

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ УКРАИНЫ**

**Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

**К печати и в мир разрешаю:**

**Первый проректор**

**Гладкий И.П.**

**Методические указания**  
к курсовой работе по дисциплине  
«Транспортные системы»  
для студентов дневной формы обучения,  
специальности 6.070101-Транспортные технологии  
(По видам транспорта)

**Все цитаты, цифровой  
фактический материал  
и библиографические ведомости  
проверены, написание единиц  
отвечает стандартам.**

**Утверждено  
методическим советом  
университета  
протокол №  
от 2013 р.**

**Составители**

**Т.Т. Токмиленко  
А.А. Кочина  
К.Г. Ковцур**

**Ответственный за выпуск Горбачев П.Ф**

**ХАРЬКОВ ХНАДУ 2013**

**Составители: Кочина А.А. Токмиленко Т.Т. Ковцур Е.Г.**

**Ответственный за выпуск Горбачев П.Ф.**

В данной курсовой работе предлагается рассмотреть проблемную ситуацию по определению перспективного плана работы пассажирской транспортной системы города с помощью моделирования транспортной сети города и использования теоретических способов расчетов параметров транспортных систем.

Для решения поставленных задач необходимо воспользоваться результатами современных достижений науки и техники в области теории систем и системного анализа, теории транспортных процессов и систем, эконометрии, математического моделирования сложных и сложно организационных объектов и управления сложными целенаправленными системами.

Структура курсовой работы:

Введение

1 Составление топологической схемы города

1.1 Формирование транспортных районов

1.2 Описание улично-дорожной сети

2 Определение емкостей транспортных районов

2.1 Определение численности населения транспортных районов

2.2 Определение количества приезжающих в транспортные районы и уезжающих из них

3 Расчеты пассажиропотоков на сети

4 Корректирование пассажиропотоков с учетом пропускной способности участков улично-дорожной сети

Выводы

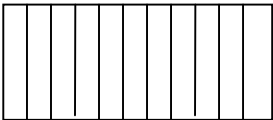

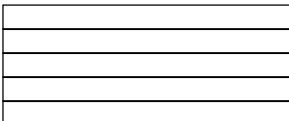
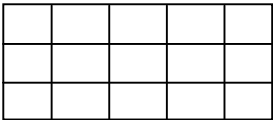
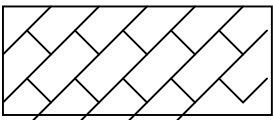
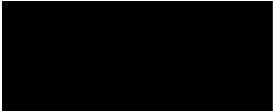
Для выполнения курсовой работы каждый студент получает индивидуальную задачу, которая по согласованию с руководителем курсовой работы может представлять реальную ситуацию, предложенную на производстве.

Индивидуальные задачи для расчетов представляют собой карту моделированного города и количество жителей в нем, которое приведено в табл. 1.

Таблица 1 - Исходные данные к курсовой работе

Показатель	Номер варианта по последней цифре номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество жителей в городе $N_g$ , тыс. чел.	620	580	640	700	650	590	680	520	670	620

Условные обозначения к карте города:

Обозначение	Вид застройки	Коэффициент $K_z$
	одно-двухэтажная	1
	трех-пятиэтажная	4
	пяти-девятиэтажная	7
	девяти - двенадцатиэтажная	10,5
	двенадцати-шестнадцатиэтажная	12,5
	промышленная зона	0

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

По приведенным данным необходимо рассчитать матрицу трудовых передвижений, реализованную в утренний "пик" 7-30-ти до 9-и часов (продолжительность расчетного периода  $T_{\Pi} = 1,5$  ч), рассчитать соответствующие пассажиропотоки и найти нужное количество автобусов в городе. При этом предполагается, что культурно-бытовые передвижения в этот период не осуществляются и величиной объема перевозок на индивидуальном транспорте можно пренебречь. Ниже приведен порядок выполнения и требования к отдельным разделам работы. Временной коэффициент неравномерности пассажиропотоков для данного периода принимается равным  $k_{\text{ч}} = 1,2$ .

### 1 СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГОРОДА

Топологическая схема является моделью транспортной сети города и должна как можно больше отвечать моделированному объекту. Топологическая схема должна описывать все участки улично-дорожной сети (УДС) и все транспортные районы (ТР) города. На исходной карте города отражена УДС, по которой возможна организация движения городских маршрутов наземных видов транспорта.

