

## ОЦЕНКА ПЕШЕХОДНОГО ПОТОКА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Ланцева А.А.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – Иванов С.В.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Ежедневная необходимость жителей перемещаться по городу на общественном и личном транспорте (добираясь до рабочих мест, учебных заведений или мест торговли и досуга) тесно связана с экономической составляющей как города, так и агломерации в целом. Однако, транспортная сеть вынуждена постоянно сталкиваться с различного рода вызовами, такими как резкое увеличение плотности населения, неконтролируемый рост жилой и коммерческой недвижимости, а также ошибки городского планирования.

В отличие от классических подходов к анализу транспортной сети, где каждый вид транспорта рассматривается отдельно, мультимодальная модель позволяет оценить общую картину, а также определить паттерны в поведении пассажиров, которые в свою очередь могут помочь при оценке нагрузки транспортных узлов и выявлении критических мест в транспортной сети.

Целью данного исследования является оценка объемов пешеходного потока с помощью моделирования общественного транспорта на примере Санкт-Петербурга. За основу взяты мультимодальная модель городской мобильности и набор правил для пассажиров с модальным выбором.

Маршруты общественного транспорта (автобусы/трамваи/троллейбусы) были получены из открытых источников данных «Санкт-Петербургские маршруты» и «Яндекс.Карты». Для каждой остановки рассматриваются только те маршруты, с помощью которых пассажиры могут доехать до станции метрополитена, после чего рассчитываются расстояние и время движения по маршруту до ближайшей станции метро (предполагается, что средняя скорость общественного транспорта составляет 32 км/час). Далее определяется кратчайший маршрут, который принимается за оптимальный для рассматриваемой остановки.

Для расчета времени пешеходного движения до транспортного узла создается сетка 10x10 м, покрывающая весь город (размер ячейки был подобран экспериментально). Узлы сетки, которые пересекают здания и акватории, удаляются из дальнейшего рассмотрения. После чего с помощью стандартных алгоритмов на графах формируется граф с одной компонентой связности. Далее с помощью алгоритма поиска  $A^*$  воссоздаются пешеходные маршруты от жилых зданий до транспортных узлов.

Если жилое здание находится в зоне действия какой-либо станции метрополитена, то модель сразу строит кратчайший пешеходный маршрут до этой станции метро. Для остальных зданий формируется множество остановок наземного общественного транспорта в радиусе 1000 м. Из дальнейшего рассмотрения исключаются остановки, которые не имеют маршрутов до метро. После чего для каждого транспортного узла рассчитывается коэффициент пригодности относительно жилого здания. Данный коэффициент включает в себя:

- время движения от дома до остановки по кратчайшему пути,
- время движения по кратчайшему маршруту до ближайшей станции метрополитена,
- количество маршрутов, идущих до ближайшей станции метро, которое влияет на время ожидания транспорта на остановке.

Данный коэффициент дает как количественную, так и качественную оценку транспортного узла. Таким образом, отбирается не ближайшая остановка наземного транспорта, а наиболее оптимальная с учетом всех параметров. Затем по маршруту до оптимальной остановки пускается поток людей, проживающих в этом жилом здании, тем самым модель воссоздает потенциальные пешеходные потоки в городе.

Проверка достоверности результатов модели производится путем сравнения с реальными данными. Модель рассчитывает потенциальный входной поток на всех транспортных узлах, после чего результаты сравниваются с данными по оплате смарт-картами. Модель принимает на вход данные о всех жителях в городе, поэтому результаты модели имеют больший масштаб относительно реальных данных. После нормализации результатов мы получаем количественную оценку расхождений, которая составляет 47%. Данное значение подтверждает результаты работы модели, поскольку только 50% людей ежедневно используют общественный транспорт.

Автор: \_\_\_\_\_/Ланцева А.А.

Научный руководитель: \_\_\_\_\_/Иванов С.В.

Директор мегафакультета ТиНТ: \_\_\_\_\_/Бухановский А.В.