5. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ДВИЖЕНИЕМ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ – ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗЧИКАМИ

«…единственно возможным критерием является только польза, приносимая пассажиру. Условность же её оценки совершенно неустранима и показывает, что решение важнейших вопросов движения не является чисто математической задачей, а действительно зависит от того, как высоко общество само оценивает свое время и свои удобства»

«…доход всецело зависит от установленного тарифа, т.е. от определенной политики городского управления»

А.Х.Зильберталь. Трамвайное хозяйство.1932

****

От научного редактора: В Предисловии отмечено, что по решению XVIII международной конференции в 2012 году в Екатеринбурге проводятся две конференции, в т.ч. «Автоматизация управления городским движением и предприятиями - пассажирскими перевозчиками». По просьбам коллег материалы обеих конференций объединены в единый сборник, в т.ч. материалы конференции по «Автоматизации…» приводятся в настоящем разделе. В организации этой конференции принимали участие Московский автомобильно-дорожный институт (технический университет) и НПП «Транснавигация» (Москва), Екатеринбургское МУП «Муниципальное объединение автобусных предприятий и Уральский НИиПИ транспортных систем и организации городского движения (Екатеринбург). Сопредседатели: С.А.Ваксман, В.М.Власов (МАДИ, проф, д.т.н.) и Н.М.Герасимов (МОАП. Ген.директор)

УДК 656.13

Особенности проектирования и внедрения АСУД в Украине

Е.А. Рейцен

Оглядываясь на исторический путь развития АСУД в СССР и, в частности в Украине, выделим некоторые основные, на наш взгляд, особенности их проектирования и последующего внедрения, выявленные нами в процессе разработки ТЗ АСУД в 20 городах Украины и при анализе последних достижений науки и техники в этом направлении.

1.Считаем, что должен быть обеспечен системный подход, требующий, прежде всего, наличия соответствующей законодательной и нормативной базы. Сейчас в Украине, в связи с присоединением её к Десятилетию действий (2011-2020) по обеспечению безопасности движения, объявленным ООН,

инициируется разработка нового Закона Украины о безопасности дорожного движения, который повлечёт за собой корректировку законов: «О дорожном движении», «О городском электротранспорте» и др.

В отношении норм по АСУД в Украине действуют два ГОСТа [11, 12], однако они устанавливают лишь общие требования к АСУД, ссылаясь при этом ещё на ГОСТы СССР [13-17]. Предполагается после утверждения ДБН по КСОД разработать «Руководство по проектированию АСУД», так как именно КСОД должна определять стратегию их развития в каждом городе.

2.Возникают вопросы: сколько светофорных объектов (СО) должно быть в городе и какое количество из них должно подключаться в АСУД.

В Украине сейчас принят норматив [1]: один СО – на 6–8 тыс. жителей. Считается, что АСУД эффективна, если в ней задействовано не менее 35% СО от общего их количества в городе. Например, сейчас в Минске действуют 365 СО, из которых 55% подключено к АСУД [18]. В Киеве на начало 2004 г. был 551 СО, из которых к АСУД было подключено всего 20%, т.е. о применении программ для системного управления АСУД не может быть и речи.

3.Как правильно выбрать район управления и разработать план координации сигналов АСУД различных уровней? Известно, что количество СО в городах появляется на основании ДСТУ, где действуют четыре критерия ввода светофора: величина интенсивности движения транспорта и пешеходов, среднегодовое количество ДТП... Поэтому дислокация СО в плане города во многом – случайно. Ранее было показано [10], что вытянутая форма ячеек транспортной сети по сравнению с квадратной при одном и том же протяжении линии, даёт меньшее число перекрёстков. Если принять за 100% число перекрёстков при квадратной сетке, то переход к прямоугольно вытянутым ячейкам с отношением сторон 2:1 даёт (при той же плотности) сокращение числа перекрёстков до 89% по сравнению с квадратной решёткой, а при отношении сторон 4:1 соответственно – до 64%. Например, возьмём район города квадратной формы размером 800х800 м, который разбит на 16 квадратов со стороной 200 м каждый. При этом будем иметь 5 продольных и 5 поперечных магистралей, которые образуют 9 внутренних перекрёстков и 12 примыканий с общей площадью

района 64 га. Теперь из тех же квадратов образуем прямоугольник со сторонами 400х1600 м с той же площадью 64 га, но при этом получим только 7 внутренних перекрёстков и 16 примыканий. Т.е. при включении такой зоны в АСУД понадобится меньшее число светофоров (!) Если таких зон для введения АСУД в городе проектируется несколько, то целесообразно их выбирать прямоугольной формы (вдоль отдельных магистралей) и рассматривать варианты их сопряжения между собой, как предлагается в [11, рис. 1.8].

4. Способность крупного города успешно противостоять стихийной автомобилизации, сохраняя устойчивость транспортной системы, является в настоящее время одним из общепринятых в мире критериев оценки соответствия города современным социально-экономическим стандартам. Для эффективного решения проблемы автомобилизации должна быть разработана единая чёткая комплексная программа по улучшению условий городского движения, которая в свою очередь, была бы доведена «до всех и каждого» и проводилась последовательно и жёстко.

Напомним, что в Украине до 2011г. уровень автомобилизации согласно ДБН принимался 200-250 авт/1000 жителей и прогноз её вёлся от достигнутого уровня. При этом игнорируется возможные форс-мажорные обстоятельства, которые необходимо учитывать и которые связаны с оценкой тенденции в экономике, с количеством населения в городе, рынком земли, развитием дорожно-транспортной инфраструктуры и пр.

Приведёт ещё пример. Не успели разработать в 2002г новый генплан Киева, по которому к 2020 г. количество населения закладывалось на уровне 2,7 млн. чел., а уровень автомобилизации – в 300 авт/1000 жителей, как в 2008 г. начали разрабатывать новый генплан на 2025г., т.к. количество населения в Киеве к тому времени превысило 3 млн. чел., а уровень автомобилизации сейчас подбирается к отметке 400 авт/1000 жителей, а тут ещё и чемпионат ЕВРО-2012 со своими проблемами, решение которых не предусматривал ни один генплан или КТС.

Интересно вспомнить, что ещё в 70-х годах в СССР предполагалось [17], что оптимальный уровень насыщения страны легковыми автомобилями стабилизируется в среднем на величине

около 230-250 авт/1000 чел. и что этот уровень будет различным для городов разной величины и внегородской местности. Также он будет, считалось, различным для разных географических районов страны в зависимости от природных и климатических их особенностей. Тогда же В.Н. Ивановым [18] была разработана даже теория автомобилизации которая основывалась на следующих предположениях:

- технический прогресс автомобилизации должен соответствовать людским и природным ресурсам;
- темп роста автомобилизации среди других видов транспорта определяется её относительной экономической эффективностью;
- социальные взаимоотношения между людьми должна быть основным критерием для установления уровня технического прогресса автомобилизации;
- достижения научно-технического прогресса должны использоваться в автомобилизации наиболее полно.

Основная формула развития автомобилизации – полное удовлетворение всех насущных разумных требований общества в перевозках автомобильным транспортом с учётом зависимости мощности автомобильного парка от плотности дорожной сети, количества людей, занятых в этой системе, и реальной скорости перевозок при условии полной безопасности. Для получения такой зависимости необходимо изучить законы развития автомобилизации, которые подчиняются общим экономическим законам развития общества. Сейчас эти положения почему-то забыты.

5.Методика (разработанная нами и указанная выше) оценки качества работы ГОПТ после введения АСУД в городе и её апробация в ряде городов (Харьков, Киев, Минск, Алма-Ата и др.) показала, что недостаточно при проектировании АСУД иметь уже утверждённую КТС города, а необходимо соответствующим образом анализировать транспортно-планировочную структуру города и проектировать маршруты ГОТ с возможностью обеспечения его приоритетного движения, как показано ещё в 1989 г. в диссертации Дубовой С.В. [12].

В соответствии с ДБН Украины для городов с населением свыше 100 тыс. чел. необходимо разрабатывать КСОД. Таких городов в Украине сейчас насчитывается 50. Посмотрим, как сочетаются в них различные виды ГОПТ (табл.1). По сравнению с 1984 годом произошли следующие изменения: в Днепропетровске появился метрополитен и город перешёл со II в I тип сочетания; в Одессе население стало менее 1 млн. чел. и она перешла в группу городов с населением 500–1000 тыс. чел., а Мариуполь перешёл в группу городов с населением 250–500 тыс. чел., так как его население стало менее 500 тыс. чел.

Табл. 1-Сочетание видов городского пассажирского транспорта в городах Украины

Тип сочетания	Виды транспорта	Население города, тыс. чел.	Итого				
			Более 1000	500 – 1000	250 – 500	100 – 250	
I	Метро, трамвай, троллейбус, автобус		3	-	-	-	3
II	Трамвай, троллейбус, автобус		1	4	9	3	17
III	Трамвай, автобус		–	-	-	2	2
IV	Троллейбус, автобус		-	-	7	12	19
V	Автобус		-	-	-	9	9

Наибольший объём перевозок на трамвае в городах со II типом сочетания ГОПТ приходится на города Одесса, Львов, Макеевка, Запорожье и только затем – на Киев, который находится в I-ой группе. Наибольший объём перевозок по троллейбусам приходится на Винницу, Житомир, Киев. Это обстоятельство должно обязательно учитываться при проектировании и внедрении АСУД, так как одним из критериев эффективности работы АСУД является качество функционирования в ней подсистемы ГОПТ.

Считается, что в АСУД должна работать аппаратура приоритетного пропуска ГОПТ. В 20-и городах Украины, где были внедрены АСУД, сейчас задействовано (без учёта Киева) 262 типа современных дорожных контроллеров производства предприятий Киева, Запорожья и Харькова, но ни в одном из городов Украины нет аппаратуры приоритетного пропуска ГОПТ. Правда, при внедрении АСС-УД в Харькове на пересечении пр. Гагарина с улицами Первой Конной Армии и Кирова была установлена опытная аппаратура для приоритетного пропуска трамваев. Однако дальше испытаний дело не пошло. Вообще, на сегодняшний день эффективность приоритетных систем на ГОПТ в Украине исследована мало.

Критерии экономической эффективности от создания приоритета ГПТ должны учитывать экономию от сокращения транспортных задержек; сокращения числа непредвиденных задержек; снижения затрат времени пассажиров; сокращения количества ДТП; снижения загрязнения воздуха выхлопными газами и уменьшения транспортного шума за счёт увеличения доли установившегося режима маршрутизированных ТС.

На наш взгляд, не нужно ожидать возможности введения приоритета при внедрении АСУД, его можно выполнять уже сейчас при введении координированного управления дорожным движением на группе перекрёстков или путём выделения специальных полос для движения автобусов и троллейбусов.

Прежде всего, приоритет ГОПТ должен быть введён для связей с крупными промышленными объектами или центром города. Именно с центра города до введения в нём АСУД должна начинаться рациональная организация ДД и его упорядочение, а не наоборот. Именно наоборот поступили в Киеве. В результате АСУД не может работать из-за переуплотнённых потоков транспорта, пропускная способность УДС центра исчерпана и характеризуется частыми заторовыми ситуациями. Приоритет здесь отдан легковым автомобилям, которые стоят на тротуарах и ездят по ним, они вытеснили полностью трамвай, обладающий большой провозной способностью. Это ошибка, которую совершили в своё время такие страны как Франция (к 1937 г. в Париже была снята последняя трамвайная линия), Англия (к 1948 г. трамвай был ликвидирован в

Лондоне) и другие. Они сейчас возвращают муниципальный трамвай, а мы повторяем их ошибку.

6.Ещё в 1989 г. мы выступили с предложением [14] о начале разработки экспертных систем для АСУД. Это отдельная тема для исследования. Тем ни менее, характеризуя современный этап развития ТСГ и особенности развития АСУД, остановимся на этом вопросе. Известно, что любая экспертная система состоит из трёх составляющих: базы знаний, базы данных и решателя проблем.

База знаний – это, прежде всего, законодательная и нормативная базы. Сюда же относится обобщение и систематизация разных исследований по данному вопросу (патенты, диссертации, статьи и т.п.).

База данных – это статистические сведения о транспортных системах городов, в т.ч. об их генпланах, КТС, КСОД и пр., об изменении количества населения, уровнях автомобилизации, количестве ДТП, интенсивности движения транспорта и пешеходов и т.п. Например, для Киева базу данных по интенсивности движения транспорта КИСИ начал разрабатывать ещё с 1963 г., когда было проведено первое комплексное обследование интенсивности движения транспорта в 21-м транспортном узле Киева на протяжении 24 часов в сутки в течение одной неделя в сезон. В результате были получены коэффициенты неравномерности распределения интенсивности движения транспорта по часам суток и внутри них, по дням недели и месяцам года, которые уточняются вот уже на протяжении почти 50-и лет.

Были введены понятия «транспортный ритм города» и «паспорт транспортного узла», по которым сведения были собраны при проектировании АСУД для всех 25-и областных центров Украины и продолжают накапливаться.

Решатель проблем – это комплекс программ для САПР, расчётов характеристик транспортных потоков и программы для их моделирования. Это целая область исследований. Скажем только, что 22 магистра и 7 аспирантов автора статьи непременно вносили свою лепту в этот раздел, в обязательном порядке разрабатывая программы для расчёта на ЭВМ.

Можно отдельно проследить, как развивались эти вопросы в СССР в целом, начиная с 80-х годов, например [19] и заканчивая

диссертационной работой А.Е. Колесникова [16]. По этим вопросам необходимо написать монографию и, может быть, не одну.

7.Несколько слов о перспективах развития АСУД, изучение которых, несомненно, нужно расширять. Сейчас города с интенсивными транспортными потоками нуждаются в навигационных системах, позволяющих повысить пропускную способность их УДС. Например, в Тихоокеанском госуниверситете разработана методика, позволяющая выводить на дисплей навигационной системы информацию о рекомендуемой скорости и времени до включения разрешающего сигнала на светофорном объекте [15]. Сегодня все передовые АСУД строятся с использованием Интернет технологий и одновременно развиваются технологии виртуальных частных сетей (VPN). Такие технологии обеспечивают связь между сетями, а также удалённых клиентов сети с корпоративной сетью, используя защищённый канал связи, который проложен в сети общего пользования Интернет. Данные, передаваемые по VPN, упаковываются и зашифровываются в IP-пакеты.

Направление развития АСУД на сегодня в мире уже определены – АСУД будут строиться как VPN IP-сети. Тип архитектуры VPN-сетей будет определяться уровнем масштабируемости сети. Например: АСУД города будет строиться по архитектуре IntraNet VPN или Remote Access VPN, а региональная или общегосударственная сеть – по архитектуре Extanet VPN [20].

Литература

1. Государственный комитет Украинской ССР по делам строительства. Временные нормативы по проектированию комплексных схем организации дорожного движения в городах УССР. – К.: КИСИ, 1990. – 29 с.

2.ДСТУ 4158-2003. Автоматизовані системи керування дорожнім рухом. Загальні вимоги. Київ: Держстандарт України, 2003. – 9 с.

3.ДСТУ 4157-2003. Безпека дорожнього руху. Засоби технічні периферійні автоматизованих систем керування дорожнім рухом. Типи, загальні технічні вимоги та вимоги безпеки. – К., 2003. – 13 с.

4.ГОСТ 24.104-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Общин требования.

5.ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем.

6.ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.

7.ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на созданье автоматизированной системы.
8.ГОСТ 23545-79 Автоматизированные системы управления дорожным движением. Условные обозначения на схемах и планах.
9.Воробьёв Э. Автоматизированная система управления движением в городе (Минск) // Системная интеграция / Городской транспорт, №2, 2000 г. – С.14-17.
10.Кудрявцев О.К. О структуре транспортных сетей /Проблемы советского градостроительства, №10, 1963. – С. 38-58.
11.Хилажев Е.Б., Кондратьев В.Д. Микропроцессорная техника в управлении транспортными потоками. – М.: Транспорт, 1987. – 175 с.
12.Дубова С.В. Метод расчёта маршрутной сети ГПТ с учётом АСУД. Автореф. … к.т.н. Киев: КИСИ, 1989.–23с.
13.Матусевич И.А., Рейцен Е.А. Методы совершенствования движения городского пассажирского транспорта в зонах действия АСУД в городах Украины. // Матер. Междунар научн.-техн. конф. 16-17.05.2005. Харьков / Вісник ХНАДУ. – С.44-47.
14.Рейцен Е.А., Дёмин Н.М., Дмитриев Г.В. Применение экспертных систем на стадии проектирования АСУ городским движением / Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции «Управление большим городом», Москва, 1989 г.
15.Павленко А.Н. Управление скоростью транспортного потока при помощи систем автонавигации / Автотранспортное предприятие, №10, 2007. – С.42-43.
16.Колесников А.Е. Моделирование и оптимизация автоматизированного управления дорожным движением для городской уличной сети. Автореф…. к.т.н. Одесса, 2004. – 20 с.
17.Прогнозирование и транспорт. М.: Знание, 1973. – 45 с.
18.Иванов В.Н. Технический прогресс и автомобилизация. М.: Знание, 1970. – 42 с.
19.Ваксман С.А., Швец В.И. Проблемы автоматизации проектирования магистральных улиц / Тезисы научно-практ. конф. Шяуляй, 1981.
20.http://www.profingenerstroy.ru/projects/all/asuddkad/

Окончательно поступила 24 марта 2012 года

УДК 656.13

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – новая забава чиновников или хорошо забытый КСОД?

С.А.Ваксман, И.А.Слепухина

Ситуация с транспортными системами городов, их исследованием, проектированием, законодательством, политикой, управлением и прочее, прочее напоминает нам известную притчу про слона, которого должны были опознать слепые мудрецы:

Как многие помнят, одному мудрецу слон показался веревкой, второму метелкой, третьему – стеной… ТСГ – фактор, оказывающий влияние (и сильное!) на социально-экономическое развитие России в целом и отдельных ее территорий. Современное общество, столкнувшееся с проблемой высокой автомобилизации в крупном городе и осознавшее ее масштабность, принимает

деятельность городской власти. если последняя имеет ясно выраженную транспортную политику.

Транспортно-инновационная политика муниципального образования (естественно, если она есть) состоит из стратегического целеполагания развития ТСГ – прогнозирования (определение совокупности социально-экономических мероприятий на длительную перспективу) и планирования (конкретизация программ на краткосрочный период) планов и деятельности перевозчиков, разработки стратегии и создании организационных структур, а далее - в стимулировании мотивации участников (создании «правил игры»), создании системы контроля и мониторинга, наконец, в коррекции или новой разработке стратегии развития. Системный анализ характеризуется тем, что в зависимости от рассматриваемых аспектов важен либо функциональный (аспект перспективных задач развития ТСГ), либо процессный (аспект функционирования), либо иные подходы анализа. Итак, разделим два взаимодополняющих направления в науке о транспортных системах – развитие и функционирование. Очевидно, что проблематика так называемых «интеллектуальных транспортных систем» в предположении, что остальные не являются интеллектуальными, сводится к улучшению *текущего* уровня обслуживания населения путем совершенствования управления транспортными потоками. Транспортные системы в широком понимании этого термина обеспечивают мобильность населения в пространства страны, субъекта федерации, города и зоны его влияния и формирование эффективного рынка транспортных услуг, то есть выполняют распределительные и стягивающие функции для реализации концепции единой транспортной системы. Транспортные потребности населения и их динамика – основы создания многоуровневых транспортных систем, а методы их создания и функционирования реализуют соответствие организации ТС потребностям населения и рынка. Вообще полноценное функционирование транспорта – один из важнейших факторов повышения качества жизни людей.

Причем неизменным требованием всегда является взаимоувязка планов модернизации транспортной системы на данном этапе, то есть приведение её в соответствие с требованиями времени, с долгосрочными инновационными планами. По каждому

направлению (модернизаия и развитие) необходимы свои, но взаимоувязанные цели, критерии, факторы, методы, ресурсы управления. Это связано с тем, что транспортные системы городов (ТСГ) рассматриваются как цельные системы, которые реализуют свою сущность через такие «элементы», как системообразующие подсистемы; принципы функционирования системы; инструменты (инструментарий) регулирования системы; нормативы бюджетного обеспечения разных уровней и их соотношение; механизмы регулирования внутрисистемных отношений (например, через реализацию принципов бюджетных взаимоотношений); формирование ограничений полномочий и предметов ведения в отношении ТСГ между различными уровнями власти.

