



УДК 004.01:519.8:65.01

© С. М. Бурков, Г. Я. Маркелов, И. Н. Пугачев, 2013

## **ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ГОРОДА**

*Бурков С. М.* – д-р техн. наук, проректор по научной работе, профессор кафедры «Вычислительная техника», тел.: (4212) 22-44-19, e-mail: s\_burkov@mail.ru; *Маркелов Г. Я.* – преп. кафедры «Вычислительная техника», тел. (4212) 75-78-55, e-mail: teledv@inbox.ru; *Пугачев И. Н.* – д-р техн. наук, декан ИСФ, профессор кафедры «Автомобильные дороги», тел.: (4212) 37-52-04, e-mail: IPugachev@mail.khstu.ru (ТОГУ)

Рассматривается задача управления транспортной системой города. Предлагается комплексная адаптивная система управления, содержащая несколько уровней измерения, обработки и воздействия, целью которой является обеспечение непрерывного стабилизированного процесса.

*Ключевые слова:* непрерывный трафик, адаптивные системы, интеллектуальное ядро, инфраструктурное управление, виртуальные среды, интеллектуальное управление транспортными потоками; перегруженность городских автомобильных магистралей; автоматизированные управляющие воздействия.

### **Введение**

Развитие современной цивилизации, формирование информационного общества, сопровождается технологическими тенденциями, составляющими которых, являются интеллектуальное управление транспортными потоками, умная логистика, наличие интегрированных систем автоматического и полуавтоматического принятия решений. Количество автомобилей на улицах городов непрерывно растёт, что при отсутствии систем управления комплексного сетевого уровня и ряда трансформирующих ограничительных мер неизбежно приведёт к полному транспортному коллапсу уже в ближайшее десятилетие.

В настоящее время в городе Хабаровске зарегистрировано 210 тыс. транспортных средств (ТС), при этом прирост не сокращается и достигает 30 тыс. единиц в год.

Опыт крупных мегаполисов мира (например города: Сеул, Лондон, Стокгольм, Санкт-Петербург, Москва) показывает, что строительство новых и реконструкция существующих магистралей и дорог при постоянном росте количества транспортных средств не позволяют полностью сократить разни-

цу между пропускной способностью УДС и уровнем спроса на автомобильные перевозки, т.к. ввод в действие нового участка магистрали приводит к резкому росту осуществляемых по ней перевозок (т.н. явление «отложенного спроса»).

В целом ряде случаев в международной практике проблема перегруженности городских автомагистралей решается за счёт повышения эффективности управления дорожным движением, в том числе благодаря внедрению и развитию современных интеллектуальных систем управления (ИСУ), способных обеспечить управление дорожным движением на существующей УДС без увеличения плотности дорожной сети.

Решение проблемы пробок в городе Хабаровске, возможно проведением комплекса мероприятий, направленных на формирование «Интеллектуальной системы управления дорожно-транспортным комплексом города Хабаровска», что может служить прототипом (образцом) и для других городов России.

Основными целями для развития системы городского транспорта являются: долгосрочные цели – проектирование и реализация системы интеллектуального управления, создание комплексных условий, обеспечивающих максимально эффективное управление транспортом на территории города Хабаровска. Текущие цели – оптимизация режимов движения на магистральных участках улично-дорожной сети, формирование условий, обеспечивающих жителям и гостям комфортное и безопасное перемещение по территории города.

### **Организационные решения**

Для решения поставленных целей выдвигаются задачи: формирование автоматизированных управляющих воздействий на объекты и участников дорожного движения с целью достижения максимальной эффективности перемещения по улично-дорожной сети путём оптимизации трафика между сегментами сети.

Архитектура интеллектуальной системы управления дорожно-транспортным комплексом представлена на рис. 1, в составе выделены следующие подсистемы: оценки факторов влияния, оценки интенсивности потоков, интеллектуального ядра, визуализации, оперативного управления, информационного управления, инфраструктурного управления.

