

технологиями имитации ГТС и автоматизируются основные трудоемкие этапы обработки и анализа результатов имитационного моделирования.

С нашей точки зрения, перечисляемые особенности данной технологии обеспечивают перспективу развития использования ПТКИ ГТС при оперативном решении задач анализа поиска узких мест ГТС и оценки пропускной способности транспортной линии ГТС. При этом службы энергоснабжения ГТС могут получить обобщенные эпюры распределения мощностей электролиний для их использования в своей практике эксплуатации энергохозяйства ГТС.

1. Лопатин А.П. Автоматизация проектирования АСУ перевозочным процессом на городском пассажирском транспорте с использованием методов и средств имитационного моделирования. – М.: НПО, 1982. – 117 с.

2. Лопатин А.П. Моделирование перевозочного процесса на городском пассажирском транспорте. – М.: Транспорт, 1985. – 117 с.

3. Бонсалл П.У., Мейсон А.К., Уилсон А.Г. Моделирование пассажиропотоков в транспортной системе (оценка вариантов развития транспортной системы и анализа чувствительности модели): Пер.англ. – М.: Транспорт, 1982. – 207 с.

4. Яворский В.В. Модели и алгоритмы проектирования сети городского пассажирского транспорта // Проблемы построения автоматизированных систем управления на транспорте. – К., 1978. – 102 с.

5. Падин В.А. Применение теории массового обслуживания на транспорте. – М.: Наука, 1973. – 152 с.

6. Яковлев Л.А. Программное обеспечение технического расчета системы городских путей сообщения, представленной в сетевой форме. – М.: Стройиздат, 1976. – 136 с.

7. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. – М. Радио и связь, 1987. – 230 с.

8. Максимей И.В., Левчук В.Д., Жогаль С.П. и др. Задачи и модели исследования операций. Т.3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 150 с.

9. Боровиков В.П. STATISTIKA. Искусство анализа данных на компьютере для профессионалов. – 2-е изд. – СПб., 2003. – 688 с

Получено 24.02.2006

УДК 656

Е.Н.КОТ

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ г.МОГИЛЕВА

Рассматриваются вопросы совершенствования организации дорожного движения, разработаны некоторые предложения по совершенствованию на примере г.Могилева, направленные и на повышение качества дорожного движения в целом.

Влияние организации движения (которая включает исследование, управление и обслуживание) трудно переоценить, особенно в городах,

где она является источником до 85% всех потерь (за городом – до 10-15%). Организация движения устанавливает режимы движения транспорта и пешеходов, которые являются непосредственными источниками всех видов потерь. Она формирует взаимоотношения участников, отношение их к властям, к законности и исполнению своих обязанностей и, в значительной степени, определяет почти все свойства дорожного движения. Разумеется, для повышения качества дорожного движения необходимо использовать все имеющиеся возможности, однако особое внимание следует уделить именно организации движения, где возможности исключительно велики и не требуются большие затраты [1-3].

Изменение приемлемых условий дорожного движения вызывает соответствующее изменение (как правило, уменьшение) величины пропускной способности УДС. В основном, все условия, влияющие на пропускную способность, группируются вокруг следующих параметров – скорость, плотность и состав транспортного потока, причем между ними также существуют известные взаимозависимости [2, 4, 5]. Направления по совершенствованию движения довольно разнообразны, однако их можно объединить в несколько основных групп: разделение потоков; снижение потенциальной вредности конфликтов; повышение производительности движения; четкое соотношение улиц и дорог. Повышение качества дорожного движения на основе совершенствования организации движения способствует снижению потерь (аварийных, экономических, экологических и социальных) и является актуальной задачей, особенно в условиях постоянно повышающегося уровня автомобилизации в крупных и крупнейших городах.

Целью данной работы является разработка мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на основе экспериментальных исследований, проведенных в Могилеве.

Город Могилев является крупным узловым пунктом республиканских автомобильных дорог (М4, Р76, Р123, Р96, Р122, Р71, Р97, Р93).

