

Лебедева Ольга Анатольевна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: kravhome@mail.ru,

Кулакова Ирина Михайловна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: iyelkina@mail.ru

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАТРИЦЫ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ ЗАМЕРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ

Lebedeva O.A., Kulakova I.M.

RECOVERY OF THE CORRESPONDENCE MATRIX BASED ON INTENSITY MEASUREMENTS

Аннотация. В работе анализируются варианты решения задач оценки матриц на основе учета интенсивности движения на улично-дорожной сети. Объем задачи зависит от уровня детализации и масштабов сетевого представления. Рассмотрен вариант восстановления матрицы корреспонденций на транспортной сети с X-образным перекрестком.

Ключевые слова: транспортный спрос, оценка интенсивности движения, матрица корреспонденций.

Abstract. The paper analyzes the options for solving the problems of estimating matrices based on taking into account the traffic intensity on the road network. The scale of the task depends on the level of resolution of the zoning system and the network view. An example of a simple transport network with a crossroads is considered.

Keywords: transport demand, traffic intensity estimation, correspondence matrix.

Изучение закономерностей, определяющих пропускную способность улично-дорожной сети, связано с моделированием движения транспортных потоков. За последние десятилетия специалистами были предложены различные модели, описывающие движение автомобилей. Все они могут быть сведены в две группы: детерминированные и стохастические.

В детерминированных моделях рассматривается взаимодействие между автомобилями в пределах одного элемента связанного потока (пара автомобилей) и выявление при этом закономерностей, распространяющихся на весь поток. Такого рода модели позволяют решить задачи в условиях максимальных потоков. Стохастические модели имитируют движение потоков, в которых еще сохранена свобода маневрирования.

В силу этого, для решения поставленных задач, связанных с определением интенсивности движения по звеньям, был предложен вариант оценки матрицы корреспонденций на основе подсчета транспортного потока, как альтернатива традиционным методам. На принципе использования подсчета транспортных потоков для оценки матриц поездок было разработано множество методов [1-6].

Рассмотрим решение этой задачи на примере г. Ангарска ул. Горького – ул. Ворошилова (таблица 1).

Таблица 1

Интенсивность движения транспортных средств на улично-дорожной сети
г. Ангарска (за 1 час)

ул. Горького – ул. Ворошилова				
Направление движение ТС	Вид транспортных средств			
	Легковые автомобили	Грузовые ав- томобили	Специальные	Автобусы
1	201	6	0	0
2	303	15	0	30
3	351	9	6	21
4	60	3	0	3
5	45	6	0	3
6	36	3	0	0
7	12	0	0	0
8	12	0	0	0
9	537	24	3	3
10	507	15	12	0
11	72	6	0	0
12	207	0	0	0

Для наглядности дополним исследование рисунком 1, на котором приведена схема участка улично-дорожной сети.

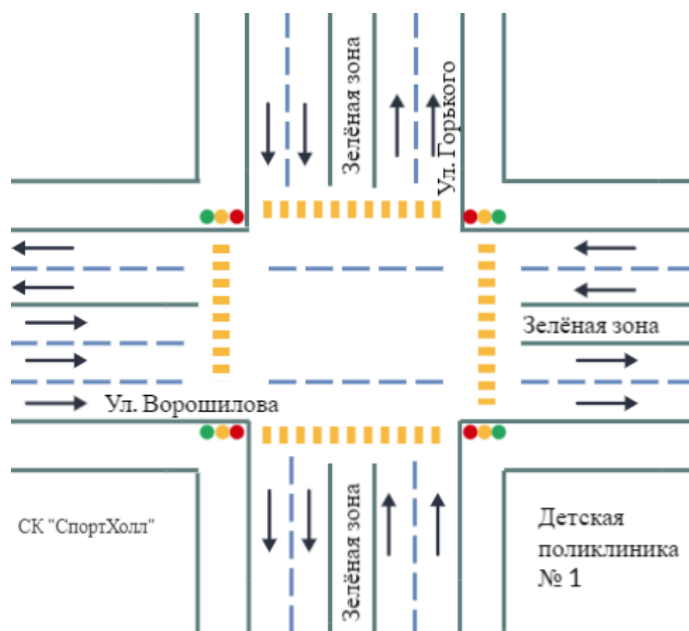


Рисунок 1 – Схема участка улично-дорожной сети
(ул. Горького – ул. Ворошилова)

