

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА

Михеева Т. И.

(Россия, Самара)

Проведен системный анализ предметной области «Организация дорожного движения и перевозок», построены модели улично-дорожной сети города, транспортного потока, средств организации дорожного движения. Приводится состав программного комплекса, содержащего базы данных, экспертные системы, системы моделирования, работающих в едином пространстве данных и взаимосвязей.

Введение. Потребность в увеличении затрат на развитие транспортной инфраструктуры продиктована необходимостью постоянного роста объема транспортных услуг, повышении надежности, безопасности и качества. Однако с ростом автомобилизации проявляется ряд существенных проблем: рост количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП); токсичные выбросы, шум; низкие скорости движения; заторы в часы «пик»; большие потери времени для участников движения; перепробеги, высокий расход топлива; увеличение суммарных эксплуатационных затрат на автомобильные перевозки и др. В первую очередь, указанные недостатки проявляются в местах концентрации транспортных потоков на участках сети, функционирующих в режимах, близких к пропускной способности. Как правило, это крупные города – мегаполисы – с высоким уровнем автомобилизации. Учитывая стохастическую природу дорожного движения, динамичность изменения его характеристик во времени, большую сложность представляет процесс качественной оценки и прогно-

зирования изменений дорожно-транспортных ситуаций на сети автомобильных дорог.

Качественный скачок в разработке и выпуске мощных информационных компьютерных систем, в развитии современных видов связи, эффективных навигационных систем, технических средств сбора и обработки информации о характеристиках транспортных потоков и дорожной сети диктует необходимость в активном использовании технологий интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Отдельные элементы ИТС реализованы и эффективно используются в отечественной практике [1].

Термин «интеллектуальные транспортные системы» характеризует комплекс интегрированных средств управления дорожным движением и перевозками, применяемых для решения всех видов транспортных задач на основе высоких технологий, методов моделирования транспортных процессов, программного обеспечения, организации информационных потоков в реальном масштабе времени.

Технологии ИТС имеют в настоящее время около 50 подсистем различных направлений применения, но при реализации своих функций в отдельности не могут быть в полной мере использованы потенциальные возможности каждой подсистемы как части системы [2]. Максимальный эффект от их использования может быть получен только при общей интеграции отдельных подсистем в единую систему.

Основой для создания ИТС являются существующие автоматизированные системы управления дорожным движением, системы управления движением маршрутного транспорта, автоматизированные системы обнаружения дорожно-транспортных происшествий, системы маршрутной навигации, информационные системы управления дорожной сетью и другие подсистемы управления дорожным движением и перевозками [1, 3].

Указанные системы и децентрализованные информационные базы данных объединяются для функционирования в общей ИТС по следующим структурным направлениям:

- объединение по функциональным признакам использования информационных потоков для выполнения различных функций в транспортных системах (управление движением и перевозками, информационное сопровождение водителей, пассажиров и грузов, выявление аварийных ситуаций, электронная оплата проезда и парковки и т.д.);
- объединение по институциональным признакам использования информации различными организационными структурами (органы государственной власти, органы местного самоуправления, частные фирмы и т.д.);
- интеграция баз данных от множества источников получения и обработки информации о транспортных процессах;
- интеграция во времени для отражения характеристик транспортных процессов, моделирования и анализа ситуации в реальном режиме времени.

Современные тенденции развития ИТС показывают, что одной из основных целей их функционирования является предоставление мультимодальной информации не только для управленческих структур, но и персонально участникам движения.

1. Использование системного анализа при проектировании интеллектуальной транспортной системы

Анализ и синтез сложной системы, к которым, несомненно, относится транспортная система региона, подразумевает использование системного подхода. Интеллектуальная транспортная система как сложная система характеризуется следующими особенностями:

- наличие большого числа взаимосвязанных между собой элементов;
- многомерность и иерархичность системы, обусловленная большим числом связей между элементами;
- целостность (эмерджентность) системы;
- многокритериальность, обусловливаемая имманентностью (несовпадением) целей отдельных элементов системы;

- многофункциональность элементов системы;
- управляемость;
- сложность информационных процессов.

