

Таблица. Интервалы выпуска транспорта на линию

Значение интенсивности	Маршруты, мин		
	Маршрут 1	Маршрут 2	Маршрут 3
Минимальное	6,5	8	5
Максимальное	7	10	7,2

ция, когда множество допустимых значений интенсивностей выпуска маршрутных транспортных средств Ω пусто. Поэтому в некоторых случаях целесообразно задание граничных параметров \min и \max , различных для каждого остановочного пункта, то есть задания $\eta_{\min i}$ и $\tau_{\max i}$ для $i = 1 \dots N$, где N – число остановочных пунктов рассматриваемого маршрута. Такое деление имеет смысл, так как коэффициент наполнения салона маршрутного транспортного средства в начале и конце маршрута ниже, чем в середине маршрута. Несмотря на некоторое усложнение алгоритма при делении граничных параметров для каждого остановочного пункта, использование отдельных граничных параметров может помочь изначально получить непустое множество Ω , при этом отпадает необходимость использования метода максимального числа отрезков для вычисления рационального значения интенсивности выпуска маршрутных транспортных средств на линию с конечных остановочных пунктов маршрута.

Заключение

Алгоритм поиска рационального значения интенсивности позволяет получить гарантированные

Левчук Виктор Дмитриевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой автоматизированных систем обработки информации Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины.

Контактные телефоны: (0232) 57-88-63; 375-29-618-78-28. E-mail: lv@gsu.by

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Е.А. Ефимова (Астраханский государственный университет)

Представлена контрольно-измерительная система, обеспечивающая контроль и регулирование движения транспортных потоков. Система может быть использована для управления дорожным движением в целях предотвращения автомобильных заторов на дорогах.

Ключевые слова: радиолокационные сенсоры, скорость движения, транспортное средство, предзаторовые ситуации, пропускная способность.

Стремительный рост автомобильного парка ведет к возникновению транспортной проблемы во всех городах страны с населением более 200 тыс. Увеличение автомобильного парка приводит к высокой плотности транспортных потоков. Средняя скорость движения транспорта на большинстве магистралей в час пик приближается к скорости пешехода. Значительная перегруженность дорожной сети, неправильная парковка ведут к возникновению транспортной проблемы.

Одной из важнейших транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильной дороги является ее пропускная способность (ПС), т. е. максимальное число автомобилей, которое без заторов может пройти через данный участок автомобильной дороги в течение определенного промежутка времени (на-

значения времени ожидания и коэффициента наполнения либо на всех остановочных пунктах маршрута, либо на их максимальном числе. Этот метод может быть использован как для исследования уже существующей маршрутной городской транспортной сети, так и при проектировании новой. Данный метод является инвариантным по отношению к реализованной имитационной модели. Достаточно, чтобы модель являлась адекватной по расчету коэффициента наполнения транспортного средства и времени ожидания на остановке. Разработанные имитационная модель и алгоритм вычисления интенсивности выпуска транспортных средств на маршрут были внедрены на одном из белорусских транспортных предприятий.

Список литературы

1. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. М.: Транспорт. 1972.
2. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спири И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. М.: Транспорт. 1985.
3. Лопатин А.П., Ольховский С.Ю. Комплекс имитационных моделей планирования ресурсов городской пассажирской транспортной системы // В кн.: Развитие транспортных узлов. М.: ИКТП. Вып. 73. 1977.
4. Яковлев Л.А. Программное обеспечение технического расчета системы городских путей сообщения, представленной в сетевой форме. М.: Стройиздат. 1996.
5. Левчук В.Д., Максимей И.В. Программно-технологические комплексы имитации сложных дискретных систем. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. 2006.

пример за час). Величина ПС в основном зависит от ширины и числа полос движения, радиусов закруглений и продольных уклонов, состава транспортного потока, скорости движения, погоды. Максимальная ПС двухполосной автомобильной дороги шириной 7...7,5 м при благоприятных дорожных условиях (сухое покрытие, открытый незастроенный прямолинейный и горизонтальный участок без пересечений в одном уровне и т. д.) составляет около 2 тыс. легковых автомобилей в час или ~ 20 тыс. легковых автомобилей в сутки. Наличие грузового движения резко снижает ПС и при 70...80% грузовых автомобилей в транспортном потоке ПС двухполосной автомобильной дороги шириной 7...7,5 м составляет 8...9 тыс. автомобилей в сутки. Если фактическая интенсивность

движения на автомобильной дороге превышает величину ПС, образуются заторы и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги резко снижаются [1].

