

Швецов В.Л., глава представительства «А+С Консалт», Санкт-Петербург
Ущев Ф.А., к.э.н., специалист по моделированию и прогнозированию «А+С Консалт», Санкт-Петербург

Средства моделирования PTV Vision как основа технологии управления транспортными системами

V.L. Shvetsov, the head of the representative office of «A+S Consult» St-Petersburg
Ph. A. Ushchev, PhD in economics, expert in modeling and forecasting, «A+S Consult» St-Petersburg

The PTV Vision modeling means as the basis of transport systems management technology

The paper focuses on the possible role of modeling in working out an integrated approach to transport management. It also contains a brief description of the modeling means used in the program complex PTV Vision® VISUM and argues that this product can be treated as a basis of a precise transport management technology.

Введение

Проблема разработки комплексного подхода к управлению транспортными системами¹ крупных городов, регионов и страны в целом представляется одной из наиболее актуальных для современной России. В подтверждение этой точки зрения приведем цитату из доклада Рабочей группы Президиума Государственного Совета Российской Федерации «О транспортной стратегии Российской Федерации» [1]: «Рост объемных показателей транспортного сектора привел к возникновению ряда дисбалансов в развитии

¹ Под транспортной системой в данной статье понимается организационно-техническая система, представляющая собой совокупность видов транспорта и транспортных коммуникаций, функционирующих в рамках определенной территории, а также средств управления их функционированием, направленного на достижение определенных целевых показателей, характеризующих эффективность реализации основной функции системы, которая состоит в своевременном обеспечении пространственных перемещений людей и грузов.

транспортной инфраструктуры и основных фондов в целом, которые, как показывает опыт зарубежных стран, будут усугубляться по мере экономического роста» [1].

В статье обсуждается возможная роль моделирования в разработке такой технологии. Также раскрываются некоторые возможности программного комплекса PTV Vision® VISUM, используемого для поддержки принятия решений в области управления транспортом, и обосновывается возможность создания универсальной методики управления транспортными системами на основе использования этого комплекса.

Моделирование транспортных систем как основа управления транспортом.

Транспортные системы относятся к классу сложных систем, характеризующихся большим количеством элементов и высоким разнообразием связей между ними. Эффективное управление таким объектом на основе непосредственного наблюдения его функционирования с учетом всей информации, которую теоретически возможно получить – задача такой степени сложности, которая недоступна даже высоко квалифицированному руководителю, использующему самые современные информационные и управленческие технологии. Поэтому наиболее адекватным средством описания и прогнозирования поведения такого объекта представляется моделирование.

Методология моделирования находит широкое применение практически во всех областях науки и во многих практических сферах деятельности. Несмотря на специфические особенности каждой предметной области, суть подхода едина: реальный объект управления заменяется его упрощенной копией – моделью. В качестве модели может выступать любой объект, с достаточной для целей пользователя точностью воспроизводящий свойства реальной системы. Например, это может быть математическая модель,

реализованная в виде набора формул, аналоговая модель, компьютерная программа, имитирующая поведение управляемой системы, и т.д.

С точки зрения теории, важной характеристикой качества модели является степень ее структурной избыточности, понимаемая как возможность дальнейшего упрощения модели [2]. Такое упрощение может состоять, например, в уменьшении числа необходимых элементов языка без необходимости вводить новые отношения между элементами.

На практике управленец, использующий готовую модель в качестве инструмента поддержки принятия решений, интересуется, конечно, не оптимальностью модели среди всех теоретически возможных моделей управляемого объекта, а разумной достаточностью модели для решения поставленных задач в сочетании с простотой в использовании. Единственным эффективным критерием оценки модели по этим показателям является практический опыт ее применения. Многолетняя практика пользователей пакета PTV Vision® VISUM в России и за рубежом показывает, что данный продукт вполне удовлетворяет обоим указанным требованиям.

Программный комплекс PTV Vision.

Метод компьютерного моделирования, реализованный в PTV Vision® VISUM, в наибольшей степени соответствует природе транспортной системы как объекта моделирования.