С позиций структурно-функционального подхода ИТС можно определить как единство структуры, функций и целостности [4]. Структура характеризует элементы ИТС и их взаимодействие. Функции определяют природу связей между элементами и поведением ИТС. Целостность выражает взаимозависимость структуры и функций ИТС и проявляется в наличии у реальной системы таких свойств, которые не присущи отдельным ее элементам и не выводимы из свойств этих элементов и способов их соединения.

Интеллектуальная транспортная система г Самары, разрабатываемая в СГАУ, представляет собой сложноорганизованную систему, характеризующуюся интегральным взаимодействием следующих факторов:

- ИТС является сложной динамической иерархической и стохастической системой, состоящей из многочисленных взаимодействующих и взаимосвязанных распределенных компонентов;
- ИТС представляет собой синергию транспортных, материальных, информационных, финансовых и др. потоков и процессов, образующих адаптивную систему, включающую объект и субъект управления;
- при формировании транспортной инфраструктуры региона должна использоваться интегральная парадигма логистики, реализующая общую стратегическую или оперативную цель функционирования компонентов системы при оптимальном использовании в системе транспортных, материальных, финансовых, информационных и трудовых ресурсов и согласовании локальных критериев функционирования компонентов ИТС с глобальной целью оптимизации. Целевая функция оптимизации при этом является, как правило, многокритериальной;

- управление ИТС региона не может быть полностью формализовано (а следовательно, алгоритмизировано), что вызывает необходимость построения комплекса формализованных моделей и неформальных (эвристических) процедур и представлений;
- информационно-компьютерная поддержка функционирования ИТС должна охватывать как можно большее количество объектов и процессов управления.

Логистический подход требует развития соответствующих методик и математического аппарата, основанного на методологии системного анализа. При этом актуальными становятся постановка и решение задач в области структурного синтеза сложных систем со слабо формализуемыми внутренними связями.

Синергетический эффект при проектировании ИТС проявляется в форме организационно обусловленного перехода от инманентности к синергии за счет расширенной системной и функциональной интеграции:

- постановка проблем организации движения и перевозок;
- функциональные требования пользователей и государства;
- разработка концепции функционирования ИТС;
- определение функциональных возможностей ИТС;
- транспортная, экономическая, информационная логистика;
- разработка управленческих решений по интеграции ИТС;
- функциональная, институциональная, временная интеграция, интеграция баз данных;
- развитие подсистем в каждой функциональной группе;
- интеграция информационных потоков между подсистемами;
- реализация конкретных функций ИТС.

ИТС является синтезом субъектов и объектов логистического управления, экономически и функционально обособленных, со своими организационно-функциональными структурами и локальными критериями оптимизации функционирования, которые в общем случае могут не совпадать с глобальной целью функционирования ИТС.

2. Программно-аппаратный комплекс интеллектуальной транспортной системы

Функциональная схема ИТС представлена на рис. 1. В оперативно-дежурную часть города поступает информация от различных юридических и физических лиц, органов исполнительной власти, дорожно-патрульной службы, оперативных служб города: «01», «02», «03», «ГО и ЧС» и др. Данные записываются в соответствующие базы данных и обрабатываются по мере поступления запросов к ним.

Комплекс программных средств включает в себя следующие компоненты:

- супервизор – сервер приложений;
- оцифрованная карта города на базе геоинформационной системы MapInfo;
- единое хранилище семантических данных;
- система обработки данных;
- система генерации отчетов.

