

ИМИТАЦИОННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОДНОПОЛОСНОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

А.В. ПОДРОГА

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, г. Москва
e-mail: anastasjonok@rambler.ru

УДК 532.5+004.942

Ключевые слова: *математическое моделирование транспортных потоков, однопосное движение.*

Рассматривается имитационная компьютерная модель однопосного дорожного движения. Описан ряд численных экспериментов для различных типов движения.

В последнее время задачи дорожного движения привлекают внимание специалистов по математическому моделированию. Подробное изложение математической теории дорожного движения дано в монографии [1], см. также [2], [3]. Имеются два подхода к описанию процесса дорожного движения: макроскопический подход, где поток автомобилей представляется как некий поток сплошной среды, и микроскопический, где рассматриваются отдельные автомобили как индивидуальные элементы.

Рассмотрим простую ситуацию однопосного движения, когда на дороге нет съездов и въездов машин, т. е. дополнительные источники отсутствуют. Вводятся следующие характеристики: скорость $v = v(x, t)$ движения транспортного потока в точке x в момент времени t , плотность $\rho = \rho(x, t)$ потока в точке x в момент времени t , сам поток $q = q(x, t)$, т.е. количество автомобилей, проходящих через точку x в момент времени t .

Эти величины связаны следующими соотношениями. Во-первых, действует закон сохранения автомобилей

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0,$$

являющийся аналогом уравнения неразрывности. Во-вторых, справедлива формула потока

$$q(x, t) = \rho(x, t) v(x, t).$$

Третье соотношение выражает специфику дорожного движения, предполагающую, что при увеличении плотности потока скорость автомобилей уменьшается, т.е. $v(x, t) = V(\rho(x, t))$ с монотонно убывающей функцией $V = V(\rho)$. Важную роль при изучении транспортных потоков играет *фундаментальная диаграмма*

$$Q = Q(\rho) = \rho V(\rho),$$

выражающая поток, как функцию плотности ρ .

Поскольку наблюдение за реальными транспортными потоками представляет значительные трудности, требуется иметь модель, имитирующую дорожные ситуации с теми или иными характеристиками. Нами разработана имитационная модель, описывающее движение группы автомобилей по однополосной дороге. Использованы язык программирования C# и библиотека SharpGL для визуализации.

Программа имитирует движение больших групп автомобилей в зависимости от дорожной ситуации. Поведение каждого конкретного автомобиля определяется поведением впереди идущих транспортных средств. Основным управляющим параметром является ускорение индивидуального автомобиля. Все параметры транспортных средств (максимальное ускорение разгона, ускорение торможения, допустимые скорости) выбираются на основе их реальных значений.

Проведен ряд численных экспериментов, позволивших оценить разные параметры группы автомобилей в зависимости от поведенческих моделей водителей. Результаты подробно описаны и сопоставлены с данными теории. Особо отметим, что при движении по кольцевой автодороге с определенными плотностями и начальными условиями в предложенной модели возникают характерные движущиеся "пробки", перемещающиеся против потока, в согласии с результатами, полученными в [3] из других соображений.

Литература

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Учебное пособие // Гасников А.В. и др. Под ред. Гасникова А.В. Издание 2-е, испр. и доп. – М.: МЦНМО, 2013. – 427 с.
2. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. – М.: Мир, 1977, с. 72-77.
3. Смирнов Н.Н., Киселев А.Б., Никитин В.Ф., Юмашев М.В. Математическое моделирование автотранспортных потоков. – М.: Изд-во механико-математического факультета МГУ, 1999. – 30 с.

A.V. Podoroga

A Computer Simulation Modeling in the problems of Single-lane Road Traffic

Key words: mathematical simulation of traffic flow, single-lane traffic.

We consider a computer simulation model of single-lane road traffic. A series of numerical experiments for different types of traffic are described.