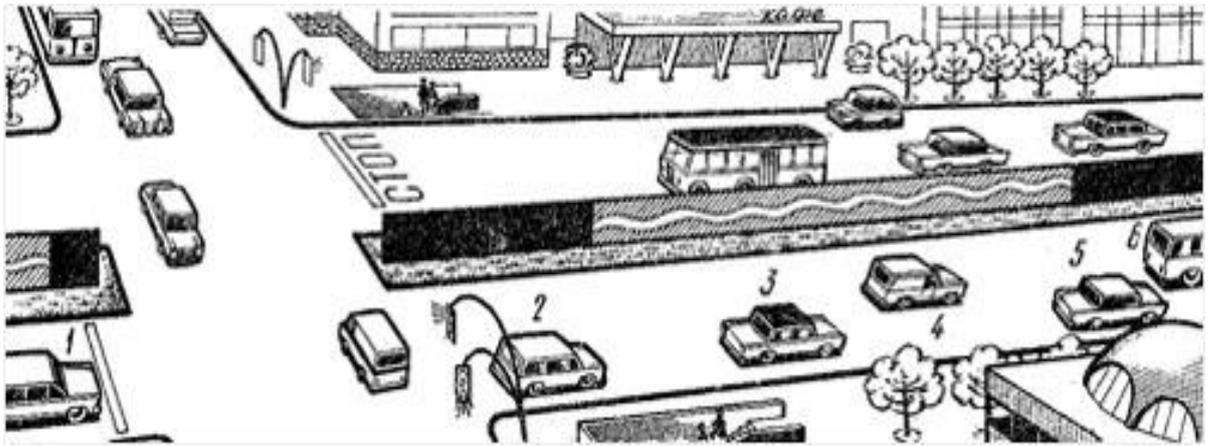


Рис. 6. План улицы с перекрёстками, настроенными на «зелёную волну»

Несмотря на применение указателей, выдерживание постоянной скорости для водителя является трудной задачей. Водитель, видя зелёный сигнал светофора, не знает, сколько ещё времени остается до смены сигналов, и поэтому затрудняется в правильном выборе скорости.

Предлагается два основных пути решения данной проблемы:

1. Установка вдоль магистрали ленты из световых индикаторов, которые будут светиться зелёным или красным светом по участкам.
2. Обмен информацией между светофором и автомобилем.

Принцип работы такой системы по второму пути решения проблемы правильного выбора скорости: Бегущая «зелёная волна» «нагоняет» автомобиль 1, водитель которого должен приготовиться к движению; автомобилю 2 необходимо увеличить скорость, чтобы догнать волну; автомобили 3 и 4 движутся в режиме зеленой волны; автомобилям 5 и 6 необходимо несколько снизить скорость⁴¹.

Создание мини-окружностей на дорогах города.

С августа 2014 г. в Перми на перекрестке улиц Куйбышева и Советской изменилась схема организации дорожного движения, которая заключалась в формировании кругового движения (рис. 7)⁴².

⁴¹Букин Е.К. Стратегия развития транспортного комплекса Пермского края. // В мире научных открытий // 2014, №4.2 (27). С. 115.

⁴²Щелконогов Д. А., Букин Е. К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края.

Диаметр кольца будет небольшим, в европейской терминологии это называется мини-кольцом.

В режиме эксперимента новая организация движения на этом перекрестке будет действовать до ноября 2015 г. Если его результаты будут успешными, то этот опыт может быть распространен и на другие перекрестки.

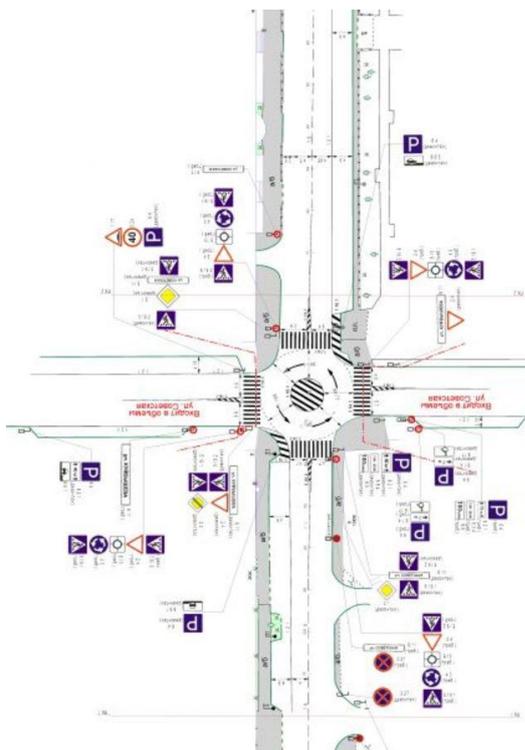


Рис. 7. Создание мини-кольца, как средства организации дорожного движения

Опыт организации мини-кольца на перекрестке будет новым, как для Перми, так и для других городов России. Однако такой опыт широко распространен в Европе. Диаметр кольца был определен с учетом рекомендаций европейских транспортных инженеров и апробирован экспериментальным путем, чтобы автомобилисты чувствовали себя в нем комфортно.

Анализ существующих способов организации дорожного движения в городах России и Европы показал, что для достижения положительной динамики при управлении транспортными потоками возможно только при использовании комплексного подхода. Используя опыт европейских стран,

попытки российских городов, зная все плюсы и минусы каждого средства организации дорожного движения, мы разработали проект по организации дорожного движения с учетом не только технических возможностей УДС старопромышленного города, но и с учетом его территориальной структуры.

3. Исследование дорожного движения и разработка мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения в местах концентрации очагов ДТП

3.1. Выявление мест концентрации очагов ДТП в г. Перми

В основе выявления мест концентрации очагов ДТП лежит расчет логистических коэффициентов нагрузки на улично-дорожную сеть г. Перми. Для их расчета необходимо решить транспортную задачу, с учетом территориальной специфики и потребностей территории в тех или иных видах организации движения.

