

*Технологическая часть:*

1. Создание геоинформационных слоев маршрутной сети общественного транспорта Разработанные слои должны быть совместимы с геоинформационной системой применяемой в Администрации г. Хабаровска.

2. Создание веб-страницы маршрутной сети с отображением маршрутов, остановок, графиков движения. Веб страница должна представлять из себя законченное решение и допускать возможность прозрачной интеграции на интернет ресурсы Администрации города Хабаровска.

Итоговой оценкой эффективности должны стать качественные прогнозные индикаторы, обеспечивающие достижение поставленных целей и задач. К числу таких индикаторов предлагаются следующие: максимальный маршрутный интервал движения (мин); регулярность движения автобусов (%); тариф поездки пассажира (руб.); диспетчеризация перевозок (%) (внутрипарковая, спутниковая, наземная линейная (RFID технологии)); интерактивность движения (%); бесконтактная технологии оплаты проезда; Устав региональной ассоциации перевозчиков и т. д.

**УДК 656.057**

## **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ГОРОДА**

### **BASES OF THE DESIGNING INTELLECTUAL MANAGERIAL SYSTEM BY ROAD COMPLEX OF THE CITY**

*Пугачёв И.Н.*, профессор кафедры «Автомобильных дорог» ТОГУ,  
доктор технических наук, ipugachev@mail.khstu.ru;

*Маркелов Г.Я.*, руководитель центра космических технологий ТОГУ;

*Павленко А.А.*, старший преподаватель кафедры  
«Автомобильных дорог» ТОГУ,

(Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск)

*Pugachyov I.N.*, professor c&f. «Car roads» TOGA,

Doctor of Technical Sciences, ipugachev@mail.khstu.ru;

*Markelov Y.A.*, leader of the centre cosmic technology TOGA;

*Pavlenko A.A.*, cl. prep. c&f. «Car roads» TOGA,

(Pacific state university, Khabarovsk)

**Аннотация.** *В статье рассмотрен концептуальный подход к формированию автоматизированных управляющих воздействий на объекты и участников дорожного движения с целью достижения максимальной эффективности перемещения по улично-дорожной сети.*

**Abstrakt.** *Conceptual approach is considered In article to advantages shaping automated controlling influence on objects and participant of the road motion for the reason achievements maximum to efficiency of the displacement on is exposed-road network.*

## **Введение**

Технологические тенденции развития современной цивилизации направлены на формирование информационного общества, одним из критериев которого является интеллектуальное управление транспортными потоками, умная логистика, наличие интегрированных систем автоматического и полуавтоматического принятия решений. Количество автомобилей на улицах городов непрерывно растет, что при отсутствии систем управления комплексного сетевого уровня и ряда трансформирующих ограничительных мер неизбежно приведет 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. Учитывая устойчивую тенденцию увеличения, через 10 лет городской парк ТС может возрасти до 0,5 млн единиц. Вместе с тем в город ежедневно прибывает от 10 до 20 тыс. ТС из Хабаровского края и других регионов.

Улично-дорожная сеть (УДС) города – это исторически сложившаяся, вытянутая вдоль р. Амур, сеть улиц и дорог. Затруднения в движении транспорта обычно возникают на магистралях в утренние часы при движении ТС в центральную часть города, и наоборот.

Пропускная способность УДС в центральной части города из-за отсутствия развитого парковочного хозяйства, не соответствует существующей интенсивности движения, что является причиной возникновения затруднений в движении ТС. При воздействии внешних факторов, изменении погодных условий, возникновении аварий и дорожно-транспортных происшествий интенсивность движения снижается, что приводит к образованию заторовых ситуаций.

Одной из причин возникновения заторовых ситуаций на магистралях, помимо внешних факторов, является несогласованная работа светофорных объектов на прилегающей к магистралям территории.

Задержки в движении наземного общественного пассажирского транспорта возникают по тем же причинам.