В последнее 10 лет словосочетание «Интеллектуальные Транспортные Системы» (Intelligent Transport Systems) и соответствующие аббревиатуры - ИТС, ITS - стали обычными в стратегических, программно-целевых и особенно политических документах стран мира, столкнувшихся с серьезными транспортными проблемами. При это под ИТС понимаются системы разного назначения и масштаба, начиная от узкоспециализированных локальных систем уровня города до систем национального масштаба. По мнению Д.В.Капского, «Что такое интеллектуальные ТС понимают единицы. Это правда. Путают с интегрированными системами (ИТС - абревиатура ведь та же). Но по сути, небо и земля…»

Общим в подходе к ИТС является понимание необходимости привнесения современных информационных технологий и средств связи в транспортную сферу – в первую очередь - *оперативного* управления проблемами транспорта вплоть до уровня автоматического принятия решений (например, изменение режима работы светофоров в зависимости от транспортного потока) или автоматической выдачи рекомендаций (например, об изменении маршрутов следования и привлечении резервного автомобильного транспорта в случаях крупных сбоев движения электротранспорта или метро). Очевидно, что одновременно должно формироваться электронное хранилище данных как источник информации для выполнения контрольных

функций и принятия *стратегических* решений в области РАЗВИТИЯ управления транспортом.

Возможная функциональность ИТС напрямую зависит от уровня развития в обществе информационных технологий и средств связи, поэтому по мере их развития (а это, на сегодняшний день, наиболее бурно развивающийся сектор промышленности) будет расширяться (и принципиально!) возможная функциональность ИТС, а, следовательно, будут появляться новые группы потребителей ее сервисов.

Если говорить об ИТС крупного города как о единой (комплексной) системе, то, исходя из существующего уровня развития информационных технологий и электронных коммуникаций, можно определить следующие группы потребителей сервисов ИТС: отдельные группы населения (водители, пассажиры ГОТ, пешеходы и велосипедисты), перевозчики пассажиров и грузов, службы организации ДД, службы эксплуатации транспортной инфраструктуры, специализированные АСУ (получающие от ИТС управляющее воздействие по принципу обратной связи).

Элементы транспортной системы города можно подразделить на активные и пассивные. Активными будем считать элементы, способные менять свое поведение или характер работы на основе поступающей извне информации (к ним относятся все потребители ИТС-сервисов, перечисленные выше). Тогда *ИТС можно определить как инструмент регулирования, способствующий более быстрому передвижению по городу населения и транспортных средств за счет повышения информированности населения о «сиюминутной» транспортной обстановке и придания прочим активным элементам транспортной системы свойств адаптивного (интеллектуального) поведения.*

В соответствии с этим определением можно выделить и два наиболее важных аспекта ИТС - система управления движением и система информирования. Предварительно отметим, что обе эти подсистемы входят в состав КСОД.

Техническую основу ИТС составляют разнообразные системы и средства, которые используются для нужд

информирования (населения и работников транспортной сферы) и для формирования канала обратной связи с управляемыми техническими компонентами транспортной системы. Это системы и средства дистанционного мониторинга, видеонаблюдения и регистрации; системы и средства сбора, накопления и обработки информации, линии и сети связи и передачи данных; автоматизированные системы и средства управления; иные технические и программно-технические средства.

Основными параметрами, определяющими функциональность ИТС и потребительские характеристики предоставляемых информационных сервисов, являются:

- степень соответствия потребностям субъектов транспортной деятельности;
- оперативность и достоверность предоставляемой информации;
- полнота охвата участников транспортной деятельности;
- степень интеграции информационных систем и ресурсов следующих классов субъектов: органов государственного и административного управления; органов обеспечения безопасности и служб экстренного вызова; служб управления движением и эксплуатационных служб; органов надзора и контроля за транспортной деятельностью; хозяйствующих субъектов;
- полнота и качество аналитической обработки информационных ресурсов, добываемых техническими средствами мониторинга или предоставляемых участниками транспортных операций.

Таким образом, нужна методология (теоретический базис, структура подхода, последовательность, методики практических измерений), ресурсы для практических измерений, программное обеспечение, что влияет на эффективность и качество измерений, на принятие решений.

Первый этап улучшения обслуживания населения – создание базы данных, то есть получение реальной характеристики пассажирских маршрутов (пассажиропотоки, их распределение по плечам и часам суток…) и по видам транспорта, УДС и её загрузки транспортными потоками ***в реальном масштабе времени.***

Факторы выделения системообразующих элементов (подсистем) предопределяют принципы функционирования и инструментарий, то есть механизмы реализации ТСГ

Один из важнейших принципов построения ТСГ – целенаправленность ТСГ, то есть СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ всех элементов в интересах удовлетворения интересов населения. Свойством ТСГ является ее комплексность, которая требует системного подхода: анализ развитие ТСГ в увязке с землепользованием, выявление тенденций и направлений развития землепользования города в будущем, установление закономерностей функционирования ТСГ, выявление трудностей и противоречий, обоснование и реализация путей их преодоления, организационно-экономические механизмы трансформации и модернизации транспортных систем крупнейших и крупных городов и зон их влияния.

Территориальное планирование, реализуемое в виде серии документов, имеет целью создание благоприятной для человека и бизнеса среды в долгосрочной перспективе путем реализации градостроительной программы. Как следствие, в результате разработки СТП должна быть создана региональная инвестиционная стратегия и разработаны мероприятия по строительству объектов.

Прибыльность пассажирских внутригородских перевозок главным образом зависит от политики муниципальных властей – градостроительной и транспортной. То есть должна быть обеспечена транспортная поддержка градостроительных решений и градостроительная поддержка транспортных решений. Это возможно при реализации системы стадийного проектирования ТСГ (см. дискуссию в разделе 1). Важным элементом создания ИТС является размещение в городе камер видеонаблюдения. Например, в Москве установлено свыше 60 тысяч камер наблюдения, а в Подмосковье – 1,7 тысячи, в стране 150 тыс. камер; а в Париже таких камер около 1 млн. (!) и их продолжают устанавливать; среднестатистический житель Лондона за день становится объектом наблюдения порядка 300 камер слежения.

Парадигма развития ТСГ как социально-экономической системы формируется в процессе жизни города. Её (ТСГ) нельзя создать одномоментно и заранее. Создание ТСГ осуществляется вместе с развитие города путем замены одних отношений и элементов на другие, соответствующие новым условиям. Если отвлечься от этого положения, то общая схема стадийного развития

ТСГ принимает вид: стадия формирования ТСГ – стадия прогрессивного развития (совершенствование структуры, увеличение размеров системы, усложнение связей,…) – наступление динамически равновесного режима функционирования (*очень не надолго*) – стадия зарождения негативных характеристик (развития) – деградация и гибель системы. Изложенное называется теоретической моделью жизненного цикла любой системы. Очевидно, что не существует систем, не имеющих начала и конца развития. Поэтому ВСЕГДА стоит задача: на основе анализа негативных тенденций ПОСТОЯННО видоизменять ТСГ путем ЭВОЛЮЦИОННОГО развития с целью **плавного** перехода её на новый режим развития и функционирования. Т.о. тренд развития представляет собой в нормальных условиях ЦЕПЬ логистических кривых, каждая из которых состоит из трех отрезков: нижнее и верхнее плато (лучше: растущие прямые или кривые), соединенные прямой линией, причем нижнее плато и соединительная линия образуют вогнутую кривую (циклоиду или брахистохрону – кривую наиболее быстрого подъема или спуска). Когда развитие прекращается, возникает проблема поиска путей перехода системы в более высокое состояние. И этот процесс бесконечен в соответствии с концепцией CQI (Continuons qualiti inprovement) – непрерывного улучшения качества

В общем виде ИТС может включать в себя АСУ: 1) видеодетектирования и управления дорожного движения; 2) общественного транспорта; 3) платными парковками и стоянками.

Кроме того, в состав ИТС может включаться подсистема дорожно-эксплуатационной организации, ориентирования и навигации, выявления вредных выбросов, когда-то в будущем подсистема управления платными автодорогами.

Окончательно поступила 24 марта 2012 года

УДК 656.13

Перспективы интеллектуальных транспортных систем в городах Украины

Е.А. Рейцен, А.В. Толок, Э.В.Руденков

В статье рассматриваются положение и перспективы внедрения городских интеллектуальных транспортных систем в Украине. Даются

рекомендации по реализации проектов интеллектуальных транспортных систем в городах Украины. Ключевые слова: город, интеллектуальная транспортная система, технология, транспортное планирование.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – это и поныне молодая дисциплина, которую в каждой стране признают неодинаково, на нее разный спрос и местное применение. Поэтому профессионалам в сфере транспорта нужно четкое понимание возможностей таких систем и наилучших способов их использования.

Понятие «интеллектуальные транспортные системы» является весьма широким и недостаточно четко определенным. Существует бесчисленное множество научных статей, отчетов, диссертаций, в которых дается определение ИТС. Приведем некоторые из них.

ИТС – это общее название объединения программ коммуникаций, контроля и технологий передачи информации в транспортной системе, в результате применения которых можно спасти жизни, время, деньги, энергию и оказать положительное влияние на окружающую среду [1].

ИТС – класс транспортных систем, обеспечивающих устойчивое, эффективное, экономичное и безопасное функционирование транспорта за счет придания активным элементам транспортной системы свойств адаптивного (интеллектуального) поведения.

ИТС – это комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, позволяющих оптимизировать работу транспортной системы, решить задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта.

ИТС – это комплексная система оптимизации управления транспортными сетями и средствами в масштабе реального времени, обладающая свойствами адаптивности, ситуационного анализа и планирования (предсказания).

ИТС – это глобальная программа, включающая в себя ряд технологий, целью которых является обеспечение более безопасной и более эффективной работы транспорта с меньшим количеством заторов и пониженной экологической нагрузкой на окружающую среду.

Мы воздержимся от анализа этих определений. Отметим лишь то, что все они не противоречит друг другу и большое количество определений понятия «ИТС» свидетельствует о росте практического интереса к использованию ИТС для решения транспортных проблем. Заметим и то, что несмотря уже на около сорока летнюю историю существования ИТС, дать более полное и четкое определение «ИТС» не представляется возможным. Продукты и услуги ИТС постоянно развиваются и улучшаются. Некоторые из них уже достаточно хорошо описаны и определены, а над другими еще придется поработать. Многие технологии ИТС еще несколько лет тому назад казались фантастическими, а в настоящее время они стали реальностью.

Первоначально ИТС рассматривались в качестве продвинутых систем контроля и управления дорожным движением. Так, первым проектом ИТС как части «Электронного города» считается появившаяся в 1973 году в Японии система всестороннего контроля за автомобильным движением (CACS), которая отслеживала характеристики транспортных потоков и на основании этих данных регулировала их. Со временем, сфера применения ИТС распространилась на общественный транспорт и другие виды сообщений. В США разработан стандарт ИТС [2, 3] в котором выделено 22 подсистемы. Эти подсистемы выполняют следующие функции: управление дорожным движением; управление грузовыми перевозками; обеспечение контроля и мониторинга транспортных средств; управление городскими пассажирскими перевозками; управление услугами в чрезвычайных ситуациях; предоставление услуг водителям и путешествующим; предоставление услуг электронной оплаты; управление дорожным строительством и ремонтными работами; управление заархивированными данными.

Однако на практике в городах не существует ИТС (или, по крайней мере, они нам неизвестны), где были бы реализованы все перечисленные выше функции. И это нормально. Например, малые и средние города имеют другие характеристики и потребности, чем крупные и крупнейшие. Различные города обслуживаются разными видами транспорта. Часто ресурсы и технические возможности в городах могут быть ограниченными. Поэтому даже в городах в

пределах одной страны можно выявить существенные различия в использовании ИТС и формировании стратегии ее развития. Есть и другие объективные причины. В целом же можно констатировать, что в большинстве городов прикладные технологии ИТС, которые реализуют указанные выше функции, не являются интегрированными и не взаимодействуют одна с другой. Они являются автономными и часто функционально несовместимыми, поскольку разрабатываются разными организациями. Для обеспечения функциональной совместимости таких частных технологий, необходимы шаги в направлении разработки стандартов формирования городских ИТС.Ниже приведены примеры реализации различных функций ИТС, которые мы считаем приоритетными при создании городских ИТС в Украине, кратко описана их цель, и какие технологии для реализации этих функций используются.

Информация, которая поступает в реальном масштабе времени об общественном транспорте (рис.1 а [3]). Информация, которая поступает в реальном масштабе времени для пассажиров, направлена на то, чтобы повысить уровень использования общественного транспорта путем повышения ожидаемой надежности услуг и устранения сомнений относительно прибытия следующего транспортного средства. Примеры: Сингапур, Страсбург, Лондон и много других городов.

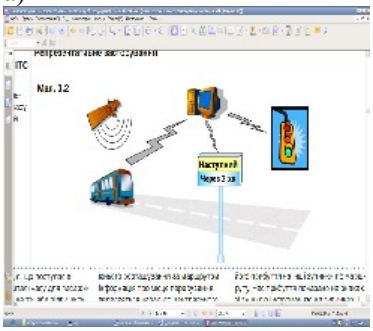
Как это работает? Автобусы оборудованы GPS для определения места их расположения на маршруте. Информация о месте пребывания автобуса передается к центральному процессору с помощью беспроводной связи наподобие GPRS. Центральная система проводит сопоставление реального места расположения автобуса и ожидаемого места расположения и вычисляет, насколько автобус опаздывает. Время, на которое автобус опаздывает, используется для обновления данных о времени его прибытия на остановках по маршруту. Время прибытия указывается на табло со сменной информацией на остановках. Его можно непосредственно присылать пассажирам с помощью SMS или интернет. Чтобы обеспечить движение автобуса по графику, можно управлять в реальном масштабе времени светофорами, например, увеличивая продолжительность зеленого сигнала для опаздывающего автобуса.

Система информирования водителей (рис.1 в). Направлена на то, чтобы повлиять на поведение водителя через предоставление информации о реальном времени движения между различными пунктами города по разным маршрутам. Используя эту информацию, водители могут избегать районов улично-дорожной сети (УДС) с заторами. Примеры: Япония, Европа, США.

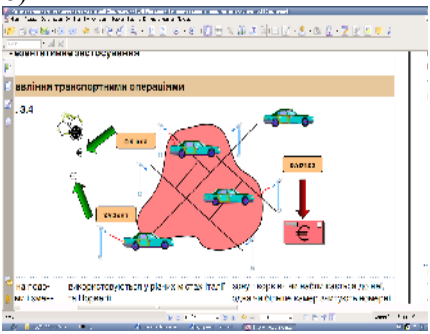
Как это работает: Транспортный поток на разных участках УДС измеряется с помощью детекторов транспорта и пробными автомобилями с GPS (например, автобусами и такси). Маршрут движения разрабатывается в реальном масштабе времени, и водителям предоставляется информация о загрузке движением участков УДС еще до того, как они начнут движение по конкретному маршруту. Информацию водителю предоставляют в нескольких формах, включая управляемые информационные табло вдоль улицы, с помощью беспроводных технологий на специальный дисплей в автомобиле или через SMS на мобильный телефон.

Плата за въезд в определенную зону города (рис. 1 б). Чтобы уменьшить спрос на передвижение на индивидуальных легковых автомобилях в какую-то зону города и уменьшения уровня загрузки УДС в этой зоне применяется дорожный сбор.

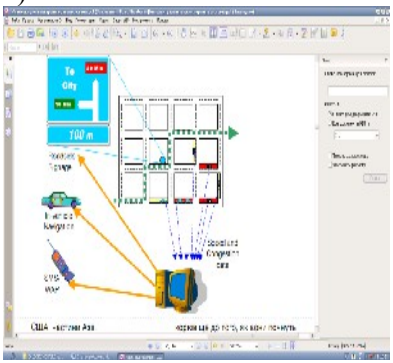
а)



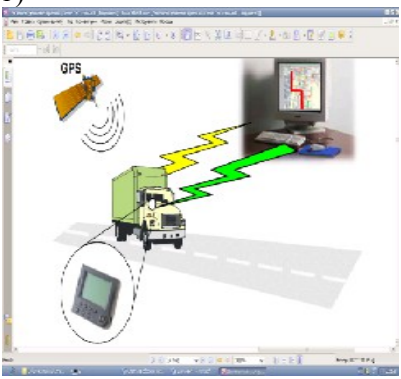
б)

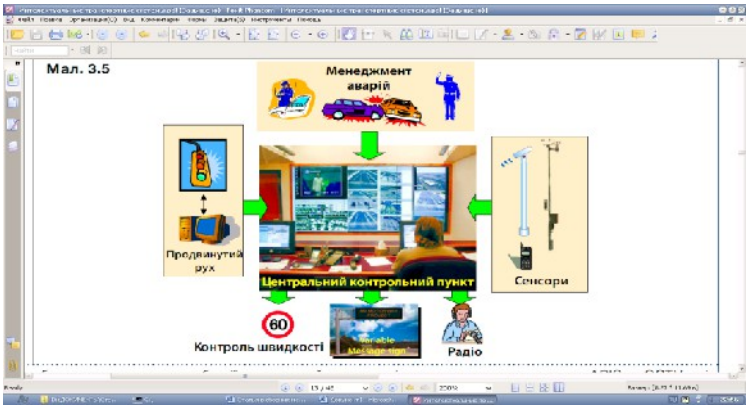


в)



г)





д)

Рис. 1. Приоритетные функции ИТС в городах Украины

Общественному транспорту предоставляется приоритет с выделением специальных полос для его движения. Примеры: Лондон, Стокгольм, Сингапур. Похожие технологии используются в разных городах Италии и Норвегии. Как это работает? Когда транспортное средство въезжает в такую зону специальные камеры считывают номерные знаки автомобиля и водителю автомобиля

высылается счет или денежные средства автоматически списываются со специального счета водителя.

Управление парком транспортных средств (рис.1г). Направлено на повышение эффективности работы транспортного парка, в том числе находящегося в муниципальной собственности: коммунальные службы, школьные автобусы и т.д. Примеры: США, Япония, Германия, Швейцария, Австралия. Как это работает? Место пребывания транспортных средств определяется с помощью сигналов GPS. Эти сигналы присылаются менеджеру транспортного парка с обозначением места пребывания транспортного средства на карте. Программное обеспечение планирования маршрутов дает возможность автомобилю выполнить дополнительные работы с использованием электронных указаний, которые присылаются назад водителю. С помощью бортовых систем можно также контролировать техническое состояние транспортного средства и сообщать менеджеру, если возникают какие-то проблемы.

Центры регулирования и контроля за движением городского транспорта (рис. 1 д)**.** Направлены на уменьшение последствий чрезвычайных ситуаций на улицах города (например, ДТП) и в системе общественного транспорта. Примеры: Пекин, Лондон, Мадрид, Сидней, Сингапур. Как это работает? Традиционно для контроля за движением по УДС проектируется центральный координационный центр, в котором собираются и обрабатываются данные о движении транспортных средств и характеристиках транспортного потока на участках УДС. Информация поступает от детекторов транспорта, системы управления общественным транспортом, камер видеонаблюдения. С использованием этой информации корректируется режимы работы светофоров, знаков со сменной информацией, графики работы маршрутного пассажирского транспорта. С целью информирования общественности информация может предоставляться в виде радиосообщений и SMS.

Создание таких центров особенно актуально для тех городов Украины, в которых будут проводиться футбольные матчи ЕВРО – 2012. По требованию УЕФА для принимающих городов наличие такого ЦУПа является обязательным.

Итак, ИТС - это, в сущности, совокупность технологий в компьютерной сфере, информационных технологий и телекоммуникаций вместе с технологиям в автомобильной и транспортной отраслях. Ключевые ИТС - технологии появляются на основе главных достижений в этих областях. Поэтому, ИТС можно определить как применение компьютерных, информационных и коммуникационных технологий для управления отдельными транспортными средствами и транспортными и пассажирскими потоками в реальном масштабе времени.

Какова же ситуация с использованием ИТС - технологий в городах Украины? Судя по публикациям в сети Internet, дальше всех по пути к внедрению городской ИТС продвинулся г. Харьков. К чемпионату ЕВРО-2012 в Харькове разработано несколько программ по управлению движением, включая систему единого проездного билета и системы GPS-навигации. Введение их в эксплуатацию запланировано на апрель 2012 года. В остальных городах перспективы ИТС связаны с проектированием и введением в эксплуатацию общегородских автоматизированных систем управления движением (АСУД) с созданием центрального управляющего пункта (ЦУП).

Современные АСУД в городах выполняют, по крайней мере, четыре основные функции:

- регулирование движения с помощью светофоров и управляемых дорожных знаков с использованием алгоритмов адаптивного управления и координацией работы технических средств регулирования ДД;
- видеонаблюдение на ключевых участках УДС города и фотофиксация нарушений правил ДД;
- сбор и обработка данных о характеристиках городского движения;
- управление городскими парковками.