Сервер приложений – это многокомпонентная система, реализованная как набор СОМ-объектов. Основные СОМ-объекты бизнес-уровня системы:

- Административный модуль, отвечающий за настройку конфигурации системы. Осуществляет управление системой авторизации (добавление, удаление «пользователя», изменения уровня доступа), обеспечивает разграничение прав доступа \ изменения критических данных, служебно-технической информации.
- Компоненты, отвечающие за функционирование всей системы. Приложения-клиенты имеют доступ только к интерфейсу супервизора, т.е. прямой доступ к базам данных и геоинформационной системе (ГИС) невозможен. Сам супервизор также не имеет прямого доступа к уровню хранения данных, взаимодействуя с СУБДГИС посредством промежуточных интерфейсов (IDB\IMAP соответственно). Такая организация системы позволяет полноценно использовать преимущество многоуровневой архитектуры ИТС.

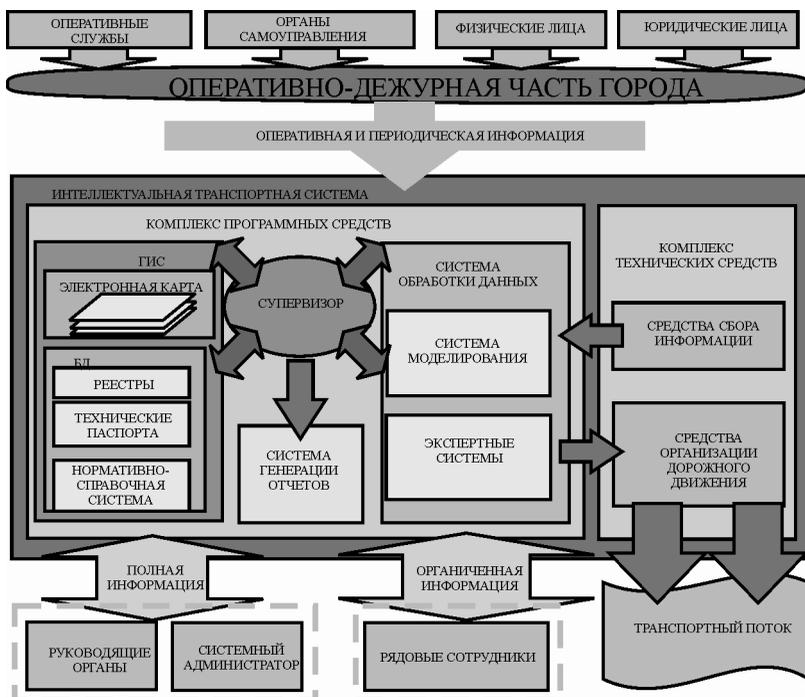


Рис. 1. Функциональная схема ИТС

- Компонент, предоставляющий доступ к СУБД через MS ADO.
- Компонент, предоставляющий доступ к ГИС. Доступ от этого компонента к ГИС осуществляется через DCOM\COM интерфейс.

Географическая информационная система – одна из подсистем ИТС, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных.

Основу информационного обеспечения подсистем ИТС составляет совокупность данных, необходимых для выполнения процесса проектирования. Реляционная модель системы затрагивает те объекты, состояние которых требуется фиксировать в *базе*

данных. Это картографические данные о геообъектах, их семантические атрибуты, справочники и некоторые дополнительные данные, необходимые для функционирования системы.

Система обработки данных включает в себя ряд подсистем, решающих задачи обработки данных, экспертизы и моделирования [5, 6, 7].

- Подсистема сбора, хранения, редактирования и обработки информации, касающейся улично-дорожной сети (УДС) и объектов на ней, содержит программные модули: «Паспортизация дороги», «Реестр дорожных знаков», «Реестр светофорных объектов», «Реестр железнодорожных переездов» и др.
- Подсистема сбора, хранения, редактирования и обработки оперативной информации: «Мониторинг оперативной информации», «Контроль за состоянием УДС», «Учет и анализ ДТП» и др.
- Подсистема генерации сводных отчетов (XML-шаблоны отчетов).
- Экспертные системы дислокации технических средств организации дорожного движения на УДС города, дислокации постов дорожно-патрульной службы, проектирования структуры светофорного цикла, прогнозирования интенсивности движения транспортных потоков.
- Системы моделирования координированного управления транспортным потоком; оптимального распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети города и др.

