

УДК 711.7+711.5

Михайлов А.В.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ТРУДНОСТИ СООБЩЕНИЯ

Проанализированы факторы, влияющие на трудность сообщения между двумя пунктами по сети. Определены стоимостные факторы при передвижениях. Разработана практическая методика, позволяющая выполнять расчеты городских транспортных сетей с учетом соотношения обобщенных затрат при распределении корреспонденции между пунктами тяготения, а также при перераспределении пассажирских потоков по конкурирующим маршрутам и видам транспорта.

Ключевые слова: затраты времени, комплексный показатель, трудность сообщения, обобщенный показатель трудности передвижения, критерий времени доступности, транспортные потоки, расчет корреспонденции.

Точность транспортных расчетов определяется методикой расчета, количеством и качеством исходных данных. Правильная методика расчета должна давать адекватное отражение существующего и перспективного состояния транспортных сетей. В процессе передвижения участник движения (пешеход, пассажир, водитель) тратит время, силы и средства. Рассматривая каждый фактор отдельно, можно привести их к единому количественному показателю.

Затраты времени на передвижение зависят от расстояния (длины траектории), скорости передвижения и задержек в пути. Реальные траектории проходят по пешеходным путям, автомобильным дорогам или линиям движения выбранного вида транспорта. В модели транспортной сети траектория передвижения представляется последовательностью элементов — участков сети и узлов сети. Каждый элемент траектории характеризуется затратами времени на его прохождение:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} + t_{э,ли} \quad (1)$$

где l_i — длина элемент,

v_i — скорость прохождения элемент,

$t_{э,ли}$ — затраты времени, не зависящие от длины элемент.

Затраты времени на прохождение траектории: $T = \sum t_i$. Для определения полного времени передвижения необходимо прибавить время пешеходного подхода и отхода внутри расчетных районов.

У каждого вида транспорта есть своя техническая скорость, но использовать её полностью удастся далеко не всегда. Для уличных видов транспорта эксплуатационная скорость меньше технической из-за ограничений скорости, зависящих от организации движения (светофоров), дорожных условий (заторов), погодных условий и др. При увеличении интенсивности движения затрудняется движение (уменьшается скорость) уличных видов транспорта.

Задержки в пути состоят из времени ожидания транспорта и пересадки, времени задержек перед светофорами и от заторов на УДС. Набор и величина задержек зависят от вида транспорта и характеристик элементов траектории.

Чем больше время задержек, тем меньше средняя скорость движения. Для уличного транспорта в часы пик (время наибольшей потребности в перевозках) задержки перед транспортными узлами и от заторов составляют значительную долю общего времени передвижения.

Таким образом, скорость прохождения элементов траектории зависит от ряда факторов, включая интенсивность движения на данном элементе транспортной сети. Отсюда вытекает необходимость расчета методом последовательного приближения. На первой итерации расчета принимается расчетная скорость прохождения элементов. На последующих (при учете ограничений пропускной способности элементов) скорость вычисляется исходя из уровня загрузки элементов.

Затраты сил на передвижение являются важным фактором, влияющим на трудность передвижения. Человек может работать ограниченное количество часов в сутки. В это время входит производительная (производственная) деятельность, обслуживающая деятельность (самообслуживание, бытовое обслуживание) и передвижения по различным целям. Передвижение не является производительной деятельностью, но оно отнимает время и силы от других видов деятельности. Расход сил за одинаковое время зависит от вида деятельности (чем тяжелее работа, тем больше сил расходует человек за единицу времени). В процессе передвижения человек испытывает физические, умственные и моральные нагрузки. Физическая усталость пропорциональна времени нагрузки (накопительная) и интенсивности нагрузки. Интенсивность физической нагрузки зависит от комфортности (сидя или стоя осуществляется ожидание транспорта и поездка), наличия груза и способа передвижения (пешком, на эскалаторе, на транспорте). Умственные нагрузки составляет определение маршрута и организация передвижения. Моральные нагрузки

возрастают при ожидании транспорта, спешке, опаздывании, напряжении, а также при недостаточной надежности транспорта (или надежности времени прибытия).

Затраты времени и сил можно выразить в стоимостном выражении. Например, передвижение без физической нагрузки - 5 грн/час, передвижение с легкой физической нагрузкой - 9 грн/час, передвижение с тяжелой физической нагрузкой - 12 грн/час. Однако определение конкретных числовых значений коэффициентов требует дополнительного исследования.

Затраты средств на передвижение в узком смысле складываются из стоимости проезда на выбранном виде (видах) транспорта. Стоимость проезда может изменяться в зависимости от дальности поездки, выбранного маршрута, количества (и набора) видов транспорта, использованных в поездке, количества пересадок.

В широком смысле через приведенную стоимость передвижения можно выразить все рассмотренные факторы. Суммируя стоимостное выражение всех факторов (стоимость времени, сил, билетов, расходных материалов), получим обобщающий количественный показатель, который удобно использовать при оценке трудности передвижения.

$$\Delta C = \sum_i C_{mpi} + \sum_i C_{ti} \cdot t_i + \sum_i C_{li} \cdot l_i \quad (2)$$

где ΔC - обобщенные затраты на передвижение,

C_{mpi} - затраты на проезд на i -м участке, не зависящие от длины участка или длительности передвижения на нем (например, стоимость билета),

C_{ti} — коэффициент, пропорциональности затрат от времени t_i на i -м участке, $\sum t_i$ — общее время передвижения,

C_{li} - коэффициент, пропорциональности затрат от дальности передвижения l_i на i -м участке, $\sum l_i$ — общее расстояние передвижения, i - номер участка (элемента) траектории.

