

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Шаповалова Е.А., группа АСУ-00а

Руководитель доц. Светличная В.А.

С каждым годом увеличиваются размеры грузовых и пассажирских перевозок, а следовательно, растет интенсивность движения.

При этом увеличивается несоответствие между транспортно – эксплуатационными параметрами (ширина проезжей части, количество полос движения, качество покрытия) и все возрастающими требованиями, которые в основном определяются увеличением потоков транспорта.

Вследствие этого при строительстве автомобильных дорог либо при реконструкции уже существующих возникает потребность в изменении этих параметров.

Для решения данной проблемы необходимо создание компьютеризированной системы, основной задачей которой будет анализ транспортных потоков, оценка перспективной интенсивности и поиск решений по оптимальному устройству дорожных развязок.

Существует два основных подхода сложившихся в моделировании уличного движения: *детерминистический и вероятностный (стохастический)*. В основе детерминированных моделей лежит функциональная зависимость между отдельными показателями, например, скоростью и дистанцией между автомобилями в потоке. В стохастических моделях транспортный поток рассматривается как вероятностный процесс, что более всего удовлетворяет современному состоянию. [1]

Прежде всего возникает задача анализа транспортных потоков. Характерной особенностью движения является неравномерное распределение транспортных потоков во времени. В течение суток образуются периоды максимальной концентрации движения, так называемые часы пик, поэтому

потоки являються нестационарними. При моделюванні необхідно таким образом использовать поток, чтобы свести его к стационарному. [1] Это можно сделать, если разбить весь период на отдельные интервалы, когда характеристики остаются постоянными. Основным параметром потока в этом случае считают интервал между наступлениями событий, т.е. появлениями автомобилей.

Для определения характеристик этой величины был проведен статистический анализ и установлено, что она подчиняется экспоненциальному закону распределения:

$$f(\tau) = \lambda \cdot e^{-\lambda\tau}, \quad (1)$$

где τ - промежутки между наступлениями событий;

$$\lambda = \frac{1}{m_\tau} - \text{интенсивность потока.}$$

А вероятность $p_k(t)$ появления k автомобилей за интервал времени t выражается законом распределения Пуассона.

$$p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

Основной задачей системы является нахождение наиболее рациональной организации движения на заданном участке.

Проанализировав автомобильные дороги можно выделить в них проезжую часть и перекрестки. Последние являются более сложными и определяющими сбой в движении объектами, которые могут быть нерегулируемыми с пересечением двух равнозначных дорог; нерегулируемыми с пересечением главной и второстепенной дороги; регулируемыми; перекрестками с круговым движением либо пересечением в разных уровнях.

Разработка имитационной модели позволяет выбрать наиболее рациональный вариант из вышеперечисленных.

Проведя анализ транспортных потоков и их параметров, а также существующих способов их формализации можно прийти к выводу, что в данном случае рационально использовать метод вероятностного моделирования систем массового обслуживания. При формализации автомобили следует считать транзактами, а дороги, перекрестки – оборудованием.

Искомым параметром, определяющим качество обслуживания выберем время простоя в очереди. Формализация всего процесса может быть выполнена следующим образом:

1. Формирование времени появления автомобиля (момент времени t). Для моделирования этого параметра с одной стороны используется полученный закон распределения интервала между моментами появления автомобиля, а с другой стороны при проектировании необходимо учитывать рост интенсивности движения, т.е. использовать прогнозирование.

2. Если перекресток свободен, то фиксируется время начала проезда через перекресток и моделируется проезд через перекресток.

3. В противном случае, если перекресток оказывается занят, то необходимо определить время простоя на дороге и начало проезда с учетом времени освобождения, а затем приступить к этапу моделирования проезда через перекресток.

4. Заключительным этапом является определение времени освобождения перекрестка, которое зависит от его типа и времени, которое необходимо автомобилю для его проезда. Если это регулируемый перекресток, то движением управляет светофор, если же это нерегулируемый перекресток то возможность и время проезда определяются либо статусом дороги (главная и второстепенная), либо наличием «помехи» справа (автомобиля приближающегося справа, который необходимо пропустить) при пересечении равнозначных дорог. В случае кругового движения время проезда зависит от времени движения автомобиля по кольцу, согласно правилам дорожного движения.

Укрупненная схема данного алгоритма показана на рисунке 1.

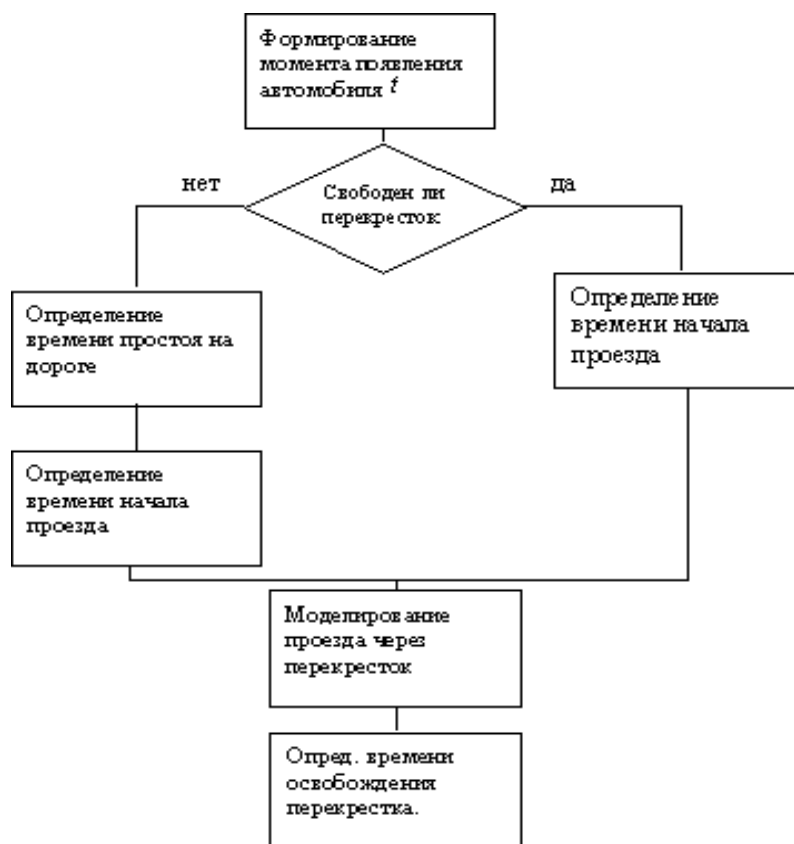


Рисунок 1 – Укрупненная схема моделирующего алгоритма

Совмещая в себе простоту и точность, данный метод позволяет оценить основные характеристики транспортных потоков и позволит наилучшим образом выбрать транспортно-эксплуатационные параметры автомобильных дорог.

Перечень ссылок

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем – М.: Наука, 1998. – 425с.
2. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса / Электронный ресурс. Способ доступа: URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/Mat100.htm#Ma316>
3. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения – М.: Транспорт, 1987. – 303с.