

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим занятиям по дисциплине  
" Транспортные системы"  
для студентов направления "Транспортные технологии"  
дневной формы обучения

Утверждено методическим  
советом университета,  
протокол №  
от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2013 г.

Харьков ХНАДУ 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим занятиям по дисциплине  
" Транспортные системы"  
для студентов направления "Транспортные технологии"  
дневной формы обучения

Харьков ХНАДУ 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

В печать и в мир разрешаю

Проректор

Гладкий И. П.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим занятиям по дисциплине

" Транспортные системы"

для студентов направления "Транспортные технологии"

дневной формы обучения

Все цитаты, цифровой,  
фактический материал,  
библиографические  
сведения проверенные,  
надпись единиц  
отвечает стандартам.

Утверждено методическим  
советом университета,  
протокол №  
от

Составители А.А.Кочина, Т.Т. Токмиленко, Е.Г. Ковцур.

Ответственный за выпуск

Горбачев П. Ф

Харьков ХНАДУ 2013

Составители

Кочина А.А.Т.Т. Токмиленко, Е.Г. Ковцур

Кафедра транспортных систем и логистики

### Цель и задачи методических указаний

Цель методических указаний - помочь студентам закрепить теоретический материал курса на практических занятиях, выполняя задания, которые предлагаются.

Выполнение заданий представляет собой решение задач, которые возникают в реальном транспортном процессе.

Предложенные задания охватывают основные разделы курса.

В процессе выполнения заданий студенты глубже овладевают методы и последовательность системного исследования транспортных объектов, средства определения структуры внешней среды и модели транспортных систем.

Задания выполняют, согласно вариантам, в тетради со вспомогательными расчетами. В конце каждого задания необходимо сделать соответствующие выводы.

### Занятие 1

#### СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГОРОДА

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Построить топологическую схему города и рассчитать характеристики улично-дорожной сети.

Исходные данные представляют собой карту города масштабом 1:50000 ( $\mu = 50000$ ), что выдается каждому студенту индивидуально. На карте выделенные только те улицы, по которым осуществляется движение городского пассажирского транспорта.

#### Указания к выполнению задания

1. Определить общую площадь города исходя из масштаба и площади карты

$$S_2 = S_k \cdot \mu^2 \quad , \quad (1.1)$$

где  $S_k$  - площадь карты;

$\mu$  - масштаб.

Площадь карты определяется любым доступным методом. Рекомендуется использовать метод равномерного распределения территории, при котором на карту города наносится квадратная сетка (рекомендуется размерность каждого центра  $10 \times 10$  мм) и подсчитывается количество ячеек целиком  $\Pi$  или частично  $\mathcal{C}$  охваченных территорией города. Площадь карты определяется по зависимости (9.2).

$$S_k = (\Pi + \mathcal{C}/2) \cdot S_{\text{я}}, \quad (1.2)$$

где  $S_{\text{я}}$  - площадь ячейки,  $\text{мм}^2$ .

2. Разбить территорию города на транспортные районы по правилам транспортного микрорайонирования.

При разбивке территории города следует учитывать ограничение на максимальное и минимальное количество транспортных районов, которые в данном задании определяются как:

$$N_{\max} = \frac{S_z}{1.5}; \quad (1.3)$$

$$N_{\min} = \frac{S_z}{2.5}$$

Фактическое количество транспортных районов  $N_{\phi}$  не может превышать это ограничение

$$N_{\min} \leq N_{\phi} \leq N_{\max}. \quad (1.4)$$

3. Определить площадь жилой застройки транспортных районов и промышленных зон и рассчитать суммарную площадь застройки города, без учета площади улично-дорожной сети (УДС).

При расчете площади застройки транспортных районов возможно

использование описанного в 1-ом пункте указаний метода, с тем лишь различием, что максимальная размерность ячейки здесь составляет 3×3 мм. Результаты расчетов приводятся в табличном виде.

4. Составить топологическую схему города и описать ее в принятом порядке длиной участков транспортной сети.

Длина участков определяется по карте между центрами транспортных районов, переводится в километры через масштаб и приводится на топологической схеме. Описание транспортной сети приводится в таблице.

5. Рассчитать общую протяженность УДС и ее плотность.

Общая протяженность участков УДС  $L$  рассчитывается по зависимости (9.5), плотность УДС - по (9.6).

$$L = \sum_i^Y l_i, \quad (1.7)$$

где  $Y$  - количество участков транспортной сети в схеме;

$l_i$  - длина  $i$ -ого участка, км.

$$\rho = \frac{L}{S_z}. \quad (1.8)$$

6. Сделать выводы по работе

В выводах по работе отбиваются последствия учета ограничений на максимальное количество транспортных районов и общие результаты моделирования.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Описание метода для определения общей площади города?
2. Правила транспортного микрорайонирования?
3. Принцип упорядочения топологической схемы города?

## Занятие 2

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПЕРЕВОЗОК АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ «СПРОС - ПРЕДЛОЖЕНИЕ»

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Определить прогнозное значение объема перевозок автотранспортного предприятия с помощью модели «спрос - предложение».

В качестве результативного признака принять значение объема перевозок с 1-го задания. В качестве факторных признаков принимается объем производства в регионе и значение тарифа за транспортную работу, которые приведены в таблицах 3 и 4. В таблице 3 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 4 - по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 3

Объем производства в регионе Р, тыс. грн.