На первом этапе проверяется необходимое и достаточное условие разрешимости задачи. Как видно, суммарная потребность в технических средствах организации дорожного движения в пунктах назначения меньше логистической нагрузки над данный участок улично-дорожной сети. Следовательно, модель исходной транспортной задачи является открытой. Чтобы получить закрытую модель, введем фиктивную потребность, численное значение которой равно 2. Тогда коэффициенты логистической нагрузки при введении фиктивных средств организации дорожного движения равны нулю. Занесем исходные данные в распределительную таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Основные транспортные издержки при прохождении по УДС г. Перми

| | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|--------|
| | 4 | 6 | 8 | 8 | Запасы |
| V1=6 | 1 | 2 | 4 | 3 | 6 |
| V2=88 | 4 | 3 | 8 | 5 | 8 |
| V3=10 | 2 | 7 | 6 | 3 | 10 |
| В фикт.=2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Потребности | 4 | 6 | 8 | 8 | |

Используя метод наименьшей стоимости, построим первый опорный план транспортной задачи (табл. 2).

Таблица 2

Первый опорный план транспортной задачи

| | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | Запасы |
| <i>1</i> | 1[4] | 2[2] | 4 | 3 | 6[0] |
| <i>2</i> | 4 | 3[4] | 8[4] | 5 | 8[0] |
| <i>3</i> | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] | 10[0] |
| <i>4</i> | 0 | 0 | 0[2] | 0 | 2[0] |
| Потребности | 4[0] | 6[0] | 8[0] | 8[0] | |

В результате получен первый опорный план, который является допустимым, так как все ТС проходят через УДС, потребность в ТСОДД удовлетворена, а план соответствует системе ограничений транспортной задачи.

Подсчитаем число занятых клеток таблицы, их 7, а должно быть $m + n - 1 = 7$. Следовательно, опорный план является оптимальным.

Проверим оптимальность размещения опорного плана. Найдем потенциалы u_i, v_j по занятым клеткам таблицы, в которых $u_i + v_j = c_{ij}$, полагая, что $u_1 = 0$ (табл. 3.).

Таблица 3

Опорный план размещения средств организации дорожного движения

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | $u_1=1$ | $u_2=2$ | $u_3=7$ | $u_4=4$ |
| $v_1=0$ | 1[4] | 2[2] | 4 | 3 |
| $v_2=1$ | 4 | 3[4] | 8[4] | 5 |
| $v_3=-1$ | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] |
| $v_4=-7$ | 0 | 0 | 0[2] | 0 |

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток для которых $u_i + v_j > c_{ij}$:

$$(1;3): 0 + 7 > 4, (1;4): 0 + 4 > 3$$

Выбираем максимальную оценку свободной клетки (1;3): 4

Для этого в перспективную клетку (1;3) поставим знак "+", а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки "-", "+", "-". Цикл приведен в таблице 4.

Таблица 4

Перераспределение средств организации дорожного движения в зависимости от потребности улично-дорожной сети

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Запасы |
|-------------|------|---------|---------|------|--------|
| 1 | 1[4] | 2[2][-] | 4[+] | 3 | 6 |
| 2 | 4 | 3[4][+] | 8[4][-] | 5 | 8 |
| 3 | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] | 10 |
| 4 | 0 | 0 | 0[2] | 0 | 2 |
| Потребности | 4 | 6 | 8 | 8 | |

Из грузов x_{ij} стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, т.е. $y = \min(1, 2) = 2$. Прибавляем 2 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 2 из X_{ij} , стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план (табл. 5).

Таблица 5.

Опорный план после распределения.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | Запасы |
|-------------|------|------|------|------|--------|
| 1 | 1[4] | 2 | 4[2] | 3 | 6 |
| 2 | 4 | 3[6] | 8[2] | 5 | 8 |
| 3 | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] | 10 |
| 4 | 0 | 0 | 0[2] | 0 | 2 |
| Потребности | 4 | 6 | 8 | 8 | |

Проверим оптимальность опорного плана. Найдем потенциалы u_i, v_j по занятым клеткам таблицы, в которых $u_i + v_j = c_{ij}$, полагая, что $u_1 = 0$ (табл. 6).

Таблица 6

Перераспределение транспортной нагрузки

| | u1=1 | u2=-1 | u3=4 | u4=1 |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| v1=0 | 1[4] | 2 | 4[2] | 3 |
| v2=4 | 4 | 3[6] | 8[2] | 5 |
| v3=2 | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] |
| v4=-4 | 0 | 0 | 0[2] | 0 |

Опорный план не является оптимальным, так как существуют оценки свободных клеток для которых $u_i + v_j > c_{ij}$: (2;1): $4 + 1 > 4$, (3;1): $2 + 1 > 2$

Выбираем максимальную оценку свободной клетки (2;1): 4

Для этого в перспективную клетку (2;1) поставим знак "+", а в остальных вершинах многоугольника чередующиеся знаки "-", "+", "-". Цикл приведен в таблице 7.

Таблица 7

Опорный план после перераспределения «лишних» средств организации дорожного движения

| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | Запасы |
|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| <i>1</i> | 1[4][-] | 2 | 4[2][+] | 3 | 6 |
| <i>2</i> | 4[+] | 3[6] | 8[2][-] | 5 | 8 |
| <i>3</i> | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] | 10 |
| <i>4</i> | 0 | 0 | 0[2] | 0 | 2 |
| Потребности | 4 | 6 | 8 | 8 | |

Из грузов x_{ij} стоящих в минусовых клетках, выбираем наименьшее, т.е. $y = \min(2, 3) = 2$. Прибавляем 2 к объемам грузов, стоящих в плюсовых клетках и вычитаем 2 из X_{ij} , стоящих в минусовых клетках. В результате получим новый опорный план (табл. 8).

Таблица 8

Опорный план, после перераспределения «лишних» средств
организации дорожного движения

| | | | | | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | Запасы |
| <i>1</i> | 1[2] | 2 | 4[4] | 3 | 6 |
| <i>2</i> | 4[2] | 3[6] | 8 | 5 | 8 |
| <i>3</i> | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] | 10 |
| <i>4</i> | 0 | 0 | 0[2] | 0 | 2 |
| Потребности | 4 | 6 | 8 | 8 | |

Проверим оптимальность нового опорного плана. Найдем потенциалы u_i, v_j по занятым клеткам таблицы, в которых $u_i + v_j = c_{ij}$, полагая, что $u_1 = 0$ (табл. 9).

