

Феофилова Анастасия Александровна
Feofilova Anastasia Aleksandrovna
Ассистент / Assistant

Фиалкин Вячеслав Владимирович
Fialkin Viacheslav Vladimirovich
Ассистент / Assistant

Ростовский государственный строительный университет
кафедра Организации перевозок и дорожного движения
Rostov State University of Civil Engineering
Traffic and transport safety department
05.22.10 Эксплуатация автомобильного транспорта
E-Mail: opdrgsu@mail.ru

Изучение параметров моделей для динамической маршрутизации транспортных потоков

The research of route choice model's parameters in dynamic route guidance

Аннотация: В статье приведен анализ параметров динамических моделей, используемых при маршрутизации транспортных средств, назначаемых пользователем. Также сформулированы правила оценки поведения водителя при динамическом перераспределении транспортных потоков.

The Abstract: The user-defined parameters of route choice in AIMSUN are analyzed. The percentage of assigned vehicles that use the path for a selected origin/destination and Route Choice Cycle are defined. Some if-then rules of driver behavior model are suggested.

Ключевые слова: Моделирование дорожного движения, модели выбора маршрута, динамическое перераспределение транспортных потоков.

Keywords: Traffic simulation, route choice models, dynamic route guidance.

На уровне большого города или его крупного района транспортная динамика есть результат тысяч или, в некоторых случаях, миллионов индивидуальных решений о перемещении людей и товаров между пунктами назначения. Каждое такое решение основано на неполной информации о состоянии транспортной системы в целом. Поскольку полное знание о каждом состоянии транспортного потока в настоящий и последующие моменты времени получить невозможно, стратегии управления, основанные на "знании" будущего состояния системы, могут основываться на свойствах стремления системы к *самоорганизации*. Это значит, что меры по управлению движением будут иметь тенденцию к "уравновешиванию" паттернов движения (система "гасит" перегрузку одних своих частей, а недогруженные части системы "догружает"). Но все же и в этом случае невозможно прогнозировать поведение отдельного водителя на сети (то, как долго он будет придерживаться назначенного маршрута движения). А это означает, что ни водитель, ни компьютерная система управления не смогут решить, который же из возможных путей мог бы действительно быть самым коротким или наилучшим.

Таким образом, эта возрастающая непредсказуемость и является камнем преткновения, который препятствует дальнейшему развитию. [3]

Надежное функционирование транспортной инфраструктуры крупных городов в настоящее время во многом связывают с активным управлением информационными ресурсами транспортных сетей.[2] Создание механизмов информационного сопряжения подсистем ИТС (рис.1.) [1, 4] города приобретает также особую актуальность и в задачах удовлетворения потребностей участников дорожного движения. Информация, таким образом, рассматривается важнейшим ресурсом эффективного управления движением транспортных потоков, реализуемого в ИТС.