#### 1.1. Формирование транспортных районов

Транспортные районы должны быть сформированы таким образом, чтобы все передвижения между ними сводились бы к передвижениям между их центрами, а все внутрирайонные передвижения осуществлялись бы пешком /2/. При формировании ТР нужно считать, что на всех участках УДС функционируют городские маршруты и выполнять микрорайонирование по правилам, описанными в теоретической части курса (приложение А).

Первым этапом при микрорайонировании города является определение его площади  $S_r$ . Для этого необходимо на исходной карте нанести карандашом сетку с размерами клетки  $10 \times 10$  мм и определить количество клеток, полностью (П) и частично (Ч) покрытых территорией города. Потом определяется площадь карты  $S_k$ .

$$S_k = \left( П + \frac{Ч}{2} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Площадь города определяется исходя из масштаба 1:50000, причем нужно учитывать, что этот масштаб линейный и для перерасчета площадей необходимо сводить его в квадрат.

В соответствующем разделе курсовой работы должна быть описана методика составления топологической схемы, общие результаты и таблица с характеристикой транспортных районов, которая содержит общую площадь ТР, площади жилой застройки каждого вида и промышленных зон, которые находятся на территории ТР, а также коэффициента приведения ТР, что определяется по зависимости:

$$k_i = \frac{\sum_j^6 k_{nj} \cdot S_{ij}}{S_i} \quad (2)$$

где  $k_i$  - коэффициент приведения для  $i$ -го района;

6 – количество видов застройки;

$k_{nj}$  - коэффициент приведения для  $j$ -го вида застройки;

$S_{ij}$  - площадь  $j$ -го вида застройки в  $i$ -ом районе города,  $\text{км}^2$ ;

$S_i$  - площадь  $i$ -го района города,  $\text{км}^2$ .

## 1.1. Описание улично - дорожной сети

УДС описывается длиной участков, которые соединяют определенные транспортные районы. Длина участков определяется по карте города с помощью линейки или курвиметра. Полученное значение превращается в реальную длину участков с помощью масштаба.

Для каждого участка определяем время проезда по нему исходя из того, что скорость соединения принимается равной  $V_c=20$  км/год

$$t_{ij} = \frac{l_{ij} \cdot 60}{V_c}, \quad (3)$$

где  $t_{ij}$  - час прохождения на участке  $i-j$ , мин;

$l_{ij}$  - длина участка между  $i$ -м и  $j$ -м районами, км.

Для каждого участка определяется вид городской улицы, характеристика которых приведена в табл.2 /4/. Суммарная длина участков каждого типа должна отвечать распределению, приведенному в табл.2.

После этого рассчитываем плотность УДС  $\varphi$  и плотность с учетом количества полос движения  $\varphi_n$  по формулам:

$$\varphi = \frac{\sum l_{ij}}{S}; \quad (4)$$

$\varphi_n$

$\varphi_n = \frac{\sum l_i n_n}{S}$

(5)

$$\varphi_n = \frac{\sum_i^m l_i n_n}{S}$$

где  $m$  - количество участков УДС;

$n_n$  - количество полос в одном направлении на  $i$ -м участке.

Таблица 2 - Характеристика городских улиц

Тип улиц	Количество полос в одном направлении	Пропускная способность в одном направлении		Удельное содержание улиц в общей длине УДС, %
		прив. ед/ч	пасс/ч	
городские магистральные улицы с разделительной полосой	4	2900	24000	10
городские магистральные улицы без разделительной полосы	3	2400	19000	20
основные городские улицы	2	1800	12000	60
городские улицы в районах с малоэтажной застройкой	1	1000	5000	10

Результаты измерения УДС должны быть представлены в виде таблицы, которая содержит все показатели, которые определяются в данном разделе. Кроме того раздел должен содержать таблицу, в которой отображена суммарная длина участков каждого типа и их частиц во всей УДС.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ РАЙОНОВ

### 2.1 Определение численности населения

Численность населения транспортного района определяется исходя из его площади и значения средневзвешенного коэффициента приведения по городу  $k$ :



$$k = \frac{\sum_i^n k_i \cdot S_i}{\sum_i^n S_i} \quad (6)$$

где  $n$  – количество транспортных районов города.

Потом определяется величина относительной плотности населения по формуле, чел./км<sup>2</sup>:

$$\rho = \frac{N_2}{\sum_i^n k_i \cdot S_i} \quad (7)$$

где  $N_2$  – численность населения города, заданная по варианту, тыс.чел.