Таблица 9

Расчет оптимальности плана после ликвидации «лишних» средств
организации дорожного движения

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | $u_1=1$ | $u_2=0$ | $u_3=4$ | $u_4=1$ |
| $v_1=0$ | 1[2] | 2 | 4[4] | 3 |
| $v_2=3$ | 4[2] | 3[6] | 8 | 5 |
| $v_3=2$ | 2 | 7 | 6[2] | 3[8] |
| $v_4=-4$ | 0 | 0 | 0[2] | 0 |

Опорный план является оптимальным.

Затраты составят: $F(x) = 4*6 + 4*2 + 3*6 + 2*2 + 3*8 + 0*2 = 78$.

Расчет логистической нагрузки на улично-дорожную сеть г. Перми показал, что около 20% данной сети города в часы пиковой нагрузки работает в штатном режиме, остальные 80% не справляются с нагрузкой. Для установления причин был разработан опорный план, в основе которого лежала открытая транспортная задача. При проведении расчетов оказалось, что из 80% улично-дорожной сети, которые не справляются с нагрузкой, на

20% логистическая нагрузка соответствует расчетным значениям транспортной задачи. Основной причиной столь низких показателей пропускной способности улично-дорожной сети города является превышение числа технических средств организации дорожного движения на 1 км улично-дорожной сети. В результате этого на данной улично-дорожной сети невозможно добиться положительного логистического эффекта, при котором данная сеть будет заполнена на 100%, а время задержек снизится на 10-12 ч на 1 км улично-дорожной сети.

3.2. Математическое моделирование участков УДС г. Перми

Учитывая территориальную особенность г. Перми, связанную со значительной протяженностью города вдоль реки для определения мест концентрации очагов ДТП была разработана соответствующая методика. В основу данной методики легла работа Вальтера Кристалера «Теория центральных мест». Однако вместо привычных правильных шестиугольников карта улично-дорожной сети города покрывается окружностями разного диаметра, характеризующими различными показателями: скоростью транспортного потока, пропускной способности улиц, коэффициентом логистической нагрузки. Места концентрации определяются по карте с наибольшим пересечением окружностей разного диаметра, которое можно охарактеризовать как комплекс проблем в организации дорожного движения. Применим данную методику для улично-дорожной сети г. Перми.

На рис. 8 представлена карта улично-дорожной сети г. Перми, покрытая окружностями разного диаметра. Малые окружности обозначают пропускную способность улиц, размер которой определяется как средневзвешенное значение прохождения транспортным средством за единицу времени на разных участках улично-дорожной сети. Большими окружностями показана средняя скорость транспортного потока. В качестве диаметра окружности используется среднеарифметическое значение скорости потока на всей улично-дорожной сети города.

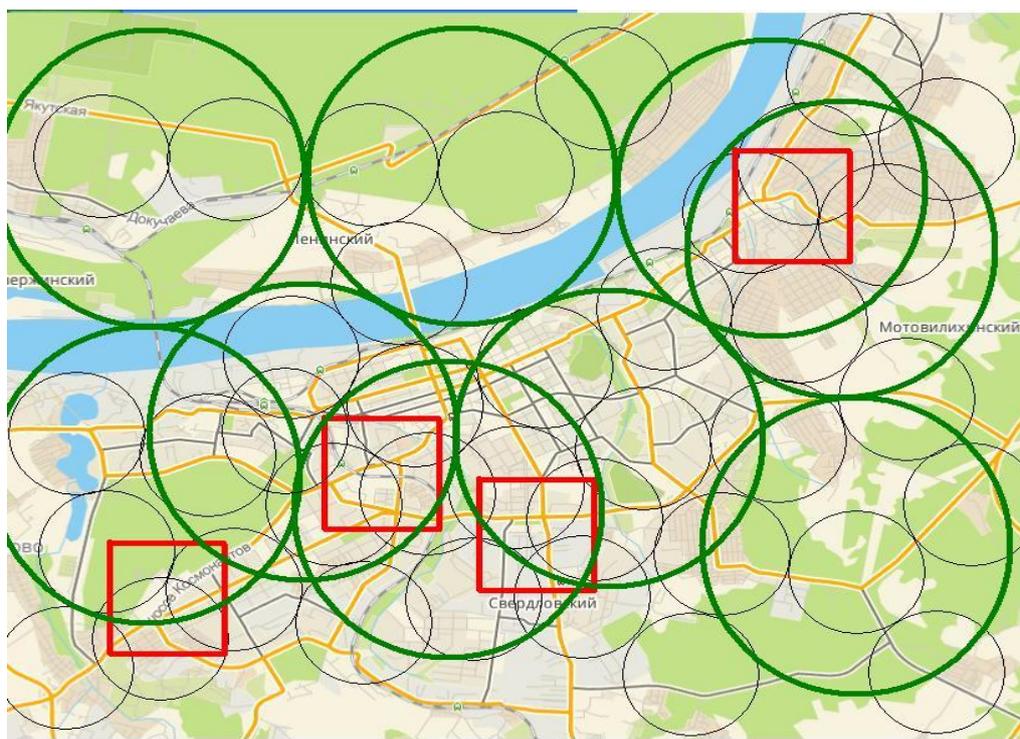


Рис. 8. Карта транспортной нагрузки на УДС г. Перми

В результате применения этой методики, удалось выявить четыре основных места концентрации ДТП. Два из которых расположены во внешней зоне города, одна в центре и одно занимает пред центральное положение. Для решения проблем на данных участках улично-дорожной сети г. Перми используется метод математического моделирования.

Разработка инженерных мероприятий по организации дорожного движения возможна лишь при информации о характере транспортных и пешеходных потоков и условиях, в которых происходит движение.

На основе исследований дорожного движения и практики его организации выработаны многочисленные измерители и критерии для его описания, однако до сих пор еще нет общепризнанного единого комплекса характеристик. Более того, в связи с многочисленными теоретическими и экспериментальными исследованиями постоянно предлагаются новые показатели для формирования информации по отдельным аспектам дорожного движения, что, в частности, связано с совершенствованием методов изучения дорожного движения.

При рассмотрении показателей дорожного движения следует выделить те из них, которые являются первичными. К ним следует отнести показатели, определяемые потребностями в перевозках пассажиров и грузов, а также в пешеходных сообщениях. В отличие от них все другие показатели являются вторичными или производными, так как они отражают не потребности экономики и населения в транспортном сообщении и передвижении, а фактически условия дорожного движения.