Номер отчетного года, t	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	999	711	459	344	932	802	716	698	1919	931
2	998	763	521	402	916	805	722	691	1959	958
3	995	809	581	406	908	809	726	675	1981	975
4	989	756	639	431	905	802	728	653	1992	986
5	979	808	693	462	913	824	731	632	1996	992
6	963	842	742	462	926	833	732	616	1981	995
7	940	876	786	519	941	843	733	606	1947	996
8	909	870	825	525	955	853	734	602	1964	998
9	870	898	859	873	968	862	735	601	1934	999
10	823	921	863	583	978	859	736	600	1925	996



Таблица 4

Тариф за транспортную работу, Т, коп/ткм

Номер отчетного года, t	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3,0	5,0	4,5	3,7	5,6	4,2	4,8	4,4	4,0	5,1
2	3,0	5,0	4,6	3,7	5,6	4,2	4,8	4,5	4,1	5,2
3	3,0	5,5	4,7	3,8	5,6	4,3	4,8	4,5	4,2	5,2
4	3,1	5,7	4,8	3,8	5,8	4,4	4,8	4,6	4,6	5,2
5	3,1	5,7	4,9	3,9	5,8	4,5	4,8	4,7	5,0	5,2
6	3,1	5,8	5,0	3,9	6,0	4,5	5,0	4,7	5,5	5,4
7	3,2	6,0	5,0	4,0	6,2	4,6	5,0	4,8	6,1	5,7
8	3,2	6,0	5,1	4,0	6,2	4,7	5,0	5,0	6,8	6,1
9	3,2	6,5	5,2	4,1	6,4	4,8	5,2	5,2	7,6	6,6
10	3,3	6,5	5,3	4,1	6,4	4,8	5,2	5,4	8,5	6,9

## Указания к выполнению задания

1. Найти вид двухфакторной линейной модели «спрос - предложение»

$$Q = a_0 + a_1 * P + a_2 * T. \quad (2.1)$$

где  $a_0, a_1, a_2$  – коэффициенты модели.

Коэффициенты  $a_0, a_1, a_2$  отыскать с помощью решения системы уравнений (2.2)

$$\begin{cases} a_0 * n + a_1 * \sum_i^n P_i + b_2 * \sum_i^n T_i = \sum_i^n Q_i \\ a_0 * \sum_i^n P_i + b_1 * \sum_i^n P_i^2 + b_2 * \sum_i^n P_i T_i = \sum_i^n Q_i * P_i \\ a_0 * \sum_i^n T_i + a_1 * \sum_i^n P_i T_i + b_2 * \sum_i^n T_i^2 = \sum_i^n Q_i * T_i \end{cases} \quad (2.2)$$

Показатели, необходимые для расчетов коэффициентов, привести в табличном виде.

2. Рассчитать парные коэффициенты корреляции между Q и P ( $r_{Q/P}$ ), Q и T ( $r_{Q/T}$ ), P и T ( $r_{P/T}$ ). Расчеты проводить в табличной форме.

3. Определить множественный коэффициент корреляции по формуле

$$R_{Q/P/T} = \sqrt{\frac{r_{Q/P}^2 + r_{Q/T}^2 - 2 * r_{Q/P} * r_{Q/T} * r_{P/T}}{1 - r_{P/T}^2}}. \quad (2.3)$$

4. Определить среднюю ошибку аппроксимации для модели по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{\sum_i^n |Q_i - Q'_i|}{n}, \quad (2.4)$$

где  $Q'_i$  - расчетное значение объема перевозок  $i$ -го года, полученное с помощью модели «спрос - предложение».

Показатели, необходимые для расчетов привести в табличном виде.

5. С помощью полученной модели рассчитать прогнозное значение объема перевозок АТП, если известно, что объем производства в прогнозируемом периоде  $P'$  равняется

$$P' = 1,05 * P_{10}. \quad (2.5)$$

Тариф в прогнозируемом периоде остается на уровне последнего отчетного года.

$$T' = T_{10}. \quad (2.5)$$

6. Сделать выводы по работе.

*Вопросы к самопроверке*

1. Какие показатели необходимы для получения модели «спрос - предложение»?
2. Какие показатели присутствующие при расчетах множественного коэффициента корреляции?
3. От чего зависит прогнозное значение объемов перевозок АТП?

**Занятие 3**

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПЕРЕВОЗОК  
АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ  
МОДЕЛИ ЭЛАСТИЧНОСТИ**

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Определить прогнозное значение объема перевозок автотранспортного предприятия с помощью модели эластичности по исходным данным, приведенным в 1-ом и 2-ом заданиях.

Указания к выполнению задания

1. Привести модель эластичности к линейному виду с помощью логарифмирования.

Для приведенных данных модель эластичности выглядит таким образом

$$Q = c * P^{\varepsilon_1} * T^{\varepsilon_2}, \quad (3.1)$$

где  $c$  - константа;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$  - коэффициенты эластичности соответствующих факторов.

Тогда

$$\begin{aligned} \ln(Q) &= \ln(c * P^{\varepsilon_1} * T^{\varepsilon_2}) \Rightarrow \ln(Q) = \ln(c) + \ln(P^{\varepsilon_1}) + \ln(T^{\varepsilon_2}) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \ln(Q) = \ln(c) + \varepsilon_1 * \ln(P) + \varepsilon_2 * \ln(T) \end{aligned} \quad (3.2)$$

Если ввести обозначение

$$\begin{aligned} Y &= \ln(Q); \Rightarrow Q = \text{Exp}(Y); \\ a_0 &= \ln(c); \Rightarrow c = \text{Exp}(a); \\ X_1 &= \ln(P); \Rightarrow P = \text{Exp}(X); \\ X_2 &= \ln(T); \Rightarrow T = \text{Exp}(X); \\ a_1 &= \varepsilon_1; \quad a_2 = \varepsilon_2, \end{aligned} \quad (3.3)$$

это модель приобретает следующий вид

$$Q = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2. \quad (3.4)$$

2. Определить значение переменных  $Y$ ,  $X_1$  и  $X_2$ .