Комплекс технических средств включает в себя специализированные дорожные лаборатории, средства организации дорожного движения. Передвижные дорожные лаборатории осуществляют сбор и обработку информации о состоянии УДС, характеристиках транспортных потоков, параметрах ДТП и др. Технические средства организации дорожного движения включают в себя дорожные знаки и светофорные объекты, расположенные на УДС города [8]. Через комплекс технических средств осуществ-

вляется управление транспортными потоками, их оптимальное распределение на УДС, обеспеченное соответствующими модулями комплекса программных средств ИТС.

На основе анализа информации отделом ГИБДД УВД города выдаются указания, предписания и рекомендации соответствующим службам: водоканалу, муниципальным предприятиям «Самарагорсвет», «Самарские тепловые сети», «Трамвайно-троллейбусное управление», «Управление зеленого хозяйства» и др., т.е. службам, отвечающим за содержание, ремонт и реконструкцию УДС. После анализа отдаются распоряжения штабу дорожно-патрульной службы на расстановку постов в местах концентрации ДТП, другим службам по проведению мероприятий для предотвращения аварийных ситуаций в будущем, проведению исследований. По запросам формируются отчеты для вышестоящих организаций и средств массовой информации.

3. Обобщенный метод проектирования модели улично-дорожной сети

Рассмотрим подробно одну из транспортных задач – задачу управления движением и его организации на сети дорог [9, 10]. Для ее решения необходимо, прежде всего, выделить типовой элементарный участок УДС, включающий в себя перегон магистрали регулируемого движения и смежные с ним регулируемые пересечения. При этом базовой для городских условий является задача уточнения оценки параметров движения на таком элементарном участке в зависимости от состава транспортного потока, интенсивности движения, числа полос и параметров светофорного регулирования на смежном пересечении с учетом сетевых управляющих воздействий.

Представим УДС как систему и поставим задачу отыскать минимально необходимые элементы, из которых она может быть построена. Агрегатное построение модели сети позволяет рассматривать с единых позиций сети разных размеров и различных вариантов организации движения. При таком подходе достигается универсальность описания транспортного потока в сети, так как

УДС может быть разбита на стандартно описываемые элементы – участки дороги. Такими элементами в ИТС выбраны линейные участки дороги (перегоны), перекрестки дорог, пешеходные переходы и железнодорожные переезды (рис. 2). Для описания УДС с несколькими полосами движения с учетом направления движения по ним транспортного потока дополнительно введены объекты: ребро и узел (рис. 3).

Триада <участок>, <узел>, <ребро> является базисом системы. Все остальные объекты будут так или иначе привязаны к этому базису.

<Участок> – физический участок УДС, описываемый единым набором физических параметров.

<Узел> – место разделения потоков транспортных средств. Узел является вершиной графа, описывающего потоки движения транспортных средств, всегда лежит на стыке двух участков и показывает возможность движения с одного участка на другой в соответствующем направлении. Двум участкам может быть поставлено в соответствие один или два узла, в зависимости от того, есть ли движение только в одном или двух направлениях.

<Ребро> – это ребро ориентированного графа, задающее направление движения транспортных потоков на участке и содержащее соответствующие характеристики (длина ребра, интенсивность движения, плотность потока и т.п.).

С помощью данной модели может быть описана инфраструктура сколь угодно большой степени сложности. Объекты типа «участок» характеризуют проезжую часть (ее полигональную составляющую), а «ребра» и «узлы» образуют ориентированный граф, описывающий направления движения транспорта.

При проектировании системы возникла необходимость в разработке методов и программной реализации автоматического построения модели улично-дорожной сети на векторной электронной карте. Эта задача является актуальной в силу больших размеров и сложной инфраструктуры населенных пунктов, высокой трудоемкости построения модели вручную.