К первичным показателям относятся суммарная интенсивность движения транспортных средств и пешеходов за относительно длительный отрезок времени и состав транспортного потока. Некоторые авторы называют этот показатель объемом движения. Именно этот показатель определяется размерами осуществляемых по тому или иному направлению автомобильных перевозок.

Интенсивность движения N_a - это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения.

Наиболее часто интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в практике организации движения характеризуют ее часовым значением. При этом наибольшее значение имеет показатель интенсивности в часы пик, так как именно в этот период возникают наиболее сложные задачи организации движения. Необходимо, однако, иметь в виду, что интенсивность (объем движения) в часы пик в различные дни недели, месяца и года может иметь неодинаковое значение.

На дорогах с более высоким уровнем интенсивности движения транспортных средств меньше неравномерность движения и стабильнее значение интенсивности пикового часа.

При движении в транспортном потоке важна не только разница в статическом габарите, но также в динамическом габарите длины автомобиля,

который зависит в основном от времени реакции водителя и тормозной динамики транспортных средств. Под динамическим габаритом L_d подразумевается отрезок полосы дороги, минимально необходимый для безопасности движения автомобиля с заданной скоростью, длина которого включает длину автомобиля l_a и дистанцию d , называемую дистанцией безопасности.

Таблица 10

Формулы для определения тормозного пути

| Тип транспортных средств | Величина установившегося замедления, м/с ² | Формула для определения тормозного пути |
|---------------------------------------|---|---|
| 1 Легковые автомобили | 7.0 | $S_T = 0.1 v_a + v_a^2 / 182$ |
| 2 Автобусы с полной массой свыше 5 т | 6.0 | $S_T = 0.15 v_a + v_a^2 / 156$ |
| 3 Грузовые автомобили | 5.5 | $S_T = 0.15 v_a + v_a^2 / 143$ |
| 4 Автопоезд с общей массой более 15 т | 5.5 | $S_T = 0.18 v_a + v_a^2 / 143$ |

Фактический динамический габарит автомобиля зависит также от обзорности, легкости управления, маневренности автомобиля, которые влияют на величину дистанции, избираемую водителем. При этом следует обратить внимание на следующее обстоятельство. При движении колонны легковых автомобилей каждый водитель благодаря большой поверхности остекления, а также небольшим габаритным размерам впереди идущих автомобилей может достаточно хорошо видеть и прогнозировать обстановку впереди нескольких автомобилей. В то же время, если перед легковым автомобилем движется грузовой автомобиль или автобус, то водитель лишен возможности оценивать и прогнозировать обстановку впереди этого транспортного средства и его действия по управлению становятся менее уверенными. В этом случае из-за невозможности достаточного прогнозирования обстановки впереди резко возрастает опасность при обгоне, а также в случае экстренной обстановки колонны автомобилей.

Особое влияние на формирование потока в городе оказывают троллейбусы, которые, кроме выше названных характеристик, имеют еще одно специфическое свойство – связь с контактной линией.

На основе исследований дорожного движения и практики его организации выработаны многочисленные измерители и критерии для его описания. При рассмотрении показателя дорожного движения следует выделить те из них, которые являются первичными. К ним относятся интенсивность движения и состав транспортного потока, а также плотность потока транспортных средств, продолжительность задержек движения. Интенсивность движения N_a – это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени в зависимости от поставленной задачи наблюдения. Состав транспортного потока характеризуется соотношением в нем транспортных средств различных типов, отражает общий состав парка и оказывает большое влияние на все параметры, характеризующие дорожное движение. Методом сплошного наблюдения по всем направлениям движения одновременно в течении одного часа. Относящегося к периоду наиболее интенсивного движения, собирается исходная информация и заносится в "Карточку учета интенсивности движения". На основе собранной информации производится расчет часовой интенсивности движения транспортных средств по направлениям (1).

$$N_{пр} = N_{лКл} + N_{грКгр} + N_{авКав} + N_{трКтр}, (1),$$

где: $N_{пр}$ – приведенная интенсивность движения за 60 мин. ед/ч;

$N_{л}$, $N_{гр}$, $N_{ав}$, $N_{тр}$ – соответственно количество легковых, грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов в транспортном потоке за время наблюдения;

$Кл$, $Кгр$, $Кав$, $Ктр$ – коэффициенты приведения смешанного транспортного потока к однородному потоку легковых автомобилей

соответственно для легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов (табл. 11-14).

Таблица 11

Карточка учета интенсивности движения, въезд в город: «Север»

| Вид транспорта | Отметка о прохождении транспорта | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|---------|-------|
| | налево | прямо | направо | всего |
| Легковые | 87 | 168 | 164 | 419 |
| Грузовые | - | - | - | - |
| Автобусы | 1 | 8 | 4 | 13 |
| Итого | 88 | 176 | 168 | 432 |

Таблица 12

Карточка учета интенсивности движения, въезд в город: «Юг»

| Вид транспорта | Отметка о прохождении транспорта | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|---------|-------|
| | налево | прямо | направо | всего |
| Легковые | 99 | 162 | 76 | 337 |
| Грузовые | - | - | - | - |
| Автобусы | 6 | 4 | 7 | 17 |
| Итого | 105 | 166 | 83 | 354 |

Таблица 13

Карточка учета интенсивности движения, въезд в город: «Запад»

| Вид транспорта | Отметка о прохождении транспорта | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|---------|-------|
| | налево | прямо | направо | всего |
| Легковые | 144 | 176 | 148 | 468 |
| Грузовые | - | 6 | - | 6 |
| Автобусы | 8 | 4 | 1 | 13 |
| Итого | 152 | 186 | 149 | 487 |

Таблица 14

Карточка учета интенсивности движения, въезд в город: «Восток»

| Вид транспорта | Отметка о прохождении транспорта | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|---------|-------|
| | налево | прямо | направо | всего |
| Легковые | 136 | 17 | 104 | 418 |
| Грузовые | - | 13 | - | 13 |
| Автобусы | 3 | 5 | 14 | 22 |
| Итого | 139 | 196 | 118 | 453 |

Производим расчет интенсивности движения по направлениям по вышеуказанной формуле: въезд в город: «Север».