Эффективным способом повышения пропускной способности городских дорог является внедрение интегрированной информационной системы прогнозирования ПС городской транспортной сети, основным назначением которой является сбор и анализ данных, моделирование транспортного потока [2] с целью оптимизации взаиморасположения объектов дорожной и городской инфраструктуры, обеспечивающей ее максимальную ПС как по отдельным участкам, так и по всей автомагистрали в целом. Далее осуществляется разработка плана кратко- и среднесрочных мероприятий по реконструкции взаиморасположения объектов дорожной инфраструктуры и прогнозирование предельного времени работы автомагистрали без предзаторовых ситуаций в пределах существующей дорожно-транспортной сети в условиях роста городского автопарка.

Такое решение невозможно без применения систем постоянного мониторинга автомобильного трафика на наиболее важных участках дорожной транспортной сети.

В настоящий момент на рынке не существует системы, отвечающей всем требованиям поставленной задачи. Известны только узконаправленные системы, которые лишь затрагивают данную область, но не решают саму суть проблемы. Так, ученые Каметани и Сасаки (Япония) рассматривают поток большой плотности, при этом в математическую модель потока включается ускорение и изменение скорости головного автомобиля [3, 4]. Гриншилдс впервые предложил использовать линейную зависимость скорости группы автомобилей от плотности потока [3, 4]. Однако линейная зависимость не вполне адекватно отражает динамику возникновения предзаторовых ситуаций. Исследования Герина и Пальмера не рассматривают участок дороги, занимаемый автомобилем, изменения средней скорости и ускорения, которое характеризуется динамикой "движение – стоп – движение" [4].

Анализ существующих автоматизированных систем показывает необходимость разработки инструментария, позволяющего моделировать транспортные потоки на городских автомагистралях, – интегрированной информационной системы прогнозирования пропускной способности городской транспортной сети на базе современных информационных технологий [2].

Основные функции, реализуемые предложенной системой: сбор и анализ данных с целью оптимизации взаиморасположения объектов дорожной инфраструктуры, обеспечивающей ее максимальную ПС как по отдельным участкам, так и по всей автомагистрали в целом; разработка на их основе плана мероприятий, имеющих кратко- и среднесрочный характер действий, для реконструкции взаиморасположения объектов дорожной инфраструктуры в преде-

Отдельный водитель сам управляет своим перемещением, транспортный поток регулируется

Журнал "Автоматизация в промышленности"

лах существующей геометрии автомагистрали, и прогнозирование предельного времени работы автомагистрали без предзаторовых ситуаций в пределах существующей геометрии дорожно-транспортной сети в условиях роста городского автопарка.

Для достижения максимальной точности получаемого результата при прогнозировании ситуаций на автомагистралях, генерируемый трафик должен адекватно описывать взаимодействия интенсивности и плотности автомобильного потока, времени восстановления движения как функции средней скорости движения по отдельным участкам и по всей автомагистрали в целом. С этой целью проводится поэлементный анализ автомагистрали, используя основную транспортную диаграмму каждого участка дороги, на основе которого выделяются дорожные участки с минимальной ПС. Теоретически устанавливается их максимально возможная величина ПС, и по критерию $\min \max$ (по минимальному значению максимально возможной величины ПС из всего множества всех элементов дороги) проводится оптимизация взаиморасположения объектов дорожной и городской инфраструктуры, обеспечивающей согласованную ПС по всей автомагистрали в целом.

При этом интегрированная информационная система прогнозирования ПС городской транспортной сети позволяет оперативно отслеживать дорожную ситуацию (с разделением радиолокационных датчиков по дорожным полосам) и на основе ее анализа принимать решения о регулировании движения с использованием системы поддержки принятия решений.

Для достижения точности получаемого результата разработана специальная контрольно-измерительная система, позволяющая фиксировать виды и количество проезжающего в оба направления транспорта. А устройство анализа предзаторовых ситуаций, содержащее схемы сравнения скорости транспортных потоков, число которых соответствует числу полос движения, обобщает и анализирует полученные данные. Таким образом, появляется возможность получать точные объективные показатели загруженности той или иной магистрали, графики суточных и сезонных пиков и спадов движения транспорта. Эта информация не просто вооружит специалистов конкретными цифрами и фактами, но и поможет при разработке и реализации стратегии развития дорожно-транспортной сети города для решения задач среднесрочного и долгосрочного прогноза с учетом УДС (улично-дорожной сети), городской застройки и организации дорожного движения и предотвращения автомобильных заторов на дорогах.