Восточнее города на расстоянии 3-6 км проходит магистральная дорога М8/Е95 граница РФ - Витебск - Гомель - граница Украины. Севернее города проходит дорога Р123 Присно - Мосток - Дрибин - Горки, которая совместно с дорогой М8/Е95 образует маршрут, по которому транзитные потоки, подходящие к г.Могилеву с 8 направлений (минского, шкловского, витебского, дрибинского, мстиславского, чусского, славгородского и гомельского), направляются в обход городской территории. Транзитное движение по городской территории осуществляется только для потоков, следующих с бобруйского и быхов-

ского направлений (дороги Р93 и Р97) и въезжающих в город по ул. Челюскинцев. В настоящее время строится участок объездной дороги вокруг г. Могилева от автомобильной дороги М4 Минск - Могилев до дороги Р93 Могилев - Бобруйск. После ввода этого участка резко сократится транзитное движение в г.Могилеве по северному участку транзитного маршрута. Полный вывод транзитного движения с УДС г.Могилева будет возможен только после строительства завершающего участка объездной дороги от дороги Р93 до дороги М8/Е95 с новым мостом через р.Днепр. После этого Могилев получит замкнутую кольцевую дорогу, обеспечивающую перераспределение всех внешних потоков за пределами городской территории.

Сегментирование планировочной структуры г.Могилева в основном определяется р.Днепр и железнодорожными линиями. Дополнительными сегментирующими факторами являются р.Дубровенка, Печерский лесопарк, лесной массив в южной части города. Река Днепр разделяет городскую территорию на правобережную и левобережную части, автодорожные транспортные связи между которыми осуществляются по трем мостам. Левобережная часть города (совпадающая с административными границами Октябрьского района), в свою очередь, разделяется железнодорожной линией на южный и юго-восточный (р-н Холмы) секторы. Транспортная связь между южным и юго-восточным секторами осуществляется только по одному путепроводу. С юго-восточным сектором через единственный железнодорожный переезд связан периферийный сектор.

Правобережная часть города разделяется железнодорожными линиями на северо-западную, центральную и восточную части, а также район Ямницкой улицы, расположенный между линиями Могилев - Осиповичи и Могилев - Жлобин. В свою очередь, в северо-западной части выделяются северный сектор (р-ны Мир, Железнодорожный) и относительно обособленный сектор Казимировка - Сараканайск, движение к которому осуществляется только по одной улице – Загородному шоссе. Центральная часть разделяется р.Дубровенкой на западный и центральный секторы, движение между которыми происходит по ул.Челюскинцев и пр.Мира.

Вследствие сложных условий движения в узлах, расположенных на участках с большой интенсивностью транспортных потоков, отмечаются самые высокие уровни загрузки (до 0,8-0,95). Некоторые из них одновременно являются местами концентрации дорожно-транспортных происшествий.

Большинство перекрестков имеют стандартную (четырёхстороннюю либо Т-образную) планировку. Только два узла обеспечивают

развязку транспортных потоков в двух уровнях (пр.Димитрова – ул.Королева – Витебский пр., ул.Челюскинцев – пр.Шмидта). Четыре узла имеют кольцевую планировку в одном уровне или близкую к ней (пр.Димитрова – пр.Пушкина, пл. Гагарина, пр.Мира – ул.Гришина, пл.Космонавтов). Применение в распределительных узлах стандартной планировки в одном уровне приводит к необходимости использования светофорного регулирования уже при средних уровнях транспортной нагрузки (более 300-350 авт./ч на входе). Однако в распределительных узлах, как правило, приходится прибегать к многофазным схемам светофорного регулирования, приводящим к значительному снижению пропускной способности по сравнению с нормативным значением.

На УДС г.Могилева есть примеры, иллюстрирующие такое положение:

1. Четырехсторонний перекресток пр.Димитрова и ул.Мовчанского имеет транспортную нагрузку, меньшую чем на соседних узлах с более развитой планировкой (пр.Димитрова - пр.Пушкина, пр.Димитрова - ул.Королева). Однако наиболее остро проблема с пропускной способностью и аварийностью проявилась именно в этом узле.

2. Примыкающие к Днепровскому мосту обычные пересечения Челюскинцев - пр.Пушкина, пр.Пушкина - Гагарина имеют значительно больший уровень загрузки по сравнению с распределительными узлами, примыкающими к мосту Шмидта и имеющими более приспособленную к распределительной функции планировку.

Именно распределительные узлы требуют поиска вариантов их развития либо перераспределения транспортной нагрузки по прилегающей УДС для упрощения картограммы интенсивностей, в первую очередь, за счет уменьшения левоповоротных потоков. Интенсивность до 1000-1200 авт./ч в каждом направлении зафиксирована на пр.Пушкина, ул.Пионерской, пр.Мира, ул.Челюскинцев. На Днепровском мосту интенсивность в отдельные периоды суток превышает 1200 авт./ч, а по мосту Шмидта и мосту по ул.Королева – 800 авт./ч. Второй по нагрузке группой (с интенсивностью в одном направлении 600-1000 авт./ч) являются магистральные улицы, ведущие из центральной части города к выездам из города. В следующую группу по уровню транспортной нагрузки (более 300-600 авт./ч) входят улицы радиальных и хордовых направлений, а также основные улицы жилых районов.

