

ПРИНЦИП МОДЕЛИРОВАНИЯ УЛИЧНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Е. Б. ХИЛАЖЕВ, В. И. МАЛЫШКИН, Н. П. БАЙДА

(Представлена кафедрой вычислительной техники)

Выбор квазиоптимальной стратегии регулирования уличного движения для конкретной ситуации с помощью натурального эксперимента на сети улиц затруднен по нескольким причинам. Основные из них: высокая стоимость, значительные затраты времени; невозможность использования без переработки данной стратегии для другой сети; случайный характер изменения транспортного потока во времени и в пространстве. Целесообразнее выбор и исследование стратегий регулирования производить на математической модели транспортных потоков в сети улиц. Случайный характер потоков можно учесть, используя метод статистических испытаний. Большой объем вычислений при этом методе заставляет прибегнуть к использованию ЦВМ. При этом также облегчается пользование моделью и внесение в нее исправлений и усовершенствований, особенно если для описания модели применено автоматическое программирование.

Появляется возможность исследовать одну за другой несколько стратегий регулирования на заданной сети и оценить их по выбранным критериям.

Восстанавливая исходные числа в генераторе случайных чисел (ГСЧ), можно повторять одну ситуацию желаемое число раз. Вводя другие значения геометрических размеров сети или параметров потоков, можно исследовать воздействие одной стратегии регулирования на различные уличные сети и на разные распределения потоков. Исходя из целей моделирования, можно сформулировать требования к модели.

Она должна:

1) учитывать случайный характер транспортных потоков, импульсный характер потоков, выходящих с перекрестков, эффект распада пачек экипажей на длинных перегонах между перекрестками, возможность работы любого перекрестка по жесткому циклу или алгоритму авторегулирования;

2) описывать перекрестки любой сложности; по возможности, большое число перекрестков, т. е. более обширную сеть;

3) позволять быструю смену стратегии регулирования, параметров транспортных потоков, геометрических размеров сети улиц, алгоритмов перекрестков.

Возможно несколько путей построения такой модели. По представлению транспортных потоков можно выделить три способа построения [1]:

1. Моделирование поведения каждого экипажа в отдельности на всем маршруте в сети; здесь требуются большие затраты времени, но обеспечивается высокая точность модели.

2. Моделирование транспортного потока как непрерывного без различия отдельных экипажей; затраты времени сравнительно невелики, но точность модели ухудшается.

3. Комбинированный способ: на перекрестках рассматриваются отдельные экипажи, а на улицах — пачки, характеризуемые числом экипажей в них. Затраты времени по сравнению с первым способом снижаются, а точность модели снижается незначительно.

Такая комбинированная модель предложена и разработана фирмой Сименс [1—3].

Недостатки модели:

требуется большой объем памяти для отображения в ЦВМ перекрестков;

затраты времени остаются неоправданно большими;

не учитывается эффект распада пачек на длинных улицах.

Предполагается построение модели с потоками, представленными своей плотностью, без различия отдельных экипажей во всей сети. Точность модели можно повысить, используя статистические данные и результаты математического моделирования микроструктуры транспортного потока, при котором исследовано поведение отдельных экипажей на элементе уличной сети [2, 3].

Описание модели

Все входные улицы моделируемой сети имеют нулевую длину и примыкают к соответствующим перекресткам. ГСЧ выработывает плотность потока экипажей на входных улицах за единичный цикл моделирования (3—10 сек). Все внутренние улицы имеют произвольную длину, им заданы номера начального и конечного перекрестков. При длине улицы свыше 500 м выходящий с нее поток можно считать чисто случайным, поэтому такую улицу можно заменить входной улицей, интенсивность потока на которой — функция от входного потока начального перекрестка. При меньшей длине улицы на ней может на-

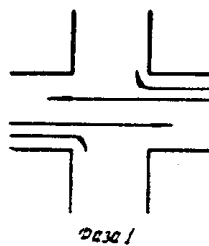


Рис. 1. Макет простого двухфазного перекрестка

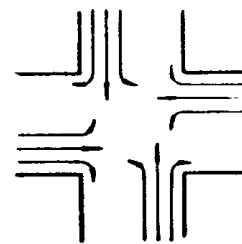
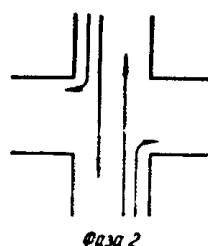