Перегруженная УДС, все увеличивающиеся затраты времени на поездки общественным пассажирским транспортом при низком уровне комфорта, отсутствие необходимого количества машино-мест для хранения и стоянки (парковки) легковых автомобилей, отсутствие должного

контроля за соблюдением правил дорожного движения – все эти факторы не позволяют обеспечить отвечающий современным требованиям уровень транспортного обслуживания в городе Хабаровске.

Для уменьшения количества транспортных заторов объективно необходимы реконструкция наиболее загруженных участков автомагистралей, строительство многоуровневых развязок и обходов наиболее насыщенных городских зон в целях отвода из них транзитных потоков. В 2012 г. разработана долгосрочная целевая программа «Развитие улично-дорожной сети города Хабаровска на период 2012–2020 годы и на перспективу до 2025 года». Программой предусмотрено строительство новых транспортных объектов и реконструкция существующей УДС. В то же время строительные решения обладают высокой капиталоемкостью и требуют значительных затрат времени.

Опыт крупных мегаполисов мира показывает, что строительство новых и реконструкция существующих магистралей и дорог при постоянном росте количества транспортных средств не позволяют полностью сократить разницу 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 счет 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.

По инициативе администрации города Хабаровска, которая обратилась в Тихоокеанский государственный университет (ТОГУ, г. Хабаровск), было разработано техническое задание на выполнение работ по проектированию «Интеллектуальной системы управления дорожно-транспортным комплексом города Хабаровска», которое может послужить прототипом (образцом) для других городов России.

Основными целями для развития системы городского общественного пассажирского транспорта в программе обозначены: долгосрочные цели – проектирование и реализация системы интеллектуального управления и создание комплексных условий, обеспечивающих максимально эффективное управление транспортом на территории города Хабаровска, а так же 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 были выдвинуты задачи: формирование автоматизированных управляющих воз-

действий на объекты и участников дорожного движения с целью достижения максимальной эффективности перемещения по улично-дорожной сети путем оптимизации трафика между сегментами сети.

Архитектура системы представлена на рисунке 1, в составе выделены следующие подсистемы: оценки факторов влияния, оценки интенсивности потоков, интеллектуального ядра, визуализации, оперативного управления, информационного управления, инфраструктурного управления.



*Рисунок 1 – Архитектура системы*

### **Состав работ, требования к подсистемам и взаимодействиям:**

*В проекте должны быть проведены:*

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 графической математической модели транспортных связей (графов) 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 (должно подтверждаться материалами исследований).

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 должны обеспечивать:*

– распределенную инфраструктуру, обеспечивающую автономную работу сегментов в рамках транспортных районов;

– максимально возможную обработку данных непосредственно на исполнительных устройствах или промежуточных узлах.

*Интеллектуальное ядро должно:*

1. Обеспечивать прием информации из систем оценочного и измерительного уровня.

2. Определять расчетные показатели пропускной способности, интенсивности потоков, коэффициента загрузки для указанных транспортных участков.

3. Производить расчеты прогноза развития ситуации.

4. Обработать данные по специальным алгоритмам, рассчитывать и предлагать новые оптимальные сценарии.

5. Производить автоматический выбор сценария управления и информирования.

6. Представлять информацию в обобщенном 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.

*Система визуализации ГИС «Дорожная сеть» должна:*

1. Обеспечивать загрузку и обработку растровых и векторных слоев.

2. Позволять конвертацию данных из других форматов и открытых систем.

3. Обрабатывать статические и динамические данные.

4. Взаимодействовать с базами данных интеллектуального ядра.

5. Позволять создание произвольных интерфейсных и отчетных 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, расчетному показателю.

9. Иметь возможность наложения слоев друг на друга и комплексного анализа.

10. Поддерживать возможность просмотра архивных данных за прошлые периоды.

*Система оценки факторов влияния должна:*

1. Обеспечивать сбор информации из различных источников автоматизированными электронными методами с помощью телекоммуникационных сетей.

