

М. В. Николаев

(БрГТУ, Брест)

Науч. рук. **В. Н. Шуть**, канд. техн. наук, доцент

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ МАРШРУТНОГО ТАКСИ

В настоящее время активно развивается инфраструктура общественного транспорта в городах по всему миру. Активно внедряются элементы информационных технологий в перевозочный процесс городов, развивается автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт [1].

Ведётся разработка автоматизированной системы для оптимизации работы маршрутного такси с использованием современных устройств и приложений к ним, которые имеют и используют клиенты транспортных услуг городов (пассажиры). Известна подобная система для такси (сервис «Яндекс.Такси»), когда клиент с любого места города может заказать ближайшее к нему свободное такси.

Подобный сервис в форме двух веб-приложений – пассажира и водителя маршрутного такси – разрабатывается в настоящее время. Одной из центральных функций приложения для водителя маршрутного такси является рекомендация по времени выезда его с конечного пункта на маршрут.

Идея состоит в определении момента времени отправления, чтобы маршрутное такси не было переполнено и при этом не следовало бы по маршруту полупустым. Такое требование в условиях полной неопределенности числа ожидающих на маршруте пассажиров трудно осуществимо. Единственным источником информации о состоянии маршрута являются сообщения от водителя маршрутки, отправившейся на маршрут ранее. Эта информация относительно неполная, т.к. имеет некоторый смысл только в том случае, когда впереди идущая маршрутка на очередной остановке, из-за ограниченной вместимости, не смогла забрать всех пассажиров. Полученное радиосообщение ускорит момент выезда на маршрут очередного транспортного средства.

В связи с вышеописанными проблемами предложена модель городского транспорта, известная как «Транспорт по запросу».

Основные задачи системы:

1. Создание заявки пассажира, ожидающего на остановочном пункте маршрутного такси;

2. Информирование водителя маршрутного такси о загрузенности маршрута;

3. Информирование водителя маршрутного такси о количестве пассажиров, которые заполнят и покинут маршрутное такси на каждом следующем остановочном пункте.

Хранение и передача данных происходит в виде запросов между приложениями и сервером. Каждый запрос представляет собой набор, определяющий маршрут пассажира (остановки его посадки и высадки).

Для достижения этой цели предлагается следующая математическая модель. Обозначим остановки натуральными числами $i = \overline{1, k}$; l_{ij} – расстояния между i -ой и j -ой остановками.

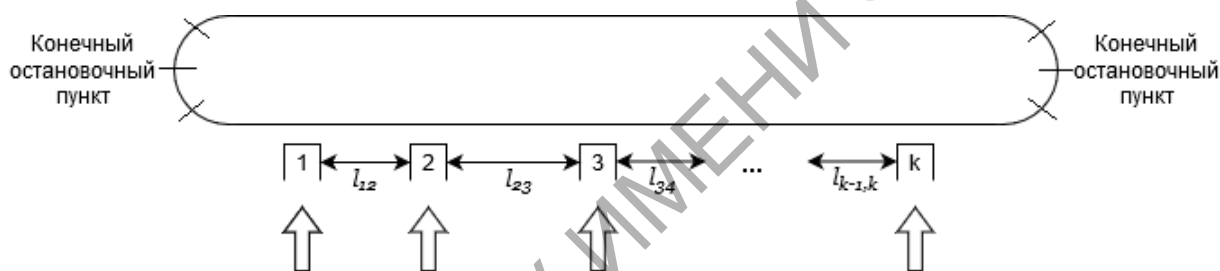


Рисунок 1 – Маршрут транспортного средства

Данные о пассажирах передаются серверу и хранятся в виде матрицы корреспонденций. Элемент матрицы m_{ij} – число пассажиров, которые вошли в маршрутное такси на i -ой остановке и едут до j -ой остановки.

$$M = \begin{bmatrix} 0 & m_{1,2} & \dots & m_{1,j} & \dots & m_{1,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & m_{i,j} & \dots & m_{i,k} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & m_{k-1,k} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Обозначим заполненность маршрутного такси на r -ой остановке S_r :

$$S_r = \sum_{i=1}^r m_i - \sum_{i=1}^{r-1} \sum_{j=i+1}^r m_{i,j} \leq V, \quad r = \overline{2, k}, \quad (2)$$

где m_{ij} – элемент матрицы корреспонденций M ;

k – количество остановок на маршруте;

V – объем транспортного средства.

Необходимо также учитывать интенсивность пассажиропотока λ – количество людей, приходящих на остановку за единицу времени. Примерное время t , за которое транспортное средство доедет до остановки n :

$$t = \frac{\sum_{i=2}^r l_{i-1,i}}{v}, \quad r = \overline{2, k}, \quad (3)$$

где v – средняя скорость транспортного средства.

Таким образом, условие отправления транспортного средства имеет вид:

$$S_r + t_r * \lambda_r \leq V, \quad r = \overline{2, k}. \quad (4)$$

В реальных условиях необходимо учитывать погрешность в изменении количества пассажиров на маршруте при расчёте максимально допустимой заполненности маршрутного такси, поэтому она составляет 80–90% от реальной максимально допустимой заполненности.

Система информирует водителя при помощи клиентского приложения, в какое время маршрутному такси лучше отправляться. При необходимости, пользователь (водитель) сам может посмотреть данные о пассажирах на остановках, и принять соответствующее решение. Такая система позволяет сократить затраты на топливо в ситуациях, когда большое количество маршрутных такси следует по маршрутам с малой интенсивностью пассажиропотока, а также позволит собирать информацию о количестве пассажиров на маршрутах и остановках, которую в дальнейшем можно использовать для оптимизации городской транспортной сети.

Литература

1. Жогал, А. Н. Автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт / А. Н. Жогал, В. Н. Шуть, Е. В. Швецова // Транспорт и инновации: вызовы будущего: материалы Международной научной конференции. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2019. – С. 23-33.