

Утверждение 4.5 обеспечено наблюдением за движением АТС через названные переходы, при движении АТС возникают разрывы (дырки) в транспортном потоке величиной более 10 сек., в которые будет осуществляться поэтапный проход пешеходов. Т.к. проход осуществляется в два этапа, то не нужно ожидать совмещения с «дыркой» противоположного направления. Чем и будет обеспечено беспрепятственное движение АТС через эти переходы.

Второй составляющей эффективности является меньшее время ожидания перехода для пешеходов.

На светофорных объектах 2, 4 и 5 планируется сокращение числа задержанных автомобилей в два раза. При этом на всей магистрали, начиная от завода «Газоаппарат» и до Машерова, будет организован режим движения «Зеленая волна», адаптивно.

**Заключение.** Для городов, где преимущественно используется двухфазный светофорный цикл, этих схем подключения достаточно. Разработчикам адаптивных систем управления автотранспортом (АСУА) рекомендуется разрабатывать проекты для отдельных улиц

города, используя предложенные схемы подключения. Известно, что оснащение каждого отдельного светофора адаптивным управлением по всей улице автоматически организует «зеленый коридор» (зеленую волну движения).

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 266 с.
2. <http://www.fhwa.dot.gov> – официальный сайт департамента транспорта США (FHWA).
3. Интернет-источник: <http://ru.wikipedia.org/wiki/СППР>.
4. Аристов, А.О. Компьютерная система поддержки принятия решений по управлению транспортными потоками / А.О. Аристов, К.В. Моргачев // Сборник научных докладов II научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях» – М.: МГСУ, 2010. – с. 205.

Материал поступил в редакцию 13.12.11

#### SHUTS V.N. Support solutions and analysis of inclusion adaptive control system of traffic lights pedestrian crossings of the road network

In this work we assume decision-making system for evaluation include adaptive control system of traffic lights at pedestrian crossings in the road network of the city.

УДК 65.0.12.122

Кирьянов О.Ф., Коробов А.А.

### ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ ГОРОДА

**Введение.** Проблемы перенапряжения транспортных магистралей городов постоянно возрастают. Ведется активный поиск и разработка средств для повышения качества использования имеющихся транспортных магистралей, под которым понимают перераспределение транспортных потоков, оптимизацию дорожной сети и управления дорожным движением, повышения уровня управляемости перевозками [1]. В соответствии со структурой общегородских транспортных потоков разрабатываются технические и программные средства, которые сегодня интегрируются в системе "интеллектуальный транспорт", "электронный город" и др. [2, 3].

В современных городских транспортных грузовых операциях наибольший объем занимают развозные маршруты товаров повседневного спроса по множеству торговых точек. Для таких развозок на производственных и транспортных предприятиях, у крупных дистрибьюторов внедряются программные комплексы автоматизированных систем проектирования маршрутов грузовых перевозок. В условиях внедрения систем автоматизации управления предприятиями, использования различного программного обеспечения для решения задач логистики применение программ имитационного моделирования позволяет решать широкий класс задач гибкого планирования, диспетчерирования и анализа развозных маршрутов на городских грузоперевозках [4].

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является анализ возможностей разработанного программного комплекса автоматизированного проектирования маршрутов перевозок для интеграции различных систем автоматизированного управления и контроля городских транспортных средств в единую систему, способную оптимизировать загруженность городских магистралей.

Основу отечественного рынка программных решений в области транспортной логистики представляют ряд компаний, программные комплексы обладают схожими возможностями и разрабатывались для решений одного рода задач. Одним из наиболее функциональ-

ных, интегрированных средств является решение компании UP-Center TLKA, основу которого представляет язык программирования и конструктор, встроенные в систему. Основная задача программного комплекса - выбор оптимального маршрута развозки продукции на основании информации о клиентах, их ежедневных заявок на доставку продукции, информации о доступных на сегодня транспортных средствах для развозки, водителях, экспедиторах, дорожных условиях, возможностей склада, рампы, погрузчиков. Модель развозки строится с использованием карты территории, которая обслуживается компанией, осуществляющей доставку, привязкой клиентов к этой карте и к транспортной схеме территории.

Программный комплекс TLKA включает масштабируемые карты региона и транспортные схемы, справочники, редакторы, средства импорта-экспорта данных из других баз данных, вмонтированные средства формирования отчетов и глубокого анализа перевозочного процесса, средства организации работы по сети, а также многосерверные решения для сложных задач.