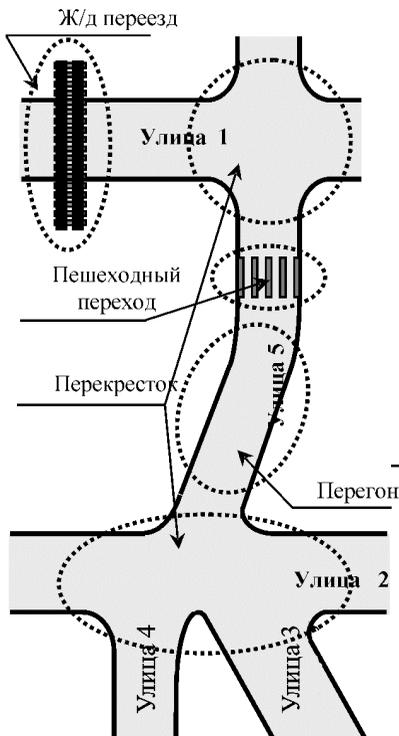


Рис. 2. Модель улично-дорожной сети

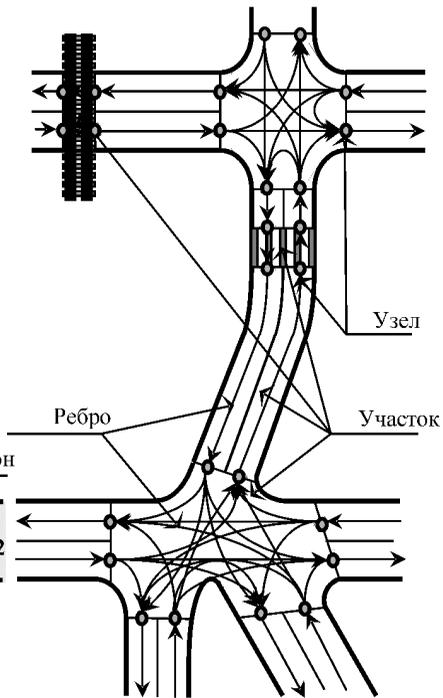


Рис. 3. Модель транспортной сети

Информационной основой для автоматического построения модели улично-дорожной сети является электронная карта, состоящая минимум из двух слоев: «проезжие части» и «осевые улицы». При наличии этих слоев выделяются участки типа «перекресток», «перегон», «начальный перегон», «конечный перегон (тупик)». Далее по полученным участкам автоматически строится граф транспортной сети. Наличие слоев «Районы», «Кварталы», «Газоны и насаждения», «Трамвайные пути», «Ж/д пути», «Остановки» и др. позволяют получить модель более близкую к реально существующей топологии, повысить адекватность модели.

В ходе решения поставленной задачи разработан математический метод выделения полигональных объектов типа «участок» из проезжих частей, произвольного вида, описываемых парами кусочно-линейных функций.

Задачей системы автоматизированного проектирования УДС является не только построение геометрического образа УДС, но и автоматическое заполнение как можно большего числа семантических атрибутов УДС и объектов, расположенных на УДС. Например, тип дорожного покрытия улицы, наличие на ней искусственного освещения, другие неизменяемые параметры участков, составляющих эту улицу, автоматически записываются в базу семантических данных каждого участка. Кроме того, автоматически вычисляется расстояние от текущего участка до перекрестка, определяется принадлежность участка административному району и т.д. Предусмотрена возможность дальнейшего редактирования автоматически полученных данных.

4. Анализ пространственно-координированной информации о состоянии дорожного движения

Методика анализа пространственно-распределенных данных об объектах дорожного движения основана на сочетании классических статистических методов, таких как корреляционный, регрессионный, дисперсионный и факторный анализ, с методами пространственного анализа с применением геоинформационных систем (картирования, генерализации, триангуляции и др. методов).

Данная методика позволяет анализировать корреляцию значений атрибутов как объектов одного класса, так и объектов двух различных классов (или в терминах геоинформатики – различных слоев). В последнем случае анализируется так называемая пространственная корреляция объектов, принадлежащих двум различным слоям. В качестве примера рассмотрим следующую задачу: провести исследование зависимости топологии дорожно-транспортных происшествий от интенсивности движения транспортного потока и геометрических параметров участков улично-

дорожной сети. Очевидно, что задача сбора и подготовки большого объема данных к виду, пригодному для анализа в масштабах современного мегаполиса, является ресурсоемкой задачей.