Отметим, что на сегодняшний день в городах Украины реально действующих АСУД с адаптивными алгоритмами управления не существует. Функциональные возможности действующих в Украине АСУД сводятся к реализации жесткого многопрограммного координированного управления транспортными и пешеходными потоками на отдельных магистралях. Например, в Донецке в настоящее время только 42 светофорных объекта (СО) из 184 работают в системе

координированного управления. Координированное регулирование движением реализовано на шести основных магистралях города: ул. Артема, ул. Университетская, пр. Ленинский, Киевский, Ильича и Шевченко. Остальные светофорные объекты в городе работают локально; при этом преобладающим является их ручное включение и отключение.

Большая часть СО в Донецке построена еще до 1991 года. Подлежит замене более 80 % технических средств действующих СО, которые отработали установленный срок эксплуатации. Состояние центра управления ДД (ЦУП) Донецка не позволяет в полной мере реализовать задачи, стоящие перед современными АСУД в крупнейших городах.

Попытки внедрения АСУД с возможностями адаптивного регулирования транспортных и пешеходных потоков в Украине начались в 2008 году, когда руководство Киева заявило о создании системы «Умные светофоры» [4]. Но до настоящего времени в этом направлении сделано крайне мало. Выполненные работы по замене старых светофоров на новые, установка камер видеонаблюдения – это скорее модернизация, чем создание новой системы АСУД.

В Донецке разработана концепция развития АСУД [5], проект ЦУПа [6] и начались работы по их реализации. Концептуальный план предполагает включение всех СО в общегородскую АСУД с единым ЦУП, полную реконструкцию 110 СО, замену 30 дорожных контроллеров с установкой комплектов аппаратуры радиосвязи, установку 105 комплектов аппаратуры детекторов транспорта. Реализация обозначенных выше проектов позволит реализовать в городе адаптивное управление транспортными и пешеходными потоками. Создание системы управления парковками в Донецке не предусмотрено.

Модернизация существующих и создание современных АСУД предусмотрено практически во всех областных центрах Украины. Однако во многих городах реализация АСУД рассматривается как *общая панацея* для решения транспортных проблем. Зачем думать о реконструкции перекрестка, если АСУД позаботится обо всем? Суть дела в том, что успешное применение АСУД скорее увеличивает, чем сокращает, суммарный пробег парка

автомобилей, усугубляя тем самым традиционные транспортные проблемы в городах. Существо этой проблемы было вполне понятно теоретикам создания ИТС. Денос Газис (один из главных соавторов концепции ИТС) еще в 1972 году высказал следующее соображение: «… мы создали сложную математическую теорию по поводу того, что делать с массой автомобилей, которая скопилась на ограниченном пространстве улично-дорожной сети городских центров, и выработали на ее основе некоторые полезные инженерные рецепты. Но для дальнейшего продвижения нам невозможно избежать вопроса: может быть, лучше всем этим автомобилям одновременно там не собираться?»[7]. Поэтому *АСУД и ИТС в целом должны рассматриваться лишь как важная дополнительная составляющая к традиционным подходам транспортного планирования и управления спросом на транспортные услуги в городах. ИТС не могут заменить рациональной и последовательной городской транспортной политики*. Другими словами, применять ИТС - технологии можно только в подходящих для этого условиях. Эти условия должны быть предварительно созданы.

На Западе ИТС рассматривается как интегрированный механизм управления транспортом в городах, включая не только компьютеры, сигналы движения и коммуникационные связи, а транспортную инфраструктуру города в целом, включая городскую транспортную политику. Отсутствие понимание этого механизма приводит к попыткам механического переноса передового зарубежного опыта и идей ИТС в украинскую почву. Такая ситуация в какой-то мере создана системными поставщиками ИТС - технологий, которые переоценивают преимущества от их технологий. Их основной интерес - завоевать позицию на рынке ITC, который рассматривается как потенциально большой рынок. Нужно не только осознание важности ITC в городах; по сути более важным есть понимание ограниченности ITC.

Применение ITC считается дешевле по сравнению с традиционной транспортной инфраструктурой. Для примера, капитальная стоимость некоторых прикладных технологий такая:

- создание современной АСУД с ЦУП стоят от 50 до 120 тыс. долл. США за один светофорный объект (если таких СО больше 200) с учетом стоимости ЦУП и средств связи [3]. В Донецке по данным

[6] установка аппаратуры центрального пункта управления ДД с учетом стоимости аппаратуры обойдется приблизительно в 9 млн. гривен в ценах на 21.09.2011г., а, например, реконструкция АСУД по ул. Артема (24 СО) в ценах 2011 года обойдется городу приблизительно в 8,5 млн. гривен. [5]; система отслеживания транспортных средств при парке в несколько сотен единиц стоит около $1500–3000 на одно ТС, включая оборудование GPS, центральную базу, коммуникации и программное обеспечение [3]; создание информационной системы для пассажиров автобусов стоит от $2000 до 10000 за одно табло со сменной информацией [3]; годовые эксплуатационные расходы могут колебаться от 10 % до 50 % капитальных расходов [3].

Для большинства городов Украины это существенные суммы. Поэтому в ближайшее время ожидать появления городских ИТС можно только в городах, которые как минимум являются областными центрами и только при условии привлечения частных инвестиций. В этом направлении интересен опыт создания государственно-частных центров управления транспортными операциями в Германии и Великобритании (VMZ Берлин и UK Highways).

В Украине есть еще одна проблема реализации городских ИТС, связанная с инертностью реализации таких проектов. Сложные правила внедрения подобных стратегических для города проектов предопределяют продолжительные задержки в их реализации, могут вести к написанию технических заданий (ТЗ) за несколько лет до начала тендерного процесса. Если ТЗ определяет конкретную технологию или тип оборудования (например, конкретный компьютерный чип), то эти компьютеры на момент проведения тендера могут оказаться устаревшими, и если потенциальный участник тендера предложит последнюю модель компьютера, то это не будет соответствовать условиям тендера. Отметим и тот факт, что передовые технологии ИТС имеют намного меньший срок жизни по сравнению с традиционной инфраструктурой. Например, компьютеры, знаки со сменной информацией и другие технологии часто могут работать не более 10 лет, что в свою очередь, обуславливает высокие амортизационные затраты.

В заключение приведем цитату из одной из первых публикаций на русском языке в области ИТС: «При создании системы ИТС необходимо руководствоваться следующим правилом: систему ИТС невозможно купить, ее можно только целеустремленно создавать» [8]. Примеры эффективных ИТС в Сингапуре, Куритибе, Лондоне показывают, что это правило работает. Итак:

1. ИТС не могут заменить рациональной и последовательной городской транспортной политики. ИТС в целом должны рассматриваться лишь как важная дополнительная составляющая к традиционным подходам транспортного планирования и управления спросом на транспортные услуги в городах.

2. Для обеспечения функциональной совместимости частных технологий ИТС необходимы шаги в направлении разработки стандартов формирования городских ИТС.

3. Для того, чтобы технологии ИТС стали действительно технологическим прорывом в городах, необходимо разработать ряд нормативных актов, направленных на упрощение процедуры реализации проектов ИТС в городах и на привлечение частных инвестиций в эту сферу.

Литература

1. The intelligent transport systems : Handbook / Edited by John C. Miles and Kan Chen, 2-nd edition. – UK: Thomson Press Ltd, 2004. – 365 p.

2. National ITS Architecture. Physical Architecture / Research and Innovative Technology Administration (RITA), US Department of Transportation. – Washington, 2007. – 440 p.

3. Інтелектуальні транспортні системи. Модуль 4е. Стійкий розвиток транспортної системи: Збірник для політиків міст [Електронний ресурс]:http: www.mobilnist.org.ua

4. port-mone.at.ua/news/2011-07-06-746

5. Научно-техническая работа 75.13.1. Административные услуги в сфере экономики (организация дорожного движения). Том 1. Разработка концепции развития автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД). – Донецк: ДААТ, 2011.

6. Научно-техническая работа 75.13.1. Административные услуги в сфере экономики (организация дорожного движения). Том 2. Проект центра управления дорожным движением. – Донецк: ДААТ, 2011.

7. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни / В.Р. Вучик, пер. с анг. А. Калинина под науч. ред. М. Блинкина. – М.: Издательский дом «Территория будущего», 2011. – 576 с.

8. Пржибыл П. Телематика на транспорте / П. Пржибыл, М. Свитек, перевод с чешского под науч. редакцией В.В. Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.

Окончательно поступила 18 марта 2012 года

УДК 656.135

Использование GPS технологий для мониторинга транспортных и пешеходных потоков

Лагерев Р.Ю.,Засадьвовк Г.Ю., Ковалева Т.С.

С течением времени все больше и больше электронных устройств используется владельцами транспортных средств для повышения удобства ориентации в городах, для контроля перемещения транспортных средств, для повышения эффективности использования подвижного состава. В наше время спутниковые технологии слежения за транспортом стали уже просто необходимой и неотъемлемой частью эффективного и безопасного движения любого вида транспортного средства. В статье представлены применяемые в НИ ИрГТУ методы навигационного учета транспортных и пешеходных потоков.

9 марта 2010 года Министерство транспорта РФ Приказом №55 утвердило перечень видов автомобильных транспортных средств, подлежащих обязательному оснащению аппаратурой спутниковой навигацией. Таким образом, внедрение ИТС технологий в ссферу управления транспортными средствами продолжается и ближайшее время затронет все виды, включая индивидуальный автотранспорт.

Основной принцип использования GPS технологий на транспорте - определение местоположения путём измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами -спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутником до приёма антенной GPS-приёмника. Для определения координат и высоты приёмника используются сигналы как минимум с четырёх спутников.

Сегодня спутниковый мониторинг транспортных средств все активнее используется для решения задач транспортной логистики в системах управления перевозками и автоматизированных системах управления автопарком. Только в Иркутске на сегодняшний день навигационными системами оборудовано более 50 транспортных средств общественного транспорта, осуществляющих междугородние и городские перевозки пассажиров.

Полученные с GPS-приёмника данные анализируются и выдаются диспетчеру в текстовом виде или с использованием картографической информации (рис.1).

В России в настоящее время активно продвигается и лоббируется использование сигналов спутников ГЛОНАСС, разработка и производство клиентского оборудования мониторинга для этой системы. Принят ряд законодательных актов, которые форсируют внедрение ГЛОНАСС и ограничивают применение других систем. При этом, в сравнении с GPS, система ГЛОНАСС пока работает менее надёжно и в совокупности с наземным оборудованием даёт большую погрешность вычисления местоположения абонента. Кроме того, клиентское оборудование ГЛОНАСС стоит дороже, имеет большие размеры и худшие параметры энергопотребления, представлено на рынке не так широко, как GPS. Этим объясняется сложность внедрения ГЛОНАСС-мониторинга и вынужденное его использование муниципальными АТП предприятиями России.

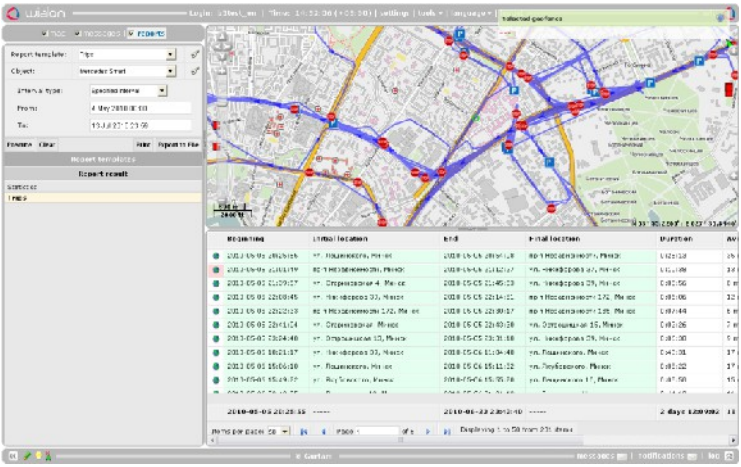


Рис.1 – Система спутникового мониторинга WialonPro

Использование спутниковой навигации на транспорте позволяет решать следующие задачи:

- определение координат местоположения транспортного средства, его направления, скорости движения и других параметров: расход топлива, температура в рефрижераторе и др.;

- системы спутникового мониторинга транспорта помогают водителю в навигации при передвижении в незнакомых районах;

-контроль соблюдения графика движения;

-учёт передвижения транспортных средств, автоматический учёт доставки грузов в заданные точки и др.;

- сбор статистки и оптимизация маршрутов;

- анализ пройденных маршрутов, скоростного режима, расхода топлива и др. транспортных средств с целью определения лучших маршрутов;

- обеспечение безопасности и возможность определения местоположения помогает обнаружить угнанный автомобиль; в случае аварии система спутникового мониторинга помогает передать сигнал о бедствии в службы спасения.(рис.2).

Для получения дополнительной информации о работе транспортных средств устанавливаются дополнительные датчики, подключаемые к GPS или ГЛОНАСС контроллеру. Как правило, это датчики: расхода топлива; датчик нагрузки на оси ТС; уровня топлива в баке; температуры в рефрижераторе; датчики, фиксирующие факт работы или простоя спецмеханизмов (поворот стрелы крана, работы бетоносмесителя), факт открывания двери или капота, факт наличия пассажира (такси).

В связи широкими возможностями применения GPS технологий в зарубежной литературе появилось новое научное направление – изучение транспортной подвижности (доступности) населения «Transportation Accessibility». Транспортная доступность, это полные затраты времени на передвижение, совершаемые с какой-то целью (передвижение к месту работы, передвижение с культурно-бытовыми целям, передвижение к рекреациям и т.д.).

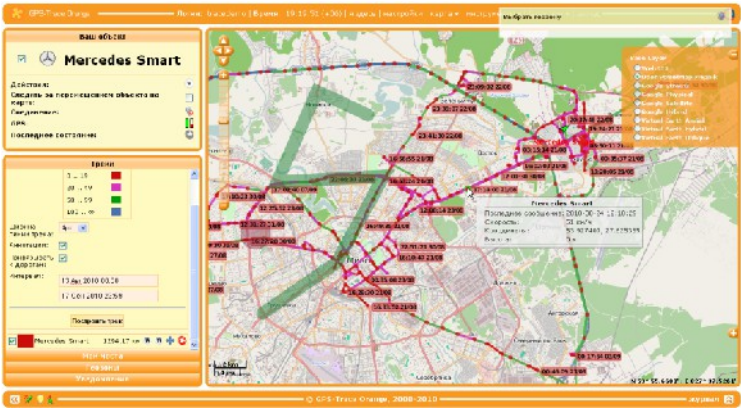


Рис.2 – Навигационный комплекс GPS-TraceOrange

В связи увеличивающейся нагрузкой на УДС многих городов, изучению транспортной доступности уделяют особое внимание многие крупнейшие Интернет-гиганты yandex, google и др., использующие свои технологии обработки треков для реализации сервиса «пробки online» (рис.3).

Для мониторинга транспортных и пешеходных потоков Иркутска на кафедре «Менеджмент на автомобильном транспорте» на протяжении несколько лет ведется активная работа по сбору и анализу GPS-треков, получаемых при поездках на различных видах транспорта по различным целям, в разное время года и суток. База данных на сегодняшний день содержит более 10 тыс. GPS-треков и постоянно обновляется. Студенты специальностей «Организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения», используя сотовые телефоны и коммуникаторы на базе платформ Symbian OS, Windows Mobile 6.5, Android 2.3, активно используют GPS-технологии для выполнения практических и курсовых работ (рис.4).

Рис.3 – Алгоритм работы сервиса «yandex-пробки»

Анализ получаемых треков позволяет делать вывод о характере транспортного обслуживания населения города с использованием таких показателей, как разница между максимальными и минимальными значениями затрат времени на передвижения, выявление «узких мест» на элементах УДС путем сравнения скоростных режимов в пиковые и межпиковые периоды суток и многие другие задачи, относящиеся к изучению качества транспортного облуживания населения.

Литература

1.http://m2m-t.ru/
2.http://www.transoko.ru/
3.http://www.garant-24.ru/
4.https://market.android.com
5http://ru.wikipedia.org/wiki/GPS

Программа**WinSportsTracker 3.18**реализуемаянаОСWindowsMobile 6.5

Программа**GPS SportTracker**реализуемая на ОС WindowsMobile 6.5

Программа**Sport Tracker**реализуемая на ОС Symbianи Android 2.3

Рис.4– Основные используемые программы для сбора GPS-треков

УДК 656.135

Исследование транспортных задержек с использованием современных технологий

Е.Н. Чикалин

Рассмотрен прием определения транспортных задержек на нерегулируемых пешеходных переходах с применением навигационного оборудования.

В последние несколько лет стало меняться поведение водителей на нерегулируемых пешеходных переходах. Причиной этого стали изменения в Кодексе РФ об административных

правонарушениях и «Федеральный закон Российской Федерации от 7 мая 2009 г. N 86-ФЗ», предусматривающие наказание водителей штрафом в размере 800–1000 руб. В связи с ростом дисциплины водителей, движение на нерегулируемых пешеходных переходах характеризуется увеличением задержек транспорта и снижение пропускной способности проезжих частей улиц, что должно теперь учитываться при разработке проектов организации ДД. Поэтому задачами нашего исследования являются:

- разработка методики расчета задержек ТС на нерегулируемых пешеходных переходах;
- уточнение области значений интенсивности движения пешеходов и ТС, при которых целесообразно применять тот или иной тип пешеходного перехода (переходы вне перекрестков на перегонах улиц и дорог).

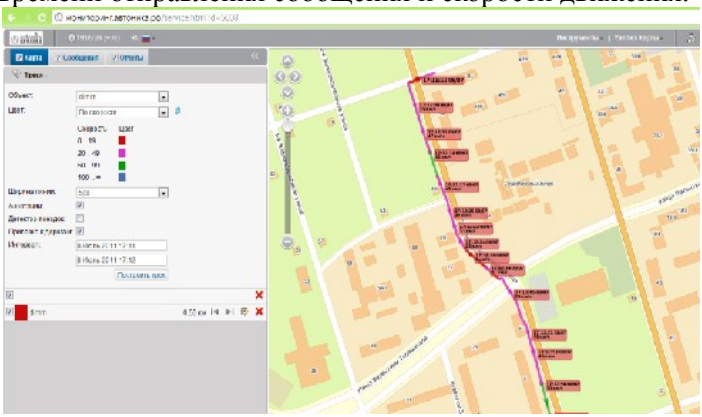
Выполнение натурных исследований режимов движения ТС на нерегулируемых переходах с применением видеосъемки сопряжено с рядом проблем:

- плохая видимость створов измерения скорости (как при съемки, так и при обработке);
- неточное определение расстояния, на котором снижается и увеличивается скорость ТС;
- большая трудоемкость (необходимо нескольких человек при выполнении натурных обследований);
- асинхронность проведения испытания (время, установленное на часах участников обследования, может иметь расхождения);
- точность измерения временных характеристик имеет большую погрешность.

В этой связи выбрано сочетание цифровой съемки транспортных и пешеходных потоков и треков навигационных систем. В настоящей работе используется спутниковая система веб-мониторинга транспорта компании «Автоника» [2]. Компания предлагает систему спутникового мониторинга автотранспорта со спутниковой системой Глонасс с применением навигационного устройства TZ-AVL03.

Для изучения скорости движения транспортного средства, просматривается история трека (рис. 1а), которая позволяет

запросить информацию о перемещении транспортного средства в любой указанный промежуток времени. На подгружаемой карте (входит в состав навигационной системы) отображается линия движения объекта с точками, откуда поступили сообщения на сервер. Соответственно каждая точка трека содержит информацию о дате, времени отправления сообщения и скорости движения.



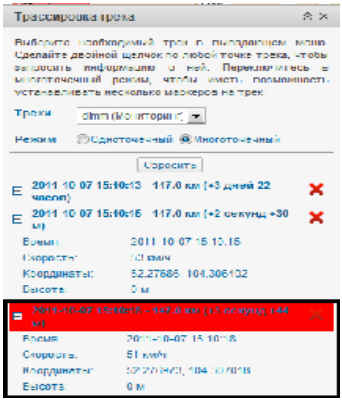


Рис..1. - Программное обеспечение компании «Автоника»: а) Просмотр трека (ул. 2-ая Железнодорожная, район остановки Чайка 08.07.2011г. в 17.12 часов; б) Обработка треков с использованием трассировки

б)

Рис.1. Программное обеспечение компании «Автоника»:

Треки сохраняются и обрабатываются на сервере компании «Автоника». Кроме скорости, направления и времени движения для

определения задержек, необходимо получить, расстояние между точками трека. Для этого в программе выбирается многоточечный режим. В программном обеспечении компании «Автоника» (рис. 1б) в правой части рабочего окна выводятся данные о точках: дата, время, скорость транспортного средства и расстояние от предыдущей точки трека.

После обработки треков, все данные импортируются в Excel (табл.1) при этом отмечаются точки, соответствующие положению пешеходных переходов (серая строка).