**Состав исследований, задачи, реализуемые в подсистемах, взаимодействия в рамках структуры:**

1. Актуализация векторной карты схемы улично-дорожной сети с нанесением объектов динамического регулирования;
2. Создание векторной электронной карты локализованных транспортных участков и транспортных районов на территории города с отражением показателей пропускной способности элементов дорожной сети;
3. Построение математической модели транспортных связей на территории города, разработка и описание алгоритмов оптимизации;



4. Создание структурной логической схемы телекоммуникационной сети;
5. Создание топологической схемы расположения объектов системы с отражением подключения к телекоммуникационной сети;
6. Исследование транспортного спроса на участки улично-дорожной сети на основании статистического мониторинга перемещений населения по территории города;
7. Сравнительный анализ имеющихся на рынке системных и технических решений, обоснованный выбор оборудования и программного обеспечения;
8. Постановка задач и описание свойств необходимых к разработке решений;
9. Разработка и согласование с сетедержателями решений по взаимодействию сетей разных эксплуатирующих ведомств и организаций в рамках обеспечения задач подсистем интеллектуального города;
10. Определение количества и квалификации эксплуатирующего и обслуживающего персонала системы;
11. Разработка организационных мероприятий по обучению эксплуатирующего и обслуживающего персонала системы;
12. Разработка нормативных документов и регламентов взаимодействия на уровнях подсистем и участников;
13. Разработка проекта долгосрочной целевой программы по созданию, развитию и эксплуатации разрабатываемой системы;
14. Проектирование и реализация пилотной зоны системы в качестве испытательного полигона для опытно-конструкторских работ.

***Технологические решения составляющих подсистем обеспечивают:***

- распределённую инфраструктуру, обеспечивающую автономную работу сегментов в рамках транспортных районов;
- максимально возможную обработку данных непосредственно на исполнительных устройствах или промежуточных узлах.

***Функции, определенные для интеллектуального ядра:***

1. Обеспечивать приём информации из систем оценочного и измерительного уровня;
2. Определять расчётные показатели пропускной способности, интенсивности потоков, коэффициента загрузки для указанных транспортных участков;
3. Производить расчёты прогноза развития ситуации;
4. Обрабатывать данные по специальным алгоритмам, рассчитывать и предлагать новые оптимальные сценарии;
5. Производить автоматический выбор сценария управления и информирования;
6. Представлять информацию в обобщённом графическом виде, позволяющим оператору принимать решения в полуавтоматическом режиме;
7. Формировать, обрабатывать и хранить единую базу данных системы;
8. Передавать данные в геоинформационную систему (ГИС) визуализации;
9. Формировать и передавать сигналы в системы управления;
10. Осуществлять необходимые взаимодействия с подсистемами, другими системами, комплексами вышестоящего и смежного уровней.

**Функции, определенные для системы визуализации ГИС «Дорожная сеть»:**

1. Обеспечивать загрузку и обработку растровых и векторных слоёв;
2. Позволять конвертацию данных из других форматов и открытых систем;
3. Обработать статические и динамические данные;
4. Взаимодействовать с базами данных интеллектуального ядра;
5. Позволять создание произвольных интерфейсных и отчётных форм;
6. Поддерживать возможности оценки площадей и прокладки маршрутов;
7. Иметь возможность интеграции в публичные и сетевые сервисы.
8. Содержать информационные слои отражающие динамические значения показателей как получаемых, так и рассчитываемых интеллектуальным ядром, отдельно по каждому фактору влияния, расчётному показателю;
9. Иметь возможность наложения слоёв друг на друга и комплексного анализа;
10. Поддерживать возможность просмотра архивных данных за прошлые периоды.

