

УДК 656.021

К.А. Яковенко,

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕГКОВОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПО УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА.

Предложен алгоритм расчета загрузки улично-дорожной сети города легковым индивидуальным транспортом с использованием модели распределения.

Ключевые слова: легковой индивидуальный транспорт, улично-дорожная сеть, корреспонденции, маршруты.

В настоящее время легковой индивидуальный транспорт (ЛИТ) в наибольшей степени влияет на загрузку улично-дорожной сети (УДС) города, суммарная доля ЛИТ на магистральной сети по зонам города колеблется от 0,6 до 0,9 [1]. Это обуславливает необходимость учета особенностей формирования и распределения потоков ЛИТ по УДС города.

Предлагается в основу расчета распределения ЛИТ по УДС города заложить существующий расчет пассажирских корреспонденций [2,3] с некоторыми уточнениями и особенностями связанными с характеристиками использования ЛИТ в конкретном городе, районе.

Главной особенностью ЛИТ, которая учитывается в расчете, является свобода выбора пути передвижения владельцами ЛИТ. Выбор пути передвижения зависит от многих факторов как объективных так и субъективных.

Число передвижений, совершаемых на ЛИТ, зависит от транспортной подвижности населения, и от коэффициента использования ЛИТ ($K_{исп}^{и}$) с учетом назначения поездки. $K_{исп}^{и}$ отражает долю автомобилей, относительно общей совокупности парка автомобилей, которые совершают передвижения в рассматриваемый промежуток времени (час «пик», сутки). На коэффициент использования ЛИТ влияет множество факторов (рис. 1), основными из них являются условия поездки, социальное положение владельца ЛИТ, время года, цель поездки и день недели.

Моделирование распределения ЛИТ по УДС необходимо выполнять для наиболее неблагоприятной ситуации, когда совершается наибольшее число различных целевых поездок на ЛИТ. Для расчета принимаем, что период наибольшего использования ЛИТ приходится на лето, максимальное количество передвижений происходит в будние дни, основные цели поездок в

час «пик» - трудовые. Теоретически принимаем, что основное влияние на $K_{исп}^{и}$ оказывают факторы, входящие в группу «Условия поездки» (рис. 1).

