

рек Бий-Хем, Каа-Хем и Хемчик во многом определяются притоками, расположенными на данной высоте. Подчеркнем, что указанная область высот принадлежит так называемому среднегорному поясу, который занимает большую часть территории Тувы и играет существенную роль в формировании природных особенностей Тувы.

Литература

1. Калуш Ю.А., Логинов В.М., Чупикова С.А. Использование технологий ГИС при анализе фрактальных характеристик речной сети Тувы // Геоинформатика. 2005. № 4. С. 31 – 40.

2. Пат. 2006611604 Российская Федерация. Программа для ЭВМ «Фрактальная размерность речной сети» / Калуш, Ю.А., Логинов, В.М., Чупикова, С.А.; заявитель и правообладатель Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов, Сибирское отделение Российской академии наук – № 2006610092 ; заяв. 10.01.06 ; зарег. 12.05.06.

ОБЗОР МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА МАКРО- И МИКРОУРОВНЕ

Н.В. Каплун, А.В. Матюшин, Н.С. Мирза, А.В. Скворцов

Томский государственный университет

В соответствии с принятыми в Российской Федерации СНиП оценки интенсивности выполняются согласно «Руководству по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» [1]. По сути, в нём рекомендуется брать обобщённые нормативные характеристики типичного населённого пункта и, исходя из этого, оценивать количество передвижений на автомобиле. При этом практически игнорируется реальная структура транспортной сети, а транспортный поток представляет собой стационарное явление, обладающее рядом характеристик. Такой подход называется *макромоделированием*. Другим подходом к оценке интенсивности движения является *микромоделирование (моделирование на микроуровне)*, когда учитывается каждый отдельный автомобиль, движение которого моделируется во времени с учетом средств регулирования движения и других автомобилей.

Задачи макро- и микромоделирования

В рамках макромоделирования решаются следующие задачи: 1) определение нагрузки на отдельные сегменты транспортной сети; 2) расчет предполагаемого перераспределения потоков транспорта при изменении структуры сети; 3) расчет влияния введения экономических санкций на использование различных сегментов транспортной сети; 4) расчет перераспределения потоков транспорта при добавлении новых.

Микромоделирование, в свою очередь, решает задачи получения точной траектории движения с учетом средств организации движения, направлений движения по полосам, возможности перестроения между полосами, наличия

аварийных ситуаций и заторов [2]. Также решается задача моделирования движения транспортных средств по видам.

Обзор существующих моделей транспортной сети

Дорожное движение можно представить как результат взаимодействия четырех составляющих: водитель, автомобиль, дорога, окружающая среда. Таким образом, большинство авторов, рассматривая эти составляющие как единый комплекс, особое внимание уделяют моделированию поведения водителя и автомобиля, а не отдельным элементам.

Для оценки существующих моделей дороги введем некоторые критерии оценки. Итак, в модели транспортной сети должны учитываться следующие составляющие: 1. Матрица корреспонденций (потребностей в перемещении пассажиров и грузов). 2. Количество полос на отдельных участках транспортной сети. 3. Регулирующие устройства (светофоры, светофорная сигнализация на регулируемых переездах). 4. Дорожные правила и ограничения (ограничения скорости, переходы, остановки, парковки). 5. Атмосферно-климатические условия. 6. Категория дороги. 7. Геометрическая составляющая дороги. 8. Человеческий фактор.

Только с учетом всех указанных факторов можно получить реальную оценку нагрузки на транспортную сеть и распределение транспортных потоков по сети. Рассмотрим модели транспортной сети, предлагаемые наиболее известными авторами в области моделирования транспортных потоков.

Вероятностная модель дороги

Авторы книги «Моделирование движения автомобиля» [3] используют «вероятностную модель автомобильной дороги». В рамках этой модели выделяются следующие группы характеристик, существенно влияющих на результирующие показатели движения автомобиля: 1. Общая характеристика сети дорог и местности (характер рельефа, тип грунтов, вид покрытия, географическое положение местности). 2. Атмосферно-климатические условия на рассматриваемой территории. 3. Показатели механической прочности покрытия и основания дороги. 4. Характеристики физического состояния поверхности по условиям сцепления с ней колес автомобиля. 5. Геометрическая характеристика дорог и местности.

На основе этих характеристик устанавливаются их вероятностно-статистические законы распределения для данного участка, базирясь на которых можно получить результирующие показатели движения в типичных на этом участке дорожных условиях.

Большое количество разнородных характеристик является основным достоинством этой модели. Однако данная модель непригодна для решения задач микромоделирования. В модели отсутствуют понятия перекрестков, полос для движения, направления движения и т.д. В модели не учитывается человеческий фактор. Авторы полагаются только на статистику, в то время как реальное положение может меняться с течением времени (к примеру, в утреннее время суток и в вечернее, в так называемые часы пик, нагрузка на сеть будет больше, чем в среднее время суток). Кроме того, в данной модели не разделяются поня-

тия автомобиля, дороги, среды как отдельных сущностей, а рассматривается лишь комплекс без учета взаимодействия отдельных компонентов.

