

УДК 004.415.2

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

© 2015 Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 30.07.2015

В статье описывается атрибутно-ориентированная декомпозиция модели транспортного потока, определены параметры управляющих объектов урбанизированной территории, рассмотрен метод выбора релевантных параметров.

Ключевые слова: параметризация объекта, управление транспортными потоками, атрибутно-ориентированное проектирование, анализ транспортной инфраструктуры, модель транспортного потока.

Наличие эффективных методов оценки проектов развития улично-дорожной сети (УДС) урбанизированной территории необходимо для усовершенствования транспортной инфраструктуры (Три). Возможность на начальной стадии проектирования оперативно и достоверно оценить влияние изменений на УДС в целом – одна из важнейших задач, стоящих перед центрами организации движения [2, 10]. Выбор из множества вариантов развития Три требует разработки и применения моделей транспортного потока (ТП), адаптированных к реальным условиям современного города.

В управлении дорожным движением существует ряд специфических задач [6, 10], решение которых продиктовано применением технических средств организации дорожного движения (ТСОДД):

- дислокация объектов Три на УДС урбанизированной территории;
- разделение движения ТП в пространстве;
- разделение движения ТП во времени;
- факторизация ТП;
- регулирование и оптимизация скоростей;
- оптимизация стояночного режима.

Решение перечисленных задач основано на модели управляющего воздействия ТСОДД на ТП или отдельное транспортное средство. Построение такой модели требует определение вида компоновки нескольких объектов в группу и зоны распространения управляющего воздействия.

Модель управляющего воздействия ТСОДД на ТП представляется триадой:

Михеева Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, профессор кафедры информационных систем и технологий. E-mail: MikheevaTI@its-spc.ru
Михеев Сергей Владиславович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: ms140-500@yandex.ru
Головнин Олег Константинович, аспирант, ассистент кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: golovnin@bk.ru

$$M_{ув} = \langle M_{ТСОДД}, M_{КО}, M_{зуб} \rangle,$$

где $M_{ув}$ – модель управляющего воздействия технического средства организации дорожного движения на транспортный поток,

$M_{ТСОДД}$ – модель технического средства организации движения,

$M_{КО}$ – модель компоновки объектов ТСОДД,

$M_{зуб}$ – модель зоны управляющего воздействия.

Модель компоновки объектов ТСОДД описывает взаиморасположение объектов и способ их группировки для определения зоны управляющего воздействия. Светофор или дорожный знак могут, как располагаться на участке УДС в одиночном исполнении, так и быть сгруппированными. Дорожные знаки могут быть сгруппированы на одной общей опоре, на перегоне, на перекрестке.

Модель зоны управляющего воздействия характеризует часть УДС, на которую распространяется действие установленного ТСОДД. Зона управляющего воздействия определена сечением, перегонном, перекрестком, магистралью и всей транспортной сетью. Сечением назовем воображаемую линию, перпендикулярную направлению движения транспортного потока, пересекающую участок УДС. Сечение может являться верхней или нижней границей зоны управляющего воздействия. Например, зоной действия дорожного знака «Ограничение высоты» является сечение дороги, для которого существует подобное ограничение; светофор воздействует на участок, на котором он установлен – это перегон или перекресток; дорожный знак «Главная дорога» может распространять свое действие как на один участок «перегон», так и на несколько участков УДС, начиная с того участка, на котором он установлен до его отмены. Участки, на которые распространяется управляющее воздействие ТСОДД, образуют зону его действия.

По функциональному назначению модели ТП, применяемые для анализа Три урбанизированной территории, можно разделить на три класса [9]:

- прогнозные, предназначенные для оценки изменений в размещении объектов транспортного спроса;

- имитационные (модели динамики ТП), предназначенные для анализа ТП во времени;

- оптимизационные, предназначенные для усовершенствования маршрутов перевозок, светофорных циклов, конфигурации УДС.