$$N_{1.1 \text{ налево}} = 87 + 3 * 1 = 90 \text{ ед/ч}$$

$$N_{1.2 \text{ прямо}} = 168 + 3 * 8 = 192 \text{ ед/ч}$$

$$N_{1.3 \text{ направо}} = 164 + 3 * 4 = 176 \text{ ед/ч}$$

въезд в город: «ЮГ»

$$N_{3.1 \text{ налево}} = 99 + 3 * 6 = 117 \text{ ед/ч}$$

$$N_{3.2 \text{ прямо}} = 162 + 3 * 4 = 174 \text{ ед/ч}$$

$$N_{3.3 \text{ направо}} = 76 + 3 * 7 = 97 \text{ ед/ч}$$

въезд в город: «Запад»

$$N_{2.1 \text{ налево}} = 144 + 3 * 8 = 168 \text{ ед/ч}$$

$$N_{2.2 \text{ прямо}} = 176 + 2 * 6 + 3 * 4 = 200 \text{ ед/ч}$$

$$N_{2.3 \text{ направо}} = 148 + 3 * 1 = 151 \text{ ед/ч}$$

въезд в город: «Восток»

$$N_{4.1 \text{ налево}} = 136 + 3 * 3 = 145 \text{ ед/ч}$$

$$N_{4.2 \text{ прямо}} = 178 + 2 * 13 + 3 * 5 = 219 \text{ ед/ч}$$

$$N_{4.3 \text{ направо}} = 104 + 3 * 14 = 146 \text{ ед/ч}$$

Далее производим расчет общей часовой интенсивности движения по общему направлению:

$$N_I = 419 + 3 * 13 = 458 \text{ ед/ч;}$$

$$N_{II} = 337 + 3 * 17 = 388 \text{ ед/ч;}$$

$$N_{III} = 468 + 2 * 6 + 3 * 13 = 519 \text{ ед/ч;}$$

$$N_{IV} = 418 + 2 * 13 + 3 * 22 = 510 \text{ ед/ч;}$$

Типичную кривую распределения интенсивности движения в течении суток на заданном перекрестке мы показываем на рисунке :

Внутри часовая неравномерность распределения интенсивности движения оценивается коэффициентом временной неравномерности K_v , характеризующим колебания интенсивности движения для данного направления в целом в течение часа. Он определяется как отношение наблюдаемой интенсивности движения за рассматриваемые промежутки времени (5 мин., 20 мин., 40 мин.) для каждого направления к часовой интенсивности движения (2).

$$K_B(t) = N_{\text{пр}}(t) / N_{\text{пр}}(60) \quad (2)$$

въезд в город: «Север»

$$K_B(5) = 46 / 458 = 0,1$$

$$K_B(20) = 135 / 458 = 0,29$$

$$K_B(40) = 317 / 458 = 0,69$$

въезд в город: «Юг»

$$K_B(5) = 51 / 388 = 0,13$$

$$K_B(20) = 179 / 988 = 0,46$$

$$K_B(40) = 256 / 388 = 0,66$$

въезд в город: «Запад»

$$K_B(5) = 59 / 519 = 0,11$$

$$K_B(20) = 183 / 519 = 0,35$$

$$K_B(40) = 347 / 519 = 0,67$$

въезд в город: «Восток»

$$K_B(5) = 53 / 510 = 0,1$$

$$K_B(20) = 168 / 510 = 0,33$$

$$K_B(40) = 313 / 510 = 0,61$$

Результаты расчета заносим в таблицу 15.

Таблица 15

Коэффициенты временной направленности

| № направ. | Коэффициенты временной направленности | | |
|-----------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| | $K_B(5)$ | $K_B(20)$ | $K_B(40)$ |
| I | 0.1 | 0.29 | 0.69 |
| II | 0.13 | 0.46 | 0.66 |
| III | 0.11 | 0.35 | 0.67 |
| IV | 0.1 | 0.33 | 0.61 |

Расчетные значения снижения скорости при различных расстояниях видимости дороги для различных видов транспортных средств представлены в таблице 16.

Расчетные значения снижения скорости.

| Уровень доверительной вероятности, % | Тип автомобилей | Снижение скорости, %, при расстоянии видимости дороги, м | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|--|------|------|-----|-----|-----|
| | | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 50 | Грузовые | 12.2 | 8.1 | 4.9 | 2.8 | 1.5 | 0.8 |
| 85 | Легковые | 20.0 | 13.7 | 8.6 | 4.9 | 2.3 | 0.4 |
| 95 | Грузовые | 13.5 | 9.8 | 5.8 | 3.3 | 2.0 | 1.0 |
| | Легковые | 17.5 | 12.7 | 8.3 | 4.9 | 2.5 | 0.9 |
| | Грузовые | 13.9 | 9.8 | 5.9 | 3.3 | 2.0 | 1.0 |
| | Легковые | 19.2 | 14.6 | 10.2 | 6.3 | 2.5 | 1.0 |

Ширина полосы движения, предназначенная для движения одного ряда автомобилей и выделенная обычно продольной разметкой, определяет требования к точности траектории движения автомобиля. Чем меньше ширина полосы, тем более жесткие требования предъявляются к водителю и тем больше его психическое напряжение при обеспечении точного положения автомобиля на дороге. Поэтому при малой ширине полосы, а также при встречном разъезде на узкой дороге водитель подсознательно снижает скорость.

Расчет длительности цикла светофорного регулирования и его элементов заключается в определении длительности цикла и основных тактов регулирования основного на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных для расчета.

Поток насыщения для каждого направления данной фазы регулирования определяют путем натуральных наблюдений в периоды, когда на подходе к перекрестку формируются достаточно большие очереди транспортных средств.

Поток насыщения является показателем, зависящим от многих факторов: ширины проезжей части, состояние дорожного покрытия, видимости перекрестка водителем и т.д. Поэтому для каждого перекрестка

поток насыщения мы определяем экспериментально по приведенной методике.

Для ориентировочных расчетов мы используем приближенный эмпирический метод определения потоков насыщения, сущность которого заключается в следующем.

Для случая движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов поток насыщения рассчитываем по эмпирической формуле, которая связывает этот показатель с шириной проезжей части, используемой для движения транспортных средств в данном направлении рассматриваемой фазы регулирования.