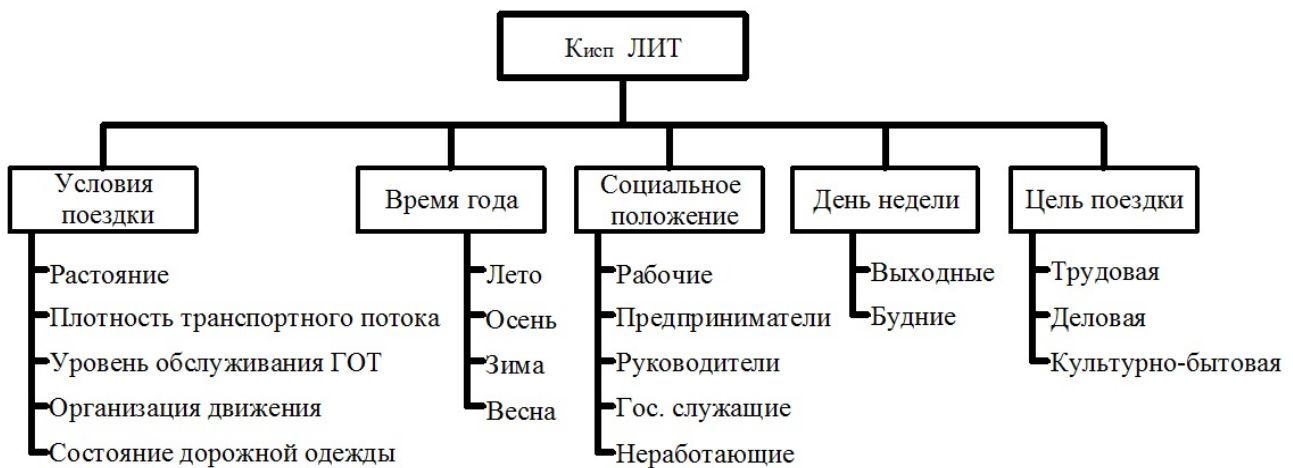


Рис. 1. Факторы, влияющие на коэффициент использования ЛИТ

В исследованиях проведенных ранее [4] было установлено, что в летний период свыше 80% владельцев используют ЛИТ для совершения поездки в городе. Однако необходимо учитывать, что 45% опрошенных пешеходов имеют ЛИТ, но при этом зачастую используют ГОТ для передвижения. К сожалению, нельзя однозначно распределить полученные в результате обследования данные на генеральную совокупность, в данном случае это все жители в г. Донецк, так как в выборку пешеходов попало слишком много владельцев ЛИТ.

В связи с этим рекомендуется принимать по городу $K_{исп}^{и}$ равным 0,6. Необходимо также учитывать что в городе присутствует от 10% до 15% незарегистрированного в городе транспорта. Следовательно для дальнейших расчетов $K_{исп}^{и}$ с учетом этого транспорта составит 0,7.

В связи со спецификой расчета положенного в основу, количество передвижений на ЛИТ, из отдельно взятого транспортного района в час «пик», следует вычислять, опираясь на общее количество передвижений населения данного района, с учетом уровня автомобилизации населения. Таким образом:

$$P_i = \frac{S_i \cdot Y_i \cdot k_{исп}}{1000} \quad (1)$$

где P_i – число передвижений на ЛИТ совершаемых из i -го транспортного района;

S_i – количество передвижений населения i -го транспортного района;

Y_i – уровень автомобилизации i -го транспортного района, авт/тыс.жит;

$K_{исп}^{и}$ – коэффициент использования ЛИТ

На рис. 2 показан предлагаемый алгоритм расчета распределения ЛИТ по УДС города. Первый, второй и пятый пункты алгоритма необходимо выполнять аналогично существующего расчета пассажирских корреспонденций между транспортными районами. Третий и четвертый пункты алгоритма относятся к сбору исходной информации об объекте. В данном случае понятие потенциал транспортного района включает в себя численность населения и численность рабочих работающих на промышленных предприятиях расположенных в транспортном районе.