**Функции, определенные для системы оценки факторов влияния:**

1. Сбор информации из различных источников автоматизированными электронными методами с помощью телекоммуникационных сетей;
2. Доступность оперативных данных сразу после формирования в соответствующих источниках с минимальными задержками;
3. Получение оперативных данных по зарегистрированным дорожно-транспортным происшествиям (источник ГИБДД);
4. Получение данных по произошедшим дорожно-транспортным происшествиям (источник страховые компании);
5. Получение оперативных и плановых данных по работе железнодорожных поездов (источник РЖД);
6. Получение оперативных (текущих) и прогнозных данные по погодным условиям (источник Росгидромет);
7. Получение данных о текущих и плановых работах по ремонту и обслуживанию дорог и сетей коммуникаций (источники управление благоустройства, энергоресурсообеспечения, ЕДДС);
8. Получение данных о дефектах дорожного покрытия в рамках категории требуемых ремонтных работ (источник ГИБДД, управление благоустройства, участники движения);
9. Получение данных по перекрытиям движения, изменениям маршрутов и графиков общественного транспорта (источник управление транспорта);
10. Получение данных по массовым культурным и спортивным мероприятиям (источник управления культуры, физкультуры);
11. Обмен информацией с единой дежурной диспетчерской службой города Хабаровска (ЕДДС);
12. Конвертирование данных из различных подсистем в единый формат;
13. Передачу данных для обработки в интеллектуальное ядро.



Рис. 1. Архитектура интеллектуальной системы управления дорожно-транспортным комплексом

**Функции, определенные для системы оценки интенсивности потоков:**

1. Обеспечивать сбор информации электронными методами, через телекоммуникационные сети, с помощью имеющихся и вновь создаваемых технических средств и систем;
2. Обеспечивать доступность оперативных данных сразу после формирования в соответствующих источниках с минимальными задержками;
3. Предусматривать возможность быстрого включения в систему вновь появившихся источников данных;
4. Обеспечивать возможность использования данных получаемых оборудованием фотофиксации правонарушений ГИБДД;
5. Обеспечивать возможность использования данных получаемых оборудованием видеонаблюдения УВД;
6. Обеспечивать возможность использования данных получаемых оборудованием учёта трафика и наблюдения ситуационных центров Хабаровского края, Федерального дорожного агентства, МУП НПЦОДД;
7. Обеспечивать возможность использования данных получаемых системой навигационного мониторинга ГЛОНАСС МБУ ХМНИЦ, ДВУГАДН;
8. Обеспечивать возможность использования данных получаемых о миграции абонентов сотовых сетей;
9. Конвертировать данные из различных подсистем в единый формат;

10. Передавать данные для обработки в интеллектуальное ядро.

**Функции, определенные для системы оперативного управления:**

1. Обеспечивать приём и обработку сигналов из интеллектуального ядра;
2. Преобразовывать принятые сигналы в формат исполнительных устройств;
3. Передавать управляющие сигналы непосредственно на исполнительные регулирующие устройства дорожной сети: светофоры, знаки, разметку и др.;
4. Обеспечивать визуализацию текущего состояния объектов управления;
5. Поддерживать передачу оперативной и атрибутивной информации в соответствующие слои ГИС Дорожная сеть;
6. Содержать подсистемы самодиагностики и оперативного оповещения о неисправностях.

**Функции, определенные для системы информационного управления:**

1. Обеспечивать передачу автоматических сообщений об изменении факторов пропускной способности и интенсивности на информационные табло и в сеть интернет;
2. Обеспечивать передачу произвольных сообщений формируемых оператором на информационные табло и в сеть интернет;
3. Поддерживать работу специализированного интернет-раздела (сайта) системы интеллектуальный город;
4. Обеспечивать доступ к публичным элементам визуализации ГИС Дорожная сеть и информационным сервисам;
5. Поддерживать работу интернет сервисов на всех видах мобильных устройств-смартфонов;
6. Формировать и поддерживать сервисы SMS-сообщений, в том числе при активации режима фотофиксации и формировании документа (протокола, счета).

**Задачи, определенные для системы инфраструктурного управления:**

Предусматривается возможность развития дополнительных подсистем и обеспечение интеграции в единый комплекс вновь создаваемых компонентов. Состав и выделенные направления:

1. Платные участки городских магистралей
  - тарифное регулирование наполнения сегментов;
  - электронную регистрацию места и времени проезда по участку;
  - организация обработки и учёта данных;
  - поддержка системы рассылки платёжных уведомлений и системы взимания платежей.
2. Управление городскими парковками
  - обеспечивать регистрацию места и времени стоянки;
  - обеспечивать тарифное регулирование использования парковочных мест;
  - электронную регистрацию места и времени парковки по участку;
  - организация обработки и учёта данных;
  - поддержка системы рассылки платёжных уведомлений и системы взимания платежей.