Рассматриваемая сеть имеет два пункта отправления (А и В), два пункта назначения (С и D), четыре центроидных звена (a_1, b_2, c_3, d_4) и пять звеньев (1-5, 2-5, 3-6, 4-6, 5-6). В этом варианте пять линейных уравнений:

$$\begin{aligned} T_{13} + T_{14} - 1113 &= 0 \\ T_{23} + T_{24} - 1398 &= 0 \\ T_{13} + T_{23} - 1077 &= 0 \\ T_{13} + T_{14} - 1434 &= 0 \\ T_{13} + T_{14} + T_{23} + T_{24} - 2511 &= 0 \end{aligned}$$

Есть пять уравнений для четырех неизвестных. Эти уравнения совместимы, но только три из них независимы. В общем, количество (целочисленных) матриц, которые удовлетворяют решению задачи такого типа очень велико в зависимости от количества неизвестных. Выбор среди этих матриц оптимальной является сложной исследовательской задачей.

На рисунке 2 изображены подсчеты по пяти звеньям, например, $V_{25} = 1398$ поездок.

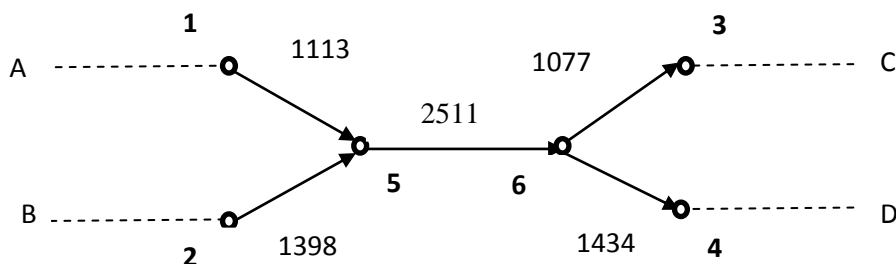


Рисунок 2 – Транспортная сеть с подсчетом потока

Для построения матрицы корреспонденций был применен алгоритм решения задачи оценки интенсивности потока на основе модели энтропии. Входными параметрами являются потоки на звеньях сети. Выходными параметрами являются объемы потоков из пунктов отправления в пункты назначения по каждому из возможных путей. После проведения расчетов полученная матрица удовлетворяет условию непрерывности потока. Количество потока вошедшего в узел должно равняться размеру потока вышедшего из него. Для создания каждой поездки программа случайным образом выбирает одну пару пунктов отправления и назначения, выделяет ей одну поездку и увеличивает смоделированные потоки на звеньях, используемых этой парой на единицу. Как только моделируемый поток на одном канале достигает уровня наблюдаемого потока, звено считается «насыщенным», а все пары, использующие этот путь, «закрываются», так что они не могут получать новые поездки. В результате расчета была получена матрица корреспонденций (таблица 2).

Матрица корреспонденций

		пункт назначения (D)	
		3	4
пункт отправления (O)	1	547	566
	2	530	868

Интенсивность движения является одной из важнейших характеристик улично-дорожной сети. Это величина оказывает существенное влияние на эффективность функционирования транспортной системы в условиях существующего и развивающегося города, а также на транспортное обслуживание населения.

Функциональное решение может быть использовано перевозчиками, муниципальными органами и проектными организациями для оптимизации транспортной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лебедева, О. А.** Оценка матриц корреспонденций с учетом ограничений на транспортный поток / О. А. Лебедева // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2021. № 8. С. 183-184.
2. **Лебедева, О. А.** Сравнительный анализ существующих методик разработки матриц корреспонденций / О. А. Лебедева // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2021. № 8. С. 181-182.
3. **Лебедева, О. А.** Сравнительный анализ методов оценки межостановочной матрицы корреспонденций / О. А. Лебедева, А. Ю. Михайлов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2013. № 4 (40). С. 85-88.
4. **Лебедева, О. А.** Расчет основных характеристик маршрута на основе межостановочной матрицы / О. А. Лебедева // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. № 9 (68). С. 145-148.
5. **Полтавская, Ю. О.** Надежность как показатель эффективного функционирования транспортной системы / Ю. О. Полтавская // В сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы – 2018. Материалы международной-научно-практической конференции. 2018. С. 206-209.
6. **Полтавская, Ю. О.** Оценка условий движения транспортных потоков с применением геоинформационных технологий / Ю. О. Полтавская, М. Н. Крипак, В. Е. Гозбенко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 1 (49). С. 155-161.