Движение грузового транспорта через р.Днепр разрешается только по мосту Шмидта и по мосту на ул.Королева. В левобережной части города грузовое движение запрещено на подходах к Днепровскому мосту. Ограничения грузового движения есть также в жилых районах

на улицах местного значения, однако такие ограничения не являются формирующими маршруты движения потоков грузовых транспортных средств. Одностороннее движение организовано в г.Могилеве в центральном секторе. На участке ул.Космонавтов от пр.Мира до пл.Космонавтов сооружена центральная разделительная полоса, поэтому по каждой из проезжих частей организовано одностороннее движение. Центральная разделительная полоса устроена также на мосту по ул.Королева и подходах к нему. Возможно применение схемы одностороннего движения также на некоторых улицах местного значения в других секторах УДС, в том числе в кварталах индивидуальной застройки.

На некоторых СФО, установленных на перекрестках УДС г.Могилева, применяется четырехфазная бесконфликтная схема светофорного регулирования. На таких перекрестках показатели аварийности ниже, но из-за большого числа фаз ограничена и пропускная способность, поэтому коэффициент загрузки в пиковые периоды приближается к единице. Большинство "проблемных" с точки зрения пропускной способности участков УДС города находятся в центральном секторе (на пр.Мира, ул.Ленинской, Первомайской, пл.Орджоникидзе) и являются перекрестками с многофазной схемой светофорного регулирования. Пропускная способность регулируемых пересечений в одном уровне в значительной степени зависит от количества фаз. При малом количестве полос и большой доле левоповоротных потоков она может быть значительно ниже 500 авт./ч на полосу, определенных СНБ 3.03.02-97. Трехфазная и четырехфазная схема регулирования обеспечивает повышение безопасности движения за счет разделения транспортных потоков по времени, однако одновременно снижает пропускную способность для всех направлений за счет уменьшения доли зеленого сигнала в цикле регулирования для каждого из них.

К положительным факторам при функционировании светофорного регулирования в г.Могилеве следует отнести:

1. Полную централизацию управления и оперативный анализ состояния оборудования СФО, т.к. контроллеры всех 66 объектов подключены к центральному диспетчерскому пункту АСУ дорожным движением в городе (ЦДП АСУД). Большинство контроллеров связаны с ЦДП проводными линиями связи, несколько СФО подключены с использованием GSM-каналов. Такой уровень связи с ЦДП является самым высоким в Республике Беларусь.

2. Наибольшая среди областных центров Республики Беларусь доля дорожных светофоров, оборудованных светодиодными сигнальными элементами вместо ламповых. В результате улучшились не

только светотехнические характеристики дорожных светофоров, но и показатели энергоэффективности. В г.Могилеве применяются свето-сигнальные элементы производства местного завода "Техноприбор".

Наиболее сложная ситуация с пропускной способностью в г.Могилеве характерна для узловых пунктов, прилегающих к участкам УДС, по которым осуществляются межрайонные транспортные связи, а также узловых пунктов магистральной УДС в центральном секторе. В перечень проблемных по уровню загрузки участков попали все перекрестки с четырехфазными схемами светофорного регулирования. Большинство остальных перекрестков в списке – с трехфазными схемами. Следует отметить, что в список "проблемных" не попали узлы в одном уровне кольцевого типа, несмотря на то, что уровень транспортной нагрузки на них выше, чем на многих узлах из перечня "проблемных". При существующих темпах роста интенсивности движения остальные регулируемые пересечения с трехфазными схемами регулирования являются ближайшими "кандидатами" на попадание в список узлов с недостаточной пропускной способностью.

На основе проведенных экспериментальных исследований сформулированы некоторые предложения по развитию улично-дорожной сети.

Перспективным является разработка программы расширения пешеходной зоны в центральном секторе г.Могилева с обязательным решением вопросов организации дорожного движения на прилегающем участке УДС, в том числе возможности пересечения пешеходной зоны транспортными потоками.

При проектировании новых узловых пунктов УДС или реконструкции существующих недопустимо принятие планировочных решений для регулируемых перекрестков в одном уровне, которые требуют применения четырехфазных схем светофорного регулирования. Следует также избегать применения трехфазных схем в узлах с интенсивностью движения на входах более 800-900 ед./ч.

Пересечение ул.Челюскинцев - пр.Пушкина целесообразно реконструировать в развязку в разных уровнях типа "труба" с использованием правобережного берегового пролета Днепровского моста.