$M_{н\ ij\ прямо} = 525 B_{пч}$ где, $M_{н\ ij}$ – поток насыщения, ед/ч

$B_{пч}$ – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м.

$M_{н\ 1.2\ прямо} = 525 * 6 = 3150$ ед/ч

$M_{н\ 3.2\ прямо} = 525 * 6 = 3150$ ед/ч

$M_{н\ 2.2\ прямо} = 525 * 6 = 3150$ ед/ч

$M_{н\ 4.2\ прямо} = 525 * 6 = 3150$ ед/ч

Так, как на данном перекрестке движение транспортных средств прямо, а также налево и направо осуществляется по одним и тем же полосам движения и интенсивность лево- и правостороннего потоков составляет более 10% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, поток насыщения, полученный по формуле (2), мы корректируем (3):

$$M_{нij} = M_{нij\ прямо} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} \quad (3)$$

где, а, в, с - интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в % от общей интенсивности в рассматриваемом направлении данной фазы регулирования.

$$M_{н12} = 3150 * \frac{100}{42 + 1,75 * 20 + 1,25 * 38} = 3150 * \frac{100}{124,5} = 2520 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н32} = 3150 * \frac{100}{45 + 1,75 * 30 + 1,25 * 25} = 3150 * \frac{100}{128,8} = 2426 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н22} = 3150 * \frac{100}{39 + 1,75 * 32 + 1,25 * 29} = 3150 * \frac{100}{131,3} = 2494 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н42} = 3150 * \frac{100}{43 + 1,75 * 28 + 1,25 * 29} = 3150 * \frac{100}{128,3} = 2457 \text{ ед/ч}$$

Для правосторонних потоков поток насыщения $M_{н ij \text{ пов}}$ определяется в зависимости от процентного соотношения к общей интенсивности рассматриваемого направления данной фазы регулирования

$$M_{н ij \text{ пов}} = (M_{н} * \%) / 100$$

$$M_{н 1.1 \text{ лев}} = \frac{2520 * 42}{100} = 1058 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 3.1 \text{ лев}} = \frac{2426 * 45}{100} = 1092 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 2.1 \text{ лев}} = \frac{2394 * 39}{100} = 934 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 4..1 \text{ лев}} = \frac{2457 * 43}{100} = 1057 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 1..3 \text{ прав}} = \frac{2520 * 38}{100} = 958 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 3..3 \text{ прав}} = \frac{2426 * 25}{100} = 607 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 2..3 \text{ прав}} = \frac{2394 * 29}{100} = 694 \text{ ед/ч}$$

$$M_{н 4..3 \text{ прав}} = \frac{2457 * 29}{100} = 713 \text{ ед/ч}$$

Так как условия на данном перекрестке относятся к средним, то поправочный коэффициент равен 1,0. При умножении значений потока насыщения на 1,0, они не изменяются.

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движение на перекрестке в данной фазе регулирования

$$y_{ij} = N_{ij} / M_{ij} ;$$

где, y_{ij} – фазовой коэффициент данного направления;

N_{ij} и M_{ij} - соответственно интенсивность движения для рассматриваемого периода суток и поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед/ч.

Фаза № 1

$$y_{1.1} = 90 / 1058 = 0,09$$

$$y_{1.2} = 192 / 2520 = 0,08$$

$$y_{1.3} = 176 / 958 = 0,18$$

$$y_{3.1} = 117 / 1092 = 0,11$$

$$y_{3.2} = 174 / 2426 = 0,07$$

$$y_{3.3} = 97 / 607 = 0,16$$

Фаза № 2

$$y_{2.1} = 168 / 934 = 0,18$$

$$y_{2.2} = 200 / 2394 = 0,08$$

$$y_{2.3} = 151 / 694 = 0,22$$

$$y_{4.1} = 145 / 1057 = 0,14$$

$$y_{4.2} = 219 / 2457 = 0,09$$

$$y_{4.3} = 146 / 713 = 0,20$$

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободно движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стопе - линии, либо успеть освободить перекресток.

Остановится у стоп-линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп – линии на проезжей части будет равно или больше остановочного пути.

Таким образом, если рассматривать крайний случай, когда автомобиль в момент смены сигналов находился от стоп – линии на расстоянии остановочного пути, то длительности промежуточного такта должна включить в себя не только время, необходимое для освобождения автомобилем перекрестка, но и время его движения в пределах расстояния, равного остановочному пути. С другой стороны, автомобилю, начинающему движение в следующей фазе также необходимо определенное время, чтобы достигнуть точки конфликта с автомобилем предыдущей фазы. Это способствует уменьшению длительности промежуточного такта. Учитывая, что время проезда расстояния, равного остановочному пути, состоит из времени реакции водителя на смену сигналов светофора и времени торможения, можно в общем виде представить формулу промежуточного такта (4):

$$t_{n_i} = t_{PK} + t_T + t_i + t_{i+1} \quad (4),$$

где, t_{n_i} - длительность промежуточного такта в данной фазе регулирования, секунды;

t_{PK} - время реакции водителя на смену сигналов светофора, секунды;

t_T - время необходимое автомобилю для проезда расстояния, равного тормозному пути, секунды;

t_i - время движения автомобиля до самой дальней конфликтной точки, ДКТ, секунды;

t_{i+1} - время, необходимое для проезда от стоп – линии до ДКТ автомобилю, начинающему движение в следующей фазе.