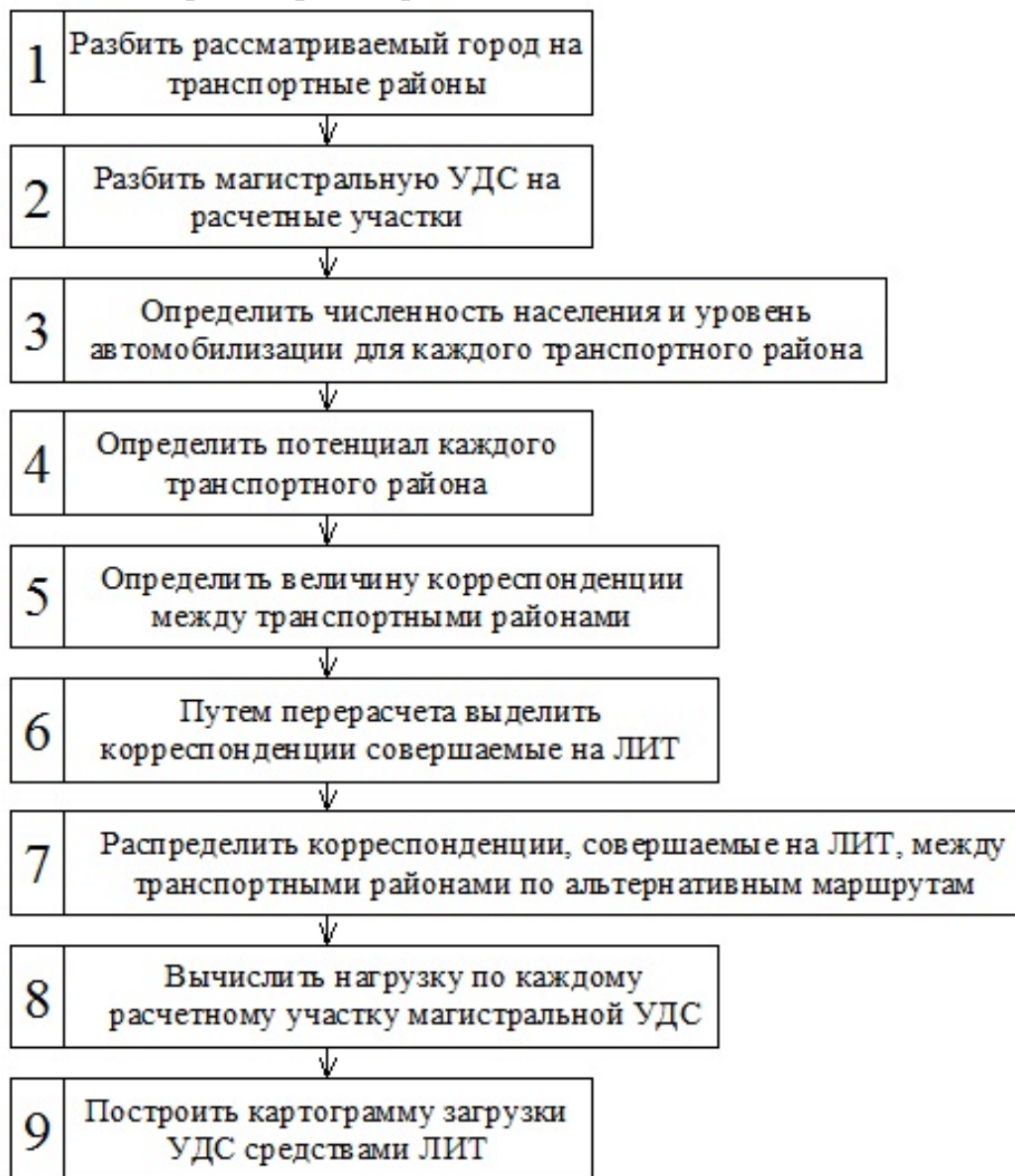


Рис. 2. Алгоритм расчета распределения ЛИТ по УДС города

Распределение транспортных корреспонденций по альтернативным маршрутам следования формируется в результате решений, принимаемых водителями о выборе маршрута движения на основании сравнения характеристик альтернативных маршрутов движения (рис. 3).

Число передвижений на ЛИТ по какому либо из альтернативных маршрутов следования обратно пропорционально длине пути и прямо пропорционально усредненной пропускной способности маршрута.