До настоящего времени в транспортных расчетах использовался критерий времени для расчетов формирования корреспонденции. Этот критерий используется на нескольких этапах транспортного расчета:

- при определении трудности сообщения между районами,
- при расчете корреспонденции,
- при распределении пассажирских потоков по сети.

Критерий времени не учитывает многих факторов, влияющих на формирование корреспонденции. Например, при увеличении стоимости проезда до некоторого пункта тяготения доступность и привлекательность

данного пункта тяготения для пассажиров уменьшается. Часть пассажиров выберет альтернативный пункт тяготения - более дешевый, но более дальний. В транспортных расчетах необходимо использовать обобщающий критерий ΔC , учитывающий затраты времени, сил и средств пассажиров на передвижения:

Использование обобщающего критерия уточняет результаты транспортных расчетов. В этом критерии различные затраты (времени, средств и др.) приводятся к одному количественному показателю, по которому можно сравнить привлекательность альтернативных маршрутов или доступность пунктов тяготения.

Корреспонденции между районами распределяются в зависимости от тяготения между ними. В настоящее время [1, 3] применяется функция тяготения:

$$d_{ij} = f(C_{ij}) \quad (3)$$

- тяготение между районами уменьшается при увеличении обобщенных затрат на передвижение между ними. Чем меньше обобщенные затраты на передвижение, тем привлекательнее для пассажира данный маршрут или пункт тяготения.

В реальном расчете транспортной сети выполняется расчет поездок разных видов на нескольких видах транспорта. Функции тяготения будут различаться для разных видов поездок (трудовые, культурно-бытовые и др.). Функции тяготения также будут различаться для поездок на разных видах транспорта: общественном пассажирском транспорте и на легковом транспорте. Значения функции тяготения различаются по нескольким причинам:

- различается дальность поездок разных видов и их чувствительность к ΔC ;
- различаются время (скорость) и стоимость проезда на разных видах транспорта;
- общественный пассажирский транспорт имеет ограничения на трассировку маршрутов по транспортной сети, следовательно, сеть маршрутов общественного пассажирского транспорта менее плотная, чем улично-дорожная сеть для легкового транспорта.

Следовательно, пассажирские потоки должны рассчитываться отдельно на общественном пассажирском транспорте и на легковом транспорте. Вначале поездки разделяются по назначению и по видам транспорта (анализ поездок).

Разделение пассажироперевозок между общественным и индивидуальным транспортом может рассчитываться разными способами.

В первом способе перед расчетом корреспонденции определяются доли общественного и легкового транспорта в перевозках пассажиров исходя из

уровня автомобилизации населения и других факторов (коэффициент использования легковых автомобилей, соотношение обобщенных затрат на использование легкового транспорта и общественного). Затем рассчитываются корреспонденции по каждому виду транспорта и поездок.

Во втором способе рассматриваются изначально не доли общественного и легкового транспорта в перевозках пассажиров, а количество автомобилизированного и неавтомобилизированного трудового населения в расчетных транспортных районах. Для автомобилизированного населения в процессе распределения корреспонденции предоставляется возможность выбора способа передвижения - на индивидуальном транспорте, на общественном транспорте или пешком; для неавтомобилизированного населения — на общественном транспорте или пешком. В таком случае доля общественного и легкового транспорта в перевозках пассажиров получаются в процессе расчета распределения пассажиропотоков между альтернативными видами транспорта.

Для расчета каждого вида строится свое поле тяготения, и выполняются отдельные расчеты корреспонденции по нему. В конце суммируются пассажирские потоки для определения картограммы пассажиропотоков и суммируются транспортные потоки по видам транспорта для определения суммарной интенсивности движения.

Необходимость использования критерия обобщенных затрат на передвижение для распределения транспортных потоков рассматривалась ранее многими исследователями, однако до сих пор не было разработано практической методики, позволяющей выполнять расчет транспортных сетей с учетом этого критерия.

Данный критерий трудности сообщения дополняет применявшийся до сих пор критерий времени доступности [2,3,4,5] и позволяет учесть влияние стоимости и комфортности поездки. Согласно сформулированному критерию, кратчайшим путем между двумя пунктами по сети будет путь с наименьшей величиной обобщенных затрат на передвижение по нему.

Список используемой литературы

1. Гудков В. А., Миротин Л. Б., Вельможин А. В., Ширяев С. А. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.: ил.
2. Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1980. - 535 с.
3. Заблочный Г. А. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах (обзор). - М.: ЦПТИ по гражд. стр-ву и арх., 1968.

4. Кривошеев Д.П. Методы распределения пассажиропотоков в транспортных расчетах (обзор). - М.: ЦНРПШГрад, 1974. - 40 с.
5. Яковлев Л.А. Программное обеспечение технического расчета системы городских путей сообщения, представленной в сетевой форме (ЭВМ «Минск-22»). -М.: Стройиздат, 1976.

Анотація

У статті проаналізовані чинники, що впливають на трудність повідомлення між двома пунктами по мережі. Визначені вартісні чинники при пересуваннях. Розроблена практична методика, що дозволяє виконувати розрахунки міських транспортних мереж з урахуванням співвідношення узагальнених витрат при розподілі кореспонденції між пунктами тяжіння, а також при перерозподілі пасажирських потоків по конкуруючих маршрутах і видах транспорту.

Annotation

Factors, influencing on difficulty of report between two points on a network, are analysed in the article. Cost factors are certain at movements. A practical method, allowing to execute the calculations of city transport networks taking into account correlation of the generalized expenses at distributing of correspondence between the points of gravitation, is developed, and also at the redistribution of passenger streams on competitive routes and types of transport.