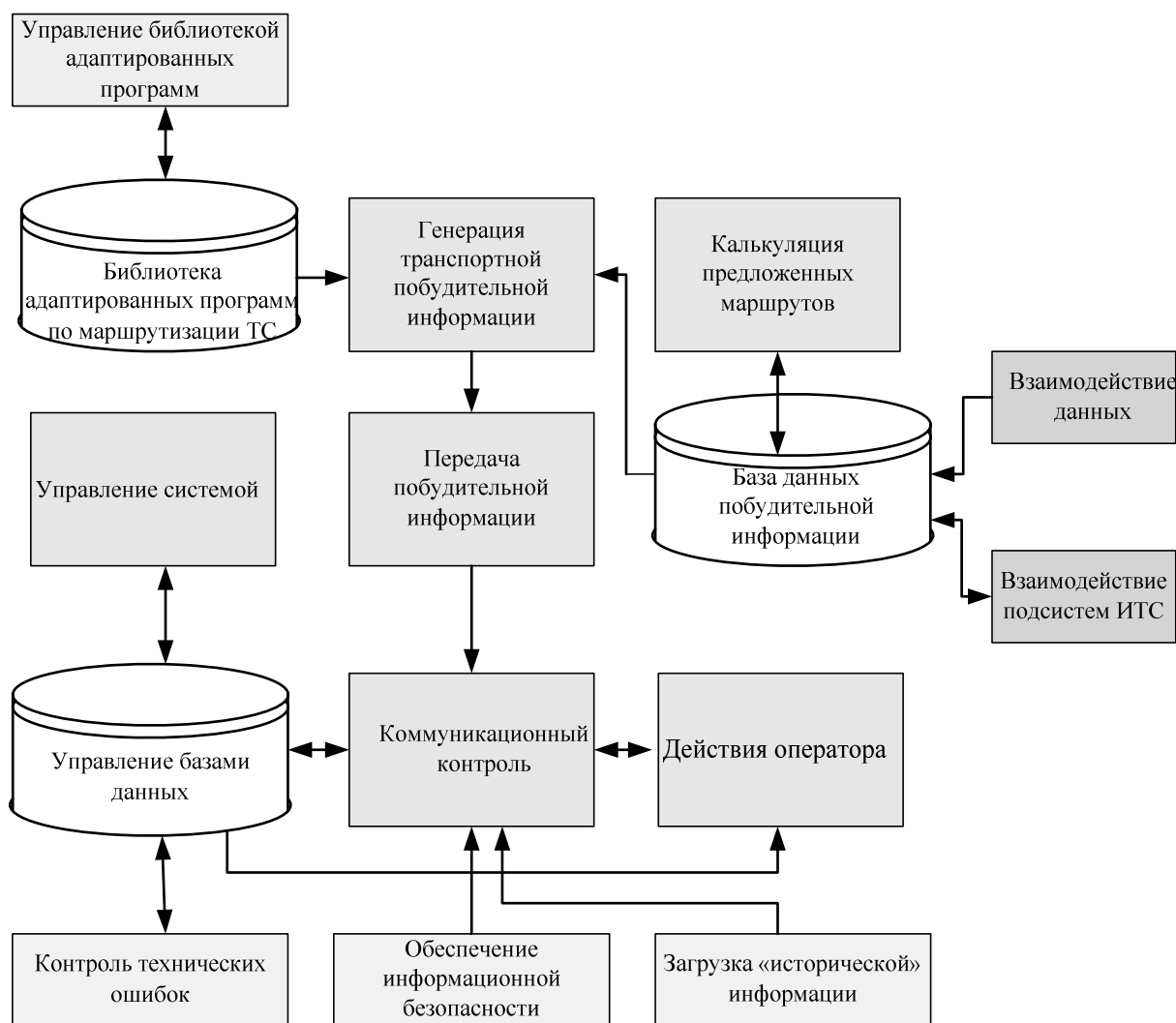


Рис.1. Механизмы информационного сопряжения подсистем ИТС

Для осуществления косвенного управления транспортными потоками города с помощью информации необходимо обеспечить взаимосвязь систем получения, передачи, обработки и отображения данных, которые будут использоваться при оперативном управлении и прогнозировании.

Один из методов решения проблемы обеспечения надежного функционирования транспортной инфраструктуры заключается в выстраивании последовательности действий так, чтобы можно было решать возникающие проблемы последовательно [3], а нагрузку на элементы транспортной сети снижать посредством перенаправления транспортных потоков на менее загруженные участки **принудительно**.

Наиболее простой способ распределения корреспонденций по сети - наложение каждой корреспонденции на оптимальный (кратчайший) маршрут, соединяющий два района. Более развитые модели вычисляют самые короткие маршруты и рассеивают корреспонденцию по этим маршрутам. Однако эти методики, не учитывают важных факторов, влияющих на выбор маршрутов движения: выбор маршрута некоторыми пользователями увеличивает загрузку элементов сети, входящих в данный маршрут. Это приводит к увеличению времени проезда и влияет на оценку и выбор маршрутов другими водителями. Т.е. выбор одних участников движения влияет на выбор других.[3]

С точки зрения транспортного процесса, наиболее важными параметрами являются время движения или стоимость поездки, которые отражают несовершенство организации движения транспортных потоков. Наиболее общая концепция моделей выбора маршрута предлагает принимать стоимость всей поездки как сумму стоимостей прохождения каждого этапа поездки.