3. Определить коэффициенты  $a_0$ ,  $a_1$  и  $a_2$  с помощью решения системы нормальных уравнений

$$\begin{cases} a_0 * n + a_1 * \sum_i^n X_{1i} + a_2 * \sum_i^n X_{2i} = \sum_i^n Q_i \\ a_0 * \sum_i^n X_{1i} + a_1 * \sum_i^n X_{1i}^2 + a_2 * \sum_i^n X_{1i} X_{2i} = \sum_i^n Q_i * X_{1i} \\ a_0 * \sum_i^n X_{2i} + a_1 * \sum_i^n X_{1i} X_{2i} + a_2 * \sum_i^n X_{2i}^2 = \sum_i^n Q_i * X_{2i} \end{cases} \quad (3.5)$$

Расчеты проводить в табличной форме.

4. Найти внешний вид модели эластичности путем преобразования полученных значений в исходные, на основании обозначений (3.3).

5. Определить среднюю ошибку аппроксимации модели эластичности по зависимости (2.4).
6. Найти прогнозное значение объема перевозок за теми самыми условиями, что и в задании №2.
7. Сделать выводы по работе.

#### *Вопросы к самопроверке*

1. Каким образом модель эластичности приводится к линейному виду?
2. Как находится внешний вид модели эластичности?
3. Какие показатели влияют на значение средней ошибки аппроксимации модели эластичности?

### **Занятие 4**

#### **РАСЧЕТЫ ОБЪЕМА ВЫПУСКА ПО СТАТИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА**

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Рассчитать объем выпуска сектора «ТРАНСПОРТ» в прогнозируемом периоде по статической линейной модели межотраслевого баланса.

Исходные данные для расчетов по текущему периоду приведены в таблицах 5 и 6. За первый сектор в модели принимается сектор «Транспорт», за 2-и - сектор «Производство», за 3-и - сектор «Топливо-энергетический комплекс». В таблице 5 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 6 - по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 5

## Потоки сектора «Транспорт», млн. грн.

Название потока	Номер варианта									
Собственное потребление сектора «ТРАНСПОРТ», $x_{11}$	89	83	178	267	56	145	59	123	72	181
Поставки сектора «ТРАНСПОРТ» в сектор «ПРОИЗВОДСТВО», $x_{12}$	3560	2759	4628	5607	4806	5785	4094	5016	3240	4410
Поставки сектора «ТРАНСПОРТ» в сектор конечного потребления, $y_1$	2670	3649	3738	4717	3916	4895	4183	5121	3330	4320

Таблица 6

## Потоки сектора «Производство», млн. грн.

Название потока	Номер варианта									
Поставки сектора «ПРОИЗВОДСТВО» в сектор «ТРАНСПОРТ», $x_{21}$	680	285	570	312	331	708	349	726	288	576
Собственное потребление сектора «ПРОИЗВОДСТВО», $x_{22}$	27603	23772	44784	84048	24262	46164	64416	86348	66813	64836
Поставки сектора «ПРОИЗВОДСТВО» в сектор конечного потребления, $y_2$	46005	46925	38642	49685	51526	52444	53366	85428	34743	63906

## Указания к выполнению задания

1. Матрица межсекторных потоков составляется с учетом того, что поставки сектора «Транспорт» в сектор «Топливо-энергетический комплекс» составляют 2/3 от поставок сектора «Транспорт» в сектор «Производство».

То есть

$$x_{13} = \frac{2}{3} * x_{12}. \quad (4.1)$$

Аналогично

$$x_{23} = \frac{2}{3} * x_{12}; x_{31} = 3 * x_{21}; x_{32} = \frac{3}{4} * x_{22}; x_{33} = \frac{1}{2} * x_{22}; Y_3 = \frac{1}{3} * Y_2. \quad (4.2)$$

Точность расчетов здесь и во 2-ом пункте - 1 знак после запятой.

2. После расчетов всех межсекторных поставок рассчитывается валовой выпуск каждого сектора  $z_i$

$$z_i = \sum_j^n x_{ij} + Y_i, \quad (4.3)$$

где  $n$  – количество секторов в рассмотренной модели.

Полученная матрица записывается в виде

$$\begin{vmatrix} x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} \cdot y_1 \cdot z_1 \\ x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot y_2 \cdot z_2 \\ x_{31} \cdot x_{32} \cdot x_{33} \cdot y_3 \cdot z_3 \end{vmatrix}. \quad (4.4)$$

3. На основе определенной в предыдущем пункте модели межотраслевых связей (4.4) рассчитывается матрица коэффициентов прямых затрат  $a_{ij}$  за формулой (4.5).

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{z_j}. \quad (4.5)$$

Точность расчетов здесь и дальше - 3 знака после запятой.