2. Обеспечивать доступность оперативных данных сразу после формирования в соответствующих источниках с минимальными задержками.

3. Обеспечивать получение оперативных данных по зарегистрированным дорожно-транспортным происшествиям (источник ГИБДД).

4. Обеспечивать получение данных по произошедшим дорожно-транспортным происшествиям (источник страховые компании).

5. Обеспечивать получение оперативных и плановых данных по работе железнодорожных поездов (источник РЖД).

6. Обеспечивать получение оперативных (текущих) и прогнозных данных по погодным условиям (источник Росгидромет).

7. Обеспечивать получение данных о текущих и плановых работах по ремонту и обслуживанию дорог и сетей коммуникаций (источники управления благоустройства, энергоресурсообеспечения, ЕДДС).

8. Обеспечивать получение данных о дефектах дорожного покрытия в рамках категории требуемых ремонтных работ (источник ГИБДД, управление благоустройства, участники движения).

9. Обеспечивать получение данных по перекрытиям движения, изменениям маршрутов и графиков общественного транспорта (источник управление транспорта).

10. Обеспечивать получение данных по массовым культурным и спортивным мероприятиям (источник управления культуры, физкультуры).

11. Обеспечивать обмен информацией с единой дежурной диспетчерской службой города Хабаровска (ЕДДС).

12. Конвертировать данные из различных подсистем в единый формат.

13. Передавать данные для обработки в интеллектуальное ядро.

*Система оценки интенсивности потоков должна:*

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 обработанием фотофиксации правонарушений ГИБДД.

5. Обеспечивать возможность использования данных получаемых обработанием видеонаблюдения УВД.

6. Обеспечивать возможность использования данных получаемых обработанием учета 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.

*Система оперативного управления должна:*

1. Обеспечивать прием 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.

*Система информационного управления должна:*

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).

*Система инфраструктурного управления* должна предусматривать возможность развития следующих подсистем и обеспечивать интеграцию в единый комплекс вновь созданных компонентов:

1. Платные участки городских магистралей:

– тарифное регулирование наполнения сегментов;

– электронную регистрацию места и времени проезда по участку;

– организация обработки и учета данных;

– поддержка системы рассылки платежных 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 учета данных;

– поддержка системы рассылки платежных уведомлений и системы взимания платежей.

3. Автоматизированное управление пассажирским транспортом:

– обеспечивать безналичную оплату проезда в зависимости от маршрута;

– обеспечивать диспетчеризацию и регулирование движения;

– обеспечивать учет пассажиропотока и планирование.

*Телекоммуникационная сеть должна:*

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*

Проектирование ИСУ дорожно-транспортным комплексом города Хабаровска с учетом ее внедрения на всей территории, по предварительным оценкам, потребует не менее трех лет при наличии необходимого финансирования. Предусматриваются следующие порядок и этапы проведения проектирования в соответствии с формируемой архитектурой:

#### *I этап*

1. Проектирование системы оценки интенсивности потоков.

2. Проектирование системы оценки факторов влияния.

3. Проектирование системы интеллектуального ядра в части приема, накопления и визуализации информации.

4. Проектирование ГИС Дорожная сеть в части визуализации данных.

5. Разработка технического задания на проектирование систем управления инфраструктурой: парковками, платными участками городских магистралей; пассажирским транспортом.

6. Проектирование пилотной зоны в части подсистем I этапа.

#### *II этап*

1. Внедрение и испытания пилотного проекта подсистем I этапа.

2. Проектирование системы интеллектуального ядра в части математической обработки информации, формирования и передачи управляющих сигналов.

3. Проектирование системы информационного управления.

4. Проектирование системы оперативного управления.

5. Проектирование пилотной зоны II этапа.

#### *III этап*

1. Внедрение и испытания пилотного проекта подсистем II этапа.

2. Внесение уточнений и корректировок в документацию по результатам испытаний.

3. Проектирование интеграции с системами управления инфраструктурой.