Для решения этой задачи в ИТС используется следующий подход

- 1) Собираются данные об интенсивности движения на узловых транспортных развязках города, строится модель улично-дорожной сети города. На основе этих данных строится модель интенсивности движения на всей УДС города (на карте появляется слой интенсивности). Затем осуществляется первичный анализ интенсивности (на карте появляется слой точек притяжения транспорта).
- 2) Собираются данные о ДТП за исследуемый период, проводится автоматизированное геокодирование этих данных (т.е. привязка к электронной карте), в результате на карте появляется слой ДТП. Затем осуществляется первичный анализ ДТП и выявляются места их концентрации – на карте появляется слой очагов аварийности.
- 3) Проводится корреляционный анализ очагов ДТП и точек притяжения.

Для решения проблемы сбора и подготовки данных, необходимых для исследования, разработаны алгоритмы, автоматизирующие геокодирование, построение моделей УДС, интенсивности, пространственного анализа [6, 7].

Подсистема ИТС, осуществляющая анализ мест концентрации пространственно-координированных объектов, способна определять области скопления объектов в пределах заданного координатами и размерами полигона. В качестве объектов могут выступать любые объекты, имеющие точечную или полигональную структуру.

В круг задач, решаемых подсистемой, входят задачи определения мест концентрации дорожно-транспортных происшествий (так называемых очагов аварийности), точек притяжения транспортных потоков, в том числе транспортных потоков, обеспечивающих грузо- и пассажироперевозки. Предоставляемые

подсистемой результаты анализа сложившейся транспортной обстановки на улицах города позволяют построить прогноз развития всей транспортной инфраструктуры, включая задачи градостроительства, строительства новых и реконструкции существующих дорог, транспортной и экономической логистики, проектирования мультимодальных терминалов и др. В подсистему также входит анализ различных алгоритмов на предмет эффективности поиска объектов на заданных входных данных. В ходе исследований выявлено, что оптимальный по скорости алгоритм поиска следует выбирать с учетом закона распределения входных данных и объема выборки.

5. Имитационная модель транспортного потока

Для поиска эффективных стратегий управления транспортным потоком необходимо учитывать широкий спектр его характеристик, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики разнородного по составу транспортного потока.

В теории транспортных потоков накоплен большой опыт исследования процессов движения. Однако общий уровень исследований и их практического использования недостаточен в силу следующих факторов:

- транспортный поток нестабилен и многообразен, получение объективной информации о нем является наиболее сложным и ресурсоемким элементом системы управления;
- критерии качества управления дорожным движением противоречивы: необходимо обеспечивать бесперебойность движения, одновременно снижая ущерб от движения, накладывая ограничения на скорость и направления движения;
- дорожные условия, при всей стабильности, имеют непредсказуемость как в части отклонения погодно-климатических параметров, так и, собственно, дороги;
- исполнение решений по управлению дорожным движением

всегда неточно при реализации и, учитывая стохастическую природу процесса дорожного движения, приводит к непредвиденным эффектам.

В связи с этим, для целей исследования и достоверного управления транспортными потоками построена имитационная модель транспортного потока. Микроскопический аспект имитационной модели выбран из-за его универсальности. Модель позволяет учесть эффект воздействия светофорного регулирования на транспортный поток, разгона/торможения транспортных средств на перекрестках, особенности левоповоротного движения и т.д. [5].

В настоящий момент в рамках ИТС ведутся следующие работы:

- 1) обработка данных, полученных в ходе натурного эксперимента, разработка алгоритма автоматического построения карты распределения интенсивностей транспортных потоков для всей УДС города (путем аппроксимации на основе данных с ключевых транспортных развязок);
- 2) выявление основных направлений движения транспорта, мест концентрации «источников» и «приемников» транспорта, коэффициентов «поглощения» транспортных средств на различных участках УДС в утренние и вечерние часы пик;
- 3) оценка текущей пропускной способности УДС.