В самом деле, строгая математическая модель, построенная и исследованная аналитическим способом, позволила бы разве лишь выявить некоторые взаимосвязи между агрегированными переменными, характеризующими состояние транспортной системы. При этом результаты моделирования были бы представлены скорее в качественной, нежели в количественной форме (в виде направления связи показателей и т.д.). Однако даже сам выбор этих переменных представляет собой серьезную исследовательскую задачу. Количество показателей состояния крупной транспортной системы исчисляется тысячами, а тех алгоритмов их

классификации, выявления взаимосвязей между ними и формирования сводных показателей, которые разработаны на сегодняшний день, недостаточно для решения столь глобальной задачи.

Статистические и эконометрические модели успешно применяются при прогнозировании поведения транспортной системы в его отдельных аспектах, например, в части спроса на транспорт [3,7]. Однако корректность применения только этого класса моделей для прогнозирования поведения системы в целом вызывает сомнения. Дело в том, что всякая транспортная система обладает достаточно высокой инерцией, а многие ее элементы находятся друг с другом не только в корреляционных, но и в функционально-технологических взаимосвязях. Тем самым, транспортная система в целом как объект моделирования не всегда удовлетворяет одной из базовых предпосылок статистической методологии – предположению о статистической независимости наблюдений.

Методы экспертных оценок также не могут играть роль основного инструмента поддержки принятия решений в силу низкой степени формализации и наличия субъективных факторов.

Приведем краткое описание средств моделирования, используемых PTV Vision® VISUM. По существу, идея состоит в представлении реальной транспортной системы в виде набора лишь небольшого числа базовых объектов, связанных определенными отношениями, число видов которых также не слишком велико.

Состояние каждого объекта характеризуется набором значений некоторого количества переменных, называемых атрибутами, вообще говоря, различным для объектов разных типов.

Базовые объекты описания транспортной системы и отношения между ними приведены в табл. 1.


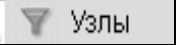

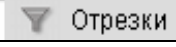

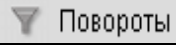

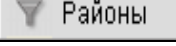



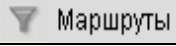
Тип объекта	Описание	Связи с другими объектами
<p style="text-align: center;"><i>Узлы</i></p>  	<p>точки пересечения транспортных коммуникаций (автомобильных дорог, железнодорожных и трамвайных путей), назначение которых состоит в модельном представлении перекрёстков. Каждому отрезку однозначно соответствует пара узлов. Соответственно, в число атрибутов каждого узла входят идентификаторы отрезков, соответствующих данному узлу, а также бинарные переменные, показывающие, является ли данный узел началом или концом данного отрезка.</p>	<p>может являться одним из концов отрезка;</p> <p>связывается с центрами тяжести прилегающих районов посредством примыканий;</p> <p>может быть носителем поворотов, остановок и других объектов.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Отрезки</i></p>  	<p>Часть пути (например, автомобильной или железной дороги), ограниченная двумя перекрёстками и не содержащая других перекрёстков. Графически представлены в виде двунаправленных дуг, причем значения некоторых атрибутов могут быть различными для разных направлений.</p>	<p>Соединяет два различных узла;</p> <p>может являться носителем других объектов (например, остановок).</p>
<p style="text-align: center;"><i>Повороты</i></p>  	<p>Набор данных, описывающих правила осуществления поворотов на данном узле</p>	<p>соответствует конкретному узлу;</p> <p>содержит данные о видах транспорта, для которых разрешен поворот;</p>
<p style="text-align: center;"><i>Районы</i></p>  	<p>Замкнутые области на карте, выделяемые по признаку использования земли по одному определенному назначению (жилой район, промышленный район и др.)</p>	<p>Центры тяжести районов связаны с прилегающими узлами посредством примыканий.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Примыкания</i></p>  	<p>Объект, связывающий районы и узлы. Содержит информацию о среднем времени пешеходного пути или поездки на индивидуальном транспортном средстве от центра тяжести района до узла и обратно. Как и отрезок, представляется в виде двунаправленной дуги.</p>	<p>Соответствует паре «узел – центр тяжести района».</p>
<p style="text-align: center;"><i>Маршруты</i></p>  	<p>Последовательности отрезков, с помощью которых на карте отображаются реально действующие маршруты общественного транспорта.</p>	<p>Состоят из узлов, в которых есть остановки, соединенных отрезками.</p>