На основании полученных данных строится график изменения скорости движения ТС (рис.2). В каждой точке представленного графика первая цифра обозначает расстояние от начальной точки до рассматриваемой, вторая цифра обозначает скорость транспортного средства в данной точке.

Табл.1. Пример результатов обработки трека

Расстояние между точками, м	Суммарное расстояние между точками, м	Скорость, км/ч	Время между точками, сек	Суммарное время между точками, сек
0	0	51	0	0
43	43	48	3	3
37	80	39	3	6
20	100	31	2	8
17	117	28	2	10
20	137	6	4	14
4	141	13	2	16
22	163	20	4	20
8	171	8	2	22
7	178	14	4	26
10	188	21	2	28
21	209	29	3	31
18	227	33	2	33
42	269	40	4	37
24	293	45	2	39
41	334	50	3	42

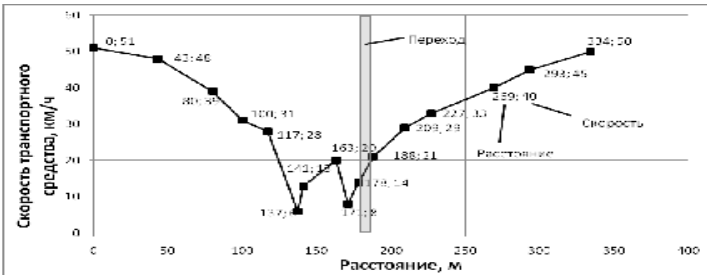
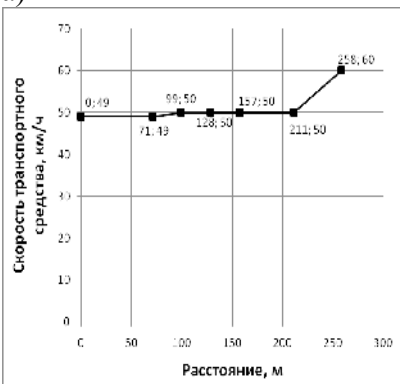
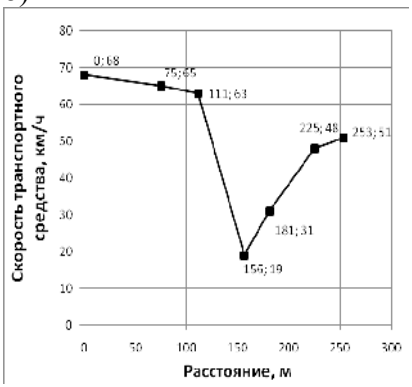


Рис.2. Изменение скорости движения транспортного средства при проезде нерегулируемого пешеходного перехода

а)



б)



в)

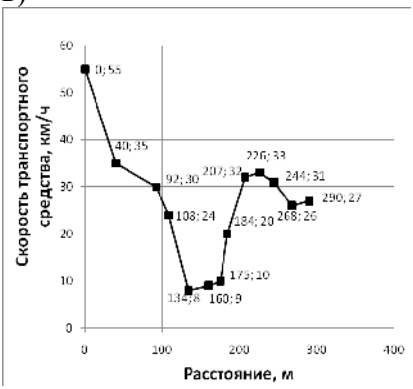


Рис3 - Изменение скорости транспортного средства при пересечении пешеходного перехода с разными типами ситуаций

Рис. 3. Изменение скорости транспортного средства при пересечении пешеходного перехода с разными типами ситуаций

По результатам обследования графики скорости ТС транспортного средства можно разделить на определенные типы (рис.3):

- без задержки транспортного средства (рис.3а);
- пропуск пешехода/пешеходов (рис.3б);
- нахождение в очереди транспортных средств перед переходом (рис.3в).

Результаты обработки 950 треков позволяют делать следующие выводы: 1) задержки транспортных средств на нерегулируемых переходах варьируют в диапазоне от 0 до 60 сек (при отсутствии пешеходов снижение скорости движения транспортного средства было незначительным, поэтому транспортная задержка в таком случае принималась равной 0); 2) протяженность зоны влияния пешеходного перехода варьирует от 90 до 350 метров (большие значения – случаи образования очередей транспортных на подходе к нерегулируемому переходу)

На следующем этапе планируется выполнить сопоставительный анализ данных натурных исследований и данных, получаемых расчетом с применением эмпирических зависимостей, предложенных ранее отечественными и зарубежными авторами. Такой анализ позволит разработать модель оценки задержек транспортных средств на основе теории массового обслуживания и калибровать эту модель.

Литература

1. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей //Вест. стипендиатов DAAD. – Иркутск: ИрГТУ, 2002. – С. 267
2. Официальный сайт Автоника http://xn--80aafykqg5a.xn--p1ai/index.php
3. Кодекс РФ об административных правонарушениях «Федеральный закон Российской Федерации от 7 мая 2009 г. N 86-ФЗ».

УДК 656

Арифметика интервалов

Г.А.Гуревич

Дан вывод формул для расчета суммарного времени ожидания пассажирами посадки на маршрутах с общим участком следования, как при отсутствии согласования расписаний, так и их частичном согласовании. Обсуждаются вопросы практического использования, в частности, обоснования укороченных маршрутов.

Начнем с рассмотрения двух автобусных маршрутов 1 и 2, имеющих общий участок следования, и рассчитаем $t_{ожид}$ - среднее время ожидания пассажирами посадки в первый подошедший к остановочному пункту автобус любого из этих маршрутов. Расчет проводится в следующих предположениях.

A. По каждому из маршрутов автобусы двигаются с равными интервалами i_1 и i_2 (мин). Пусть для определенности, $i_1 < i_2$.

B. Интенсивность подхода пассажиров ρ к остановке постоянна.

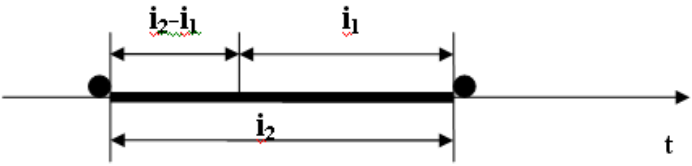
C. Отсутствуют отказы в посадке из-за переполнения автобусов.

Изучим чередование отправлений автобусов маршрутов 1 и 2 в сводном расписании. Возможны две ситуации.

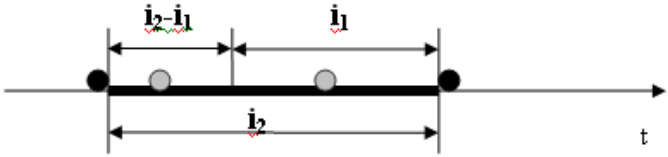
1.Между двумя последовательными отправлениями маршрута 1 нет отправлений автобуса маршрута 2.

2. Между двумя последовательными отправлениями маршрута 1 есть отправление автобуса маршрута 2.

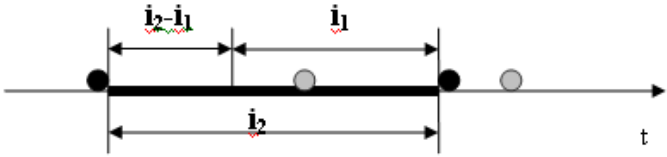
Теперь обратимся к маршруту 2. На следующем рисунке показаны два последовательных отправления автобусов маршрута 2.



Если отправление маршрута 1 попадет на левый отрезок длины (i_2-i_1),то следующее отправление маршрута 1 произойдет через i_1, минут, т.е. раньше следующего отправления маршрута 2 и возникнет ситуация 1.

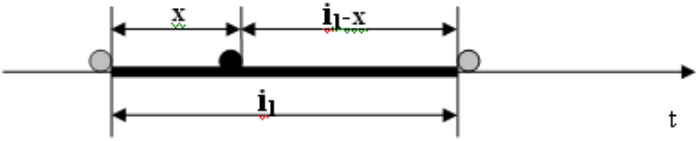


Если отправление маршрута 1 попадет на правый отрезок длины i_1, то следующее отправление этого маршрута произойдет позже следующего отправления маршрута 2, то возникнет ситуация 2.



Мы дополнительно предполагаем:

D. Отсутствует согласование расписаний движения по маршрутам, и ситуации 1, 2 возникают с частотами, которые пропорциональны длинам правого и левого отрезков. Другими словами, случай, когда два последовательных отправления принадлежат маршруту 1 (интервал длины i_1), возникает с частотой (i_2-i_1) / i_2.



В противном случае, возникают пары интервалов меньшей длины (x и i_1-x), с частотой i_1/ i_2.

<u>Примечание</u>. Если считать i_1 и i_2 целыми числами, например, измерять их в секундах, то предположение D справедливо, только тогда, когда i_1 и i_2 - взаимно простые числа. В частности, при i_1 = i_2 автобусы маршрута 2 будут отправляться с постоянным сдвигом относительно автобусов маршрута 1. Это уточнение не является принципиальным в рамках проводимого расчета.

Среднее время ожидания при интервале i_1 равно $i_1/2$.

Суммарное время ожидания при интервале x равно $\rho x^2/2$, где ρ - интенсивность подхода пассажиров. Усредняя по x, получаем, что среднее суммарное время по таким интервалам равно . Мы посчитали суммарное время ожидания для левых интервалов. Для правых интервалов в силу симметрии величина суммарного времени ожидания то же самое. За интервал времени i_1 к остановке подходит ρi_1 пассажиров. Делим суммарное время ожидания на это число пассажиров и получаем, что среднее время ожидания в ситуации, когда между двумя последовательными отправлениями маршрута 1 есть отправление автобуса маршрута 2, равно $i_1/3$.

Учитывая частоту возникновения ситуаций 1 и 2, имеем:

.

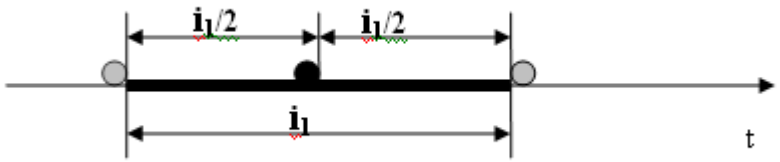
Преобразуя последнее выражение, получаем:

. (1)

Проводилось сравнение величины , рассчитанной по формуле (1), и величины , рассчитанной по конкретным расписаниям с различными оборотными рейсами и различным числом автобусов в утренние часы пик с 6:30 до 9:00. Расхождение не превышало 10%, причем систематически оказывалось больше . При малых интервалах основной причиной превышения является то, что в расписаниях отправления автобусов указываются с точностью до минуты. Поэтому, например, при оборотном рейсе в

32 минуты и 9 автобусах, при среднем интервале (мин.) в расписании будет 4 интервала i_{min} = 3 мин. и 5 интервалов i_{max} = 4 мин. Рекомендуем, при учитывать эффект округления поправочным коэффициентом k=1,1:

Рассмотрим теперь принятое на практике частичное согласование расписаний, состоящее в том, что, в ситуации 2 отправления по маршруту с большим интервалом производятся в полуинтервале между соседними отправлениями маршрута с меньшим интервалом.



При этом интервал равен $i_1/2$, а среднее время ожидания - $i_1/4$.
С учетом частоты возникновения ситуаций 1 и 2:

, или

(мин).

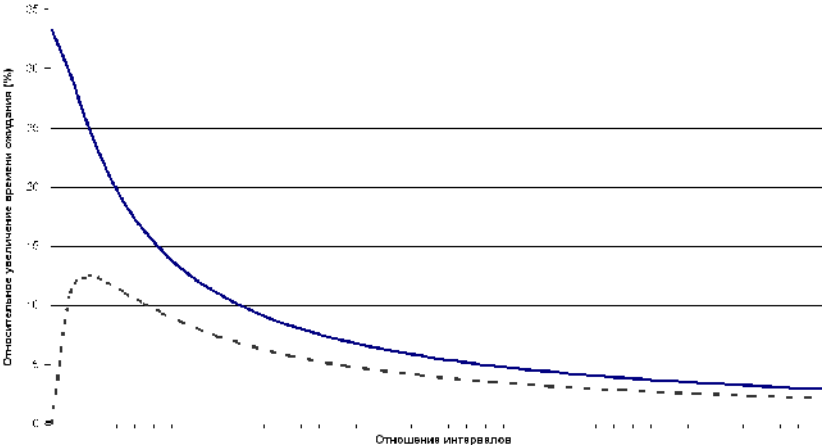
При полном согласовании, т.е. при обеспечении равного интервала на общем участке следования время ожидания равно

;

Обозначим через k отношение интервалов (). Величина относительного увеличение времени ожидания () при отсутствии согласования и частичном согласовании, равна:

Нет согласования	Частичное согласование

На рисунке даны графики функции при k> 1



Из первого графика видно, что согласование может давать сокращение времени ожидания (область, расположенная ниже графика) до 33,3%, причем возможное сокращение тем больше, чем ближе к 1 отношение интервалов. При больших различиях в интервалах согласование не приносит ощутимых результатов. Область между первым и вторым графиками отражает сокращение времени ожидания за счет частичного согласования. Видно, что наибольший эффект достигается, когда отношение интервалов близко к 1

Применим полученные результаты для оценки согласованности фактических расписаний движения. Оценивать согласованность будем в стационарный период (утренние или вечерние часы пик, межпиковый период), т.е. в один из периодов, когда на том и другом маршруте отсутствует выпуск и снятие автобусов с линии, а движение на каждом из маршрутов осуществляется с равным интервалом.

Если I_1, I_2,…, I_n фактические интервалы движения по сводному расписанию в рассматриваемый период, то фактическое среднее время ожидания равно

.

Определим средние расчетные интервалы i_1 и i_2 по расписаниям, как отношение длины рассматриваемого периода к количеству отправлений по расписанию в этот период.

Минимальное среднее время ожидания соответствует полному согласованию, когда на общем участке следования обеспечивается равный сетевой интервал, и равно: , а максимальное среднее время ожидания соответствует отсутствию согласования (1).
Величину будем называть коэффициентом согласованности расписаний двух маршрутов. Он тем больше, чем время ожидания ближе к .

Выборочный расчет коэффициента расчет по парам автобусных маршрутов г. Москвы в утренние часы пик дал результат в интервале от 0,2 до 0, 34 при отсутствии согласования, и от 0,58 до 8,7 тогда, когда проводилось согласование расписаний.

В следующей таблице представлены примеры расчета коэффициента согласованности при частичном согласовании расписаний.

Применим теперь формулу (2) для оценки целесообразности организации укороченных рейсов. Конечно, нельзя ограничиваться только одним критерием, поскольку введение укороченных рейсов имеет и другие как положительные, так и отрицательные эффекты. Увеличивается оборачиваемость автобусов и, тем самым, увеличиваются провозные возможности маршрута. С другой стороны это мероприятие приводит к неравномерности наполнения подвижных единиц, к резкому увеличению времени ожидания пассажиров, которые используют для поездки только рейсы основного маршрута и т.д. Тем не менее, выделение одного критерия и его количественная оценка, представляется весьма полезной на этапе проведения прикидочных расчетов

i_1	i_2	t_{min}	t_{max}	$t_{част}$	$K_{согл}$
4	4	1,11	1.33	1,11	1,00
4	5	1,11	1,47	1,20	0,75
4	7	1,27	1,62	1,43	0,55
4	10	1,43	1,73	1,60	0,44
4	15	1,58	1,82	1,73	0,37

Введем следующие обозначения.

C - общее количество автобусов на маршруте;
x - количество автобусов, следующих по основному маршруту;
y - количество автобусов, следующих укороченным маршрутом;
T, (T_y) – время оборотного рейса основного (укороченного) маршрута;
N – количество пассажиров за 1 час, использующих при поездке только основной маршрут (1-ая группа).
N_y – количество пассажиров за 1 час, использующих при поездке как основной, так и укороченный маршруты (2-ая группа).
В этих обозначениях:

$$x+y=C;$$

интервал движения по основному маршруту i равен , а по укороченному маршруту - ;
среднее время ожидания на пассажиров 1-ой группы равно ;
среднее время ожидания на пассажиров 2-ой группы, в предположении D, равно:

1. , при $i < i_y$;
2. , при $i_y < i$

В случае 1 суммарное время ожидания пассажиров 1-ой и 2-ой групп:

.

В случае 2 суммарное время ожидания пассажиров 1-ой и 2-ой групп:

.

В случае 1 производная по x равна:

.

Приравнивания производную 0 получаем уравнение:

.

Учитывая, что x>0, приходим к линейному уравнению относительно x: .

В случае 2, приравнивания производную 0, получаем уравнение:

=0.

Последнее уравнение сводится к кубическому уравнению. Поскольку x – неотрицательное целое, не превосходящее C, то точки зрения практической реализации более простым и наглядным представляется нахождение минимума целевой функции f(x) простым перебором ее значений при x = 1,2…, C.

Пример. N_y = 1500 (пасс./час), и различных значениях N, приведены в следующей таблице.

	N_y											
	150	200	250	300	400	500	600	700	750	800	900	1000
N_y/N	0,10	0,13	0,17	0,20	0,27	0,33	0,40	0,47	0,50	0,53	0,60	0,67
x	9	10	10	16	16	16	16	16	16	20	21	22
y	15	14	14	8	8	8	8	8	8	4	3	2
i	11,1	10	10	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	5	4,7	4,54
i_y	3,3	3,6	3,6	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	12,5	16,6	25
	Согласование отсутствует			Частичное согласование						Не целесообразно		

Расчеты показывают, что когда подавляющее число пассажиров могут воспользоваться укороченным маршрутом, $N_y > 5N$, введение укороченного маршрута оправдано даже без согласования расписаний; в диапазоне $5N > N_y > 2N$ введение укороченного маршрута требует дополнительного согласования расписаний движения, причем максимальный эффект достигается при совпадении интервалов движения; при $N_y < 2N$, даже при условии полного согласования расписаний, сокращение среднего времени если и достигается, то при недопустимо больших интервалах на укороченном маршруте.

На практике, значительное увеличение интервала на основном маршруте при введении укоротов может быть скомпенсировано организацией скоростного движения на основном маршруте с пропуском части остановок на общем участке следования.

Как было показано выше, эффект от введения на маршруте укороченного и скоростного движения автобусов в значительной степени зависит от плана работы маршрута, определяемого сводным расписанием движения. Расчет по конкретному расписанию средних (суммарных) затрат времени на ожидание, поездку и пересадки (при организации скоростного движения) необходимо проводить с учетом корреспонденций поездок пассажиров по маршруту. Такой расчет для сравнения вариантов расписаний предполагается включить в программный комплекс по их составлению (РМТ). При этом информация о корреспонденциях

будет экспортироваться из автоматизированной системы изучения пассажиропотоков (АСМ ПП). Оба эти комплекса разработаны НПП «Транснавигация» и успешно эксплуатируются в ряде городов страны. Не меньший практический интерес представляет аналогичный расчет по информации об исполненном движении, которая содержится в базе данных диспетчерской системы «АСУ Навигация».

Получена 17 января 2012 года

УДК 656

Электронная транспортная карта города Екатеринбурга –

С.А.Ваксман, П.Ю.Ведерников, Н.М.Герасимов, В.А.Мирошник, И.А.Слепухина

Рассматривается опыт реализации в 2011-2012 годах инновационного проекта «Транспортная карта города Екатеринбурга»

С 1 января 2010г. в Екатеринбурге эксплуатируется система электронной оплаты проезда. В настоящее время она охватывает полностью весь муниципальный транспорт (трамваи, троллейбусы, автобусы, метро) и, частично, коммерческие автобусы. Персонифицированные электронный карты (Е-карты) выданы всем льготникам (пенсионерам, студентам, школьникам), обычные горожане могут пользоваться Е-картой типа «электронный кошелек». С 1 января 2011г. в Екатеринбурге полностью отменены бумажные проездные. По оценкам, электронной оплатой проезда пользуется около 40% пассажиров.

Система сбора информации организована следующим образом: каждый кондуктор оснащен переносным электронным терминалом для приема платежей. При прикладывании Е-карты к считывающему устройству терминал печатает чек (билет), а в его памяти появляется запись о выполненном факте оплаты проезда (транзакции). По окончании смены кондуктор сдает терминал, при этом печатается бумажный отчет по смене, и по GPRS-каналу производится выгрузка информации из памяти терминала на сервер – центр обработки транзакций (ЦОТТ). В ЦОТТ поступает информация от всех перевозчиков. Не позднее 7 часов утра следующих суток обработанная информация через Интернет передается на сервера перевозчиков – каждому о своих транзакциях

в полном объеме для использования в локальных информационных системах.

Транзакция представляет собой запись в базе данных ЦОТТ, которая содержит 31 характеристику транзакции, в том числе информацию о перевозчике, маршруте, дате и времени совершения транзакции, идентификатор кондуктора и характеристики пассажира, записанные на его Е-карте (обычный пассажир или льготник, какой льготник и т.д.).