Матрица коэффициентов прямых затрат записывается в виде

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13} \\ a_{21} \cdot a_{22} \cdot a_{23} \\ a_{31} \cdot a_{32} \cdot a_{33} \end{vmatrix}. \quad (4.6)$$

4. Для расчетов матрицы коэффициентов полных затрат используется матричная формула (4.7).

$$B = |E - A|^{-1}, \quad (4.7)$$

где  $B = \begin{vmatrix} b_{11} \cdot b_{12} \cdot b_{13} \\ b_{21} \cdot b_{22} \cdot b_{23} \\ b_{31} \cdot b_{32} \cdot b_{33} \end{vmatrix}$  - матрица коэффициентов полных затрат;

$E = \begin{vmatrix} 1 \cdot 0 \cdot 0 \\ 0 \cdot 1 \cdot 0 \\ 0 \cdot 0 \cdot 1 \end{vmatrix}$  - единичная матрица.

Вводится обозначение (4.8).

$$D = |E - A|, \quad (4.8)$$

тогда в линейном виде матрица  $D$  рассчитывается по (4.9).

$$D = \begin{vmatrix} 1 - a_{11} \cdot -a_{12} \cdot -a_{13} \\ -a_{21} \cdot 1 - a_{22} \cdot -a_{23} \\ -a_{31} \cdot -a_{32} \cdot 1 - a_{33} \end{vmatrix}. \quad (4.9)$$

Для получения матрицы  $B$  теперь необходимо свернуть матрицу  $D$  по зависимости (4.10).



$$B = D^{-1} = \frac{1}{\det D} \begin{vmatrix} D_{11} \cdot D_{12} \cdot D_{13} \\ D_{21} \cdot D_{22} \cdot D_{23} \\ D_{31} \cdot D_{32} \cdot D_{33} \end{vmatrix}^T, \quad (4.10)$$

где  $\det D$  - определитель матрицы  $D$ ;

$D_{ij}$  - алгебраическое дополнение  $ij$ -го элемента матрицы  $D$ ;

$T$  - означает транспонированную матрицу, то есть матрицу, у которой строки исходной матрицы являются столбиками результирующей.

Рассчитывается значения определителя матрицы  $D$

$$\det D = d_{11} \cdot d_{22} \cdot d_{33} + d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{31} + d_{13} \cdot d_{21} \cdot d_{32} - d_{13} \cdot d_{22} \cdot d_{31} - d_{11} \cdot d_{23} \cdot d_{32} - d_{12} \cdot d_{21} \cdot d_{33}. \quad (4.11)$$

Точность расчетов определителя - 8 знаков после запятой.

Рассчитываются значения алгебраических дополнений.

Алгебраическое дополнение  $ij$ -го элемента - это определитель субматрицы, полученной вычеркиванием  $i$ -й строки и  $j$ -го столбика матрицы, умноженный на  $(-1)^{i+j}$ . Пример расчетов алгебраического дополнения элемента  $d_{12}$  приведен ниже.

Вычеркивается первая строка и второй столбик матрицы  $D$ . Элементы, которые остались, образуют искомую субматрицу.

$$\text{Тогда } D_{12} = (-1) \cdot (d_{21} \cdot d_{33} - d_{23} \cdot d_{31}).$$

Аналогичным образом рассчитываются другие алгебраические дополнения.

После получения матрицы  $B$  по (4.10) проверяется правильность обращения, для чего рассчитывается матрица  $K$  по (4.12).

$$K = B * D. \quad (4.12)$$

При умножении матриц, для получения  $ij$ -го элемента необходимо элементы  $i$ -й строки матрицы  $B$  умножить на соответствующие элементы  $j$ -го столбика матрицы  $D$ . Сумма этих преобразований и даст искомый элемент результирующей матрицы. В общем виде эта процедура описывается зависимостью (4.13).

$$k_{ij} = \sum_m^n b_{im} * d_{mj}. \quad (4.13)$$

Матрица  $K$  записывается в виде:

$$K = \begin{vmatrix} k_{11} \cdot k_{12} \cdot k_{13} \\ k_{21} \cdot k_{22} \cdot k_{23} \\ k_{31} \cdot k_{32} \cdot k_{33} \end{vmatrix}. \quad (4.14)$$

Потом проверяется равенство матриц  $K$  и  $E$ . Элементы матриц считают равными, если различие между ними существует только в третьем знаке после запятой

$$k_{ij} = e_{ij}, \text{ при } |k_{ij} - e_{ij}| < 0,01. \quad (4.15)$$

Матрицы равны между собой, если равны все их элементы, то есть для каждой пары элементов выполняется условие (4.15). Если  $K \neq E$ , проверяется правильность расчетов матрицы  $B$ .

5. Определение необходимых изменений валового выпуска и межсекторных потоков при изменении векторов конечного потребления.

Определяется необходимая величина поставок сектора «Транспорт» в сектор конечного потребления

$$y_{1.}' = I.I * y_1, \quad y_2' = y_2, \quad y_3' = y_3, \quad (4.15)$$

здесь и дальше апостроф обозначает принадлежность элемента к плановому периоду.

Рассчитывается новое значение валового выпуска трех производственных секторов по формуле

$$z'_i = \sum_j^n b_{ij} \cdot y'_j. \quad (4.16)$$

За известной матрицей коэффициентов прямых затрат  $A$  определяются новые значения межсекторных потоков

$$x'_{ij} = a_{ij} \cdot y'_j. \quad (4.17)$$

Полученные результаты рекомендуются в виде матрицы

$$\begin{vmatrix} x'_{11} \cdot x'_{12} \cdot x'_{13} \cdot y'_1 \cdot z'_1 \\ x'_{21} \cdot x'_{22} \cdot x'_{23} \cdot y'_2 \cdot z'_2 \\ x'_{31} \cdot x'_{32} \cdot x'_{33} \cdot y'_3 \cdot z'_3 \end{vmatrix}. \quad (4.18)$$

Валовой выпуск секторов и межсекторных потоков сравниваются с базовым вариантом матрицы для формулирования выводов.