Табл. 1. Базовые объекты PTV Vision® VISUM

Программный комплекс PTV Vision® VISUM обладает удобным и логично организованным интерфейсом (рис. 2-5), позволяет импортировать данные в форматах MS Access, SQL, Shape и других. На основе имеющихся данных с помощью PTV Vision® VISUM проводится расчет сценарного прогноза поведения транспортной системы при различных режимах ее функционирования. Например, можно оценить последствия временной блокировки линии метро, введения нового автобусного маршрута или строительства новой автодороги, причем прогнозные оценки выражаются в терминах четко интерпретируемых количественных показателей.

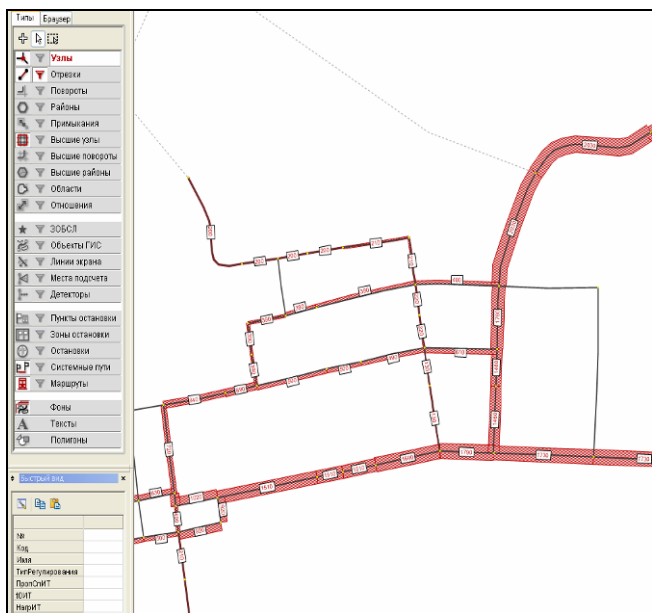


Рис. 2. Транспортная модель г. Ишим

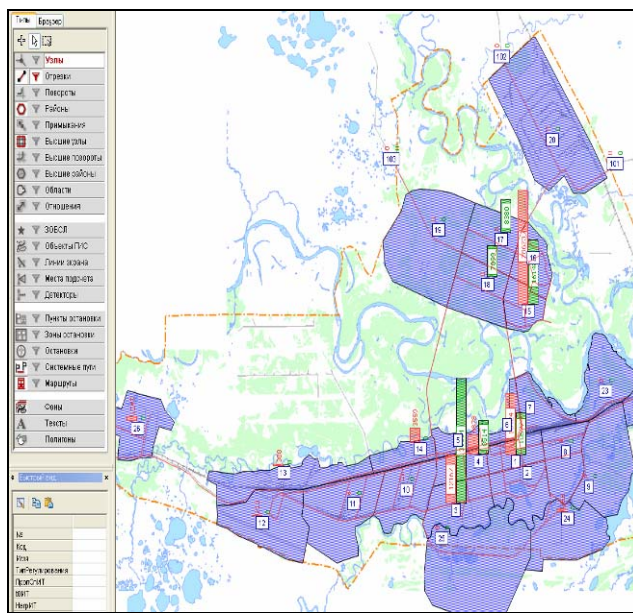


Рис. 3. Транспортная модель г. Новый Уренгой

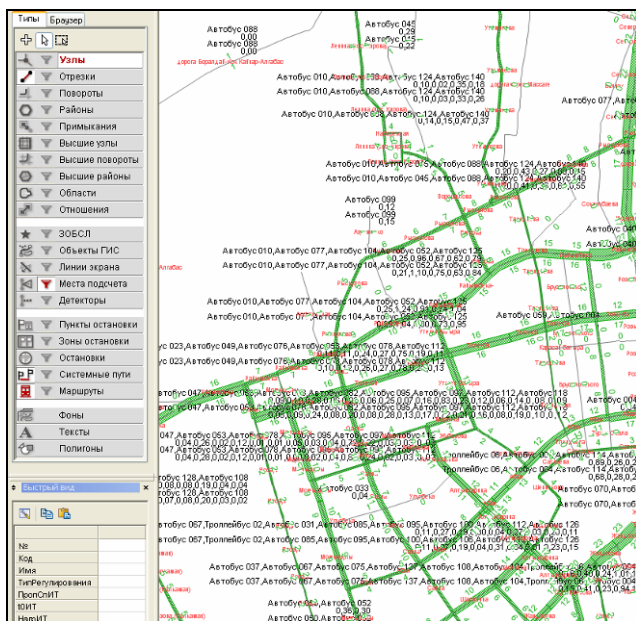


Рис. 4. Транспортная модель г. Алматы

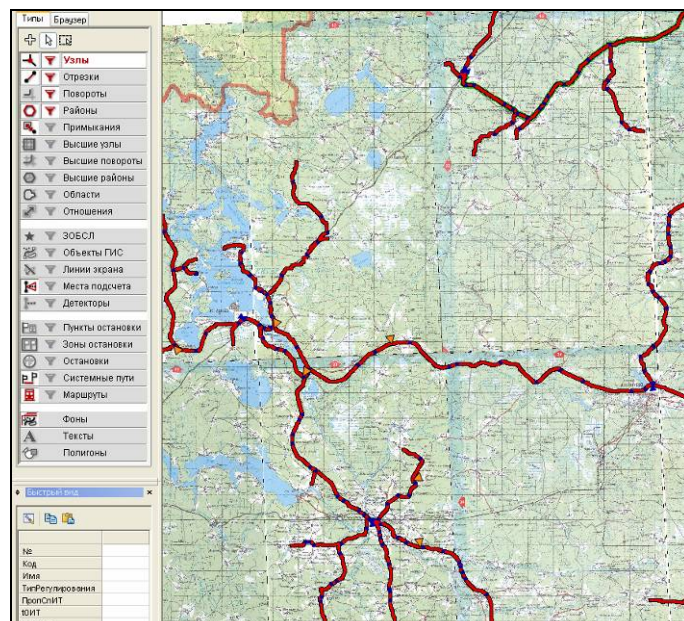


Рис. 5. Транспортная модель Тверской обл.

Выводы

Программный комплекс PTV Vision® VISUM, с одной стороны, позволяет получить системное представление и сценарные прогнозы поведения транспортной системы на макроуровне (город, регион), проводить расчет реального процесса функционирования транспортной системы в различных условиях на основе компьютерной модели. Этим обеспечивается достоверность и непротиворечивость результатов моделирования. С другой стороны, сами используемые средства моделирования достаточно наглядны, просты и естественны с точки зрения восприятия пользователя. Именно это свойство позволяет говорить о высокой эффективности