Наиболее близкой по технической сути к представляемой в статье системе является система для автома-

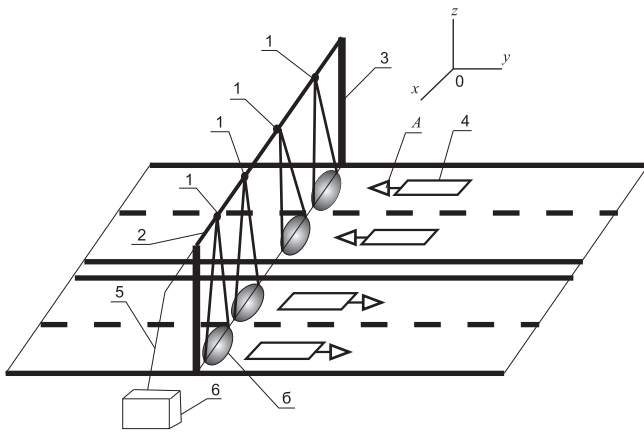


Схема работы системы для контроля и анализа предзаторовых ситуаций транспортных потоков, где 1 – радиолокационные сенсоры; 2 – трос; 3 – опора; 4 – транспортное средство (ТС); 5 – кабель; 6 – блок регистрации и управления (БРУ); А – число полос движения; б – ширины диаграммы направленности

тизированного контроля движения транспортных средств, состоящая из радиолокационных сенсоров, расположенных над каждой из полос движения под наклоном диаграммы направленности относительно вертикальной оси и блока регистрации и управления. Они содержат устройство определения скорости движения транспортного средства (ТС) по доплеровской частоте сигнала и устройство классификации объема ТС (ссылка на эту разработку). Недостаток данной системы является отсутствие автоматизированного анализа предзаторовых ситуаций, приводящих к развитию автомобильных заторов на дорогах.

Предложенная автором контрольно-измерительная система обеспечена функцией анализа предзаторовых ситуаций на каждой из полос движения и выдачи предупреждающих сигналов о возможном развитии автомобильных заторов. Такая информация необходима для оперативного регулирования транспортных потоков, например, для зажигания знаков объезда, переключения светофоров и других мер, способствующих предотвращению автомобильных заторов.

Система для контроля и анализа предзаторовых ситуаций транспортных потоков (рисунок) включает:

- унифицированные радиолокационные датчики, предназначенные для сбора информации о параметрах движения (скорости, ускорения и т.д.);
- унифицированные блоки предварительной обработки параметров автомобильного трафика, предназначены для предварительной обработки параметров движения с целью сокращения трафика данных к центральной ЭВМ;
- контроллеры связи с управляющей ЭВМ, предназначенные для организации связи с центральным ПК, ориентированы на одну из сетевых технологий и могут строиться как с использованием радиointерфейса, так и с помощью кабельных сетей в зависимости от близлежащих информационных коммуникаций и экономических затрат на организацию связи

(рассчитывается для каждого отдельного случая). В частности, для г. Астрахани возможно использование локальных вычислительных сетей (в районах города, охваченных ЛВС по технологии Ethernet) и радиointерфейса RadioEthernet в районах, где не проложены проводные сети;

- управляющая ЭВМ предназначена для анализа ситуации в целом и поддержки принятия решений.

Отдаленным аналогом системы является автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД), предлагаемая группой компаний Спецтехника [5]. Однако данная система служит, прежде всего, для обеспечения видеоконтроля, регистрации нарушений на дорогах и оперативного розыска транспортных средств. Так, например, дорожный контроллер "Думка", входящий в эту АСУДД предназначен для автоматического и ручного управления сигналами светофоров на отдельном (локальном) перекрестке. Он может использоваться также и для участков сети, входящих в систему центрального управления дорожным движением, однако не способен проводить анализ параметров дорожного трафика и является по сути лишь исполняющим устройством регулирования.

В контрольно-измерительной системе происходит определение мощности аномального сигнала, и подача его на устройство оперативной памяти (УОП). Срабатывают счетчики, определяющие число проходящих по каждой полосе транспортных средств. Сигнал от счетчика подается на УОП. Устройство вычисления скорости для контролируемых полос фиксирует скорость транспортных средств, а классификатор, содержащий схемы сравнения скорости транспортных потоков, производит сравнение, результат которого отображается на цифровом индикаторе блока регистрации и управления анализа предзаторовых ситуаций.

Если по какой-то из полос скорость движения V меньше или равна предзаторовой скорости V_{nz} , то запускается соответствующий программируемый таймер, который начинает отсчет запрограммированного времени ожидания t_0 – времени, в течение которого скорость движения V приобретает стабильный характер. Иначе любое случайное снижение скорости или торможение ТС привело бы к выдаче ложного предупреждающего сигнала о возможном автомобильном заторе.

Если по истечении времени t_0 скорость движения V не возросла и осталась меньше или равной предзаторовой скорости V_{nz} , то выдается предупреждающий сигнал о возможном автомобильном заторе на этой полосе движения. В противном случае соответствующий программируемый таймер останавливается и обнуляется.

Предупреждающий сигнал о возможном автомобильном заторе поступает на цифровой индикатор и через цифровой интерфейс передается в канал связи. Такая информация необходима для оперативного регулирования транспортных потоков.