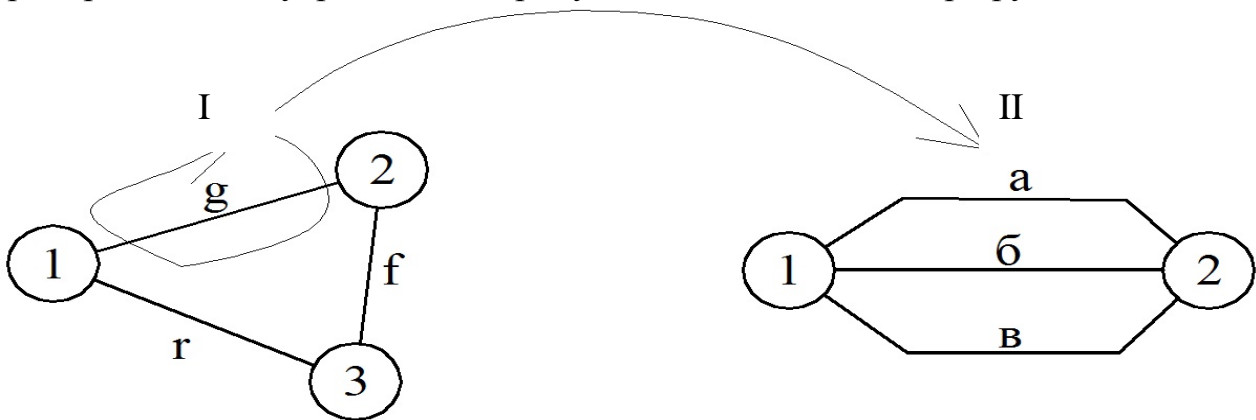


Рис. 3. Граф сети (I) и распределение транспортных корреспонденций по альтернативным маршрутам следования (II).

1,2,3 – номера транспортных районов; g,r,f – связи между районами; а,б,в – альтернативные маршруты следования (по g,r,f связям).

На рис. 3. показано разложение ребра графа g характеризующего связь между 1 и 2 транспортным районом на альтернативные маршруты следования. В дальнейшем каждый из альтернативных маршрутов следования раскладывается на расчетные участки УДС, каждый из которых будет иметь свой порядковый номер и свои характеристики. При выборе альтернативных маршрутов следования необходимо руководствоваться принципами экономии времени и расходных горюче-смазочных материалов, иными словами необходимо выбирать маршруты имеющие наименьшую длину. Не рекомендуется вводить в расчет более 3-х альтернативных маршрутов следования, в связи с увеличением объема вычислений и отдалением теоретического расчета от фактических условий.

Для каждого из альтернативных маршрутов следования необходимо рассчитать коэффициент k_i – отображающий долю передвижений на ЛИТ которая воспользуется маршрутом а, б или в, долю от общего числа передвижений на ЛИТ между двумя транспортными районами.

Тогда число передвижений на ЛИТ, между 1 и 2 транспортным районом, совершаемых по i-му маршруту:

$$p_{(1-2)i} = P_{1-2} \cdot k_i \quad (2)$$

где $p_{(1-2)i}$ – число передвижений на ЛИТ, между 1 и 2 транспортным районом, совершаемых по i-му маршруту, где i - это а, б, или в;

P_{1-2} – общее число передвижений на ЛИТ совершаемое между 1 и 2 транспортным районом;

k_i – коэффициент отображающий долю передвижений на ЛИТ по i -му маршруту, где i – это а, б, или в.

При увязке влияния длины маршрута и усредненной пропускной способности при заданном «уровне обслуживания» по маршруту следования необходимо определить значимость каждого из факторов на выбор водителем маршрута следования. Показатель “уровень обслуживания” определяется как “качественная характеристика, которая отражает такие совокупные факторы, как скорость движения, время поездки, свободу маневрирования, безопасность и удобство управления автомобилем” [5].

Целесообразно принять равнозначное влияние каждого из факторов на выбор водителем маршрута следования. В таком случае коэффициент отображающий долю передвижений на ЛИТ по i -му маршруту будет равен:

$$k_i = \frac{(k_{\ell_i} + k_{p_i})}{2} \quad (3)$$

Тогда формула (2) примет вид:

$$P_{(1-2)i} = 0,5 \cdot P_{1-2} \cdot (k_{\ell_i} + k_{p_i}) \quad (4)$$

где k_{ℓ_i} – коэффициент учитывающий длину маршрута;

k_{p_i} – коэффициент учитывающий пропускную способность по маршруту следования при заданном «уровне обслуживания».

Учитывая, что число передвижений на ЛИТ распределяется между альтернативными маршрутами следования обратно пропорционально их длине, тогда:

$$k_{\ell_i} = \frac{\sum \ell}{\ell_i \cdot \sum_1^j \left(\frac{\sum \ell}{\ell_i} \right)} \quad (5)$$

где $\sum \ell$ – суммарная длина всех альтернативных маршрутов;

ℓ_i – длина i -го маршрута, где i – это а, б, или в;

j – число альтернативных маршрутов.