Так как составляющие t_{PK} и t_{i+1} в большинстве случаев по значению близки друг к другу, на практике обычно их исключают из расчета. С учетом

этого обстоятельства, формулу для определения длительности промежуточного такта (5) можно представить в следующем виде:

$$t_{a_i} = v_a / (7.2 a_T) + 3.6 * (l_i + l_a) / v_a \quad (5),$$

где, v_a - средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и зоне перекрестка без торможения (с ходу), км/ч;

a_T - среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала;

l_i - расстояние от стоп – линии до самой ДКТ, м;

l_a - длина транспортного средства, часто встречающегося в потоке, м.

$$t_{a_i} = 30 / (7.2 * 4) + 3.6 * (5 + 3.5) / 30 \approx 3c$$

Также вычисляем максимальное время (6), которое потребуется для этого пешеходу:

$$t_{n_i} \text{ (пш)} = B_{\text{пш}} / (4 * u_{\text{пш}}) \quad (6),$$

где, $B_{\text{пш}}$ – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i – фазе регулирования, м;

$u_{\text{пш}}$ – расчетная скорость движения пешеходов (обычно принимается 1.3 м/с)

$$t_{n_i} \text{ (пш)} = 6 / (4 * 1.3) \gg 2 \text{ секунды}$$

Обычно промежуточный такт обозначается желтым сигналом в направлении, где ранее (во время основного такта) осуществлялось движение. Учитывая, что в период его действия возможно движение транспортных средств, водители которых, находясь в непосредственной близости от стоп – линии, не смогли своевременно остановиться в момент его включения, длительность желтого сигнала $t_{ж}$ не должен быть менее 3 секунд. С другой стороны, с позиции безопасности движения (для предотвращения злоупотребления водителями правом проезда на желтый сигнал) его длительность не делают 4 секунды.

В качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из $t_n = 4$ секунды.

В простейшем случае при равномерном прибытии транспортных средств к перекрестку (через равные интервалы времени) минимальная длительность цикла может быть определена из следующих соображений. Транспортные средства, которые прибывают к перекрестку в j -м направлении за период, равный циклу регулирования $T_{Ц}$, покидают перекресток в течение основного такта i -й фазы с интенсивностью, равной потоку насыщения $M_{Нij}$ (рис. 9).

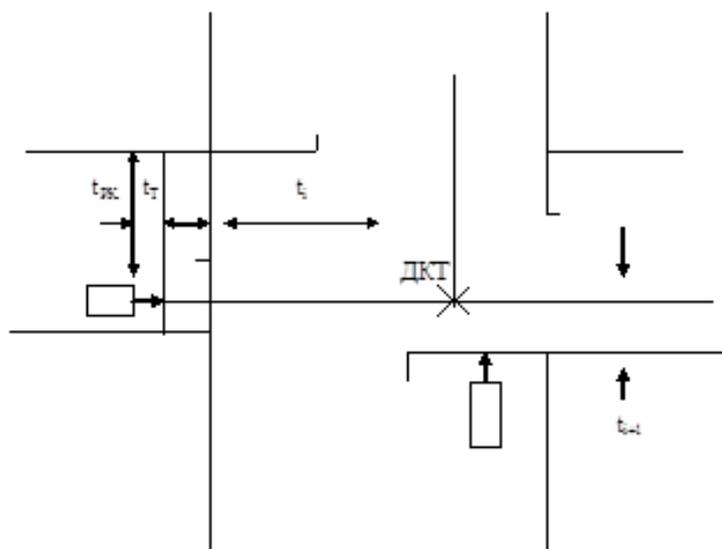


Рис. 9. Составляющие промежуточного такта

На практике равномерное прибытие транспортных средств к перекрестку является весьма редким случаем. Чаще для изолированного перекрестка характерным является случайное прибытие. Случайному прибытию транспортных средств соответствует формула цикла (7):

$$T_{Ц} = (1.5 * T_n + 5) / (1 - Y), \quad (7)$$

Суммарный фазовый коэффициент находим по формуле:

$$Y = S y_{ij \max}$$

$$Y = 0,18 + 0,22 = 0,4$$

Определяем суммарную длительность промежуточных тактов:

$$T_n = \sum St_{ni}$$

$$T_n = 4 + 3 + 2 = 9 \text{ секунд}$$

$$T_{\text{ц}} = (1,5 * 9 + 5) / (1 - 0,4) = 31 \text{ секунда}$$

По соображениям безопасности движения длительность цикла больше 120 секунд считается недопустимой, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут посчитать светофор неисправным и начать движение на запрещающий сигнал. Если расчетное значение $T_{\text{ц}}$ превышает 120 секунд, необходимо добиться снижения длительности цикла путем увеличения числа полос движения на подходе к перекрестку, запрещение отдельных маневров, снижение числа фаз регулирования, организации пропуска интенсивности потоков в течение двух и более фаз. По тем же соображениям нецелесообразно принимать длительность цикла менее 25 секунд.

Длительность основного такта t_a в i -й фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Поэтому, если сумма основных тактов равна $T_{\text{ц}} - T_n$ (8), то:

$$T_{0i} = [(T_{\text{ц}} - T_n) Y_i] / Y \quad (8)$$

$$t_{01} = [(31 - 9) * 0,18] / 0,4 = 10\text{с}$$

$$t_{02} = [(31 - 9) * 0,22] / 0,4 = 13\text{с}$$

Таким образом структура цикла имеет вид:

$$T_{\text{ц}} = 10 + 4 + 13 + 4 = 31 \text{ секунда}$$

По соображениям безопасности движения t_{0i} обычно принимают не менее 7 секунд. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора. Поэтому, если длительность основного такта, рассчитанное по формуле, получается менее 7с, ее следует увеличить до минимально допустимой.

Проведение расчетов позволяет смоделировать ситуацию на участках улично-дорожной сети в режиме реального времени, с учетом средней

скорости транспортных средств, числа их проезда и интенсивностью формирования транспортных средств.

В результате проведенного моделирования удалось сформировать основные задачи по организации дорожного движения на отдельных, наиболее проблемных участках улично-дорожной сети г. Перми. В основу данных моделей легли такие составные части, как технические особенности и территориальная структура участка. По итогам расчетов были составлены «живые модели» ситуации транспортных потоков в отдельных районах города (рис. 10).