Таким образом, Екатеринбург впервые получил точный учет поездок льготников на муниципальном транспорте, всех пользователей Е-карты, численность которых растет, и части перевозок, осуществляемых на коммерческих маршрутах. Следовательно, у предприятий и органов управления появилась возможность создавать гибкие тарифные планы, привлекательные для граждан. Предприятия – перевозчики получили возможность анализа наполняемости рейсов с целью составления более эффективных расписаний. Например, в ЕМУП МОАП (автобусные перевозки) это организовано следующим образом.

1 шаг. Кондуктора, возвращаясь после смены в АТП, сдают в кассу наличную выручку. Эта сумма через «АРМ кассира» в реальном времени вводится в базу данных с указанием табельного номера кондуктора. По завершении оперативных суток сумма наличности в кассе сравнивается с суммой выручки по базе данных. Эти суммы должны быть равны (*первый контроль*). В случае совпадения печатается ведомость для сдачи выручки в банк. Таким образом, в базе данных получается *достоверная общая сумма наличной выручки*.

2 шаг. Набивка порейсовой выручки. Кассиры, используя «АРМ кассира», с билетно–учетных листов набивают порейсовую выручку. *Второй контроль:* сумма выручки всех рейсов каждого кондуктора должна быть равна сумме «налички», сданной им в кассу. Таким образом, в базе данных получаются *достоверные суммы наличной выручки по каждому рейсу, а следовательно, по каждому расписанию и маршруту.*

3 шаг. Кассиры, используя сканеры штрих-кодов, вводят в базу данных отчетные данные с бумажных отчетов из кондукторских терминалов. Эта процедура позволяет в дальнейшем

сверить считанные сканером с бумажного отчета данные о выполненных транзакциях с данными ЦОТТ и выявить ошибки в случае расхождений.

4 шаг. Транзакции, относящиеся к МОАП, из ЦОТТ передаются на FTP-сервер МОАП, откуда втягиваются в базу данных МОАП, при этом происходит автоматическое разнесение транзакций по рейсам (используется время транзакции и информация о том, на каком маршруте и расписании работал терминал). Эта процедура происходит в автоматическом режиме не позднее 7 часов утра каждых суток.

Таким образом, к началу рабочего дня (8 часов утра) в базе данных предприятия-перевозчика имеется полная и достоверная информация о выручке и транзакциях (т.е. пассажиропотоке) за прошлый день, разнесенная по маршрутам, расписаниям и рейсам. Эта информация через аналитические формы программы «АРМ руководителя» доступна всем руководителям высшего и среднего звена всех автопредприятий.

Проект «Транспортная карта города Екатеринбурга» – инновационный проект, реализованный в Свердловской области, насчитывает сегодня 340 000 пользователей. Карта позволяет жителям города (и гостям): выбрать лучший тариф из 33 действующих в Екатеринбурге; использовать льготы отдельным категориям граждан; пользоваться всеми четырьмя видами ГОТ, причем в соответствии с Решением Екатеринбургской городской Думы от 22.12.2010 № 72/15 с 01.01.2010 льготные категории граждан получили возможность проезда и на основании Социальной транспортной карты.

При реализации проект «Транспортная карта города Екатеринбурга» за 5 месяцев 2009 года была создана схема взаимодействия участников (рис. 1) и правовая база, отработана методика массового выпуска карт, выданы карты более чем 210 тысячам человек, обучено более 4 000 специалистов транспортных предприятий, запущено в эксплуатацию более 1300 терминалов, организована справочная служба. Сегодня к системе «Транспортная карта города Екатеринбурга» подключены 68% единиц городского пассажирского транспорта, с 14 организациями - перевозчиками подписаны договоры (ЕМУП «ТТУ», ЕМУП «МОАП», ЕМУП «Екатеринбургский метрополитен», ООО

«Екатеринбургавтотранс», ООО «Дисконт», ООО «Авто 96», ООО «Форт-Транс»,ООО «Транзит-Авто», ООО «УралАвтоЮг», ООО «МАПП», ИП Семенихина, ООО «Декар», ООО «Ю-Ви-Эй»). Перевозчики, принимающие участие в системе используют 1225 мобильных терминалов и 108 турникетов метрополитена.

Пополнить транспортную карту можно в более 200 пунктах (пункты приема платежей ООО «Единого Расчетного Центра», в почтовых отделениях, в отделениях ОАО «Банк Екатеринбург», киосках ЕМУП ТТУ, кассах станций метрополитена, в терминалах сети TelePay), а также в автоматических терминалах, находящихся на станциях метрополитена.

Рис. 1.- Схема взаимодействия участников проекта «Транспортная карта города Екатеринбурга»

В шести пунктах разных районов города организован прием граждан для выдачи и обслуживания транспортных карт Екатеринбурга вне зависимости от места регистрации граждан.

Виды транспортных карт: 1) социальная транспортная; 2) учащегося; 3) студента; 4) общегражданская транспортная.

Социальная транспортная карта. На сегодняшний день социальными транспортными картами пользуются 250 тысяч человек. Стоимость тарифного плана «Месячный проездной билет» составляет 320 рублей, стоимость одной поездки по тарифному плану «10 поездок» 14 рублей.

Карта учащегося и карта студента. На начало 2012 года выдано 12 879 карт учащихся и 6 974 карт студента. По этим картам существуют следующие тарифы: электронный кошелек, месячный проездной на 1 вид трансорта, месячный проездной на 4 вида транспорта.

Общегражданская транспортная карта. Параллельно с социальной картой начала свое развитие общегражданская карта. Сегодня можно купить транспортную карту для граждан, оформить персональную транспортную карту гражданина. Количество таких карт - 61 752, причем внедрено 9 тарифов.

Существует возможность оформления карт с привязкой к лицевым банковским счетам для оплаты проезда на общественном транспорте в кредит с последующим списанием денежных с банковского счета держателя карты. На данный момент такую карту можно оформить в банках: ОАО «Екатеринбургский муниципальный банк», ООО «КБ Кольцо Урала», ОАО «УралТрансБанк». С февраля 2012 года по одному из видов карт ОАО «АЛЬФА- БАНК», ОАО «БАНК УРАЛСИБ», ОАО «Банк «ОТКРЫТИЕ» можно проехать не только в Москве, но и в Екатеринбурге.

Как видно из табл. 1, за 2010-2011 гг. с использованием Е-карты совершено 185 175 957 поездок. Данные табл.1 и 2 свидетельствуют, что по мере реализации проекта «Транспортная карта города Екатеринбурга» появляется возможность получить информацию о пространственной и временной неравномерности пассажиропотоков и перевозок в целом по ГОТ, по видам транспорта, по перевозчикам, распределение пассажиропотоков по часам суток, дням недели и месяцев по участкам маршрутов и т.д.

Табл.1. Распределение объема перевозок, осуществленных с использованием Е-карты в 2010-2011

месяц	2010	2011

	поездок	в % к итогу	поездок	в % к итогу
январь	846 132	1,24	7 299 184	6,24
февраль	2 062 134	3,02	8 306 917	7,10
март	3 229 556	4.74	10 549 511	9,02
апрель	6 563 548	9,62	10 901 131	9,32
май	6 320 522	9,27	10 382 165	8,88
июнь	6 377 877	9,35	9 471 011	8,10
июль	6 217 651	9,12	8 600 976	7,35
август	6 187 819	9,07	9 144 571	7,82
сентябрь	6 873 151	10,08	10 129 947	8,66
октябрь	7 691 186	11,28	10 790 364	9.22
ноябрь	7 878 029	11,55	10 362 852	8,86
декабрь	7 959 394	11,66	11 030 329	9,43
Итого	68206999	100	116968958	100

Табл. 2. Распределение транзакций по видам ГОТ в 2011

вид транспорта	к-во транзакций	в % к итогу
трамвай	49 187 201	42,0
автобус	33 927 847	29,0
троллейбус	21 741 805	18,6
метро	12 112 105	10,4
Итого	116 968 958	100

Но, кроме того, *впервые появляется возможность изучить изменение маршрутной подвижности за каждый день данного года, подвижность населения на ГОТ по основным группам населения. Более того, можно выполнить анализ реальной средней стоимости проезда (табл.3.4)*

Табл.3 - Средняя стоимость проезда за апрель 2011

Показатели	Тип карты	Итого	Средняя стоимость

		К-во	Сумма	проезда
Регистрация проезда, всего		10 901 417	87 799 625,90	8,05
Льготные персональные карты	проездной	6 633 809	32 097 879,97	4,84
	кошелёк	931 782	11 949 494,00	12,82
Транспортные карты	проездной	832 604	10 914 080,02	13,11
	все виды транспорта	203 450	3 233 800,00	15,89
	отдельные виды транспорта	511 027	6 409 700,01	12,54
	ограниченный период времени	118 127	1 270 580,01	10,76
	кошелёк	313 101	5 635 818,00	18,00
Карты транспортные с лимитом	лимитная	1 047 061	15 081 075,91	14,40
	лимит 20 поездок	8 672	151 760,00	17,50
	лимит 40 поездок	48 459	787 458,75	16,25
	лимит 60 поездок	989 930	14 141 857,16	14,29
Транспортные карты юр.лиц	проездной	41 418	1 106 799,99	26,72
	все виды транспорта	32 369	880 000,00	27,19
	отдельные виды транспорта	9 049	226 799,99	25,06
Транспортные карты банков	проездной	75 138	1 352 484,00	18,00
Карты студентов	проездной	576 588	6 140 400,00	10,65
	все виды транспорта	427 469	4 613 000,00	10,79
	отдельные виды транспорта	149 119	1 527 400,00	10,24
	кошелёк	418	7 524,00	18,00
Карты школьников	проездной	448 158	3 489 950,01	7,79

	все виды транспорта	145 082	1 570 400,01	10,82
	отдельные виды транспорта	303 076	1 919 550,00	6,33
	кошелёк	1 340	24 120,00	18,00

Средняя стоимость проезда по льготным картам		5,82
Средняя стоимость проезда по карта студентов		10,65
Средняя стоимость проезда по карта школьников		7,79
Средняя стоимость проезда по не льготным картам		14,76
Доля поездок		
Социальные карты	69,40%	50,17%
Карты студентов	5,29%	6,99%
Карты школьников	4,11%	3,97%
Транспортные карты	21,20%	38,86%

Табл.4 - Динамика изменения средней стоимости проезда в 2011 году (рублей)

Типы карт	Январь	Февраль (28 дней)	Март (31 день)	Апрель. (30 дней)
Социальные карты	6,55	6,53	5,73	5,82
Карты студентов	12,00	13,01	10,61	10,65
Карты школьников	8,99	10,55	8,98	7,79
Транспортные карты	15,02	15,81	14,79	14,76
Итого	8,54	9,01	8,07	8,05

Развитие системы предполагает:

1. Создание сети стационарных точек пополнения транспортных карт на базе действующих сетей терминалов оплаты услуг.

2. Оплата проезда с помощью мобильного телефона по технологии NFC.
3. Оплата с помощью Е-карт паркингов.
4. Оплата посредством Е-карт проезда в «Городской электричке».
5. Использование Е-карт в системах контроля и учета доступа (например, в школах).
6. Использование в системе обеспечения питанием и т.д.

Но ещё более значительный результат может быть получен *при аналитической обработке* накапливающейся информации.

УДК 656

Расчет суточных характеристик пассажиропотока на маршруте

Г.А. Гуревич

Предложен метод расчета по инструментальным данным о числе входящих на остановках пассажиров средней дальности поездки и суточного объема перевозок.

Информация о сложившихся пассажиропотоках на наземном маршрутизированном транспорте является основой организации и планирования его работы. Получение этой информации весьма трудоемко, в связи с чем, на смену натурным обследованиям приходят инструментальные средства фиксации поездок пассажиров. Из известных методов маршрутных обследований наиболее полную картину дает талонный метод. Но этот метод наиболее трудоемок и сложен в автоматизации. Поэтому распространение получил табличный метод, состоящий в подсчете числа входящих и выходящих пассажиров на каждой из остановок маршрута. Важнейшим толчком к переходу на табличный метод обследования явилась разработка процедуры для расчета матрицы корреспонденций поездок пассажиров.

. Введем следующие обозначения:

i – номер остановочного пункта , i= 1,2,….,n, где n – общее количество остановочных пунктов в рассматриваемом направлении;

$\mathbf{a_i}$ **(**$\mathbf{b_i}$**)** – число входящих (выходящих) на i-ой остановке пассажиров;

$\mathbf{x_{ij}}$ –число пассажиров входящих на i-ой остановке и выходящих на j-ой остановке (корреспонденция из i в j).

Для каждого из остановочных пунктов следующие линейные уравнения отражают баланс по числу входящих и выходящих пассажиров:

$= a_{i\,,} = b_j$ (1)

Кроме того, для рейса в одном направлении

$x_{ij} = 0$ при **i<=j.** (2)

Имеем **2n** линейных уравнений, что меньше числа неизвестных - **$(n^2 - n)/2$.** Т.е. информации о числе входящих и выходящих на остановочных пунктах маршрута пассажиров недостаточно для определения матрицы остановочных корреспонденций.

Впервые расчетная процедура определения матрицы остановочных корреспонденций была предложена и использована В.Ш. Крупником [1,2] при обработке материалов комплексного обследования пассажиропотоков в Москве. Процедура основана на гипотезе о максимальной энтропии стохастической коммуникационной системы [3], частицами которой являются пассажиры, а коммуникациями – связи между остановочными пунктами. При этом задача определения матрицы остановочных корреспонденций сводится к поиску максимума функционала

(3)

при ограничениях (1), (2), где **H(X)** - энтропия рассматриваемой коммуникационной системы. Решение этой задачи дает следующие рекуррентные формулы для определения матрицы корреспонденций:

$$\mathbf{x_{0j} = a_i; \quad x_{ij} = (b_j * c_{ij})/ c_j \quad , \quad j > i \,,} \quad (4)$$

где $\mathbf{c_j}$ - наполнение транспортного средства на перегоне между (j-1)-ой и j-ой остановками, а $\mathbf{c_{ij}}$ –количество пассажиров, входящих на i-й и не выходящих ранее j–й остановки: $\mathbf{c_{i,,i+1} = a_i \,;\, c_{i,j+1} = c_{i,,j} - x_{ij}, \quad j > i+1.}$

Различные интерпретации гипотезы о максимальной энтропии приводятся в работе [4]. В частности, если величину $\mathbf{p_j = b_j / c_j}$ интерпретировать, как вероятность выхода на j-ой остановке, то аналогичные результаты можно получить, приняв гипотезу, что вероятность выхода пассажира на остановке не зависит от того, на какой остановке он осуществил посадку. Гипотеза означает, что для всех **j=2,3,..n** и всех **i** меньших **j (i<j)** имеет место равенство $\mathbf{x_{ij} / x_j = p_j}$. В той же работе показано, что расчетные формулы, позднее предложенные в работе [5], совпадают с (4). В работе [6] даются

уточнения описанного метода и обсуждаются вопросы пригодности получаемых результатов для практических целей, а в работе [7] описан метод расчета корреспонденций по маршрутной сети.

Табличный метод лежит в основе автоматизированной системы мониторинга пассажиропотоков (АСМ ПП), производимой НПП «Транснавигация». Описанная выше процедура расчета матрицы корреспонденций вошла в состав программного обеспечения системы.

Следует отметить следующее важное обстоятельство. Как и всякое оборудование, бортовое оборудование АСМ ПП имеет погрешность, но при его штатной работе отсутствует систематическая ошибка. Так при входе на маломощном остановочном пункте 1 пассажира вполне вероятна ошибка оборудования и выдача результата – 2 пассажира. Относительная погрешность равна 100%. Однако, при измерении входа более, чем 100 пассажиров с 99% надежностью относительная погрешность измерений на будет превосходить 4%. Т.е. при достаточно большом количестве измерений, или, что тоже самое, при достаточно большом осреднении, начинает работать закон больших чисел. Тот же эффект наблюдается и при расчетах по описанной выше модели. При расчете корреспонденций по отдельному рейсу возможны значительные относительные погрешности на корреспонденциях маломощных остановочных пунктах. Но для крупных остановочных пунктов, определяющих картину перевозки по маршруту, либо при осреднении корреспонденций в суточном цикле работы маршрута, получаются достаточно точные результаты. Эффект осреднения позволяет нивелировать погрешности измерений и расчетов.

При решении задач планирования мы оперируем с неким средним пассажиропотоком на маршруте и его характеристиками (объем транспортной работы, средняя дальность поездки, загрузка по перегонам маршрута и другие). Возникает естественный вопрос: «Можно ли оценить эти средние характеристики с использованием более простых датчиков, фиксирующих лишь суммарный вход/выход пассажиров на остановках, либо по данным автоматизированных систем сбора проездной платы (АССПП),

фиксирующих факт продажи или предъявления пассажиром проездного документа?»

Оказывается можно, если проводить осреднение в суточном цикле работы маршрута. Расчет основан на принятии гипотезы о том, что в периоде от открытия до закрытия движения на маршруте преобладают маятниковые поездки.

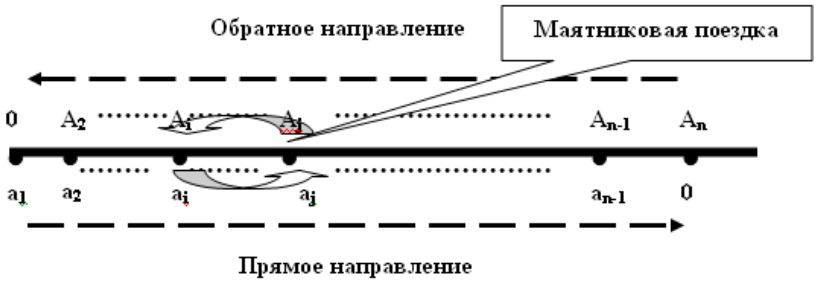


Рис. Трасса маршрута

Т.е. расчет проводится в предположении, что в течение суток каждый пассажир осуществляет две одинаковых поездки: одну в прямом направлении, а другую в обратном направлении. Обозначим вход на остановках прямого направления через $\mathbf{a_i}$, а обратного – через $\mathbf{A_i}$. Если принять это предположение, то количество пассажиров, выходящих в прямом направлении на i-ой остановке маршрута равно $\mathbf{b_i = A_i}$, что сводит обработку данных к обработке данных табличного обследования.

Проверка гипотезы проводилась по данным АСМ ПП сравнением суточных данных по входу и выходу на остановочных пунктах повозочных к станциям метро трех автобусных маршрутов Москвы в будние дни – среду и четверг. Сравнение показало, что на остановочных пунктах с суточным входом пассажиров более 500 человек, суточный выход отличался менее, чем на 12%. Более значительные относительные отличия между входом и выходом наблюдались на маломощных остановках, не оказывающих осуществленного влияния на общую картину перевозок по маршруту. Конечно, погрешность увеличивается, однако

использование осредненных за суточный цикл данных, делает результаты расчетов статистически значимыми и приемлемыми для практического использования.

Главное, не допустить систематических ошибок. В частности, при использовании данных от АССПП появляется систематическая ошибка, связанная с потерей выручки из-за безбилетного проезда (по данным НПП «Транснавигация» по Москве она составляет 10 -12%). Следующим примером появления систематической ошибки могут служить пригородные маршруты с большой долей поездок на дачу в пятницу и субботу с возвратом в другие сутки. Часто встречается ситуация, когда трасса маршрута в прямом направлении не совпадает полностью с трассой обратного направления, либо ситуация, когда при высадке пассажир использует ближайшую к дому остановку, а для посадки расположенную чуть дальше конечную остановку маршрута, чтобы занять место для сидения и т.д. Т.е. применять предложенный метод расчета надо с определенной осторожностью.

Обсудим возможности практического использования. При отсутствии свежих и надежных данных табличного обследования приведенный расчет можно рекомендовать для использования при обосновании величины средней дальности поездки, определения максимального перегона маршрута, оценке его загрузки и т.д. Не вызывает сомнение, что стандартный расчет по данным, полученным инструментальными методами предпочтительней волюнтаризма. Ведь известны случаи из недалекого прошлого, когда пассажирские предприятия для улучшения отчетности пытались утвердить в вышестоящей организации величину средней дальности поездки, превосходящую длину маршрута.

При наличии передвижных лабораторий АСМ ПП, точность может быть повышена, например, калибровкой числа выходящих пассажиров в прямом направлении на i-ой остановке маршрута коэффициентом $\mathbf{k_i : b_i = k_i A_i}$, где коэффициенты калибровки берутся из ранее проведенного подвижными лабораториями обследования маршрута. Для обратного направления используется аналогичная калибровка. Калибровку можно производить, беря в качестве калибровочных коэффициентов вероятности выхода на остановке - $\mathbf{p_j}$.