$$CP_i = \sum_{link \in Path_i} Cost_j \quad (1)$$

В свою очередь, стоимость прохождения каждого этапа поездки состоит из его начальной стоимости $IniCost_j$ и стоимости, рассчитываемой с учетом динамически поступающих данных, $DynCost_j$:

$$IniCost_j = TravelTFF_j + TravelTFF_j * \varphi * (1 - CL_j / CL_{max}) + \tau * UserDefCost_j \quad (2)$$

$$TravelTFF_j = L_s / V_{s\lim} + L_t / V_{t\lim} \quad (3)$$

$$DynCost_j = EstimatedTravelTFF_j + EstimatedTravelTFF_j * \varphi * (1 - CL_j / CL_{max}) + \tau * UserDefCost_j, \quad (4)$$

где $TravelTFF_j$ - теоретическое время прохождения j-го участка пути в свободных условиях движения, ч;

L_s - длина j-го участка сети, м;

L_t - длина поворота., принадлежащего j-му участку сети, м;

$V_{s\lim}$ - скорость движения, допустимая на j-м участке сети, км/ч;

$V_{t\lim}$ - скорость движения, допустимая на повороте, принадлежащем j-му участку сети, км/ч;

φ - параметр, оценивающий вес пропускной способности участка сети дорог;

CL_j - пропускная способность j-го участка сети дорог, ед/ч;

CL_{max} - теоретическая максимальная пропускная способность участков сети дорог, ед/ч.

$\tau * UserDefCost_j$ - часть функции, назначаемая пользователем

Стандартный алгоритм динамического перераспределения транспортных потоков можно представить в виде последовательности четырех действий:

1. Расчет начальных путей движения, наименьших по стоимости, на основе функции $IniCost_j$
2. Перерасчет маршрута движения с учетом одного из вариантов частных моделей выбора маршрута движения
3. Динамический расчет путей движения, наименьших по стоимости, на основе функции $DynCost_j$
4. Перерасчет маршрута движения при введении, в случае необходимости, динамического перераспределения транспортных потоков

В ходе изучения моделей выбора маршрута движения, было установлено, что наибольший интерес представляют те параметры модели, которые назначаются пользователем – цикл расчета нового маршрута, вес - параметр, оценивающий вес пропускной способности участка сети дорог, доля водителей транспортных средств, руководствующихся персонифицированной побудительной информацией. Также, среди ключевых факторов, влияющих на выбор того или иного маршрута можно выделить количество альтернативных маршрутов, рассчитанных и рекомендованных программой (AIMSUN), расчетное время, затраченное на поездку по маршруту.

В программе AIMSUN был проведен эксперимент по моделированию дорожного движения, в котором оценивалось изменение качества дорожного движения при условии, что 50% или 100% транспортных средств, руководствуются оперативной персонифицированной дорожной информацией, предоставляемой с помощью знаков с изменяющимися сообщениями. В качестве моделей выбора маршрута движения были выбраны модель фиксированного выбора маршрута, модель логит-преобразования. Результаты эксперимента по моделированию дорожного движения при использовании моделей выбора маршрута движения приведены в Табл. 1 и Табл. 2. На основании данных, полученных в процессе моделирования, можно сделать вывод: *на участках сети дорог, при уменьшении времени пересчета альтернативного пути движения возрастает вероятность выбора наименьшего по стоимости пути за промежуток времени, равный циклу расчета нового маршрута.* Следовательно, пиковая нагрузка на элементы транспортной сети снижается в кратчайшие сроки.

Таблица 1

Определение влияния цикла расчета альтернативного пути на выбор маршрута
в модели логит-преобразования

Количество транспортных средств, руководствующихся информацией о выборе маршрута, %							
50				100			
$\varphi = 100$							
Цикл расчета нового маршрута, мин	Маршрут	Стоимость маршрута	Количество транспортных средств, выбравших данный маршрут, %	Цикл расчета нового маршрута, мин	Маршрут	Стоимость маршрута	Количество транспортных средств, выбравших данный маршрут, %
1	2	3	4	5	6	7	8
3	A	max	11	3	A	max	1
	B	min	89		B	min	99
5	A	max	10	5	A	max	0
	B	min	90		B	min	100
10	A	max	63	10	A	max	0
	B	min	36		B	min	100
15	A	max	19	15	A	max	0
	B	min	80		B	min	100
20	A	max	42	20	A	max	0
	B	min	58		B	min	100