Значение численности населения транспортного района рассчитывается по зависимости, тыс. чел. :

$$N_i = \rho \cdot k_i \cdot S_i \quad (8)$$

Для каждого района рассчитываем плотность населения, чел./км<sup>2</sup>:

$$\rho = \frac{N_i}{S_i} \quad (9)$$

Расчеты количества жителей транспортного района или работающих, здесь и дальше проводятся в любом масштабе (тыс. и др.) при условии - соблюдение точности расчетов до одного человека.

2.2 Определение количества приезжающих в транспортные районы и уезжающих из них

В данной постановке задачи емкостью ТР по прибытию является количество приезжающих в район на работу в первую смену. Распределение рабочих мест по территории города определяется наличием промышленных зон, в которых работают в первую смену 30% населения города и рабочими местами на другие территории города, на которой занято 10% населения. Таким образом, общее количество работающих в рассмотренный период жителей города составляет 40% населения. Количество работающих в промышленных зонах пропорционально их площади, количество работающих в селитебных зонах пропорционально площади этих зон и плотности населения в них.

Исходя из этого, для решения поставленных перед разделом задач сначала определяем общее количество работающих в первую смену  $N_p$ , количество работающих в промышленных  $N_{pn}$  и селитебных  $N_{pc}$  зонах, тыс. чел. :

$$N_p = 0,4 \cdot N_z ; \quad (10)$$

$$N_{pn} = 0,3 \cdot N_z ; \quad (11)$$

$$N_{pc} = 0,1 \cdot N_z \quad (12)$$

Потом определяем плотность работников в промышленных зонах района, тыс. чел./км<sup>2</sup>:

$$\rho_n = \frac{N_{pn}}{\sum_i S_{i6}} , \quad (13)$$

де  $S_{i6}$  – площадь 6-го виду застройки промышленной зоны в  $i$ -м районе города, км<sup>2</sup>.

Для каждого района определяем количество работающих в промзонах по зависимости тыс. чел.

$$N_{pni} = \rho_n \cdot S_{i6} \quad (14)$$

Определяем плотность работников в селитебных зонах, тыс. чел./км<sup>2</sup>

$$\rho_c = \frac{N_{pc}}{\sum_i^n S_i \cdot k_i}, \quad (15)$$

Для каждого района определяем количество работающих в селитебных зонах по зависимости, тыс. чел.

$$N_{pci} = \rho_c \cdot S_i \cdot k_i \quad (16)$$

После этого находим общее количество работающих в ТР, тыс. чел.

$$N_{pi} = N_{pni} + N_{pci} \quad (17)$$

Для расчетов количества выезжающих из каждого района определяется корректирующий коэффициент

$$K_k = \frac{\sum_i^n N_{pi}}{N_2}, \quad (18)$$

Количество выезжающих из каждого транспортного района рассчитывается по зависимости, чел.

$$N_{\delta i} = K_k \cdot N_i, \quad (19)$$

### 3 РАСЧЕТЫ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА СЕТИ

В данной курсовой работе пассажиропотоки рассчитываем исходя из кратчайшего по времени пути прохождения.

Расчеты матрицы корреспонденций и соответствующих пассажиропотоков выполняется на ЭВМ с помощью программы MATR\_KOR.EXE. Как длина звена, при расчетах используется время проезда по участку в минутах. Емкости районов вводятся в ЭВМ в пассажирах.

Результаты расчетов представляют собой:

- матрицу кратчайших расстояний;
- матрицу корреспонденций;
- матрицу пассажиропотоков на участках улично- дорожной сети.

На основании результатов расчетов определяется необходимое количество автобусов для организации перевозок пассажиров

$$A = \frac{P \cdot k_q}{q \cdot \gamma_d \cdot V_g \cdot \alpha_n \cdot T_n}, \quad (20)$$

де  $P$  - суммарный пассажирооборот за рассмотренный период, пасс.км;

$q$  - средняя вместительность автобусов,  $q = 80$  пасс;

$\gamma_d$  - средний динамичный коэффициент наполнения салонов автобусов,  $\gamma_d = 0,5$ ;

$V_g$  - средняя эксплуатационная скорость городских автобусов,

$V_g = (0,9-0,95) \cdot V_c$ , км/год.;

$\alpha_n$  - коэффициент использования парка,  $\alpha_n = 0,7$ ;

$T_n$  – время в наряде,  $T_n = 8$  ч.