Число передвижений на ЛИТ между транспортными районами распределяется по альтернативным маршрутам следования прямо пропорционально усредненной пропускной способности этих маршрутов. Тогда:

$$k_{p_i} = \frac{N_i}{\sum N} \quad (6)$$

где $\sum N$ – суммарная усредненная пропускная способность в одном направлении на всех альтернативных маршрутах;

N_i – усередненная пропускная способность в одном направлении на i -ом маршруте;

Расчеты рекомендуется вести в табличной форме, аналогично расчету пассажирских корреспонденций, основное отличие будет в коэффициенте использования ЛИТ и таблице отображающей маршруты следования между транспортными районами. Далее ячейки необходимо разбить на подячейки.

Таблица 1.

Пример заполнения таблицы маршрутов следования (цифры в ячейках указывают номер участка УДС входящего в маршрут)

		Номер тр. района		
		1	2	3
Номер тр. района	1	-----	1,3,5	2,3,8
			2,3,7	1,9,15
			4,6	
	2	1,3,5	-----	10,11
		2,3,7		12,13
		4,6		
	3	2,3,8	10,11	-----
		1,9,15	12,13	

Далее для каждого из альтернативных маршрутов (каждой ячейки) вычисляется коэффициент k_i по формулам (3;5;6), и записывается в табл. 2.

Таблица 2.

Пример заполнения таблицы коэффициентов отображающих долю передвижений на ЛИТ по i -му маршруту следования

		Номер тр. района		
		1	2	3
Номер тр. района	1	-----	k_1	k_1
			k_2	k_2
			k_3	
	2	k_1	-----	k_1
		k_2		k_2
		k_3		
	3	k_1	k_1	-----
		k_2	k_2	

Используя формулу (4) заполняется следующая табл. 3 (форма таблицы аналогична табл. 2) отражающая уже число передвижений на ЛИТ совершаемых между транспортными районами по i -му маршруту.

Для того чтобы рассчитать нагрузку на каждый из расчетных участков магистральной УДС, необходимо опираясь на данные табл. 1. суммировать значения ячеек из табл. 3. Например, когда рассчитывается нагрузка на первый

расчетный участок УДС необходимо суммировать значения тех ячеек табл. 3., в которых встречается цифра «1» в табл. 1.

На основании нагрузки на каждый из расчетных участков магистральной УДС, строится картограмма загрузки УДС средствами ЛИТ.

Выводы. Развитие УДС должно предусматривать формирование структуры загрузки этой сети на перспективу. Величина транспортного потока по элементам УДС определяется согласно матрице корреспонденций, включая ЛИТ, и условиям движения транспортного потока на альтернативных маршрутах.

Оценка УДС по интегральному критерию «уровень обслуживания» и картограммы моделируемых транспортных потоков, покажет «узкие места» и позволит своевременно провести организационные мероприятия по их устранению.

Литература:

1. Яковенко К.А. Изменение транспортных потоков и их влияния на пропускную способность улично-дорожной сети. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2006. – Вип. 25. – с. 401-405
2. Черепанов В. А. Транспорт в планировке городов: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 216 с., ил.
3. Овечников Е.В., Фишельсон М.С. «Городской транспорт», М. «Высшая школа», 1976.
4. Осетрин Н.Н., Яковенко К.А. Влияние легкового транспорта на транспортно-планировочные решения города. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2009. – Вип. 33. – с. 276-282
5. Яковенко К.А. Комплексная оценка улично-дорожной сети с использованием показателя уровня обслуживания. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2011. – Вип. 40, частина 2. – с. 589-595.

Анотація

Запропонований алгоритм розрахунку завантаження вулично-дорожній мережі міста легковим індивідуальним транспортом з використанням моделі розподілу.

Ключові слова: легковий індивідуальний транспорт, вулично-дорожня мережа, кореспонденції, маршрути.

Summary

The algorithm is proposed for calculating the load of the road network of the individual passenger transport using the distribution model.

Keywords: passenger individual transport, road network, correspondences and routes.