Актуальной задачей является разработка систем автоматизированного управления Три в режиме реального времени. К такому классу систем относятся интеллектуальные транспортные системы (ИТС). ИТС, как наиболее совершенные и современные средства управления движением используют информацию с датчиков в сочетании с динамическим имитационным моделированием и базой данных объектов Три [10], обеспечивают различные человеческие и человеко-машинные взаимодействия. Важно определить динамические имитационные модели, обладающие возможностью применения в ИТС, позволяющие учитывать управляющие воздействия ТСОДД на ТП [1]. Применение моделей динамики ТП в ИТС позволит организовать эффективное управление ТП, оценить изменение скорости, плотности, интенсивности ТП, рассчитать транспортные задержки, выявить образование очередей, заторов. Сложность управляющих воздействий ТСОДД, недетерминированность их воздействия на ТП, определяют необходимость создания модели динамики ТП, ориентируясь на параметры объектов Три – атрибуты.

Значениями атрибутов в разрабатываемой модели ТП могут быть целые и действительные числа, множества чисел, символов и строк, логические величины и другие объекты, находящиеся в отношении «has-a» с объектами описываемого класса. Ограничения в системе представляют собой математические соотношения, связывающие атрибуты объекта. Соотношения в системе включают линейные и нелинейные уравнения, неравенства, логические утверждения, теоретико-множественные конструкции и табличные отношения. Совокупность ограничений задает модель объекта.

С целью разработки динамической модели ТП, подходящей для использования в разра-

батываемой ИТС и применения алгоритмов управления из [4], в соответствии с принципами атрибутно-ориентированного проектирования (рис. 1) проведена атрибутно-ориентированная декомпозиция модели ТП (рис. 2). В модели выделены атрибутные составляющие и основные макрохарактеристики ТП. Атрибутно-ориентированная декомпозиция, помимо анализа самих атрибутов, требует анализа ограничений на атрибуты. Такой анализ выполнен на основе методических документов, действующих в сфере организации дорожного движения.

Для уменьшения размерности анализируемой модели ТП, удаления нерелевантных атрибутов, решения проблемы мультиколлинеарности применяется метод выбора признаков [3]. Под мультиколлинеарностью понимается наличие сильной корреляционной связи между анализируемыми атрибутами, совместно воздействующими на целевой вектор характеристик. Такая связь затрудняет оценивание характеристик и выявление зависимости между атрибутами и целевым вектором [3, 6, 7].

Примененный метод выбора атрибутов использует модификацию генетического алгоритма, описанного в [7]:

1. Инициализация: выбор доли кроссинговера CF, создание начальной популяции моделей случайным образом.

2. Проверка условия завершения алгоритма: превышено допустимое число итераций алгоритма N или изменение суммы квадратов регрессионных остатков SSE оказалось недопустимо малым.

3. Селекция: выбирается F лучших моделей с минимальной суммой квадратов регрессионных остатков SSE.

4. Отбор: Выбирается F1 случайных моделей для скрещивания и мутации.

5. Скрещивание: каждая аллель случайным образом заполняется геном одного или другого родителя.

6. Мутация: для каждой модели в каждой аллели с вероятностью P2 происходит случайная равновероятная замена текущего гена на 0 или 1.

7. Возврат к шагу 2.