Использование описанного подхода предполагает наличие на борту оборудования осуществляющего непрерывное слежение за движением транспортного средства и передачу данных с борта в центр управления. Это позволяет привязать факт фиксации очередного пассажира (группы пассажиров) к конкретному направлению и остановочному пункту маршрута. Также предполагается наличие специального программного обеспечения для фильтрации и балансировки данных, поступающих от бортовых систем, учета потерь информации по части запланированных рейсов (такой пакет реализован в составе АСМ ПП).

Расчетами запланировано дополнить программное обеспечение АСМ ПП, поскольку это дает существенный системный эффект при совместной эксплуатации в городе АСДУ, АССПП и АСМ ПП. А список таких городов постоянно растет.

В настоящее время из-за дороговизны бортового оборудования АСМ ПП им оборудуется лишь незначительная часть транспортных средств, используемых в качестве передвижных лабораторий. Если же посмотреть в будущее, то не вызывает сомнение тот факт, автоматические средства фиксации выполненных транспортных услуг в перспективе станут неотъемлемой частью экипировки пассажирского транспорта общего пользования, так же как тахографы стали обязательным оборудованием на междугородных автобусных перевозках.

Литература

1.Варелопуло Г.А., Крупник В.Ш. Расчетные методы определения пассажиропотоков. В сб. «Расчетные методы определения структуры пассажиропотоков и составление расписания движения городских автобусов с помощью ЭВМ», Экспресс-информация, ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, М.,1975.

2.Крупник В.Ш. Структура рейсовой матрицы корреспонденций и энтропия. В кн. «Методы оптимального планирования и управления гордским хозяйством» ДВНЦ АН СССР, Владивосток, 1976.

3.Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем, Наука, М., 1978.

4.Гуревич Г.А., Кузнецов Г.И., Крупник В.Ш. Анализ расчетных методов построения матрицы межостановочных корреспонденций пассажиров, Автомобильный транспорт, Серия 4, «Пассажирские перевозки автомобильным транспортом, Науч.-техн. реф. сб., выпуск 2, ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, М.,1980.

5.Ембулаев В.Н. Разработка и создание автоматизированной системы обработки информации о пассажиропотоках на маршрутах городского транспорта. Обобщенный доклад на соискание ученой степени доктора транспорта, Владивосток, 1996.
6.Гуревич Г.А., Крупник В.Ш. Учет уровня изолированности коммуникаций в транспортных моделях, Транспортные системы. Модели и алгоритмы: Сборник трудов. – М, ВНИИ системных исследований, вып. 18, 1987.
7.Гуревич Г.А., Хейфец Л.М. Моделирование пассажиропотоков в городе с использованием результатов маршрутных обследований, Транспортные системы. Модели и алгоритмы: Сборник трудов. – М, ВНИИ системных исследований, вып. 18, 1987.

УДК 681.3.068+004.414.23(075.8)

Программный комплекс «электронный путевой лист»

Н.П. Дроздов, Н.Г. Дружинина, О.Г. Трофимова

Представлен программный комплекс «Электронный путевой лист», входящий в состав автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ-Э) службы автоматики и связи МУП Трамвайно-троллейбусного управления г. Екатеринбурга. Программный комплекс «Электронный путевой лист» позволяет в реальном времени обрабатывать навигационные данные, их анализировать, используя плановые показатели движения.

Оптимальное функционирование транспортного пассажирского предприятия зависит от многих факторов (рис. 1). Основные потоки логистического управления: материальные (перевозка пассажиров), информационные (аналитические задачи службы автоматики и связи [1, 2]), финансовые (доход депо и предприятия в целом). В качестве критериев оценки эффективности транспортного потока принимают безопасность движения, оптимальная вместимость подвижного состава и снижение затрат на перевозку. Применяя логистические методы управления можно добиться существенного снижения уровня затрат. Сущность пассажирской транспортной логистики заключается в комплексе предоставляемых услуг – удобное расписание, комфортный транспорт, регулярные перевозки, приемлемая цена за перевозку.

В настоящее время в службе автоматики и связи ЕМУП Трамвайно-троллейбусного управления г. Екатеринбурга (ЕМУП ТТУ) разрабатывается автоматизированная система диспетчерского управления электротранспорта (АСДУ-Э). Ее основные задачи –

оперативное управление процессом движения маршрутизированного электротранспорта, автоматический сбор и обработка навигационных данных о процессе движения в реальном масштабе времени, а также сравнительный анализ навигационных данных с плановыми показателями движения. В состав АСДУ-Э входит спутниковая навигационная система слежения процессом движения маршрутизированного электротранспорта и программный комплекс «Электронный путевой лист».

Программный комплекс «Электронный путевой лист» позволяет автоматизировать рабочее место диспетчера парка выпуска депо. На основании расписания маршрутизированного электротранспорта и базового наряда выпуска подвижного состава, водителей и кондукторов диспетчер парка выпуска депо формирует оперативный наряд и путевой лист. В путевом листе фиксируется номер подвижной единицы (ПЕ), маршрут, номер графика выхода подвижного состава на линию, табельные номера водителей и кондукторов, плановое время выезда на линию, плановое время захода ПЕ в депо по данному графику. В данном документе предусмотрены зоны для контрольных и служебных отметок (готовность подвижного состава к выходу на линию, отметки о прохождении медицинского осмотра водителем и кондуктором, личная подпись водителя, отчет о продаже билетной продукции). Этот бумажный документ (рис. 2) дает право водителю начать работу и вывезти ПЕ из депо на линию маршрутной сети города.

Рис.1. Модель функционирования транспортного пассажирского предприятия

Весь подвижной состав ЕМУП ТТУ оборудован средствами спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС/GPS.

По навигационным данным АСДУ-Э получает информацию в реальном времени, которая автоматически фиксируется в базе данных и отображается в рабочем окне программного комплекса «Электронный путевой лист» (рис. 3):

время выхода подвижного состава из депо;

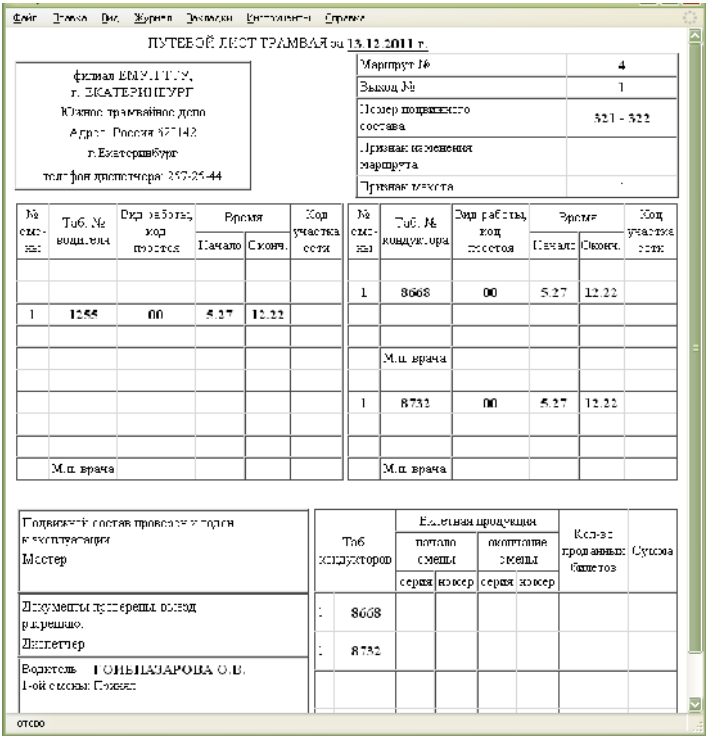
время захода подвижного состава в депо;
время пересмены водителей на линии (т.е. смена водителей).

По результатам навигационных данных рассчитываются показатели работы подвижного состава, водителей и кондукторов:
время прибытия ПЕ на контрольные пункты в каждом рейсе:
пробег ПЕ в каждом рейсе в реальном масштабе времени;
простои ПЕ на участках маршрутной сети, конечных станция, в депо с указанием кода простоя;
суммарное время работы ПЕ, водителей и кондукторов;
суммарный пробег подвижного состава за смену с указанием вида пробега;
суммарное время простоев подвижного состава;
количество выполненных рейсов.

Эти показатели также в реальном времени автоматически отражаются в «Электронном путевом листе». При этом учитывается вид пробега (пробег по маршруту, т. е. по которому закреплена ПЕ; пробег вне маршрута, отклонение от основного маршрута; пробег с отклонением от расписания свыше допустимого времени отклонения) и вид рейса (рейс по плану, рейс не по плану, рейс с опозданием прибытия на конечную станцию от расписания).

Все отклонения движения ПЕ от расписания в реальном времени автоматически заносятся в базу данных, и с учетом этих изменений рассчитывается суммарный пробег ПЕ в каждом рейсе.

По специальному запросу диспетчер может проконтролировать скоростной режим ПЕ, т. е. превышение скорости движения. Этот показатель отражает качество работы водителя и является нарушением правил движения.



Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

ПУТЕВОЙ ЛИСТ ТРАМВАЯ за 13.12.2011 г.

филиал ЕМУП ГЭТУ, г. ЕКАТЕРИНБУРГ Южное трамвайное депо Адрес: Россия 620142 г.Екатеринбург телефон диспетчера: 257-25-44	

Маршрут №	4
Выход №	1
Номер подвижного состава	321 - 322
Признак изменения маршрута	
Признак выхода	-

№ смены	Таб. № водителя	Вид работы, код простоя	Время Начало	Время Оконч.	Ход участка сети	№ смены	Таб. № кондуктора	Вид работы, код простоя	Время Начало	Время Оконч.	Ход участка сети
						1	8668	00	5.27	12.22	
1	1255	00	5.27	12.22							
							М.п. врача				
						1	8732	00	5.27	12.22	
	М.п. врача						М.п. врача				

Подвижной состав проверен и принят к эксплуатации Мастер	Таб кондукторов	Билетная продукция				Кол-во проданных билетов	Сумма
		начало смены		окончание смены			
		серия	номер	серия	номер		
Документы проверены, выход разрешаю. Диспетчер	8668						
	8732						
Водитель ГОНЬБАЗАРОВА О.В. 1-ой смены: Принял							

отсро

Рис. 2. Образец бумажного путевого листа

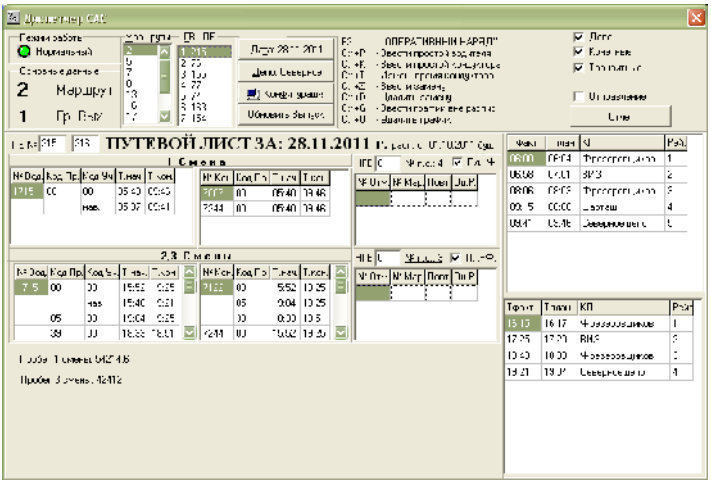


Рис. 3. Электронный путевой лист

Таким образом, АСДУ-Э позволяет в реальном времени собирать, обрабатывать фактические навигационные данные и анализировать их, используя плановые показатели движения, в любой заданный период времени. В результате по каждой ПЕ формируется «Отчет о движении ПЕ за смену (рабочий день)». В нем указывается время прохождения ПЕ по каждой остановке за рабочий день в сравнении с расписанием движения: прибытие на конечные станции по расписанию или с отклонением, движение по маршруту или вне маршрута, прохождение ПЕ через контрольные пункты по расписанию или с отклонением.

Обработанная информация позволяет ускорить расчет итоговых технико-экономических показателей работы депо и предприятия в целом.

Литература

1. Лисиенко В.Г. Моделирование сложных вероятностных систем : учеб. пособие / В.Г. Лисиенко, О.Г. Трофимова, С.П. Трофимов, Н.Г. Дружинина, П.А. Дюгай. Екатеринбург: УРФУ, 2011. 200 с.

2. Дроздов Н.П. Модель транспортного пассажирского предприятия на основе информационно-коммуникационной системы / Н.П. Дроздов, Н.Г. Дружинина, О.Г. Трофимова // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XVII Междунар. (двадцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. (16-17 июня

2011 г.) / науч. ред. С.А. Ваксман. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2001. С.278 – 285.

УДК 681.3.068

Графическая справка «Прогноз» в диспетчерской системе «АСУ Навигация»

Г.А. Гуревич, Е.В. Финько, А.М. Байтуллаев

Описывается, реализованная в виде диаграммы Ганта, справка «Прогноз», обсуждаются возможности ее использования диспетчером для оценки текущей ситуации на маршруте и выработке управляющих воздействий.

В основе эффективности диспетчерского управления лежит как можно более раннее обнаружение сбоев в движении и принятие оперативных мероприятий по их устранению. При этом большинство диспетчерских воздействий реализуются на конечных пунктах маршрута, а не в процессе выполнения производственного рейса с пассажирами, когда и происходят сбои. Т.е. основные диспетчерские решения по восстановлению движения касаются не тех рейсов, на которых произошли сбои, а корректировки расписаний движения по конечным пунктам маршрута, начиная с момента обнаружения сбоя. Важно не просто сообщить диспетчеру о сбое, но и дать прогноз, к каким нарушениям отправлений с конечных пунктов маршрута это может привести в дальнейшем.

Представление сводного маршрутного расписания в виде отрезков на шкале времени (диаграмма Ганта) дает возможность графическими средствами наглядно отобразить работу каждого выхода с момента выхода из парка до возврата в парк. Такая графика реализована в Автоматизированной общегородской системе формирования и сопровождения расписаний маршрутизированного транспорта - система "РМТ", успешно эксплуатируемой более чем в 20 городах страны.

Удобная и наглядная форма такой справки была реализована в диспетчерском программном комплексе АСУ МТ ЕМУП «Муниципальное объединение автобусных предприятий» г. Екатеринбурга [1]. Аналогичная справка прогноз была добавлена нами в новую версию диспетчерской системы «АСУ Навигация». Оставив без изменения общую графическую форму представления

справки, мы внесли ряд существенных изменений, касающихся ее содержания [2].

Прогноз работы выхода пересчитывается по получению очередной отметки о прохождении контрольного пункта маршрута. Сравнением времени получения отметки с запланированным временем определялась величина текущего отклонения от расписания - σ, и прогноз проводился простым сдвигом всех, запланированных расписанием прохождений контрольных пунктов на σ.

Но такой прогноз оказался недостаточным, как только мы добавили режим наглядного отражения результата диспетчерских решений перед их принятием и передачей в систему на исполнение, и решили для отображения использовать тот же самый вид справки «Прогноз». И его пришлось заменить новым, который отражает не только последствия сбоев в движении, но и последствия диспетчерского управления. Прогноз прохождения контрольных пунктов до окончания текущего рейса остался без изменений. Однако, время отправления в следующий сейчас рассчитывается по двум величинам и , а точнее их разнице .

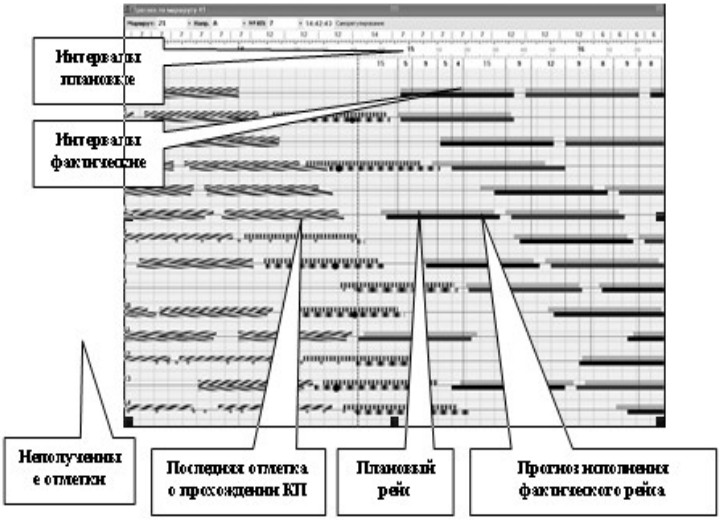


Рис.1 Справка «Прогноз» в АСУ «Навигация»

Как должна выглядеть функция = f(λ). При больших значениях λ должен равняться (требование, что водитель не вправе отправляться раньше расписания), а затем с некоторого момента уменьшение λ на 1 мин должно приводить к соответственному увеличению на 1 мин (здравый смысл)

Абсциссу точки излома естественно трактовать как минимально допустимую стоянку. Ее величина - настроечный параметр прогноза и задается при инициализации диспетчерской системы.

К настоящему времени на справке «Прогноз» реализована возможность корректировки на + 1 или – 1 минуту времени отправления, выбранного пользователем рейса, выпуск резерва, автоматическое выравнивание интервалов движения. В двух последних случаях, пользователю выдается новый прогноз, в котором цветом выделяются рейсы, на которых произошли изменения по сравнению со старым прогнозом и запрос на квитирование. Только после квитирования диспетчером внесенных изменений они отражаются в диспетчерской системе.

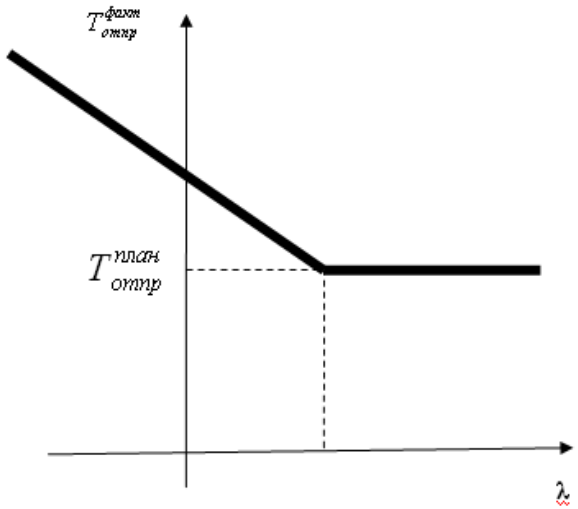


Рис.2 График функции = f(λ).

Что касается алгоритмов автоматического выравнивания, то реализовано два различных алгоритма. Первый осуществляет

выравнивание без учета интервалов по расписанию, и является модификацией хорошо зарекомендовавшего себя алгоритма, использованного нами в Автоматизированной общегородской системе формирования и сопровождения расписаний маршрутизированного транспорта - система "РМТ" [3], успешно эксплуатируемой более чем в 20 городах страны. Второй алгоритм, как нам кажется, может дать более приемлемые для практики результаты в случаях, когда в область выравнивания попадает заложенная в расписании граница перехода на новый интервал. Например, переход с минимального интервала на удвоенный интервал по окончанию периода утреннего пика и началу снятий на обед. Второй алгоритм представляет собой эвристическую интерактивную процедуру, на каждой итерации которой мы стараемся сократить суммарные отклонения по отношению к плановым интервалам.

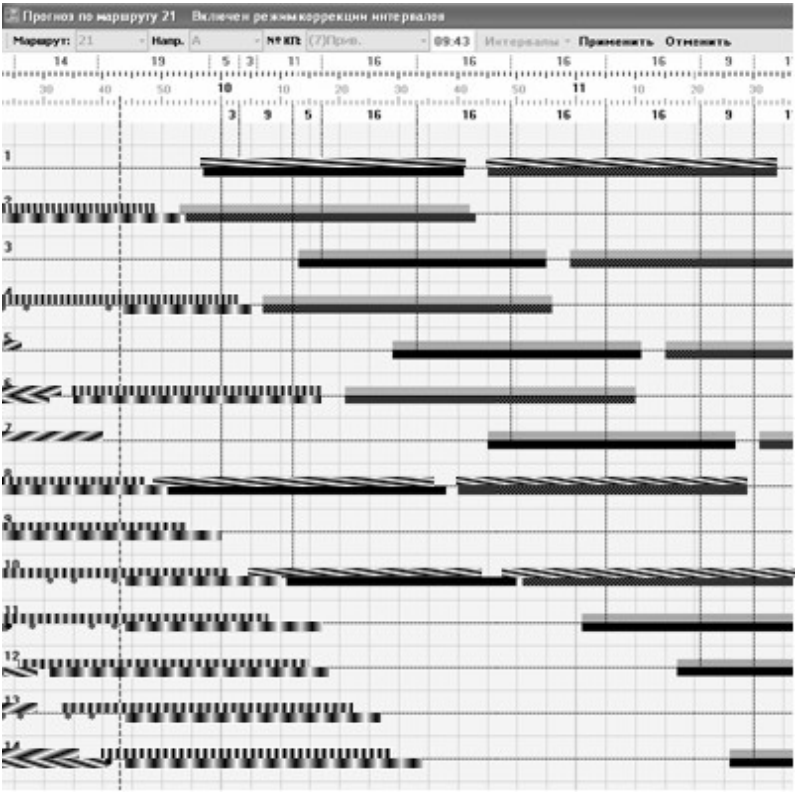


Рис.3.- Вид справки «Прогноз» в режиме наглядного отражения результата диспетчерских решений

Изложенное в статье лежит в общем русле работ, проводимых НПП «Транснавигация» по созданию диспетчерской системы нового поколения, нацеленных на переход системы из информационно-аналитической в экспертную систему поддержки принятия решений.