6. Экспертные методы работы с моделями технических средств организации дорожного движения

Среди задач экспертизы, решаемых в рамках ИТС, есть задача контроля за правильностью установки того или иного технического средства организации движения согласно ГОСТ 23457–86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» [11] на улично-дорожной сети города. Для этих целей разработана логическая модель представления знаний, основанная на исчислении предикатов первого порядка.

В основе любой логической модели лежит формальная система, описываемая четверкой вида: $M = \langle Ob, R, Ax, F \rangle$ [12]. Ob – множество объектов различной природы из предметной области «Организация дорожного движения и перевозок». Множество R – множество синтаксических правил, с помощью которых из элементов Ob конструируются синтаксически правильные совокупности. В множестве синтаксически правильных совокупностей существует подмножество аксиом – Ax . Множество F есть множество правил вывода. Применяя их к элементам Ax , можно получить новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применить правила из F . Для представления математического знания в ИТС при построении логических моделей используются логические формализмы – исчисление предикатов, которое имеет ясную формальную семантику и операционную поддержку – разработанные механизмы вывода.

Проведенная формализация нормативных правил установки технических средств организации дорожного движения, согласно ГОСТ 23457–86, позволила построить предикатные функции F_i допустимости установки дорожного знака i -го типа на участок дороги s_j для каждого типа знака

$$F_i(s_j(A)) \rightarrow B \mid s_j \in S,$$

где F_i – правило установки i -го знака на участок УДС s_j ;
 S – множество участков УДС;
 A – множество атрибутов участка, на который устанавливается знак;
 B – булево множество;
 Z – множество номеров (типов) дорожных знаков.
 $\forall i \in Z$ существует функция $F_i (s_j)$ такая, что

$$F_i (s_j) \mid s_j \in S \quad \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ если установка знака типа } i \text{ на участок } s_j \text{ допустима ГОСТом 23457–86;} \\ 0, \text{ если установка недопустима.} \end{array} \right.$$

В результате формируются два непересекающихся подмножества множества U^i_0 и U^i_1 таких, что:

$$\forall S \in U^i_1. F_i(S)=1$$

$$\forall B \in U^i_0, F_i(B)=0$$

$$U^i_0 \cup U^i_1 = U$$

$$U^i_0 \cap U^i_1 = \emptyset.$$

Множество U^i_1 является множеством участков, на которых может быть дислоцирован дорожный знак i -го типа. Если участок S , на который производится установка знака i -го типа, принадлежит множеству U^i_1 , то установка считается допустимой.

Например, для установки знака 3.19 «Разворот запрещен» построенная предикатная функция имеет вид

$$f_{3.19}(A) = (NEXT.Type = \text{«Перекресток»})$$

$$(NEXT.IF_Turn_Zone = 0),$$

где $NEXT$ – следующий по направлению движения транспортного средства участок УДС, $Type$ – тип участка, IF_Turn_Zone – признак, характеризующий наличие на участке зоны для разворота.

Для знака 5.5 «Дорога с односторонним движением»:

$$f_{5.5}(A) = ((NEXT.Rows_Back=0) \vee$$

$$(NEXT.Rows_Dir=0)) \wedge$$

$$((PREV.Type = \text{«Перекресток»}) \vee$$

$$(Rows_Back <> 0)(Rows_Dir <> 0)),$$

где $PREV$ – предыдущий по направлению движения транспортного средства участок УДС, $Type$ – тип участка, $Rows_Dir$ – рядность в прямом направлении; $Rows_Back$ – рядность в обратном направлении.