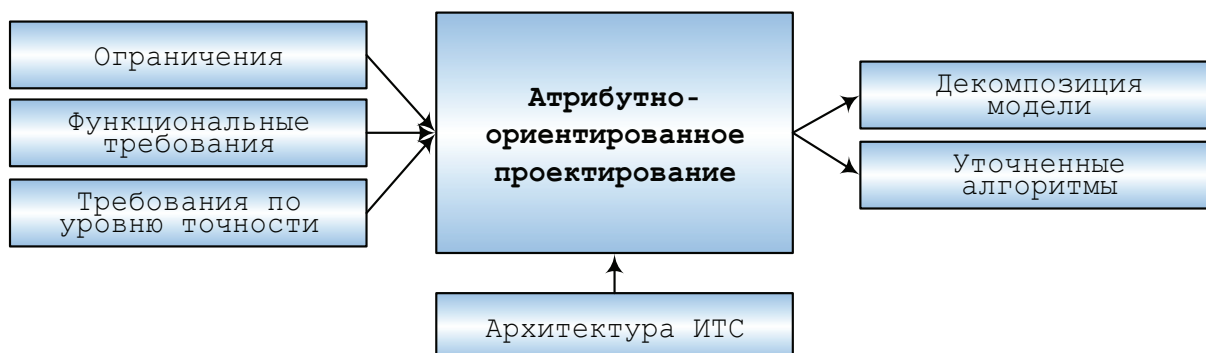


Рис. 1. Схема применения атрибутно-ориентированного проектирования

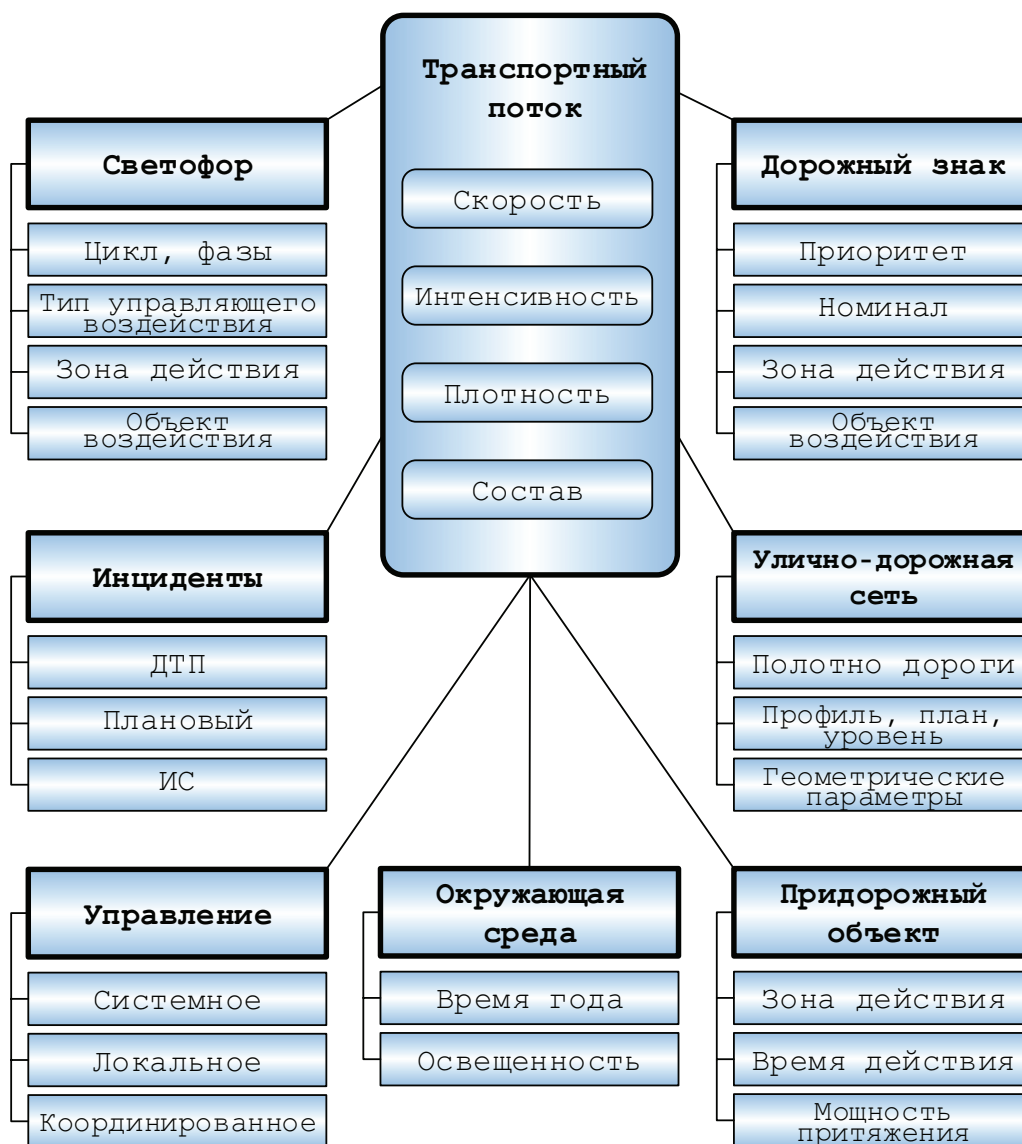


Рис. 2. Декомпозиция модели транспортного потока

На этапе подготовки данных необходимо количественно оценить качественные атрибуты модели [5]. Каждый качественный атрибут оценивается относительным показателем K , характеризующим уровень измеряемого атрибута, и вместимостью M , характеризующей сравнительную важность атрибутов. Относительные показатели K и вместимости M для каждого атрибута модели получены методом экспертных оценок.

В соответствии с методами и алгоритмами, описанными в [8], проводится обследование УДС с целью идентификации геоинформационной модели Три [10], позволяющей построить атрибутно-ориентированную модель ТП, оперирующую агрегированной атрибутной, семантической, геопространственной информацией в едином информационном пространстве ИТС.

Для сбора и обработки данных о параметрах УДС применяется система автоматизированного проектирования паспортов автодорог «Веймарк». «Веймарк» позволяет получить геопривязанную

информацию о ровности и келейности полотна автодороги (рис. 3), используя информацию с лазерного сканера передвижной автомобильной лаборатории. Фотограмметрические функции системы используются для определения ширины проезжей части (рис. 3) и габаритных ограничений по высоте.

Определение параметров улично-дорожной сети в плане, профиле и уровне выполняется модулями анализа треков перемещения передвижной лаборатории. Трек, используемый при определении атрибутов УДС, получен при помощи усреднения значений с трех GNSS-приемников и инерциальной навигационной системы.

Уровень прохождения проектной линии автодороги (рис. 4) описывает перепад высот, который должен будет преодолеть ТП, двигаясь по автодороге. В местах частой смены уровня высот происходит снижение скорости ТП.

Важным параметром, влияющим на безопасность дорожного движения, является расстояние