комплекса PTV Vision® VISUM не просто как средства изучения процесса функционирования транспорта, но именно как средства поддержки принятия решений, составляющего основу комплексной технологии управления крупными транспортными системами.

Литература

1. Доклад Рабочей группы Президиума Государственного Совета Российской Федерации « О транспортной стратегии Российской Федерации». – М.: 2003.

2. *Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года.- М.: 2005.*
3. *Лозе Д. Моделирование транспортного предложения и спроса на транспорт для пассажирского и служебного транспорта – обзор теории моделирования // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов седьмой международной научно-практической конференции. СПб гос. архит.-строит. ун-т. СПб, 2006 – 544 с.*
4. *Олецко Е.М., Бёттгер К. Экспериментальная разработка транспортной модели в Санкт-Петербурге (на примере Василеостровского района) // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов седьмой международной научно-практической конференции. СПб гос. архит.-строит. ун-т. СПб, 2006 – 544 с.*
5. *Чернов. В.П. Математическое и компьютерное моделирование экономической динамики. - СПб.: Наука, 2000.*
6. *Швецов В.Л., Андреева Е.А. Управление транспортной системой на основе компьютерной модели PTV VISION ® VISUM // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов седьмой международной научно-практической конференции. СПб гос. архит.-строит. ун-т. СПб, 2006 – 544 с*
7. *Lohse, D.: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 2. Aufgabe, Berlin, Verlag für Bauwesen GmbH, 1997*