Используя подобные программные продукты на многих предприятиях городской дистрибьюторной сети, получим оптимальные маршруты для большей части грузовых внутригородских транспортных средств. Но какие бы методы проектирования маршрутов не использовались перевозчиками – от планирования маршрута водителем до автоматизированного проектирования маршрутов с применением систем контроля перемещения транспорта - не учитываются действия других перевозчиков, которые могут приводить к срыву графиков, увеличению организационных простоев, перегруженности отдельных дорог или участков.

Предлагается проект технико-программного согласования оперативных планов перевозчиков на уровне административного управления города – "единый транспортный город". На сегодня в городах практически отсутствует единая система управления перевозками, что и приводит к указанным проблемам. Известны в использовании три модели управления системой перевозок – децентрализованная,

Кирьянов О.Ф., к.т.н., доцент кафедры транспортных технологий Кременчугского государственного политехнического университета имени Михаила Остроградского.

Коробов А.А., аспирант Кременчугского государственного политехнического университета имени Михаила Остроградского. Украина, КГУ им. М. Остроградского, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20.

централизованная и смешанная. Рассмотрим каждую из моделей системы управления городскими перевозками в условиях применения современных компьютерных средств автоматизации. Централизованная система будет работать следующим образом. После формирования у производителей и дистрибьюторов всех заявок на доставку продукции торговым предприятиям, данные передают на центральный сервер городского координационного центра перевозок, куда также поступает информация о режимах работы складов и предприятий торговли города, данные об имеющихся в наличии транспортных средствах с их характеристикой у перевозчиков и дистрибьюторов, данные об изменении в городской транспортной сети. Далее сервер генерирует по имеющимся данным маршруты развозки с учетом дислокации транспорта перевозчиков и передает их в диспетчерские пункты перевозчиков для выполнения.

Преимущество такой схемы – моделирование маршрутов с учетом всех влияющих факторов и получения наиболее оптимальной схемы загрузки транспортных магистралей, наибольшего сервиса всем участникам системы. Недостатком такой системы является зависимость от уровня организации работы всех членов системы – разработка маршрутов не начинается до получения всех заявок и данных. Необходима определенная синхронизация режимов работы всех складов, предприятий.

При децентрализованной системе управления городскими перевозками каждое из предприятий-перевозчиков, получив заявки на доставку товаров, синхронизируется с сервером, где получает "квоты" на посещение точек и использование дорог. Получив "квоты", перевозчик выполняет планирование в рамках заявок. Преимущество такой организации системы в независимости работы перевозчиков или складов дистрибьюторов, высокая устойчивость работы системы при сбоях в организационной работе отдельных подсистем, недостаток – в понижении уровня оптимизации, т. к. сервер перевозчика "не видит" полной картины состояния транспортных магистралей и разгрузочных площадок. Поэтому в современных условиях наиболее приемлемое решение – смешанная система управления перевозками. Ее особенность состоит в формировании из нескольких ключевых производителей, дистрибьюторов и супер и гипермаркетов стратегического костяка, на который приходится большая часть городских перевозок. Для этого костяка осуществляется централизованное планирование маршрутов развозок, а всем остальным участникам транспортного грузового процесса формируются "квоты" на оставшееся время работы складов, перегрузочных площадок и устанавливаются высокие коэффициенты загрузки магистралей. Преимуществом такой системы является соединение качественных характеристик централизованной схемы – высокий уровень оптимизации маршрутов и графиков, высокая общегородская экономичность решений и уровень сервиса – с высоким уровнем гибкости системы, наращиваемости. В процессе работы любое предприятие может переходить на централизованную или децентрализованную схему взаимодействия с городской системой управления, в зависимости от своего организационного уровня, без особых затруднений возможно включение в систему новых участников транспортного процесса.