Данная система поможет произвести контроль и анализ предзаторовых ситуаций на каждой из полос движения и выдачи предупреждающих сигналов о возможном развитии автомобильных заторов. Такая информация необходима для разработки плана мероприятий, имеющих кратко- и среднесрочный характер действий для реконструкции взаиморасположения объектов дорожной инфраструктуры и прогнозирования предельного времени работы автомагистрали без предзаторовых ситуаций дорожно-транспортной сети в условиях роста городского автопарка, а также для оперативного регулирования транспортных потоков, например, для зажигания знаков объезда, переключения светофоров и других мер, способствующих предотвращению автомобильных заторов.

В ходе исследований возможностей разработанной системы на реальных данных, полученных в г. Астрахани, были изучены:

- интенсивность движения автомобильных потоков в сутки на разных сегментах городской транспортной сети;
- скорость транспортного потока на разных сегментах городской транспортной сети в зависимости от уровня загрузки по часовому графику;
- скорость транспортного потока на разных сегментах городской транспортной сети в зависимости от доли легковых и микроавтобусов в потоке;
- интенсивность легковых, микроавтобусов, автобусов и грузовых автомобилей по часовому графику и в сутки;
- доля легковых автомобилей в потоке по часовому графику;
- доля микроавтобусов в потоке по часовому графику;
- средняя длина транспортного потока в сутки и час.

Таким образом, в предлагаемой системе обеспечивается расширение функциональных возможностей за счет анализа предзаторовых ситуаций и выдачи

предупреждающих сигналов о возможном развитии автомобильных заторов на каждой из полос движения. А также появляется возможность получать точные объективные показатели загруженности той или иной магистрали, графики суточных и сезонных пиков и спадов движения транспорта. Эта информация не просто вооружит специалистов конкретными цифрами и фактами, но и поможет при разработке интегрированной информационной системы прогнозирования ПС городской транспортной сети.

Интегрированная информационная система прогнозирования ПС городской транспортной сети, разработанная на кафедре "Информационных систем" Астраханского государственного университета, используется Управлением транспорта и связи администрации г. Астрахани при обосновании вариантов организации движения и развития улично-дорожной сети. Методика и предложенная система позволяют проанализировать ситуации транспортных потоков, что необходимо для объективной оценки вариантов организации движения и кратко- и среднесрочной реконструкции.

Список литературы

1. Под ред. Иванова Н. Н. Строительство автомобильных дорог. Т. 1-2. М.: 1963-64.
2. *Ходаева А.А., Ефимова Е.А.* Автоматизированная база знаний по дорогам // Научный потенциал студенчества – будущему России: Сб. научн. статей Международной научной студенческой конференции. Ставрополь. 2007.
3. *Ефимова Е.А.* Имитационная модель пропускной способности городской транспортной сети// Автоматизация в промышленности. 2007. № 7.
4. *Хейт Ф.* Математическая теория транспортных потоков. М.: Мир, 1966.
5. Группа компаний "Спецтехника" комплексное оснащение светофорных объектов. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.kb-spectech.ru>, свободный. – Автоматизированная система управления дорожным движением. Яз. рус.

Ефимова Евгения Аркадьевна – ассистент кафедры

"Управление качеством" Астраханского государственного университета.

Контактный телефон (8512) 5-18-17. E-mail: kachestvo@asp.ru

Расторжение совместного предприятия GE и FANUC

GE и FANUC LTD объявили о заключении соглашения по ликвидации совместного предприятия GE Fanuc Automation Corporation. Это соглашение позволяет соответствующим сторонам совместного предприятия выйти из материнской компании и сосредоточить усилия в областях своей специализации, а также продолжить развитие в соответствующих отраслях промышленности и областях знаний. Две компании подписали в г. Чикаго окончательное соглашение, и с этого момента будут функционировать как отдельные компании GE Intelligent Platforms и FANUC LTD.

GE Intelligent Platforms продолжает оставаться высокотехнологической компанией, которая обслуживает широкий спектр отраслей промышленности во всем мире, включая правительственные учреждения и оборонные предприятия, телекоммуникации, энергетику, водоснабжение, транспорт и производство потребительских товаров. Компания постав-

ляет заказчикам по всему миру ПО и услуги, системы управления и встраиваемые вычислительные системы.

Представитель компании FANUC отметил, что существовавшее около 20 лет совместное предприятие добилось больших успехов в области числового программного управления. Но теперь FANUC хочет полностью сосредоточить свои усилия на передовых технологиях ЧПУ, в которых занимаем лидирующие позиции и можем предоставить большие преимущества своим клиентам.

Две компании продолжают коммерческое сотрудничество в области управления перемещением, а также в создании электроприводов, без прекращения поставок компонентов для этих систем. Кроме того, GE будет оказывать поддержку своим клиентам в области систем ЧПУ как в Северной, так и в Южной Америке через свои специализированные службы.

[Http://www.gefanuc.com](http://www.gefanuc.com)