Таблица 2

Определение влияния цикла расчета альтернативного пути на выбор маршрута
в модели логит-преобразования

Количество транспортных средств, руководствующихся информацией о выборе маршрута, %							
50				100			
$\varphi = 1$							
Цикл расчета нового маршрута, мин	Маршрут	Стоимость маршрута	Количество транспортных средств, выбравших данный маршрут, %	Цикл расчета нового маршрута, мин	Маршрут	Стоимость маршрута	Количество транспортных средств, выбравших данный маршрут, %
3	A	max	36	3	A	max	31
	B	min	34		B	min	68
5	A	max	31	5	A	max	35
	B	min	68		B	min	65
10	A	max	39	10	A	max	34
	B	min	61		B	min	66
15	A	max	37	15	A	max	39
	B	min	63		B	min	61
20	A	max	36	20	A	max	37
	B	min	64		B	min	63

К тому же, в результате проведения экспериментов по определению влияния пользовательских параметров модели на выбор маршрута были сформулированы правила по оценке поведения водителя, представленные в таблице 3. Дальнейшее изучение и проработка выдвинутых правил позволит разработать методические рекомендации по использованию побудительной информации при динамическом перераспределении транспортных потоков.

Таблица 3

Правила по оценке поведения водителя при динамической маршрутизации

Категория	Условие	Заключение
1	2	3
Время передвижения по маршруту, рассчитанное программой (ТТ)	Если ТТ очень велико (VL)	Водитель выберет альтернативный маршрут (O)
	Если ТТ велико (L)	Водитель, вероятно, выберет альтернативный маршрут (PO)
	Если ТТ среднее (M)	Водитель безразличен к выбору маршрута (I)
	Если ТТ мало (H)	Водитель, вероятно, не выберет альтернативный маршрут (PN)
	Если ТТ очень мало (VH)	Водитель, не выберет альтернативный маршрут (N)
Сложность маршрута (NN)	Если NN очень низкая (VL)	Водитель выберет альтернативный маршрут (O)
	Если NN низкая (L)	Водитель, вероятно, выберет альтернативный маршрут (PO)
	Если NN средняя (M)	Водитель безразличен к выбору маршрута (I)
	Если NN высокая (H)	Водитель, вероятно, не выберет альтернативный маршрут (PN)
Побудительная информация (Y) для руководящихся ею водителей	Если (Y) «Маршрут рекомендуется» (RR)	Водитель выберет альтернативный маршрут (O)
	Если (Y) «Маршрут был рекомендован» (RWR)	Водитель, вероятно, выберет альтернативный маршрут (PO)
	Если (Y) «Маршрут не рекомендуется» (RNR)	Водитель, не выберет альтернативный маршрут (N)
Побудительная информация (Y) для <i>не</i> руководящихся ею водителей	Если (Y) «Маршрут рекомендуется» (RR)	Водитель, вероятно, выберет альтернативный маршрут (PO)
	Если (Y) «Маршрут был рекомендован» (RWR)	Водитель безразличен к выбору маршрута (I)
	Если (Y) «Маршрут не рекомендуется» (RNR)	Водитель, вероятно, не выберет альтернативный маршрут (PN)

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырянов В.В., Кериди П.Г., Гусейнов Р.А. Применение микромоделирования для прогнозирования развития транспортной инфраструктуры и управления дорожным движением/ Дороги России XXI века//М.- №3, 2009.- с. 37-40
2. Зырянов В.В., Кочерга В.Г., Поздняков М.Н. Современные подходы к разработке комплексных схем организации дорожного движения/ Транспорт Российской Федерации//СПб. - №1, 2011. – с. 28-33
3. Семенов В. В., Математическое моделирование транспортных потоков. Обзорный реферат. - М., 2003. - 26 с.
4. Guan Jizhen, Zheng Changqing, Zhu Xueliang, Liu Jinkun, Wang Yisheng, Qiao Liang, Ji Yanling, VMS Release of Traffic Guide Information in Beijing Olympics - journal of transportation systems engineering and information technology Volume 8, Issue 6, December 2008