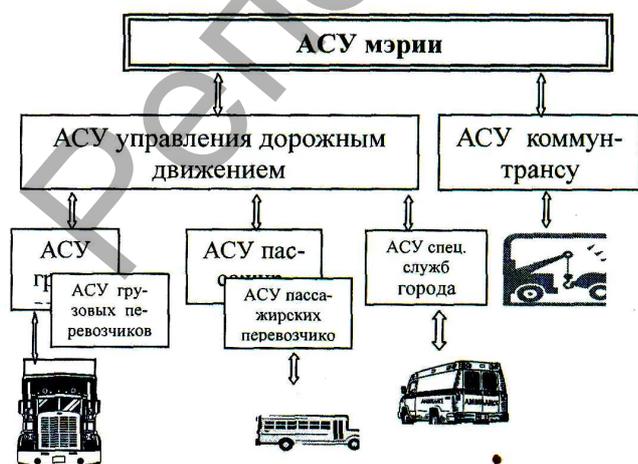


Рис. 1. Структура АСУ – МТ города

В проекте предлагается на стадии планирования маршрутов перевозчиками результаты их первичного моделирования интегрировать на централизованном сервере городского координационного пункта с целью определения наиболее загружаемых магистралей города в разное время суток. Результаты такого анализа могут стать основанием для обратной связи с диспетчерскими пунктами перевозчиков с целью перераспределения, изменения маршрутов для уменьшения загрузки центральных магистралей. Более того, при передаче моделей маршрутов в центральную базу данных на каждый последующий маршрут может вводиться корректирующий коэффициент, отражающий загрузку данной магистрали для поиска более оптимального. Таким образом, мы говорим о возможности создания многокритериального графа маршрутной сетки, в котором при каждой итерации производится поиск оптимального решения как по расстоянию, так и по времени. Для каждого последующего перевозчика коэффициент загрузки вершин графа будет повышаться, что будет влиять на выбор оптимального многокритериального решения. Координационный сервер может также быть полезен для отражения on-line состояния отдельных участков маршрутной сети. Такая информация необходима на стадии проектирования маршрутов, и необходим центр, который будет концентрировать у себя все плановые и поточные изменения, – от строителей, дорожных служб и других организаций, действия которых могут повлиять на транспортную ситуацию.

Технология внедрения смешанной системы управления может быть реализована в несколько этапов. На первом этапе на нескольких логистических центрах города внедряется программный продукт, например, TLKA-logistics планирования маршрутов развозок. Когда несколько предприятий освоят применение программы, запускается сервер городского координационного центра (мэрии) для синхронизации интегрированной работы программ.

Следующим этапом обрабатываются методы управления "квотами", первое время – с участием человека, а впоследствии переводя этот процесс в автоматический режим, но оставляя возможность "ручного вмешательства". Подключая новых участников системы управления, необходимо учитывать технологию доставки товаров, чтобы планирование основывалось на фактических данных (рис. 1).

Для этого программа будет использовать набор возможностей подстройки, среди которых предусмотрен и встроенный язык программирования, доступный каждому пользователю.

#### Заключение

1. Оптимизация использования имеющейся транспортной сети городов можно решать на базе системы управления городскими транспортными потоками.
2. Программные комплексы планирования маршрутов грузовых развозок типа TLKA-logistics, используемые в локальных системах перевозчиков, могут быть интегрированы в единую общегородскую систему управления городскими грузовыми потоками.
3. Система управления городскими транспортными потоками должна иметь смешанный характер централизации для повышения гибкости и открытости.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагорний, Є.В. Транспортно-експедиційне обслуговування підприємств та організацій в умовах ринку: навч. Посіб / Є.В. Нагорний, Г.Л. Рибаків, Н.Ю. Черниш – Харків: ХНАДУ, 2002. – с. 107.
2. Кір'янов, О.Ф. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / О.Ф. Кір'янов, М.М. Мороз, В.С. Чаплінський // Вісник КДПУ. – №1/2008 (48). – Ч. 1. – С. 74–77.
3. Кір'янов, О.Ф. Система автоматизованого планування розвізних маршрутів / О.Ф. Кір'янов, А.О. Коробов, О.О. Мезенцев // Вісник КДПУ: Автоматизація транспортної логістики – №5/2006 (40). – Ч. 1. – С. 94–97.
4. Программный продукт TLKA - logistics -UPCenter. Доступно на <http://upc.sat.poltava.ua/>

Материал поступил в редакцию 08.12.11

## KIRYANOV O.F., KOROBOV A.A. The organization of system of automated management by transport streams of the city

Application of modern information technology of planning of routes of lorries for construction of city system of automatic control by goods traffics as means of optimisation of congestion of transport highways is considered.

УДК 65.0.12.122

Кирьянов О.Ф., Бублик Р.П.

## СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, ОТОБРАЖАЮЩЕЙ ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА СВЕТОФОРАХ

**Введение.** Качественное регулирование транспортного потока и его управление – один из главных аспектов функционирования транспортных систем. Но транспортный поток есть система сложная и часто непредсказуемая. Соединение психофизиологических особенностей водителя, технического состояния и характеристики автомобиля, условий передвижения делает сложным и часто невозможным получение четко определенной, универсальной формулы или закона, которые описывают функционирование потока и точно отображают зависимости его показателей.