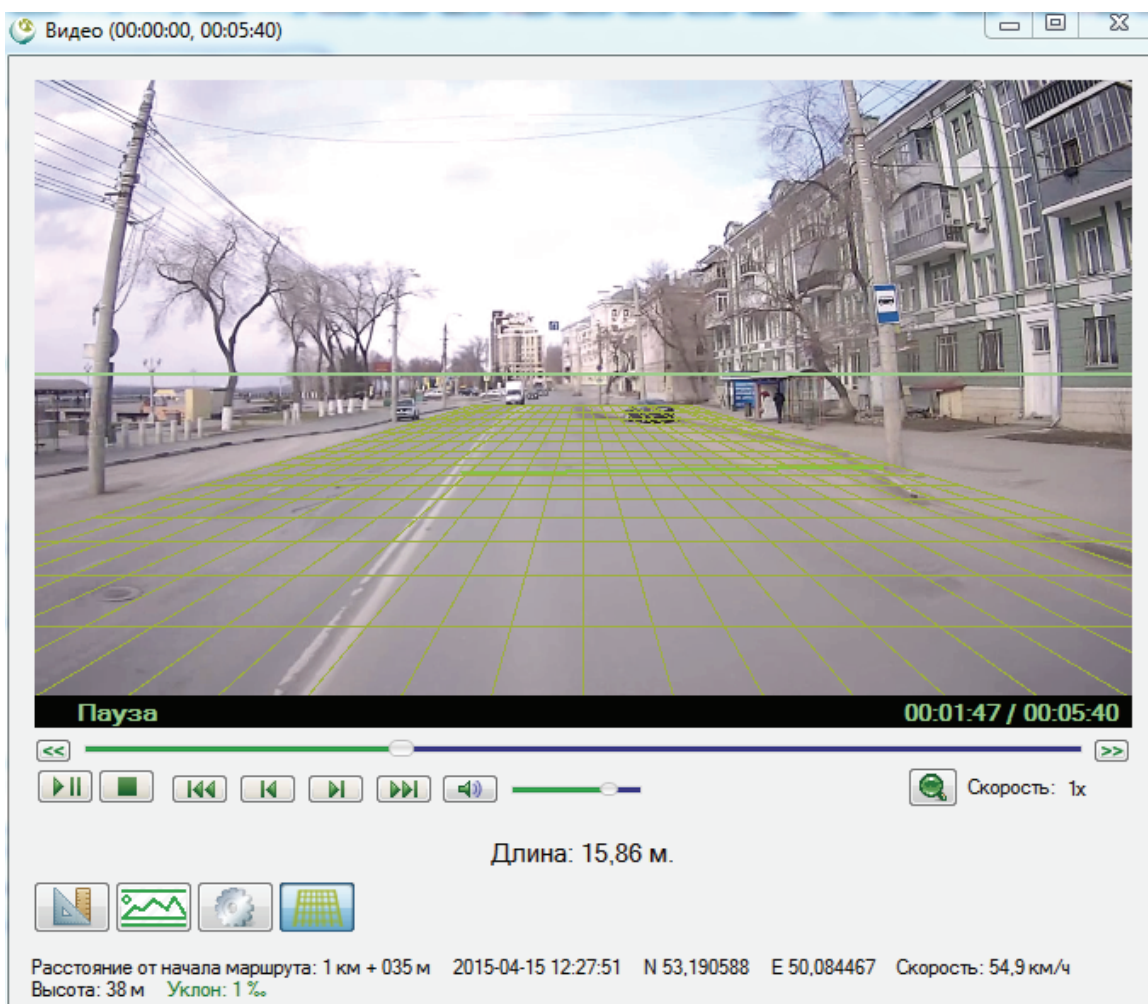


Рис. 3. Определение параметров улично-дорожной сети

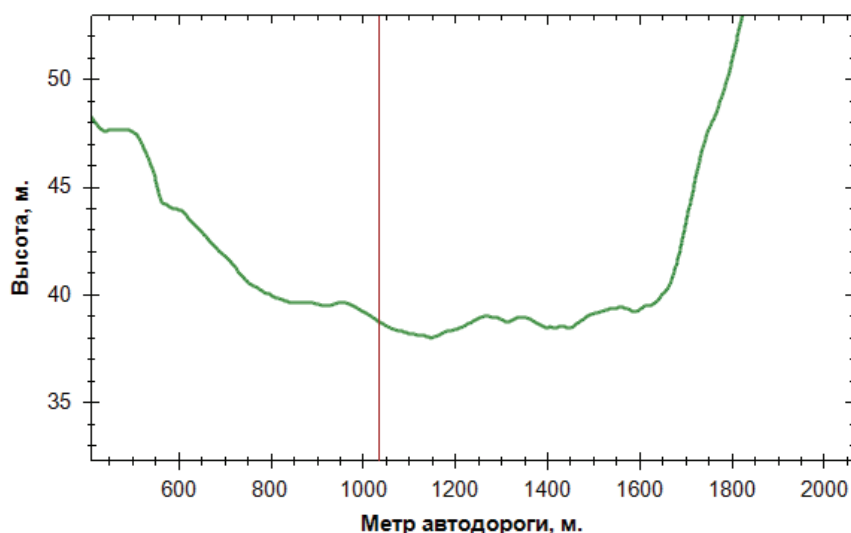


Рис. 4. Определение высотных характеристик проектной линии автодороги

видимости (рис. 5). График изменения расстояния видимости строится исходя из имеющихся данных о перепаде высот (рис. 4) и радиусах кривых автодороги в плане. Используемая в алгоритмах высота расположения глаз водителя – 1,2 м от проектной линии автодороги.

Анализ параметров управляющих объектов ур-

банизированной территории необходимо выполнить для построения динамической модели ТП, которая позволит комплексно учитывать влияние ТСОДД, других объектов Три, их управляющих воздействий на ТП, моделировать дорожное движение на микро- (транспортное средство – динамический объект) и макроуровнях с учетом управляющих воздействий.

