

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАЦИИ ПОЕЗДОК

Poltavskaya Y.O.

### MODELING TRANSPORT PROCESS BASED ON TRIP GENERATION

**Аннотация.** Рассмотрена четырехступенчатая модель транспортного процесса, позволяющая прогнозировать функционирование сети с учетом колебаний спроса.

**Ключевые слова:** транспортное моделирование, генерация поездок, транспортный спрос, выбор вида транспорта.

**Abstract.** A four-stage model of the transport process is considered, which allows predicting the functioning of the network taking into account demand fluctuations.

**Keywords:** transport modeling, travel generation, transport demand, choice of mode of transport.

Транспортное моделирование – это один из инструментов планирования процесса перевозок, который позволяет оценить изменение транспортного спроса и загруженность улично-дорожной сети. Применяемые на практике модели позволяют прогнозировать функционирование транспортной сети с учетом изменяющихся ее характеристик [1].

В общем случае процесс транспортного моделирования состоит из четырех итеративных этапов: генерация поездок, их распределение, выбор вида транспорта и определение оптимального маршрута следования [2].

На первом этапе оценивается количество поездок в исследуемой зоне. Существуют модели линейной регрессии и категориального анализа для оценки количества поездок.

Модели линейной регрессии предполагают статистическую взаимосвязь между социально-экономическими характеристиками населения и количеством поездок. Они имеют вид:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (1)$$

где  $X_n$  – независимые переменные социально-экономических характеристик,  $\beta_n$  – взвешенные коэффициенты,  $Y$  – количество поездок.

Модели анализа категорий определяют среднюю частоту поездок для разных слоев населения, основываясь на социальных, экономических и демографических характеристиках. Она может быть определена с помощью эмпирических данных, которые охватывают определенные категории населения и типы поездок.

На втором этапе производится анализ распределения поездок на основе модели гравитации, которая может быть применена в случае колебаний

транспортного спроса. Данная модель с двойным ограничением пунктов отправления  $A_i$  и назначения  $B_j$  задается как:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j f(c_{ij}), \quad (2)$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j f(c_{ij})}, \quad (3)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i f(c_{ij})}, \quad (4)$$

где  $O_i$  – количество отправлений в  $i$ -пункт;  $D_j$  – количество отправлений в  $j$ -пункт;  $f(c_{ij})$  – функция общих затрат (временных, стоимостных).

Поскольку эти функции зависят друг от друга, для достижения равновесия необходим итерационный процесс.

Третий этап включает в себя моделирование выбора вида транспорта. Рассматриваются дезагрегированные модели: отдельные категории населения принимают решение об использовании разных видов транспорта, что говорит о вероятности непоследовательного выбора среди пользователей услуг.

На последнем этапе, когда известны пункты отправления, назначения, и используемый вид транспорта, определяется маршрут следования в транспортной сети [3]. Ввиду того, что кратчайший путь между двумя точками на плоскости описывается прямой линией, а в реальной транспортной сети его проложить невозможно, то следует использовать маршрут, состоящий из сегментов улично-дорожной сети.

Четырехступенчатая модель является наиболее широко используемой в области генерации транспортных поездок. Однако стоит учитывать, что каждый этап моделирования требует анализа большого объема исходных данных. С целью уменьшения вычислительных затрат изначально задается требуемый уровень точности и определяются методы агрегирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А.Ю. Интегральный критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2004. № 2. С. 50-53.
2. Steijn, J. Aggregation in transport networks for a flexible assignment model [Электронный ресурс] // University of Twente [сайт]. [2016]. URL: [essay.utwente.nl/71312/](http://essay.utwente.nl/71312/) (дата обращения: 26.02.2020 г).
3. Лебедева О.А., Полтавская Ю.О., Гозбенко В.Е. Выбор маршрута передвижения в системе метрополитена // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. № 3 (59). С. 76-82.