Математическое моделирование и оптимизация транспортных потоков миллионного города Уфа с использованием технологии параллельного программирования

А.Ф. Шайхнурова[1], Г.Р. Карамутдинова[1], И.И. Бакиров[1], И.М. Губайдуллин[2]

ФГБО ВПО Башкирский государственный университет[1],
Институт нефтехимии и катализа[2]

На сегодняшний день число транспортных средств в городах России увеличивается, а это приводит к возникновению пробок, затруднительному передвижению, ухудшению условий для нормального развития города. Для решения вышеуказанных проблем пользуются математическими моделями. В настоящей работе рассматривается энтропийная модель, позволяющая рассчитать матрицу корреспонденций [1–2], на основе которой можно составить наиболее точное расписание движения общественного транспорта:

$$\min_{T_{ij}}\left(\sum_i^N\sum_j^M T_{ij}c_{ij} + \beta\sum_i^N\sum_j^M \ln T_{ij}\right)$$

$$\sum_i^N T_{ij} = D_j\ ,\ \ \forall i = 1,\ldots,N$$

$$\sum_j^M T_{ij} = Q_i\ ,\ \forall j = 1,\ldots,M$$

$$T_{ij} \geq 0\ ,\ \forall i = 1,\ldots,N\ ,\ \forall j = 1,\ldots,M$$

Чтобы рассчитать матрицу корреспонденций энтропийным методом необходимо определить матрицу отправления, матрицу прибытия, матрицу затрат.

Для нахождения матрицы отправления Q необходимо разделить территорию города на условные зоны при помощи прямоугольной сетки и подсчитать «вручную» в каждой зоне (i, j) число жилых домов разной этажности. Количество жилых домов разной этажности умножается на соответствующее число проживающих людей в доме данной этажности и затем суммируется.

Для определения матрицы прибытия D определяются места притяжения населения и их емкость: медицинские учреждения, учебные заведения, предприятия и другие.

В качестве матрицы затрат на передвижение из зоны i в зону j берутся временные затраты.

Для построения матрицы корреспонденций энтропийным методом применяется алгоритм с использованием технологии параллельного программирования MPI, который основан на методе балансировки: на каждом шагу выполняется баланс попеременно относительно строк или столбцов, а через некоторое число шагов эта процедура приводит к матрице корреспонденций.

Таким образом, с помощью полученной матрицы можно определить загрузки элементов улично-дорожной сети, оценить количество перевозимых пассажиров по типам пассажиров, по видам транспорта, маршрутам и направлениям, оценить интенсивность пассажиропотоков между различными пунктами.

Литература

1. Алиев А.С., Стрельников А.И., Швецов В.И., Шершевский Ю.З. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации // Автоматика и Телемеханика. 2005. – №11. С. 113-125.

2. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. – М.: МФТИ, 2010. С. 44-52.