#### 4 КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ С УЧЕТОМ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ УДС

Полученные значения пассажиропотоков корректируем для сравнения с пропускной способностью дороги по зависимости, пасс/ч:

$$F'_{ij} = \frac{F_{ij} \cdot k_q}{T_n}, \quad (21)$$

где  $F_{ij}$  – пассажиропоток на участке з району  $i$  в  $j$ , полученный в результате расчетов на ЕОМ, пасс/ч;

$F'_{ij}$  - максимальный часовой пассажиропоток на участке  $i - j$ , пасс/ч;

Полученные значения часового пассажиропотока сравниваем с табличными значениями пропускной способности участков, которые приведены в таблице 2. В том случае, если пропускная способность ниже пассажиропотока время прохождения на участке корректируется таким образом

$$t'_{ij} = t \cdot \text{Exp} \left( \frac{F'_{ij}}{P} - 1 \right), \quad (22)$$

где  $t'_{ij}$  - скорректированное время движения по участку, мин.;

$\text{EXP}$  - функция, обратная натуральному логарифму;

$P$  - пропускная способность участка, пасс./ч.

Время движения по участкам корректируется для каждого направления отдельно.

После корректирования времени движения по всем участкам вносятся соответствующие изменения в файл данных с помощью внутреннего редактора Norton Commander . Для вызова редактора необходимо подвести

курсор к файлам исходных данных и нажать клавишу F4. По окончании корректирования сделанные изменения сохраняем в файл с помощью клавиши F2. После выхода из редактора проводится повторный расчет на ЭВМ. Для полученных снова пассажиропотоков повторяется процедура корректирования, теперь как исходное время движения по участкам принимаются скорректированные на предыдущем шаге расчеты значения. Расчеты проводятся до тех пор, пока на всех участках УДС пропускная способность не превысит значения пассажиропотоков.

В выводе необходимо привести общие результаты работы и сделать короткие выводы о влиянии пропускной способности и участков УДС на нужную мощность городского транспорта и о возможностях корректирования расчетных пассажиропотоков с помощью зависимости (22), а, также, изложить собственное мнение о результативности выполненной работы с точки зрения поставленных целей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Л. Л., Островский Н. Б., Цукерберг С. М. Единая транспортная система та автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1984. -333 с
2. Брайловський Н. О., Грановский В. П. Моделирование транспортных систем. – М.: Транспорт, 1978.
3. Заблоцкий Г. А. Транспорт у місті. Київ: Будівельник, 1986.
4. Лобанов Є. М. Транспортное планирование городов. – М.: Транспорт, 1990.
5. Рихтер К. Ю. Транспортная эконометрия. – М.: Транспорт, 1983.

Приложение А  
Правила микрорайонирования города  
(Выделение транспортного района).

1. Максимальная площадь транспортного района 2.5 км, расстояние и время подхода пассажира к остановке 800км и 10мин.
2. Реки, железнодорожные пути, овраги и другие естественные преграды, а также границы административных районов города служат естественными границами транспортных районов и не должны находится внутри него.
3. Границы транспортного района не должны делить дома, парки, заводские территории.
4. Большие пассажиропоглощающие объекты (предприятия, вокзалы всех видов транспорта, большие пересадочные пункты МПТ, станции метро) с близлежащими к ним территориями выделяются в транспортные районы.
5. Граница транспортного района не может проходить по большим магистралям с маршрутом МПТ и должна пересекать ее под прямым углом.
6. Связь между двумя соседними транспортными районами должна осуществляться по одной транспортной магистрали, исключение составляют две параллельных улицы со встречным односторонним движением.
7. Границы транспортных районов не должны находится близ остановочного пункта с большим пассажирообменом.
8. Все тупиковые участки транспортной сети с близлежащими к ним территориями выделяются в отдельные транспортные районы.
9. На территории транспортного района не должно находится больше одного сечения транспортных линий.
10. Если движение МПТ осуществляется по двум улицам с разной пропускной способностью, то в некоторых случаях целесообразно улицу с меньшей пропускной способностью охватить территорией транспортного района и не рассматривать ее как отдельную транспортную магистраль.
11. В транспортных районах с тупиковым участком транспортной сети за центр принимается конец тупикового участка.
12. В транспортных районах с узлом сечения транспортных линий за центр принимается точка этого сечения.
13. Центры транспортных районов должны по возможности располагаться равно отдаленно от границ между транспортными районами, не только по расстоянию, но и по времени подхода, удобства и т.д.
14. За центр транспортного района принимается одна из входящих в него остановок ГПТ, как правило с самым большим пассажирооборотом, при наличии станции метро она является центром транспортного района.