Для вычисления значений функций допустимости установки дорожных знаков используются некоторые вспомогательные алгоритмы. Они предназначены для определения свойства неко-

того участка улицы, на которой расположен данный участок. Для применения предикатных функций координаты того или иного технического средства должны быть определены с точностью до 10–25 метров. Подобная точность достигается визуальной установкой дорожного знака или светофора в ГИС, что позволяет пользователю «привязать» место установки к существующим перекресткам, домам, железнодорожным переездам, иным географическим объектам, а также применить относительное позиционирование. Дислокация нового дорожного знака на участке УДС производится интерактивно.

Работа экспертной системы возможна в двух режимах: рекомендательном, когда выдается предупреждение о недопустимости установки знака, и запретительном, когда некорректная установка заблокирована (рис. 4).



Рис. 4. Схема установки дорожного знака на УДС

Система установки дорожных знаков в комплексе с другими подсистемами ИТС выполняет следующие основные функции:

- контроль правильности установки новых знаков;
- контроль правильности установки уже действующих дорожных знаков;
- оптимизация всей системы дорожных знаков города с целью устранения избыточных и противоречащих друг другу знаков.

Установка нескольких знаков на одну опору также является объектом работы экспертной системы, т.к. количество и последовательность дорожных знаков, а также применение информационных табличек строго регламентируется ГОСТ. В случае, если система запретила установку некоторого знака на конкретном участке дороги, пользователю предоставляется возможность узнать, какие конкретные пункты и правила ГОСТа не выполняются. Экспертная система позволяет эффективно и наглядно осуществлять контроль за состоянием технических средств организации движения, обеспечивать необходимый контроль за соблюдением всех ГОСТов при установке новых знаков или светофоров, создавать отчеты об их дислокации.

Заключение

ИТС является открытой системой, расширяемость ее достигнута за счет использования компонентно-ориентированного подхода к проектированию систем. Данный подход предполагает разбиение приложения на ряд независимых модулей-компонентов, а также добавление компонент, написанных другими разработчиками без их перекомпиляции.

В настоящий момент отдельные модули ИТС внедрены и используются в работе отдела ГИБДД УВД г. Самара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочерга В.Г., Зырянов В.В., Коноплянко В.И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении. – Ростов-на-Дону: РГУ, – 2001. – 108 с.

2. Jaffe R.S. The US National ITS Architecture. Part 2 – Definition // Traffic technology international, Aug/Sept, 1996. P. 58–64.
3. Артынов А.П., Кондратьев Г.А. Управление взаимодействием транспортных систем. – М.: «Наука», 1986. – 197 с.
4. Михеева Т.И., Михеев С.В. Модели наследования в системе управления дорожным движением // Информационные технологии. 2001, № 8. С. 50–54.
5. Михеева Т.И., Михеев С.В., Золотовицкий А.В. Автоматизированная система контроля и управления дорожным движением // Математика. Компьютер. Образование: сб. научн. тр. / Дубна: МГУ, – 2000. С. 207–214.
6. Михеева Т.И., Калугин Н.А., Калугин А.Н. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. / Самара: СГАУ, – 2003. С. 35–39.
7. Михеева Т.И., Ярцев В.С., Рудаков И.А. Учет дорожно-транспортных происшествий: интеграция с геоинформационной системой // Математика. Компьютер. Образование / Тезисы докладов XI международной конф. – Москва–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», – 2004.
8. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: «Транспорт», 1999. – 255 с.
9. Брайловский И.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. – М.: «Транспорт», 1978. – 125 с.
10. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. – М.: «Транспорт», 1982. – 240с.
11. ГОСТ 23457–86 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 65 с.
12. Искусственный интеллект.– В 3-х кн. Кн.2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д. А. Поспелова – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.

THE SYSTEM ANALYSIS AT DESIGNING INTELLECTUAL TRANSPORT SYSTEM OF REGION

Mikheeva T. I.

(Russia, Samara)

The system analysis of a subject domain «The Organization of road traffic and transportations » is carried out, models of a street-road network of city, a transport stream, means of the organization of traffic are constructed. The structure of the program complex containing databases, expert systems, simulation systems, the data working in uniform environment and interrelations is resulted.