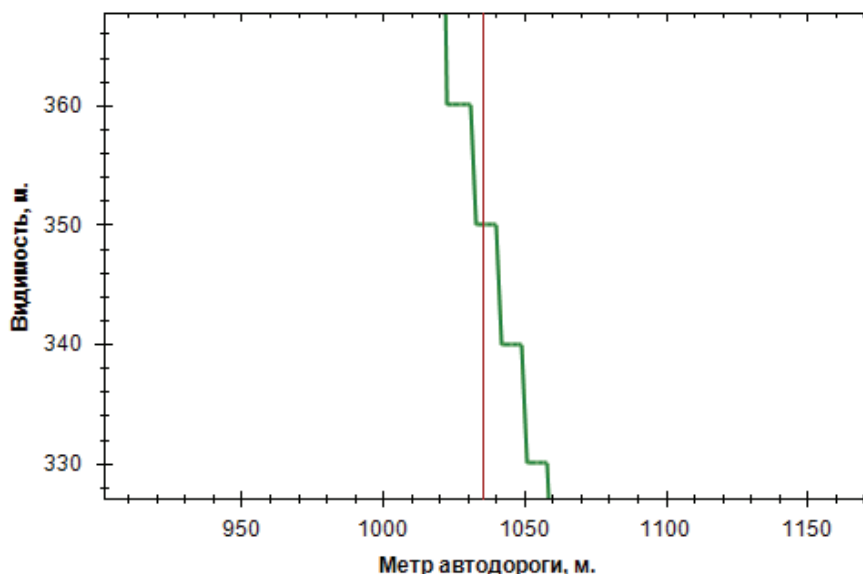


Рис. 5. Определение мест с ограниченной видимостью

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головнин О.К. Анализ транспортных моделей имитационных платформ // ИТ & Транспорт: сборник научных статей. Самара: Интелтранс, 2014. Т.1. С. 19-28.
1. Зырянов В.В. Кочерга В.Г. Моделирование транспортных потоков на городской сети // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. СПб.: СПб. ГАСУ, 2006. С. 193-197.
3. Катруца А.М., Стрижов В.В. Проблема мультиколлинеарности при выборе признаков в регрессионных задачах // Информационные технологии. 2015. №1. С. 8-18.
4. Курбанов В.Г. Алгоритм поиска оптимальных управляющих воздействий на динамические объекты // Труды СПИИРАН. 2005. №2. С. 317-327.
5. Маслов Д.А., Пашковский М.В. Параметризация расчетных моделей // Вестник гражданских инженеров. 2006. №1. С. 26-34.
6. Михеева Т.И., Сапрыкин О.Н. Идентификация зависимостей и пространственно-распределенных данных с использованием нейросетевых технологий // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2007. № 1(19). С. 40-47.
7. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. М.: ВЦ РАН. 2010. 60 с.
8. Технология Data Mining в задачах прогнозирования развития транспортной инфраструктуры [Электронный ресурс] / А.А. Федосеев, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8153> (дата обращения 12.06.2015).
9. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. 2005. №11. С. 3-46.
10. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva [et al.]. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. 164 p.

PARAMETERIZATION OF URBANIZED TERRAIN CONTROL OBJECTS

© 2015 T.I. Mikheeva, S.V. Mikheev, O.K. Golovnin

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

The article describes the attribute-driven design of traffic flow model, parameters of urbanized terrain control objects, considered method of relevant parameters selecting.

Keywords: parameterization, traffic control, attribute-driven design, ADD, analysis of transport infrastructure, traffic flow model.

Tatyana Mikheeva, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Transportation Organization and Management Department, Professor at th Information Systems and Technologies Department. E-mail: MikheevaTI@its-spc.ru
Sergey Mikheev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Transportation Organization and Management Department. E-mail: ms140-500@yandex.ru
Oleg Golovnin, Postgraduate Student, Assistant Lecturer at the Transportation Organization and Management Department. E-mail: golovnin@bk.ru