6. Определение необходимых изменений валового выпуска сектора «Транспорт» при изменении векторов конечного потребления и валового выпуска.

Определяются величины поставок всех секторов в сектор конечного потребления, а также валовой выпуск секторов «Производство» и «Топливо-энергетический комплекс»

$$Y_1' = 1,03 \cdot Y_1; Y_2' = 1,05 \cdot Y_2; Y_3' = Y_3; z_2' = 1,05 \cdot z_2; z_3' = z_3. \quad (4.19)$$

На основании зависимостей (4.16) и (4.20) определяются все возможные модели для расчетов валового выпуска сектора «Транспорт», по которым рассчитываются разные его значения

$$z'_i = \sum_j^n a_{ij} \cdot z'_j + y'_i. \quad (4.20)$$

Для получения моделей по зависимости (4.20) последовательно меняются значения индекса  $i$  в пределах от 1 до 3 и в каждом из вариантов модели значения валового выпуска сектора «Транспорт» выражается через другие сменные.

7. Сделать выводы по работе. Выводы формулируются на основании результатов выполнения пунктов №5 и №6. В пункте №5 выделяются межсекторные потоки, которые, в наибольшей мере, меняются при 10-ти процентном увеличении объема поставок сектора «Транспорт» в сектор конечного потребления. По пункту №6 выводы должны содержать содержание о возможности использования моделей для прогнозирования объема работы сектора «Транспорт».

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Каким принципом необходимо руководствоваться при упорядочении матрицы межсекторных потоков?
2. Что такое алгебраическое дополнение?
3. Каким образом проверяется правильность обращения матрицы?
4. Что показывает коэффициент  $b_{ij}$ ?
5. Выполнение какого условия свидетельствует о равенстве матриц?

## Занятие 5

### РАСЧЕТЫ МАТРИЦЫ ПАССАЖИРСКИХ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ГРАВИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Рассчитать значение матрицы пассажирских корреспонденций гравитационным методом.

Номера транспортных районов приведены в таблицах 7 и 8. В таблице 7 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 8 - по последней цифре номера зачетной книжки.

Характеристики транспортных районов приведены в таблице 9.

Исходные данные сводятся в таблицу как показано в таблице 10.

Таблица 7

Номера транспортных районов за заданием

Транспортный район	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	36	1	2	5	7	3	6	4	8	10
2	41	9	12	17	15	14	18	25	11	13
3	45	16	24	22	19	21	26	30	20	23
4	48	35	28	29	37	31	33	39	26	32
5	50	40	43	38	46	42	49	47	34	44

Таблица 8

Номера транспортных районов за заданием

Транспортный район	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	86	51	52	55	57	53	56	54	58	60
7	91	59	62	67	65	64	68	77	61	63
8	95	66	74	72	69	71	76	80	50	53
9	98	85	78	79	87	81	83	89	76	82
10	100	90	93	88	96	92	99	97	84	94

Таблица 9

Характеристика транспортных районов

Номер района	Количество, тыс. чел.		Координата		Номер района	Количество, тыс. чел.		Координата	
	жителей	раб. мест	X	Y				X	Y
1	6	1	40	54	51	45	8	61	74
2	65	20	32	74	52	61	28	19	50
3	85	6	94	14	53	29	6	23	57
4	31	1	58	16	54	87	1	30	7
5	73	16	65	60	55	36	1	75	78
6	31	8	61	32	56	72	5	90	99
7	65	30	49	34	57	92	29	36	86
8	55	26	29	25	58	50	18	83	25
9	57	12	4	98	59	78	20	60	88
10	22	3	4	28	60	24	8	72	75
11	28	13	4	81	61	43	19	41	60
12	1	1	69	45	62	32	7	19	37
13	58	25	41	63	63	44	11	59	59
14	81	3	71	48	64	91	3	37	2
15	64	19	17	45	65	44	4	62	27
16	99	11	98	85	66	47	1	54	79
17	9	2	67	1	67	32	1	49	10
18	58	1	45	50	68	98	41	30	58
19	39	5	17	43	69	62	24	90	52
20	82	11	62	57	70	30	8	15	58
21	18	6	56	24	71	66	13	68	86
22	32	8	91	7	72	20	1	51	23
23	34	5	53	35	73	63	2	31	31
24	84	41	57	31	74	82	34	28	94

25	78	20	50	16	75	47	20	46	27
26	15	1	21	40	76	12	5	15	73
27	38	14	77	87	77	67	13	39	95
28	51	25	68	36	78	83	3	1	32
29	36	5	18	13	79	9	1	20	39
30	12	2	65	45	80	9	1	42	47
31	85	21	73	32	81	3	1	6	81
32	62	19	68	61	82	39	3	97	67
33	19	6	95	59	83	46	13	21	1
34	46	11	89	55	84	53	11	3	73
35	82	37	80	23	85	63	4	43	52
36	66	7	94	80	86	28	2	9	21
37	22	1	90	65	87	15	7	62	75
38	16	1	32	63	88	86	21	60	68
39	14	3	59	53	89	74	36	6	20
40	99	33	31	46	90	1	1	76	71
41	10	3	25	2	91	97	34	37	72
42	61	3	20	26	92	9	4	97	47
43	89	26	20	66	93	39	17	62	48
44	3	1	19	92	94	6	2	39	92
45	65	28	14	69	95	33	12	14	7
46	70	34	15	29	96	42	5	86	1
47	47	8	80	98	97	44	18	23	11
48	25	2	21	41	98	94	6	26	28
49	38	15	65	75	99	55	1	42	30
50	14	6	19	89	100	67	11	37	3