3. Автоматизированное управление пассажирским транспортом
  - обеспечивать безналичную оплату проезда в зависимости от маршрута;
  - обеспечивать диспетчеризацию и регулирование движения;
  - обеспечивать учёт пассажиропотока и планирование.

**Требования к телекоммуникационной сети, обеспечивающие надежную работу системы:**

1. Обеспечивать бесперебойную оперативную передачу информации между объектами сети;
2. Иметь единую логическую структуру, построенную на технологии VPN;
3. Содержать узлы, располагаемые на территории государственных или муниципальных предприятий и учреждений города Хабаровска;
4. Преимущественно использовать каналы связи, предоставляемые ЕМТС города Хабаровска или иными сетями эксплуатируемыми муниципальными предприятиями и учреждениями города Хабаровска;
5. Иметь централизованный узел управления;
6. Поддерживать автономность работы сети в пределах транспортных районов;
7. Обеспечивать уровень защиты информации, исключающий проникновение в сеть посторонних лиц;
8. Обеспечивать взаимодействие с другими сетями в режиме получения и обмена информацией.

**Заключение**

Рассматриваемое построение комплексной ИСУ дорожно-транспортным комплексом города позволяет разбить систему на группу взаимосвязанных подсистем, работающих независимо, но формирующих единый комплекс управления. Такой подход позволяет поэтапно реализовывать задачи построения инфраструктурных решений и проводить кластеризацию задач формирования и функционирования комплекса.

**Библиографические ссылки**

1. Пугачёв И.Н., Куликов Ю.И., Маркелов Г.Я. Использование навигационных спутниковых систем в управлении автомобильными перевозками // Грузовое и пассажирское автохозяйство: Ежемесячный производственно-технический журнал для руководителей автотранспортных предприятий и начальников транспортных цехов. - Москва: Изд-во "Трансиздат", №4, 2011. - с.64-69
2. Куликов Ю.И., Пугачёв И.Н., Шпаков В.Н., Миротин Л.Б., Курганов В.М., Маркелов Г.Я., Кривко Е.В. Организация управления автомобильным транспортом: Монография. / Под ред. канд. техн. наук, доц. Ю.И. Куликова. - Владивосток: Дальнаука, 2011. – 400 с.
3. Пугачев И.Н., Куликов Ю.И. Системное регулирование транспортной деятельности в Российской Федерации // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2008. - №1(8).- С. 111-118



4. Бурков С.М. Алгоритмы и методы поэтапного формирования телекоммуникационных сетей региона. Математическая модель // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2008. - №1(8).- С. 91-100
5. Пугачев И.Н., Бурков С.М. Практическое применение модели кластерных сетевых структур в решении задач повышения эффективности функционирования транспортно-распределительных систем городов // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2010. - №2(17).- С. 121-130
6. Пегин П.А. Исследование характеристик транспортного потока на солнцепопасных участках автомобильной дороги // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2010. - №2(17).- С. 141-146

**Title: Objectives of the System Analysis and Formation Methodology of Intellectual System for the City Transportation Control**

**Authors' affiliation:**

Burkov S. M. - Pacific national university, Khabarovsk, Russian Federation

Markelov G. Ya. - Pacific national university, Khabarovsk, Russian Federation

Pugachev I. N - Pacific national university, Khabarovsk, Russian Federation

**Abstract:** The problem of the control of the city transport system is considered. An integrated adaptive control system which contains several levels of measurement, processing, and effects, the aim of which is to ensure a continuous stabilized process is proposed.

**Keywords:** continuous traffic, adaptive systems, intelligent core, infrastructure management, virtual environments, intelligent traffic management, congestion of urban highways; automated control actions.