Модель дороги, предложенная Х. Иносе и Т. Хамада

Более полная модель транспортной сети описана в книге Х. Иносе и Т. Хамада [4]. Дорога делится на участки протяженностью, равной средней длине автомобиля, и, если игнорируется распределение длин автомобилей, то каждый автомобиль представляется двоичной единицей. Если учитывается длина автомобилей, то дорога разбивается на участки меньшей длины и каждый автомобиль представляется цепочкой единиц.

С каждым участком или группой участков дороги связан набор следующих характеристик: число полос для движения, ограничение скорости, знаки, светофоры, расположение въездов и съездов, уклон, расстояние видимости, радиус кривой в плане, признак и расстояние до развязки, номер развязки, признак зоны с запрещением обгона.

Для данной модели дороги существуют 2 способа описания перекрестков. Для первого случая не учитывается пересечение дорог, а перекресток представляется как два пересекающихся участка, по которым автомобили передвигаются аналогично модели дороги, описанной выше. Во втором случае моделируется только последовательность прибытий и убытий, где длина очереди устанавливается путем подсчета накапливаемых автомобилей, а убытие представляется вычитанием единицы из содержимого счетчика очереди.

Модель учитывает большое число значимых для этой задачи характеристик (расположение съездов, видимость, уклон, радиус кривой в плане и т.д.), однако она громоздка. Для конкретного участка дороги необходимо хранить большой объем данных, что делает невозможным моделирование больших транспортных сетей. Способ разбиения дороги в модели является нерациональным: разбивая дорогу на участки, равные средней длине автомобиля, мы получаем большую погрешность при моделировании длиномерных транспортных средств, а разбивая на участки минимальной длины, мы приходим к необходимости частого перестроения разбиения дороги, по мере обновления данных о транспортных средствах.

Данная модель транспортной сети на сегодняшний день является лучшей из представленных. Она учитывает большое количество характеристик, что позволяет моделировать ситуацию, близкую к реальной. Однако отметим, что модель описана не явно. Авторами приводится лишь описательная характеристика данной модели, поэтому для использования ее на практике пришлось бы существенно ее дорабатывать.

Модель транспортной сети, используемая в геонформационных системах

Модель транспортной сети для решения задач геонформационных систем представляет собой связный граф схемы транспортных коммуникаций, который состоит из двух основных типов объектов (узлы, дуги) и одного дополнительного (маршруты). Узлы графа транспортных коммуникаций представляют собой объекты на местности, с заданными координатами, которые дополнительно

могут характеризоваться запретом на выполнение поворотов или временем их выполнения. Дуги характеризуются временем движения, разрешенными направлениями движения, классом дороги или пропускной способностью и т.п.

В данной модели не учитывается ничего из ранее приведенных нами характеристик, кроме матрицы корреспонденций. Таким образом, данная модель не может дать адекватных результатов.

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день не существует моделей транспортной сети для моделирования транспортных потоков на макро- и микроуровне, дающих удовлетворительные результаты. Все известные модели обладают рядом существенных недостатков, нуждаются в качественной доработке и переработке. Это объясняет отсутствие на данный момент качественных программных продуктов, которые бы дали эффективное решение задач моделирования транспортных потоков.

Литература

1. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах: Отраслевой дорожный методический документ.
2. Скворцов А.В., Поспелов В.И., Бойков В.Н., Крысин С.П. Геоинформационные системы в дорожной отрасли. М.: Инфрмавтодор, 2005. 422 с.
3. Безбородова Г.Б., Галушко В.Г. Моделирование движения автомобиля /Киев: Вища школа, 1978. 168 с.
4. Иносе Х., Хамада Т. Управление дорожным движением/ Под ред. Н.Я. Блинкина: Пер. с англ. М.: Транспорт, 1983. 248 с.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Н.В. Каплун, Н.С. Мирза

Томский государственный университет

В соответствии с принятыми в Российской Федерации СНиП оценки интенсивности выполняются по «Руководству по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» [1]. По сути, в нём рекомендуется брать обобщённые нормативные характеристики типичного населённого пункта и, исходя из этого, оценивать количество передвижений на автомобиле с разными целями. При этом практически игнорируется реальная структура транспортной сети, а транспортный поток представляет собой стационарное явление, обладающее средней скоростью, плотностью и интенсивностью движения. Такой подход называется *макромоделированием* или *моделированием на макроуровне*.

Принципиально другим подходом к оценке интенсивности движения является *микромоделирование* (*моделирование на микроуровне*), когда учитывается каждый отдельный автомобиль, движение которого моделируется во времени с учетом средств регулирования движения и других автомобилей.