Пример оформления исходных данных для варианта 00

Номер транспортного района	Номер транспортного района по варианту	Живет тыс. чел.	Работает тыс. чел.	Координата	
				X	Y
1	36	66	7	94	80
2	41	10	3	25	2
3	45	65	28	14	69
4	48	25	2	21	41
4	48	25	2	21	41
5	50	14	6	19	89
6	86	28	2	9	21
7	91	97	34	37	72
8	95	33	12	14	7
9	98	94	6	26	28
10	100	67	11	37	3

## Указания к выполнению задания

1. Согласно заданным координатам нанести центры веса транспортных районов в двухмерной системе координат размерностью 0. .100 в каждом направлении.

2. На полученной схеме обозначить границы транспортных районов, с учетом того, что центр транспортного района по возможности должен находиться на равном расстоянии от него границ, и границы города, которая должна представлять собой плавную линию.

3. Определить масштаб для плана исходя из того, что плотность населения колеблется в пределах  $\rho = (8 - 12) * 10^3$  чел/км<sup>2</sup>.

Масштаб схемы должен быть определен в стандартном виде

$$1:\mu, \quad (5.1)$$

где  $\mu$  - величина, которая указывает, в сколько раз реальное расстояние превышает длину соответствующего участка карты.

Нужное значение  $\mu$  лежит в пределах, что определяются площадью города.



$$\mu_{max} \leq \mu \leq \mu_{min}. \quad (5.2)$$

Предельные значения величины  $\mu$  определяются площадью города.

$$\mu_{max} = \sqrt{\frac{S_{zmax}}{S_{cx}}}, \quad \mu_{min} = \sqrt{\frac{S_{zmin}}{S_{cx}}}, \quad (5.3)$$

где  $S_{zmax}$ ,  $S_{zmin}$  – соответственно максимальная и минимальная площадь города, мм<sup>2</sup>;

$S_{cx}$  - площадь схемы, мм<sup>2</sup>.

Рассчитываются предельные значения площади города

$$S_{zmax} = \frac{N}{\rho_{min}}, \quad S_{zmin} = \frac{N}{\rho_{max}}, \quad (5.4)$$

где  $N$  - количество жителей в городе, чел.

$$N = \sum_i^{n_{mp}} N_i, \quad (5.5)$$

где  $N_i$  - количество жителей  $i$ -го района города, чел.;

$n_{mp}$  - количество транспортных районов в рассмотренной схеме.

На основании  $S_{zmax}$  и  $S_{zmin}$  по зависимости (5.3) определяются минимальное и максимальное значения  $\mu$  и выбирается фактическая величина масштаба  $\mu_f$  при условии (5.2). Избранное значение должно быть кратным 25000 или 10000.

Исходя из  $\mu_f$  определяются фактические значения площади города  $S_z$  и плотности населения  $\rho_f$  по (5.5) и (5.6).

$$S_z = S_{cx} * \mu_\phi^2, \quad (5.4)$$

$$\rho_\phi = \frac{N}{S_z}. \quad (5.5)$$

4. Избравши за основу одну из известных систем улиц нанести на схему сеть магистралей.

5. Определить матрицу кратчайших расстояний между транспортными районами, используя один из доступных методов.

6. Рассчитать матрицу времени поездки между транспортными районами и определить матрицу коэффициентов тяготения между районами.

Время поездки  $tn$  рассчитывается как сумма времени подхода к остановочному пункту и отхода от него  $t_{nod}$ , времени ожидания транспорта  $t_{ож}$  и времени пребывания в транспорте  $t_c$

$$tn = t_{nod} + t_{ож} + t_c. \quad (5.6)$$

Время подхода определяется исходя из площади транспортного района  $S_{mp}$ , что принимается одинаковой для всех

$$S_{mp} = \frac{S_z}{n}. \quad (5.7)$$

Тогда

$$t_{nodx} = \frac{\sqrt{\frac{S_{mp}}{\pi}}}{V_{пеш}} \cdot 60, [\text{МИН}], \quad (5.8)$$

где  $V_{пеш}$  – скорость движения пешеходу,  $V_{пеш} = 5$  км/ч.

Время ожидания для  $i$ -го транспортного района определяется интервалом движения транспортных средств  $I$

$$t_{ож} = I/2, [\text{мин}]. \quad (5.9)$$

Интервал движения транспортных средств определяется числом жителей района. Минимальный интервал  $I = 2$  мин, максимальный - 10 мин. Минимальный интервал движения принимается для района с максимальной численностью населения  $N_{min}$ , максимальный - для района с минимальной численностью населения  $N_{max}$ . Для других районов интервал определяется по помощи линейной интерполяции

$$I_i = I_{max} - \frac{N_i - N_{min}}{N_{max} - N_{min}} * (I_{max} - I_{min}). \quad (5.10)$$

Время движения в транспортном средстве равняется

$$t_{овij} = \frac{l_{ij}}{V_{mc}} * 60, \quad (5.11)$$

где  $l_{ij}$  - кратчайшее расстояние между районами  $i$  и  $j$ , км;

$V_{mc}$  - скорость движения автобусов,  $V_{mc} = 20$  км/ч.