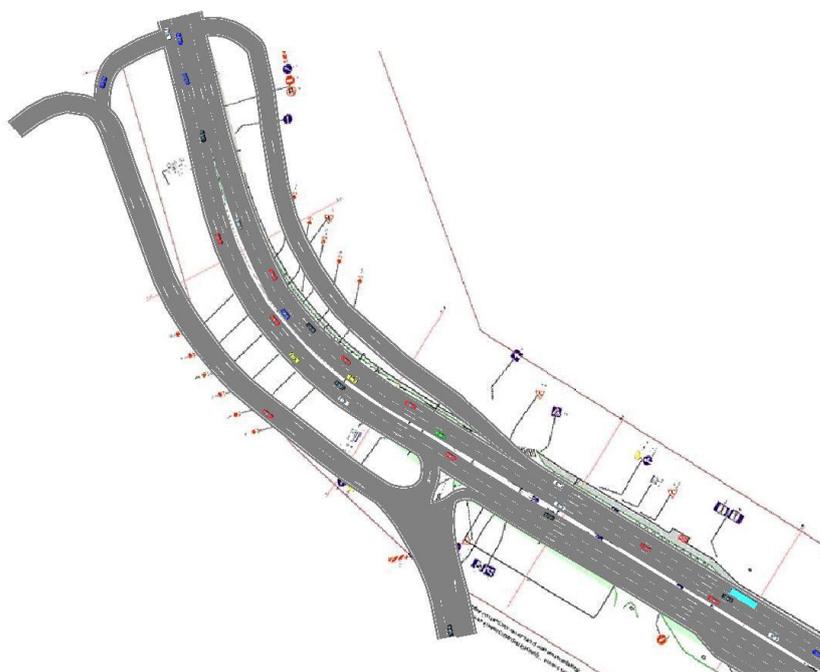


Рис. 13. Пример живой модели для отдельного участка улично-дорожной сети

В рамках данной главы проведен расчет транспортной нагрузки на улично-дорожную сеть г. Перми. Используя теорию «Центральных мест» Вальтера Кристаллера были выявлены очаги концентрации – наиболее проблемные участки на улично-дорожной сети г. Перми. Во второй части, был проведен анализ возможных методик для формирования системы организации дорожного движения. В заключении были разработаны математические модели, в основе которых были учтены расчетные данные, показывающие особенности УДС отдельного города.

Заключение

В ходе исследования была выдвинута гипотеза о том, что проблема организации дорожного движения должна решаться не только с позиции технических возможностей улично-дорожной сети городов, но и с учетом их территориальной структуры.

Верификация данной гипотезы рассматривалась с двух позиций: теоретического обоснования и практической реализации выдвинутых положений, которое заключалось в проведении расчетов и созданием на их основе математических моделей, отображающих ситуацию на отдельных участках улично-дорожной сети сегодня.

Теоретическое обоснование было основано на раскрытии особенностей старопромышленных территорий и роль этих особенностей в формировании систем организации дорожного движения, были изучены теоретические подходы к организации дорожного движения. Практическая реализация основных положений выдвинутой гипотезы связана с формированием систем организации дорожного движения на разных участках городской среды с учетом территориальной структуры города.

Новизной данной работы является представление методики, разработанной непосредственно автором, позволяющей выявить места концентрации проблемных участков улично-дорожной сети, проведением расчетов транспортно-логистической нагрузки на улично-дорожную сеть города и созданием на их основе авторских математических моделей.

Особенностью проведения математического моделирования явилось индивидуализация транспортных показателей, для каждого отдельного вида транспорта. Это позволило провести расчет транспортной нагрузки на улично-дорожную сеть г. Перми. На её основе было составлено заключение, об эффективности использования средств организации дорожного движения. Используя теорию «Центральных мест» Вальтера Кристаллера были выявлены очаги концентрации – наиболее проблемные участки на улично-дорожной сети г. Перми и разработаны математические модели, в которых

были учтены расчетные данные, показывающие особенности улично-дорожной сети отдельного города.

Проведенные расчеты позволяют решить проблемы с организацией дорожного движения на наиболее напряженных участках, что способствует улучшению ситуации на всей улично-дорожной сети г. Перми.

Литература

1. Федеральный закон ФЗ №196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения».
2. Программный документ «Транспортная стратегия города Перми 2020-2030 гг». Агентство по развитию крупных городов. Москва. 2013г.
3. Букин Е.К. Стратегия развития транспортного комплекса Пермского края. // В мире научных открытий // 2014, №4.2 (27). стр. 314-317.
4. Букина Т.В., Букин Е.К. Транспортно-логистические условия повышения городской среды в старопромышленном городе // *Ars Administrandi* // 2014. №3. стр. 214-228.
5. Глонти К.М. Развитие старопромышленных территорий. Уч. пособие, М. 2010.
6. Гаджинский Л.В. Городские системы. Монография. МГУ, М., 2010. [Электронный ресурс]. URL: www.Gadjinsky_Logistics_system.ru/1522/Crf (дата обращения 30.09.2015)
7. Демидов О.В. Особенности организации дорожного движения в городах. Уч. пособие, М. 2008, изд-во: Эксмо.
8. Муниципальные образования Пермского края. Основные социально-экономические показатели: стат. сб. / Территориальный орган Федер. службы гос. статистики по Пермскому краю. Пермь, 2012. 105 с.
9. Официальный сайт ГИБДД РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.perm.ru/> (дата обращения 16.04.2015)
10. Официальный сайт компании ОАО Российские железные дороги. [Электронный ресурс]. URL: www.rzd.ru. (дата обращения 17.05.2015)
11. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/rosstat/ru/statistics/economy_development (дата обращения 01.05.2015)
12. Официальный сайт Федеральной дорожной службы Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: www.rosavtodor.ru (дата обращения 16.09.2014)

13. Правовой источник: Конвенция о дорожном движении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/section/about-un/fonds-programmes> (дата обращения 16.02.2015)
14. Сильянов В.В. Транспортные особенности и эксплуатационные качества автодорог. [Электронный ресурс]. URL: www.academic-media.ru (дата обращения 10.03.2015)
15. Стародубровская И.В. Развитие старопромышленных территорий. // Вестник МГУ. 2014. №4. стр. 226-259
16. Хемфри А. Анализ систем организации движения. Определение стратегических возможностей автодорог. М., 2004 454 с.
17. Экономика в доступе. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.goodrents.com/book/5694246/> (дата обращения 16.03.2015)
18. Boschma R., Lambooy J. (1999). The Prospects of an Adjustment Policy Based on Collective Learning in Old Industrial Regions // *GeoJournal*. Vol. 49, No 4. P. 391—399.
19. Букин Е. К., Меркушев С. А. Особенности организации дорожного движения в городах с решетчатой системой улиц. // *Ars Administrandi* // 2015. № 2. (в печати)
20. Щелконогов Д.А., Букин Е.К. План мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на дорогах Пермского края. Нормативный документ (в печати).
21. Colin Buchanan. *Anthropology of carcrash*. London. ABS-Craft (in print).