Литература

1. Слепухина И.А., Диспетчерский комплекс автобусных предприятий: переход от слежения к управлению. Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы

XVII международной науч.- практ. конф., Екатиренбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2011.
2. Гуревич Г. А., Финько Е. В. Использование диаграмм Ганта в автоматизированных системах текущего планирования и диспетчерского управления ГПТ, Автотранспортное предприятие № 1, -М.,2012
3. Гуревич Г. А., Финько Е. В., Перцович С. Б. Новая версия автоматизированной общегородской системы формирования и сопровождения расписаний маршрутизированного транспорта, Автотранспортное предприятие № 12, -М.,2010

Окончательно поступила 17 января 2012 года

УДК 656.072

Спутниковая система мониторинга и управления движением маршрутного городского пассажирского транспорта (на примере г. Хабаровска)

И. Н. Пугачёв, Ю. И. Куликов, Г. Я. Маркелов, О. А. Петрова

Рассмотрены вопросы практического применения системы мониторинга и управления движением маршрутного ГОТ с помощью систем космической навигации. Описаны достоинства и недостатки такого управления.

Развитие транспортной системы Хабаровска требует создания транспортно-логистических и информационно-управленческих систем, обеспечивающих мониторинг и управление транспортом. В связи с отсутствием однозначного толкования термина «логистика» в справочной и научной литературе для понимания её существа предлагается следующее определение: «Логистика – это теория и практика управления движением дискретных материальных потоков для достижения целевых результатов». К материальным потокам следует относить транспортные, грузовые и пассажирские потоки. Дискретность (прерывистость) материальных потоков связана с необходимостью остановок ТС для погрузки-выгрузки грузов или посадки-высадки пассажиров.

Маршрутный ГОТ является подсистемой транспорта, обеспечивающей регулярные перевозки пассажиров и багажа по расписаниям. Работа ГОПТ требует диспетчеризации (оперативного контроля и управления движением транспортных средств) для достижения целевых результатов.

ГОПТ Хабаровска состоит из двух секторов – муниципального (автобусный и наземный ГЭТ) и коммерческого

(субъекты предпринимательской деятельности (индивидуальные предприниматели и юридические лица), обеспечивающие перевозку пассажиров автобусами и маршрутными такси (мини-автобусами). Сложившаяся структура рынка транспортных услуг в Хабаровске представлена на рис. 1.

Рис. 1. Структура рынка услуг маршрутного пассажирского транспорта города

На долю муниципального сектора транспортных услуг приходится 43 % подвижного состава (табл.1) , на долю коммерческого – 57%.

Табл.1- Соотношение подвижного состава по секторам рынка транспортных услуг, %

Муниципальные	Коммерческие			
МУП ХПАТП-1	МУП ХТТУ	Автобусы	Маршрутные такси	
	Троллейбусы	Трамваи		
27	6	10	35	22

Основные задачи, решаемые аналитическим ПО:

- хранение базы данных;
- обработка информации и представление в удобном для понимания виде;
- отображение навигации на географической карте;
- визуализация данных с помощью графиков и диаграмм;
- формирование различных форм отчетности;
- предоставление сервисных аналитическо-управленческих функций;
- автоматический контроль и сигнализация наступления тревожных событий;
- обеспечение текстовой и голосовой связи с транспортным средством.

Аналитическое ПО допускает широкие возможности по систематизации и визуализации данных, содержит различные формы отчетности, позволяющие автоматически рассчитывать показатели работы подвижного состава на линии и отображать их в виде диаграмм и графиков. Предоставляет возможности построения треков на географических картах, оказания управленческих воздействий (отправка сообщений на объекты, голосовая связь). Размещается в диспетчерских центрах отраслевых органов управления или непосредственно на предприятиях, являясь основным инструментом получения информации и принятия решений. Отдельные виды специализированного ПО содержат отраслевую электронную отчетность, разрабатываемую и утверждаемую в официальных ведомствах и являющуюся базой для учета работ и взаиморасчетов. Автоматическая система управления пассажирским транспортом (АСУ) позволяет также быстро отслеживать соблюдение интервалов и графиков движения, маршруты и скоростной режим. Применяется как табличный вариант отображения информации, так и специализированные мнемосхемы. Правильное применение системы и своевременное оказание управленческих воздействий приводит к высоким показателям регулярности и безопасности пассажирских перевозок.

Картографическое программное обеспечение и электронные карты – неотъемлемая часть навигационного мониторинга, находящаяся в стадии бурного развития и упорядочивания. Для отображения местоположения объектов на географической карте необходима сама карта и картографическое программное обеспечение, называемое еще картографическим ядром (платформой).

Электронная географическая карта – это база данных географической информации в векторном или растровом формате, привязанная к реальным координатам на местности. Принята международная система привязки координат WGS-84, учитывающая форму и неоднородность земной поверхности и устанавливающая единые для всех правила определения геокоординат.

Применяется два существенно различающихся типа карт – векторные и растровые.

Векторная карта имеет свои особенности. Информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X, Y. Местоположение точки (точечного объекта), например, описывается парой координат (X, Y). Линейные объекты, такие как дороги, реки или трубопроводы, сохраняются как наборы координат X, Y. Полигональные объекты, типа озер ограниченных земельных участков или областей хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная карта удобна для описания дискретных объектов с относительно статичной базовой картографической информацией, легко масштабируется и предпочтительна к применению в навигационно-информационных системах.

Растровая карта представляет собой набор значений для отдельных элементарных составляющих (точек), подобно отсканированной карте или картинке. Оптимальна для работы с непрерывно меняющимися свойствами, например метеорологической картой. Плохо масштабируется, так как каждый объект составлен из группы конечного количества точек.

Обе модели имеют свои преимущества и недостатки. Современные системы мониторинга могут работать как с векторными, так и с растровыми картами. Однако векторные карты могут быть сформированы в фабричных условиях, и далее возможна только их конвертация между совместимыми форматами, имеют высокую трудоемкость изготовления. Растровые карты могут быть получены путем обыкновенного сканирования с бумажных копий с последующей привязкой к геокоординатам. На сегодня существуют целые регионы, для которых практически отсутствует доступ к актуальным векторным картам, пригодным для целей навигации и мониторинга, поэтому растровые карты являются иногда единственным выходом из положения.

Картографическое ядро – специальное программное обеспечение, определяющее загрузку и визуализацию картографической информации, а также взаимодействие с аналитическим ПО навигационного мониторинга. Определяет формат данных для географической карты. На сегодняшний день существует множество разработчиков платформ: компании «Ингит» (г. Санкт-Петербург), «Резидент» (г. Москва), «Навител» (г. Москва)

и др, имеющие разные форматы, однако все они, как правило, могут взаимодействовать друг с другом через универсальный формат MAPINFO.

Современные тенденции показывают возрастающую актуальность размещения картографических материалов в открытом доступе в сети интернет. Такие сервисы предложены интернет порталами Google (maps.google.com), yandex (maps.yandex.ru), OSM (openstreetmap.org). Данные материалы содержат базы данных всего мира, по необходимости может быть погружена любая местность, отдельно следует выделить формируемый сообществом сводный сервис OSM (Open Street Maps), как наиболее наполненный и содержащий качественный картографический материал для многих отдаленных поселков и регионов. При наличии совместимого картографического ядра материал с публичных сервисов оптимален для использования в системах навигационного мониторинга как наиболее наполненный, автоматически и регулярно обновляемый, причем без дополнительных затрат.

Совокупность информации аналитического программного обеспечения, картографического ядра, географических карт является элементом **геоинформационной системы** (ГИС).

Рассмотрим более подробно возможности современного базового аналитического программного обеспечения систем навигационного мониторинга на примере базового ПО «M2M-CyberFleet» разработки «M2M-Телематика».

«M2M-CyberFleet» имеет клиент-серверную архитектуру, состоящую из ядра реализованного на универсальной платформе MS-SQL, и клиентского приложения. Ядро для небольшого количества объектов мониторинга (от 50 до 70 в зависимости от интервала получения данных) может быть установлено на рабочей станции с применением версий платформы типа MSDE, распространяемых бесплатно; для большего количества объектов потребуется выделенный сервер с полноценным системным и платформенным ПО, иначе скорость обработки упадет до критической. Клиентская часть может быть установлена на любое количество компьютеров в сети; подключение к ядру осуществляется по принципам исключительной лицензии, технологически ограничивающей количество одновременных

подключений, оговоренных в лицензионном договоре. Формирование отчетных форм производится средствами пакета MS-Excel. Важно понимать, что скорость обмена между ядром и клиентской частью должна примерно соответствовать современным скоростям локальной сети (100 Мб/с), между ядром и телематическим сервером может быть минимальна (достаточно скорости подключения GPRS около 350 Кб/с).

На рис. 2 изображен пример главного окна программного модуля. Интуитивно понятный интерфейс позволяет быстро ориентироваться в ситуации, где цветовая индикация отражает состояние объекта в движении или на стоянке, указывает на отсутствие какого-либо вида связи, устанавливает статусы «в ремонте» и др. Существует множество способов отображения информации, обусловленных разнообразием вариантов представления данных, что характерно для профессионального ПО. В рассматриваемом примере представлена оперативная информация по положению объекта на фрагменте карты и состоянию датчиков. Возможно открытие карты в отдельном окне-вкладке «дополнительная карта» с отображением всего парка техники целиком, фиксацией маршрутов объектов за произвольно выбранный период с указанием различной информации, например, места стоянок или заправок, места перегрева двигателя, участки движения по плохой дороге и т. п.

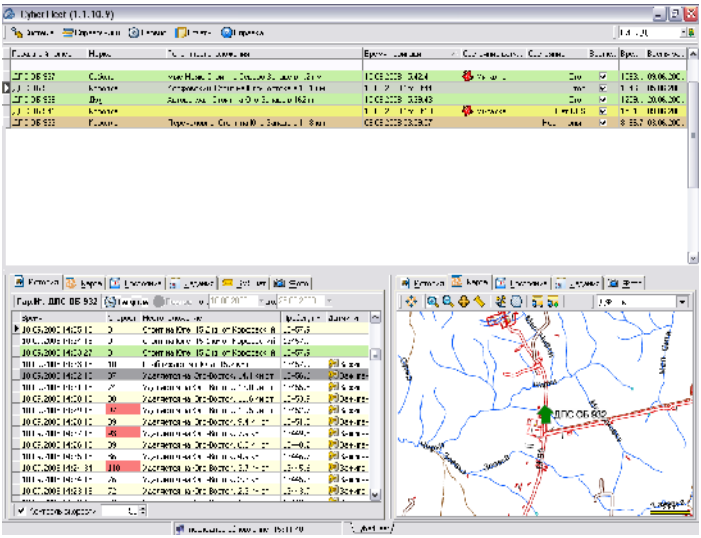


Рис. 2. Интерфейс. Графическое и картографическое отображения. Главное окно программного обеспечения «M2M-CyberFleet»

Возможна прокрутка движения по маршруту с помощью анимации, отображение прореженного интервала значений для наглядности. При наведении курсора можно получить подробную информацию по точке движения и пребывания транспортного средства.

Средства автоматического контроля, управления и связи присутствуют практически во всех контекстных меню программы.

Местоположение объектов в отчетах определяется относительно подключаемой адресной базы, состоящей из произвольно установленных контрольных точек – маркеров, и по комбинированному принципу. В интерфейсе отчетах и графиках, производят идентификацию от ближайшего маркера согласно выбранному варианту настроек.

Все события, происходящие на объекте, записываются в базу данных. Большинство событий, а также ряд комбинированных условий могут быть настроены как тревожные. Тревожное событие способно вызывать ряд действий: сообщение о тревоге диспетчеру, предупреждающее сообщение на дисплей водителю, отправка SMS

сообщения на произвольный мобильный номер, направление на объект управляющего сигнала, например, блокировки двигателя или включения сирены. Окно сообщения о тревоге появляется при наступлении условий контролируемого тревожного события, сопровождаемого звуковой сигнализацией. Непосредственно из тревожного окна можно осуществить вызов водителя по голосовой связи с применением специальной профессиональной диспетчерской гарнитуры или через обычный телефонный стационарный или мобильный аппарат при отсутствии таковой. Реакция диспетчера на тревогу записывается в базу данных, где ведется журнал действий диспетчера. Тревожными могут являться такие события, как превышение скорости, совершение ДТП, нападение на объект, вскрытие оборудования на объекте и др.

Особо следует отметить выделение контрольных географических зон на картах (выбранных участках территории), посещение которых контролируется. С помощью специального встроенного редактора возможно задание контрольных зон различных конфигураций.

Контрольные зоны позволяют отследить пересечение границ и событийный состав внутри зон. Возможна привязка зон к группам или к отдельным ТС. При построении новых зон становится доступной статистика показателей по ним за все прошлые периоды.

Специальная функция «***ТС и зоны***», является удобным инструментом оперативного управления, позволяющим быстро получать информацию о месте (зоне) нахождения ТС и их функциях, например, сколько и какие ТС находятся в движении, в простое под погрузкой или разгрузкой, попали в ДТП и т. д.

Функция ***«Поиск ближайшего»*** представляет список автомобилей, ближайших к обозначенной произвольно или в виде адреса точке на местности. При этом задается радиус поиска, учитывается работа произвольного цифрового датчика, например кнопки «занят/свободен». Функция предназначена для автомобилей и диспетчерских такси, где кнопка может одновременно включать «зеленый маячок» такси, а также для служб скорой помощи и аварийных служб.

Маршрутные задания – набор возможностей, позволяющих отслеживать выполнение работы на заданных маршрутах и графиков движения. Фактически задание представляет собой набор территориальных зон и временных интервалов, по которым контролируется перемещение транспортных средств в пространстве на местности и во времени.

Каждая зона, входящая в задание, имеет один или несколько временных интервалов, определяющих действия системы при входе в зону или выходе из нее ТС в указанный промежуток времени, а также при отсутствии ТС в зоне в заданное время или нарушении последовательности прохождения зон.

График, являясь набором операций в определенной последовательности, может быть циклическим, что позволяет в дальнейшем постоянно контролировать перемещение транспортного средства без дополнительных операций.

Для создания и настройки заданий существует набор возможностей, оперативное управление осуществляется из вкладки основного окна. Функция интересна в первую очередь компаниям, работающим на доставке товаров, грузов по постоянным графикам, может быть востребована небольшими автобусными парками.

Функция ***отправки текстовых сообщений*** на транспортные средства встроена в основное окно интерфейса программы, возможна адресная отправка одному или нескольким абонентам единовременно. Передача текстовых сообщений осуществляется по протоколу GPRS.

Формы отчетов служат для представления информации в виде таблиц. Имеются ряд основных сводных форм, которых уже достаточно для получения полноценной информации по работе парка, и большое количество дополнительных форм, позволяющих детально развернуть и проанализировать ситуацию. Возможно формирование отчета за любой произвольный период, причем имеются варианты разбиения информации на смены с учетом интервалов исключения (например, обед). Большинство отчетов содержат в качестве приложения фрагмент карты с отображением информации по тематике отчета. Индивидуальные отчеты формируются по одному выбранному объекту, групповые – по выбранной группе транспортных средств.

В базовом программном обеспечении **«M2M-CyberFleet»** содержится 35 форм отчетов, основные из которых представлены ниже.

История перемещения – индивидуальный отчет по маршруту движения объекта с картой в приложении.

Текущее местоположение – групповой отчет по положению объектов в момент формирования отчета с картой в приложении.

Пробег и расход топлива – групповой отчет по пробегу транспортных средств с расчетом нормативного расхода топлива (по пробегу).

Срабатывания датчика – индивидуальный отчет по срабатыванию контрольного датчика, показывает **время и место срабатывания**, рассчитывает количество сработок за период. При продолжающихся сработках фиксирует первую. Применяется для контрольных лампочек, например давления масла, температуры и т. п. Для датчика зажигания показывает время запуска двигателя и количество запусков за период.

Датчик и расход топлива – индивидуальный отчет по продолжительности работы сработавшего датчика, показывает время включения и выключения, продолжительность работы двигателя и специального оборудования в моточасах по периодам и общую. Нормы расхода топлива на работу специального оборудования, установленного на автомобилях (например, дорожная метла, гидронасос и т. д.), определяются по данным заводов-изготовителей специальных и специализированных автомобилей.

Стоянки ТС – индивидуальный отчет для транспортного средства, в котором отражается время начала, окончания и продолжительность простоев в транспортном процессе, с указанием мест простоев. Рассчитывает общее время простоев и движения, возможен учет зон. Визуализация мест простоев возможна на дополнительной карте при построении маршрута.

Задания ТС – индивидуальный отчет по заданиям для транспортного средства, подробно отражает выполнение установленных заданий с указанием отклонений.

Отчет о посещении зон – индивидуальный отчет, состоящий из нескольких вариантов формы, показывающий время прибытия, время убытия, время нахождения в зонах, а также время в дороге между зонами. Позволяет оценить эффективность использования транспортных средств.

Сводный отчет по группе ТС – отчет, представляющий сводную информацию по работе всего парка или группы ТС. Форма дает максимально полную информацию, включающую время работы, пробеги, расход топлива, работу спецоборудования, скорости движения и прочую информацию. Сводный отчет содержит основные технико-эксплуатационные показатели по каждому транспортному средству и в совокупности по группе ТС и отражает объективную информацию о качестве, надежности, безопасности и эффективности автомобильных перевозок на основе их космического мониторинга.

Содержание ЦДС и системы «Дистон» в городе Хабаровске осуществлялось органами муниципальной власти и составляло порядка 8,9 млн руб ежегодно (платежи за телефонные пары на контрольных точках, платежи за сервисное обслуживание системы, содержание большого количества диспетчеров-операторов низкого уровня квалификации).

Затраты на эксплуатацию навигационно-информационной системы ГОПТ (3,7 млн. руб в год) состоят, в основном, из платы за консультационно-технологическое сопровождение системы, стоимости GPRS трафика и содержании диспетчеров-инженеров более высокой квалификации.

Успешная эксплуатация спутниковой диспетчеризации в городах России позволит получить многие преимущества по следующим критериям: повышение регулярности и эффективности работы подвижного состава; оперативный контроль работы на любой момент времени; автоматизация процесса планирования перевозок; сокращение потерь времени при взаимодействии служб и сотрудников; оперативное решение спорных вопросов с заказчиками и персоналом; независимый контроль работающего транспорта.

Литература

1. Сафронов К.Э. Безбарьерная городская среда: учеб. пособ. 2-е изд. доп. и перераб. – Омск: Золотой тираж, 2011. – 159 с. ISBN 978-5-8042-0191-4

Поступила 24.10.2011. Окончательно поступила 28 марта .2012 г.
УДК 656.072

Основные направления развития автоматизированных систем диспетчерского управления автомобильным транспортом

В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко

Автомобильный транспорт представляет собой сложную многоуровневую систему как взаимодействующих, так и разрозненных служб, подразделений и предприятий. Как любая сложная инфраструктура, она требует отлаженной системы управления, соответствующей определенным требованиям и «стандартам» отрасли. Рассматриваются направления развития автоматизированных систем диспетчерского управления пассажирскими перевозками

Внедрение и использование средств спутниковой навигации на транспорте получило государственную поддержку Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 марта 1995 года № 237 «О проведении работ по использованию глобальной навигационной системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей». Появились многочисленные компании по продаже навигационной аппаратуры, или предлагавшие информационные системы, реализующие исключительно слежение за движением транспортных средств - Системы мониторинга транспортных средств [1,5,6].

Внедрение систем мониторинга практически не меняет традиционную технологию управления предприятием и, как правило, не вписывается в установленные регламенты по обработке плановой и учетной документации, не оказывает четкого постоянного влияния на начисление зарплаты, и расчета технико-эксплуатационных показателей. В большинстве случаев закупка таких систем делалась без серьезного обоснования или под давлением вышестоящих организаций. Отсюда и короткое время жизни таких систем.

Принципиальным является автоматизация производственных функций на всех уровнях управления перевозочным процессом. А определение и слежение за местоположением ТС должно рассматриваться не как самостоятельная задача, а как информационная основа АСУ.