Рис. 2. Макет сложного перекрестка

ходиться одновременно не более 10 пачек экипажей на обоих направлениях (средняя скорость — 10 м/сек, минимальный цикл — 20 сек). Проводка экипажей производится в пачках, которая определяется плотностью экипажей в ней, расстоянием от точки выхода и шириной, являющейся функцией от расстояния. Каждой улице задана максимальная емкость, при превышении ее фиксируется затор. Перекресток имеет 4 входных и 4 выходных ячейки; перекрестки, образованные пересечением 5 и более улиц, разбиваются на ряд более простых. Двухфазные перекрестки с малой интенсивностью (до 10% от общего объема дви-

жения) поворота налево считаются простыми, экипажи проводятся через них по фиксированным в пространстве и по фазе маршрутам в соответствии с макетом (рис. 1). Перекрестки с большой интенсивностью поворота налево или с числом фаз больше двух считаются сложными. Экипажи через них проводятся по маршрутам, фиксированным в пространстве (рис 2) с указанием номеров фаз, в которое движение по данным маршрутам разрешено. Такая схема моделирования дает возможность моделировать до 12 фаз с теоретически любым сочетанием маршрутов проезда перекрестка. Работа светофоров по жесткому циклу задается фиксированной длительностью фаз; при авторегулировании жестко задается только минимальное значение зеленой фазы, удлинение фазы задается с помощью ГСЧ, параметры которого зависят от плотности потока в соответствующих входных ячейках перекрестка. Выход экипажей из сети моделируется периодической (раз в единичный цикл моделирования) очисткой соответствующих выходных ячеек граничных перекрестков.

Путем добавления к программе несложного блока связи районов, осуществляющего обработку и запоминание потоков на какой-либо границе района, можно смоделировать стыковку двух районов, управляемых из разных диспетчерских центров.

Укрупненная блок-схема модели представлена на рис. 3.

1 — ввод исходных данных, подготовка рабочих ячеек, 2 — генерация потоков на входных улицах, 3 — счетчик входных улиц, 4 — проверка признака сложности перекрестка, 5 — моделирование сложного перекрестка, 6 — моделирование простого перекрестка, 7 — счетчик перекрестков, 8 — моделирование внутренних улиц, 9 — счетчик внутренних улиц, 10 — приращение внутреннего времени модели, 11 — проверка окончания моделирования, 12 — подготовка и печать результатов, 13 — остановка, 14 — блок связи районов.

Программа позволяет исследовать стратегии управления движением на уличных сетях желаемого вида при различных заданных интенсивностях потоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. U. Gross u. a. Simulation und Steuerung von Verkehrsnetzen, «Electronische Rechenanlagen», № 4, 1965.
2. R. Böttger. Simulation von Strassenverkehr mit Datenverarbeitungsanlagen, «Neue Technik», № 4, 1968.
3. R. Böttger, G. Bretschneider. Simulation von Strassenverkehr auf einem Digitalrechner, «Nachrichtentechnische Zeitschrift», Heft 1, T-1, 1965.

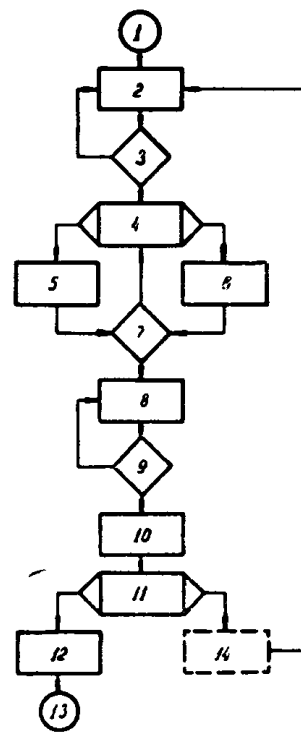


Рис. 3. Блок-схема модели