Коэффициенты тяготения  $d_{ij}$  для каждой пары районов принимаются обратными времени поездки между ними

$$d_{ij} = t_{ij}^{-1}. \quad (5.12)$$

7. Найти емкости районов за отправлением и прибытием, рассчитать вариант матрицы корреспонденций.

Емкости районов за прибытием  $H_{pi}$  определяются исходя из предположения, которое в рассмотренный период (утренний период “пик”) к началу 1-й смены в район приезжает 80% трудящихся из него. Также принимается, что культурно-бытовые передвижения в этот период не происходят

$$H_{pj} = 0.8 * N_j. \quad (5.13)$$

Емкости районов за отправлением  $HO_i$  определяются исходя из условия сбалансированности объема отправления и прибытия (5.14).

$$HO_i = N_i \frac{\sum_j^n HP_j}{N}. \quad (5.14)$$

Рассчитываются значения в промежуточной матрице  $Z$ , необходимые для дальнейших расчетов. Они определяются как умножения коэффициентов тяготения, корректировочных коэффициентов  $k_j$  и емкости соответствующего района за прибытием

$$z_{ij} = d_{ij} * k_j * H_{pj}. \quad (5.15)$$

На первом этапе расчетов значения  $k_j = 1$ .

Для каждого района определяется сумма полученных значений  $z_{ij}$  за формулой

$$Z_i = \sum_j^n z_{ij}. \quad (5.16)$$

Значение матрицы корреспонденций  $h_{ij}$  определяются по формуле

$$h_{ij} = HO_i \frac{d_{ij} \cdot HP_j \cdot k_j}{\sum_m^n d_{im} \cdot HP_m \cdot k_m} = HO_i \frac{z_{ij}}{Z_i}. \quad (5.17)$$

8. Определить погрешность расчетов значений матрицы корреспонденций.

Для каждого района определяется расчетное значение количества прибытия  $HP'_i$

$$HP'_i = \sum_j^n h_{ij} . \quad (5.18)$$

Погрешность расчетов матрицы корреспонденций определяется по отклонению расчетного количества прибытия от их фактического значения для каждого района

$$\varepsilon_i = \frac{HP'_i - HP_i}{HP_i} 100 . \quad (5.19)$$

Если для всех транспортных районов  $|\varepsilon_i| < 10\%$ , расчеты считаются законченными на этом этапе, в противном случае необходимо дополнительное корректирование матрицы корреспонденций.

Если хотя бы для одного транспортного района  $|\varepsilon_i| \geq 10\%$ , определяются корректировочные коэффициенты для каждого района

$$k_i = \frac{HO_i}{HO'_i} . \quad (5.20)$$

С учетом новых поправочных коэффициентов перечисляются значения в промежуточной матрице  $Z$

$$z'_{ij} = z_{ij} * k_j . \quad (5.21)$$

Расчеты повторяются для пунктов 7.4 - 8.2. Полученный вариант матрицы

считается окончательным не в зависимости от погрешностей.

10. Сделать выводы по работе.

Выводы по работе формулируются с учетом погрешностей расчетов матрицы корреспонденций, полученных на обоих этапах расчетов.

#### *Вопросы к самопроверке*

1. Каким методом пользовались при определении значений матрицы пассажирских корреспонденций?
2. Какой метод использовали при определении матрицы кратчайших расстояний?
3. Какое предположение принимается при определении объема районов за прибытием?
4. При каких значениях погрешности можно считать расчеты матрицы корреляции законченным?
5. От чего зависит погрешность расчетов матрицы корреспонденции?

### **Занятие 6**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ОБЛАСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Определить границы области экономической стойкости транспортной системы и сигнальной области стойкости.

Исходные данные приведены в таблицах 11 и 12. В таблице 11 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 12 - по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 11

## Себестоимость, цена и спрос на продукцию

Характеристика продукции	Номер варианта									
Себестоимость продукции, $S$ , коп/ткм	9	12	13	11	16	18	20	14	17	19
Цена единицы продукции $C$ , коп/ткм	12	16	18	14	20	24	25	17	21	23
Спрос на продукцию, $D_{max}$ , млн.грн	7,5	10	8	9	12	8,5	7,8	13	11	11,5

Таблица 12

## Объем начальных затрат и сигнальной области

Характеристика продукции	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем начальных затрат, $C_0$ , млн. грн.	1,00	1,25	1,05	1,17	1,30	1,20	1,23	1,12	1,08	1,02
Сигнальная область $\Delta$ , %	10	15	20	25	22	18	16	14	28	35

## Указания к выполнению задания

В качестве анализируемой транспортной системы принимается совокупность автотранспортных предприятий с соответствующим уровнем начальных и текущих затрат на их работу.

1. Определить значение валового выпуска транспортной системы, которое ограничивает область экономической стойкости предприятия слева и справа (верхняя и нижняя граница).

Область экономической стойкости транспортной системы определяется выражением

$$D > R, \quad (6.1)$$

где  $D$  – прибыли от реализации продукции системы;

$R$  - затраты на удержание и функционирование системы.

Исходя из (6.1) границы области экономической стойкости определяются равенством (6.2).

$$D = R. \quad (6.2)$$

Прибыли системы определяются с учетом ограниченного спроса на транспортную продукцию

$$D = \begin{cases} \Pi \cdot X, & \text{при } \Pi \cdot X \leq D_{\max} \\ D_{\max}, & \text{при } \Pi \cdot X > D_{\max} \end{cases}, \quad (6.3)$$

где  $X$  - валовой выпуск продукции транспортной системы, ткм.