Основным источником информации о поведении транспортного потока является непосредственное наблюдение. Данные, полученные путем натуральных наблюдений, имеют преимущество над имитационным и математическим моделированием в плане объективности и приближенности к реальным значениям основных параметров функционирования потоков. Но натурное наблюдение не дает возможности проследить изменение этих параметров во времени, под действием факторов, ведущих за собой изменение поведения потока. Имитационное моделирование лишено подобного рода недостатков, оно дает возможность исследовать изменение поведения потока при возникновении каких-либо дополнительных условий, что часто невозможно сделать в реальном потоке ввиду огромных затрат (как финансовых так и энергетических) [1].

Несмотря на то, что этап разработки модели может занять значительный отрезок времени, время высвобожденное в результате исследования непосредственно в ее среде позволяет получить большую эффективность, чем при статическом наблюдении.

**Постановка задачи.** Сейчас существует достаточно много моделей, описывающих транспортный поток. Но все они имеют в своей основе некие упрощения и могут быть применены лишь в определенных условиях. Большинство моделей построено на основе фундаментальной диаграммы транспортного потока, так называемой модели Лайтхила-Уизема [2].

Здесь фазы транспортного потока плавно переходят одна в другую, что противоречит полученным эмпирическим результатам.

Анализ существующих методов и моделей позволит определить их положительные и негативные стороны, а синтез – получить модель, которая будет лишена недостатков других моделей.

Актуальным является разработка методов управления потоками с учетом особенностей поведения водителей, условий движения и особенностей транспортного района.

При моделировании динамических систем их описание происходит с использованием числовых методов, что позволяет адекватно отразить сложность данных систем. Для их анализа также используются разные программные средства, которые могут дать ответ на поставленный вопрос. Но пользователи данных программных продуктов должны быть профессионалами в использовании именно этих оболочек, к тому же эти программы часто имеют сложную комплексную архитектуру, которая не используется в полной мере для решения неких узкоспециализированных задач. Исходя из этого, более эффективно использовать собственные разработки.

При создании имитационной модели транспортных потоков в

среде C++ была использована библиотека PLAN, разработанная в университете г. Брауншвейг [3].

За основу была взята макроскопическая модель, так она дает возможность абстрагироваться от единичных автомобилей, движение которых непредсказуемо, взаимодействие между ними минимальное. В то же время сам транспортный поток как совокупность событий может быть описан подобно самоорганизующейся системе. Но так же в системе использовались параметры микромоделей, так как они позволяют определить четкие параметры функционирования отдельных очередей автомобилей. Благодаря синтезу этих двух моделей, можно рассматривать как функционирование всего потока в улично-дорожной сети, так и малых его частей, как некой совокупности единичных автомобилей.

Опишем некоторые параметры разрабатываемой модели. Транспортный поток, как и поток жидкости, является одномерным. Одномерный поток – движение жидкости или газа в среде, когда совокупность всех траекторий состоит из параллельных прямых линий и в каждом плоском сечении к направлению движения скорости фильтрации во всех точках не только параллельные, но и равны между собой. Такой поток еще имеет название линейного, параллельно-струйного и т.д. [4].

При наличии двух и более полос движения наблюдается стратификация транспортного потока – разделение потока жидкости на отдельные слои, которые характеризуются разными плотностями.

Сделано предположение, что поток также является ламинарным, т.е. таким, в котором смешение соседних слоев жидкости отсутствует. Таким образом, мы исключаем возникновения случайных турбулентных возмущений, которые иногда возникают в реальном транспортном потоке. Эти случайные возмущения усложняют модель и не подвергаются определенным закономерностям и правилам движения.

Таким образом, можем рассматривать магистральные направления улично-дорожной сети как трубы, по которым движется жидкость. Перекрестные же направления, которые являются немагистральными, можно считать аналогом трещины в трубе, и транспортный поток, проходящий через него, рассчитывается по формуле, выведенной из закона Торричелли [4]

$$\rho^m \cdot R = \rho^n \cdot \frac{\rho^n}{2}, \quad (1)$$

где  $\rho^m$  – интенсивность транспортного потока магистрального направления;

$R$  – транспортный спрос в «разрыве»;

$\rho^n$  – интенсивность транспортного потока в поворотном направлении.

Закон Торричелли позволяет вычислить максимальный уровень утечки жидкости из сосуда.

Адаптировав данный закон к транспортному потоку, он будет звучать так: величина транспортного потока, следующего по немагистральному направлению (поворотный поток) соответствует транс-

Бублик Роман Петрович, аспирант кафедры транспортных технологий Кременчугского государственного политехнического университета имени Михаила Остроградского.

Украина, КГУ им. М. Остроградского, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20.

Физика, математика, информатика