На левом берегу также целесообразно устройство узла в разных уровнях на новой левобережной магистрали, так как масштабная реконструкция узлов Пушкина - Гагарина, Пушкина - Островского маловероятна из-за территориальных ограничений

Наличие мощных поворотных потоков и четырехфазная схема светофорного регулирования на пересечении пр.Мира с улицами Первомайской и Ленинской существенно ограничивает пропускную спо-

способность этих пересечений. Для ее повышения необходимо устранить (либо резко ограничить) по два левоповоротных потока в каждом узле и перейти к трехфазным схемам регулирования. Для закрытия левых поворотов необходимо их перераспределение по прилегающей УДС. Поэтому потребуются изменение схемы ОДД на участке Тимирязевская - Ленинская - Миронова - пр.Мира с более активным использованием ул.Тимирязевской (вплоть до организации одностороннего движения по ул.Тимирязевской и Суворовской).

Наличие широкой разделительной полосы позволяет организовать движение пешеходов через ул. Космонавтов в два этапа и за счет этого улучшить режим координированного регулирования по ул.Космонавтов, а в ближайшей перспективе – и по ул.Лазаренко (после ввода нового СФО Лазаренко - Циолковского).

Движение маршрутных транспортных средств оказывает существенное влияние на условия движения транспортных потоков. Остановочные пункты (ОП МТС) являются объектами тяготения пешеходных потоков и одновременно оказывают влияние на пропускную способность прилегающей проезжей части и количество конфликтных ситуаций.

Недостаточная вместимость площадок для отстоя МТС приводит к их длительной стоянке на проезжей части прилегающих улиц с выключением части полос движения. Поэтому выбор вариантов размещения и промежуточных, и конечных остановочных пунктов обязательно должен учитывать возможность полноценной организации движения и размещения технических средств ОДД. Общей рекомендацией является упорядочение использования ОП транспортными средствами, обслуживающими экспресс-маршруты, при совместном использовании ОП крупногабаритными маршрутными транспортными средствами (автобусами, троллейбусами) и маршрутными такси. На таких остановочных пунктах места для остановки маршрутных такси целесообразно размещать в конце остановочной площадки и обозначать соответствующими дорожными знаками 5.14.1 «Остановочный пункт на экспресс-маршруте», предусмотренными в проекте новых Правил дорожного движения 2005 г.

Отсутствие в центральной части города разворотных колец (кроме пл. Орджоникидзе) является одним из факторов, приведших к большой средней протяженности маршрутов пассажирского транспорта, превышающей 15 км. При такой длине маршрута возрастает вероятность "сбойных" ситуаций, которые отражаются на качестве работы пассажирского транспорта на участках большой протяженности.

Следует также отметить, что в г.Могилеве высока доля пассажирских перевозок, выполняемых троллейбусами (особенно в выходные дни). В связи с этим важную роль играет возможность оперативных изменений маршрутов при временном закрытии движения по отдельным участкам. Для создания временных разворотных колец троллейбусов могут использоваться кольцевые перекрестки в одном уровне (при соответствующей конфигурации контактной сети) либо развязки в разных уровнях полного или неполного типа. С учетом небольшого количества в г.Могилеве узлов обоих вариантов дополнительные разворотные кольца могут создаваться путем объезда квартала.

Представленные в статье рекомендации по совершенствованию дорожного движения позволят повысить качество транспортного обслуживания и эффективность дорожного движения. Как представляется, при совершенствовании дорожного движения необходимо на первых порах уточнить оценочные критерии качества дорожного движения, пересмотреть некоторые нормативы, что является насущным.

1.Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

2.Врубель Ю. Организация дорожного движения. – Минск: Фонд Безопасности движения МВД Республики Беларусь, 1996. – 326 с.

3.Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / И.И.Леонович, Н.П.Вырко, К.Ф.Шумчик, А.П.Лашенко; Под общ. ред. И.И.Леоновича.– Минск: Выш. шк.,1988. – 348 с.

4.Михайлов А.Ю. Уровни относительной аварийности на регулируемых пересечениях улично-дорожной сети городов. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. 10.05.90г. №204-ад 90.

5.Elvik R. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. Accident Analysis & Prevention, Volume 33, Issue 3, May 2001. – P.327-336.

Получено 14.02.2006

УДК 656.11

А.А.КУСТЕНКО

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Рассматриваются вопросы организации трамвайного движения и его взаимодействие с транспортным потоком, даны некоторые рекомендации по совершенствованию трамвайного движения.

Трамвай имеет наибольшую вместимость, причем он экологически чист и обладает хорошими условиями труда водителей, но он очень плохо вписывается в городское движение, требуя отдельную,