К 1995 в России году был накоплен значительный опыт разработки и эксплуатации автоматизированных систем диспетчерского управления городским пассажирским транспортом на базе использования физических устройств - контрольных пунктов, расставляемых на конечных станциях и в ключевых пунктах маршрутной сети [1,6]. Диспетчерское управление в этих системах было организовано по принципу: *"Наблюдение и контроль движения транспортных средств в отдельных точках маршрута"*.

В течение прошедших с 1995 года лет пройдено несколько этапов развития автоматизированных спутниковых навигационных систем диспетчерского управления на автомобильном транспорте. Эти этапы имели продолжительность порядка 5 лет, после чего, под воздействием «эволюционных процессов», происходил пересмотр подходов к созданию таких систем.

На первом этапе (1996-2000 гг.) были решены вопросы использования спутниковой навигационной информации в процессах оперативного анализа. Практически технология контроля в спутниковых навигационных системах первого поколения осталась прежней, т.е. движение пассажирских транспортных средств контролировалось в отдельных точках маршрута. При этом вместо физических устройств контрольных пунктов, использовались "виртуальные контрольные пункты", понимаемые как некие участки маршрута в зоне конечных станций и других ключевых точках маршрутной сети. Диспетчерское управление в спутниковых навигационных диспетчерских системах первого поколения было организовано по принципу: *"Наблюдение транспортных средств в любой точке маршрута, контроль движения транспортных средств в отдельных точках маршрута"*.

Уже в навигационных системах первого поколения были разработаны объективные методы учета объемов и качества выполненной транспортной работы на основе обработки данных спутниковой навигации. Эти данные стали единственным источником первичной информации для подведения итогов работы за каждые оперативные сутки и начисления заработной платы водителям за выполненную транспортную работу.

Для обмена данными между диспетчерской системой и контролируемыми транспортными средствами, а также для

голосовой связи, использовалась специализированная радиоаппаратура УКВ диапазона. С точки зрения архитектуры, проектируемые системы создавались на базе локальной вычислительной сети центральной диспетчерской станции города по технологии «файл-сервер» и не имели возможности работать в корпоративной сети.

К основным задачам второго этапа (2001-2005 гг.) следует отнести:

- отработку технологий автоматизированного диспетчерского управления;
- обеспечение возможности санкционированного доступа к информации для широкого круга специалистов и руководителей транспортных предприятий, а также для руководителей транспорта городской администрации;
- организацию передачи отчетных данных транспортным предприятиям на принципах «безбумажной» технологии.

Решение данных задач потребовало перейти к разработке систем на основе архитектуры «клиент сервер». Были также уточнены и регламентированы требования к спутниковым навигационным приемникам для автомобильного транспорта.

На третьем этапе, основными факторами, которые оказали влияние на вновь создаваемые системы и потребовали очередного пересмотра базовых технологических решений, явились развитие и широкое распространение средств сотовой связи и передачи данных (GSM/GPRS), а также использования высокоскоростных каналов передачи данных через Интернет. Среди основных мероприятий, которые были проведены, отметим:

1) Разработку отечественных мобильных навигационно-связных терминалов для установки на контролируемые транспортные средства на основе аппаратуры сотовой связи и передачи данных GSM/GPRS, что позволило резко снизить стоимость бортового комплекта аппаратуры и одновременно снизить затраты на услуги мобильной связи.

2) Широкое внедрение автоматизированных систем диспетчерского управления не только на городском пассажирском транспорте, но также в дорожной отрасли и на коммунальном транспорте (Служба скорой помощи, уборки мусора, уборка улиц и

другие).

Важнейшим технологическим достижением третьего этапа явилась разработка технологии непрерывного контроля движения маршрутизированного городского пассажирского транспорта [1-3,6]. Таким образом, был обеспечен переход диспетчерского управления маршрутизированными перевозками грузов и пассажиров по принципу: *"Наблюдение и контроль транспортных средств* ***в любой точке маршрута****"*.

Была выполнена разработка ряда национальных стандартов, регламентирующих основные технологические, технические и организационные решения, касающиеся автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления на автомобильном транспорте.

Если прошедшие три этапа развития диспетчерских систем на ГПТ характеризовались внедрением и развитием технологий диспетчерского управления "вширь", то четвертый этап обусловлен необходимостью их информационной интеграции в единую АСУ перевозочным процессом, с одной стороны, и в региональную интеллектуальную транспортную систему (ITS), с другой. Речь идет об использовании спутниковой информации для решения задач, выходящих за рамки диспетчерского управления. Такая постановка лежит в русле ближайших перспектив развития навигационно-информационных систем, сервисов и оборудования в России, провозглашенных в проекте "ЭРА ГЛОНАСС":

Одним из условий реализации проекта «ЭРА-ГЛОНАСС» является обязательное оснащение автотранспортных средств, выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации, спутниковыми навигационно-коммуникационными устройствами (терминалами) ГЛОНАСС.

В настоящее время более чем в 100 городах страны успешно эксплуатируется диспетчерская система «АСУ Навигация», разработанная НПП Транснавигация. Идет постоянное наращивание ее функциональных возможностей, как за счет развития аппаратных средств, так и путем совершенствования программного обеспечения. Следует отметить разработку бортового оборудования для информационного обмена между диспетчером и водителем, реализацию функции «тревожная кнопка» для экстренного оповещения о возникновении

чрезвычайной ситуации, использование табло, устанавливаемых на остановочных пунктах, Интернета для информирования населения о движении ТС в реальном масштабе времени. Запущена новая версия программного обеспечения, базирующаяся на единой информационной платформе – электронном паспорте маршрута.

Примером интеграции в ITS города может служить система оценки скоростей транспортных потоков на улично-дорожной сети по навигационным данным о движении маршрутных автобусов [1,2,3].

Для расчета параметров транспортных потоков кроме навигационной информации привлекаются данные пространственных моделей улично-дорожной сети, маршрутной сети городского пассажирского транспорта. В качестве механизма расчета используются математические модели, описывающие соотношения между скоростью транспортных средств городского пассажирского транспорта и скоростью других участников транспортного потока. Наметившееся значительное расширение круга решаемых технологических задач на базе ресурсов автоматизированных спутниковых навигационных систем потребует реализации обмена данными борта со стационарными объектами по специализированным «технологическим» каналам мобильной связи, имеющим свои специализированные протоколы обмена данными и свои адреса передачи данных в специализированные центры обработки.

Рис.1 Составляющие АСУ перевозочным процессом

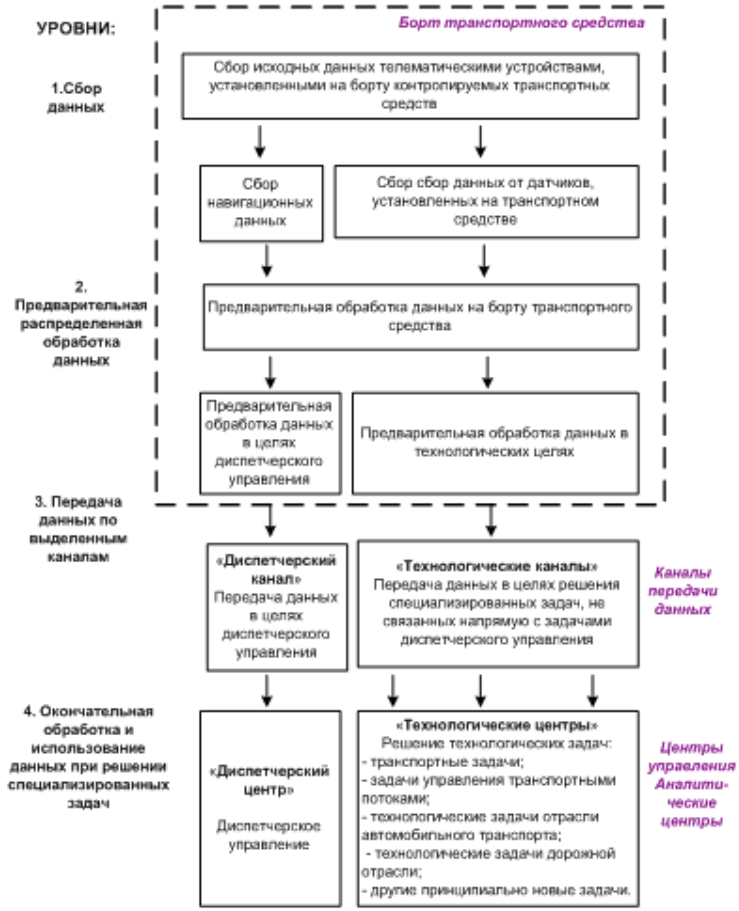


Рис.2. Схема сбора, предварительной обработки и передачи информации с использованием "технологических" каналов

Перспективная схема организации сбора, обработки и передачи информации в навигационных системах на автомобильном транспорте показана на рис. 2. Следует обратить внимание на возможность распределенной обработки данных, которая появляется с внедрением мобильного вычислительного и навигационно-связного оборудования нового поколения.

Мощность современных мобильных вычислительных устройств позволяет реализовать принципиально новые алгоритмы обработки пространственных и других данных на борту транспортного средства.

Такой подход на порядок увеличивает вычислительную мощность диспетчерских систем и позволяет за счет избыточных вычислительных ресурсов решать задачи в интересах "технологических" приложений автомобильного транспорта.

Академиком В.М.Глушковым [4] был сформулирован **принцип новых задач** - АСУ должны обеспечивать решение качественно новых управленческих проблем, а не механизировать приёмы управления, реализуемые неавтоматизированными методами. Именно этот принцип должен стать генеральным направлением при разработке диспетчерских систем нового поколения.

Литература

1.Богумил В.Н., Жанказиев С.В., Ефименко Д.Б. Телематические системы диспетчерского управления движением автомобильного транспорта, как части ИТС мегаполиса//9-я Международная научно-практическая конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах», С-Пб.,2010.

2.Богумил В.Н, Ефименко Д.Б. Использование функциональных возможностей систем диспетчерского управления пассажирскими перевозками для совершенствования информационного обеспечения систем управления дорожным движением крупного города// Ползуновский альманах, г. Барнаул № 2 2010, стр. 45-47.

3.Богумил В. Н. Оценка основных параметров транспортных потоков на улично-дорожной сети города на основе обработки навигационных данных городского пассажирского транспорта// Дисс. канд. техн. наук, М. 2011 г.

4.Глушков В. М., Введение в АСУ, 2 изд., К., 1974; Жимерин Д. Г., Мясников В. А., Автоматизированные и автоматические системы управления, М., 1975.

5.Постолит А.В., Власов В.М., Ефименко Д.Б. Информационное обеспечение автотранспортных систем: Учебное пособие/ МАДИ(ГТУ); Под. ред. В.М. Власова.-М., 2004. –242 с.

6.Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: ЭКО-Тренд, 2003.-326 с.

УДК 004.94(075.8)

Формализация, моделирование и исследование маршрутизированного ГОПТ

С.П. Трофимов, А.В. Иванов

Представлены авторская модель сети городского общественного пассажирского транспорта, алгоритм и программная реализация поиска оптимального маршрута. Проведен анализ чувствительности оптимального пути. Сформулированы критерии сравнения транспортных сетей. Разработано интернет-приложение для оценки качества сети ГОТ Екатеринбурга, а также расписания движения.

Современное общество сталкивается с постоянным увеличением объема транспортного сообщения. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, хорошо управляемую логистическую систему [1]. Совершенствование управления системой ГОПТ должно сопровождаться отслеживанием изменений во всех ее компонентах. Необоснованное применение достаточно сложных экспериментов над реальными системами ГОТ может иметь отрицательные последствия, т.к. развитие ГОТ признано в мире первоочередной и наиболее эффективной мерой борьбы с автомобильными заторами. Трудности формализации процесса движения транспортного потока, в том числе движения общественного транспорта, стали серьезной причиной отставания результатов научных исследований от требований практики. В этих условиях невозможно обойтись без математических моделей и численных экспериментов.

Существуют модели, предназначенные для прогноза транспортных и пассажирских потоков в сетях с известной геометрией и характеристиками и при известном размещении различных объектов на территории города или городской агломерации. Модели этого типа применяются для поддержки решений в области планирования развития города, для анализа последствий тех или иных мер по организации движения, выборе альтернативных проектов развития транспортной сети и др.

Задача моделирования транспортных потоков традиционно разделяется на две взаимосвязанных задачи: необходимо оценить межрайонные корреспонденции и распределить корреспонденции по транспортной сети. Для оценки межрайонных корреспонденций чаще всего применяется гравитационная модель.

Модель распределения пассажирских потоков называется моделью оптимальных стратегий, потому что пользователь ГОТ

часто принимает решение не о конкретном пути до цели, а скорее о стратегии своего поведения при достижении цели. Критерий кратчайшего пути может меняться на критерий наискорейшего достижения цели.

Для повышения привлекательности общественного транспорта требуется обеспечение удобных взаимосвязей между районами города на ГОТ, оптимизация маршрутной сети наземного транспорта, рациональное распределение по маршрутам и наличие системы информирования пассажиров о режимах работы общественного транспорта [2]. Существующие информационные системы (ИС) не предоставляют полной информации, необходимой для комфортного и эффективного использования ГОТ. Внедрение полнофункциональной ИС, позволяющего находить оптимальный по времени путь из одной точки в другую с учетом времени старта и дорожной ситуации, имело бы большой социально-экономический эффект для любого крупного города. Прототипом такой системы может являться предлагаемая модель.

Ни одна система не имеет возможности с достаточно высокой точностью прогнозировать автомобильные пробки и их поведение даже на малые периоды. Это связано со следующими свойствами транспортных потоков:

- стохастичность транспортных потоков допускает прогноз только с определенной вероятностью, так как напрямую зависят от таких случайных факторов, как погодные условия, ДТП и т.п.;
- нестационарность транспортных потоков, причем колебания их характеристик происходят как минимум в трех циклах - суточном, недельном и сезонном;
- неполная управляемость, суть которой состоит в том, что даже при наличии полной информации о потоках и возможности информирования водителей о необходимых действиях, эти требования носят рекомендательный характер, т.к.поведение каждого отдельного водителя непредсказуемо.

Таким образом, следует на самом высоком уровне признать абсолютный приоритет общественного транспорта в городских пассажирских перевозках.

Ниже предлагается модель сети ГОТ, приближенная к реальным условиям мегаполиса [3]. Модель должна предусматривать:

1) возможность просматривать каждый маршрут в виде записи последовательности остановок и в виде графического представления пути на карте города;

2) возможность просматривать ближайшее время прибытия всех маршрутов на заданную остановку;

3) возможность составления оптимального маршрута из одного пункта города в другой при заданном времени прибытия пассажира в начальный пункт; при этом должны быть показаны все пересадки в пути, затраченное время в пути и на ожидание транспорта.

Показатели работы модели, получение которых должно обеспечиваться разработанной моделью:

1) время, за которое пассажир гарантированно может добраться из одной произвольной остановки города в любую другую, при условии соблюдения расписания движения маршрутов;

2) минимально возможное количество пересадок, за которые пассажир гарантированно может добраться из одной произвольной остановки города в любую другую, при условии, что транспорт движется строго по маршруту (учитывается, что пассажир выбирает оптимальный путь с помощью модели);

3) среднее время ожидания транспорта пассажиром на остановке.

Построим множество X всех остановок, пронумерованных натуральными числами. Перегоном p_{ij} назовем участок дороги между остановками i, j, не содержащий других остановок. Перегон является направленным участком. Множество всех имеющихся перегонов обозначим P.

Пронумеруем трамвайные маршруты также натуральными числами n. Траекторией маршрута n назовем последовательность связанных перегонов

(1)

где $m(n)$ – количество остановок в маршруте n, включая начальную и конечную остановки. Траектории могут содержать повторяющиеся перегоны.

Если вагон маршрута n вышел с начальной остановки в момент времени t_{start}, то моменты его прибытия на очередные остановки задаются временной последовательностью

. (2)

Назовем графиком маршрута совокупность траектории маршрута и временной последовательности маршрута

(3)

Маршрут может иметь несколько графиков движения в пределах суток. Для математической модели (1) – (3) необходимо задать остановки, траектории маршрутов и графики движения маршрутов. Моделирование каждого из этих элементов осуществляется с помощью генератора случайных чисел с учетом заданных пользователем параметров. Результаты заносятся в базу данных с помощью *SQL*-запросов.

Допустим, на остановке А в начальный момент времени $t_{нач}$ находится пассажир, которому необходимо приехать на остановку В за минимальное время. Путь пассажира может содержать пересадки. Рассмотрим алгоритм решения данной задачи, основанный на принципе динамического программирования.

Назовем меткой $M(i)$ произвольной остановки i совокупность графика и времени прибытия на данную остановку по данному графику:

Метка остановки позволяет определить, на каком маршруте и из какой предыдущей остановки мы прибыли на остановку i. Метка с более ранним временем прибытия затирает прежнюю метку. Метки позволяют восстановить путь пассажира в обратную сторону: от остановки i до начальной остановки A. Остановка A метки не имеет.

Расстановка меток остановок осуществляется по волновому принципу: сначала рассматриваются остановки, находящиеся от A на расстоянии радиуса, равного одному перегону, затем двум перегонам и т.д. Критерий остановки алгоритма – при просмотре

всех остановок очередного радиуса ни одна из меток не изменилась.

Если конечная остановка *B* стала помеченной со временем приезда $t_{кон}$, то просмотр перегонов, исходящих из других помеченных остановок с большим, чем $t_{кон}$ временем, не производится. Допустим, при увеличении радиуса мы пришли на некоторую помеченную остановку *i*, и время новой метки хуже, чем время прежней метки $M(i)$ этой остановки. Тогда, очевидно мы сохраняем метку $M(i)$ и дальнейшее увеличение радиуса через остановку *i* не производим.

Как правило, пассажиры городского транспорта не имеют возможности влиять на составление расписания или маршрутов, а наоборот вынуждены подстраиваться под них. Для более удобного использования ГОТ пассажиру было бы полезно знать, как изменится оптимальный путь и минимальное время его прохождения при изменении начальных условий поездки. Может быть, пассажир доберется до места назначения быстрее, если перейдет на соседнюю остановку с большим количеством маршрутов? А может быть ему выйти из дома пораньше, доехать не до пункта назначения, а до соседней остановки и остаток пути пройти пешком?

Для анализа подобных ситуаций проводится анализ чувствительности оптимального решения при изменениях параметров исходной модели. В нашем случае мы определяем, как изменятся оптимальный путь и время его прохождения при изменении одного из начальных параметров поиска: пункт отправления.

Анализ чувствительности оптимального пути к возмущению времени прибытия в пункт отправления показывает, насколько изменится оптимальный маршрут, если пассажир прибудет на остановку старта раньше или позже. На рис.1 показан анализ изменения оптимального пути при изменении времени старта из начальной точки. При этом использовано реальное расписание трамвайно-троллейбусного движения г.Екатеринбурга. Исходные данные: пункт отправления *A*: ост. «Энтузиастов»; пункт назначения *B*: ост. «Мира». Результаты моделирования показывают, что на интервале от 15ч.32мин. до 21ч.32мин. минимальное время

передвижения от ост. «Энтузиастов» до ост. «Мира» изменяется от 30 мин. до 50 мин.

Рис. 1. Анализ зависимости оптимального пути от изменения времени старта

Такой анализ системы на чувствительность может помочь в решении задач по выбору оптимального расписания движения ГОТ.

Рассмотренная модель позволяет проводить анализ топологии дорожной сети ГОТ, системы маршрутов и конкретного расписания движения, а также предлагает оптимальные маршруты пассажира с учетом индивидуальных критериев. Данный подход позволяет по-новому подойти к пониманию причин возникновения "пробок" и предложить варианты их предотвращения. В частности, для ГОТ аналогом транспортных "пробок" является кратковременное переполнение транспортных единиц. С учетом личного опыта каждый пассажир выбирает для себя оптимальный маршрут. В результате особенностей распределения стартовых и конечных точек множества автономных пассажиров образуются "пробки" различной интенсивности и в неожиданных местах. Построенная модель дает возможность обосновать необходимость изменения расписания или топологии самой транспортной сети с целью уменьшения пассажирских "пробок" и тем самым повышения эффективности реальных транспортных сетей.

Литература

1.Насакин Р. Растворители пробок / Р. Насакин // Компьютера, №29(697). 2007. С. 39 – 43.

2.Усиченко Н.Г. Экономика и организация городского пассажирского транспорта / Н.Г. Усиченко. М.: Финансы и статистика, 2002. 112 с.

3.Лисиенко В.Г. Моделирование систем с использованием информационных технологий: учебн. пособие / В.Г. Лисиенко, Н.Г. Дружинина, О.Г.Трофимова, С.П. Трофимов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 440 с.