Затраты системы с учетом начальных затрат равняются

$$R = C_0 + S \cdot X. \quad (6.4)$$

С учетом (6.2) - (6.4) нижняя граница области стойкости  $X_{\min}$  определяется по первому условию (6.3) из равенства (6.5).

$$\Pi \cdot X_{\min} = C_0 + S \cdot X_{\min}. \quad (6.5)$$

После преобразования можно записать

$$X_{\min} = \frac{C_0}{\Pi - S}. \quad (6.6)$$

Верхняя граница области экономической стойкости определяется по второму условию (6.3) из равенства (6.7).

$$D_{\max} = C_0 + S \cdot X. \quad (6.7)$$



После преобразования можно записать

$$X_{\max} = \frac{D_{\max} - Z_0}{S}. \quad (6.8)$$

2. Найти значение валового выпуска, который отвечает максимальной стойкости системы и значение показателя стойкости, который ему отвечает.

Объем валового выпуска, при максимальном уровне стойкости  $X_{opt}$  определяется совпадением объема производства и спроса на продукцию

$$C * X = D_{\max}. \quad (6.9)$$

После преобразования можно записать

$$X_{opt} = D_{\max}/C. \quad (6.10)$$

Соответственно оптимальное значение экономического показателя стойкости системы  $U_{opt}$  будет равняться

$$U = D(X_{opt}) - R(X_{opt}) = (C - S) X_{opt} - C_0. \quad (6.11)$$

3. Найти значение экономического показателя стойкости, которое определяет сигнальную область и соответствующее значение валового выпуска.

Предельные значения сигнальной области определяются по зависимости (6.12).

$$U_s = U_{opt} \cdot \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right). \quad (6.12).$$

Соответствующие сигнальной области значения валового выпуска определяются из равенства (6.13).

$$D - R = U_s. \quad (6.13)$$

Подстановка в (6.13) первой части (6.2) и (6.3) дает выражение (6.14) для нижней границы сигнальной области  $X_{smin}$

$$(Ц-S) \cdot X - C_0 = U_s. \quad (6.14)$$

Подстановка в (6.13) второй части (6.2) и (6.15) дает выражение (6.15) для верхней границы сигнальной области  $X_{smax}$

$$D_{max} - S \cdot X - C_0 = U_s. \quad (6.15)$$

После преобразований (6.14) и (6.15) можно получить выражения (6.16) и (6.17), что определяют предельные значения валового выпуска

$$X_{smin} = \frac{U_s + C_0}{Ц - S}, \quad (6.16)$$

$$X_{smax} = \frac{D_{max} - C_0 - U_s}{S}. \quad (6.17)$$

4. Полученные результаты отобразить графически.

На графике по оси абсцисс откладывать валовой выпуск анализируемой системы, по оси ординат - экономические показатели. Область экономической стойкости и сигнальной области выделить штриховкам.

6. Сделать выводы по работе.

*Вопросы для самопроверки*

1. Как определяется область и границы экономической стойкости транспортной системы?
2. Что учитывается при определении прибылей системы?
3. Как определяются предельные значения валового выпуска?

**Занятие 7**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
ПОКАЗАТЕЛЯ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ  
СИСТЕМЫ**

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Определить экономический показатель надежности транспортной системы.

Исходные данные: В качестве анализируемой транспортной системы принимается междугородный автобусный маршрут. Вместительность марки автобусов, которые работают на нем  $q = 45$  пас. Размер комиссионного сбора за предварительную продажу билетов на автобус  $T_k = 50$  коп. Тариф за перевозку пассажиров  $T = 3$  коп/ пас-км. Эксплуатационная скорость на маршруте  $V_s = 30$  км/ч. Стоимостная оценка свободного времени пассажиров  $C_{пч} = 1.20$  коп/ч.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 13 и 14. В таблице 13 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 14 - по последней цифре номера зачетной книжки.

Таблица 13

Экономическая характеристика маршрута

Экономические показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постоянные затраты на работу маршрута $C_{пост}$ , коп/г	110	120	130	140	150	110	120	130	140	150
Сменные затраты на работу маршрута $C_{пер}$ , коп/км	20	25	30	35	40	40	35	30	25	20
Средние затраты	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.0	0.9	1.1	0.8	1.2

времени пассажиров на поездку на вокзал и обратно, $t_n$ , ч										
Коэффициент, который учитывает прибыль от перевозки багажа, $k_b$	0.10	0.12	0.13	0.08	0.11	0.15	0.16	0.14	0.07	0.10
Частица билетов, которые продаются в предыдущих кассах $\Delta_{быт}$ , %	30	25	20	15	35	25	22	27	18	28

Таблица 14

## Эксплуатационная характеристика маршрута

Эксплуатационные показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина маршрута $L_m$ , км	100	125	205	187	129	120	123	140	90	80
Средний уровень начальной загрузки автобуса, $\gamma_n$	0.6	0.5	0.7	0.8	0.9	0.6	0.5	0.7	0.8	0.9
Средний динамический коэффициент использования вместительности автобуса, $\gamma_d$	0.50	0.55	0.60	0.65	0.68	0.66	0.62	0.57	0.52	0.47
Количество рейсов за месяц в двух направлениях:										
- плановое $N_n$	60	80	65	70	80	90	120	110	75	85
- фактическое $N_\phi$	50	60	55	65	70	85	105	90	40	78

## Указания к выполнению задания

1. Определить экономическую эффективность работы маршрута при фактическом уровне надежности его работы  $\mathcal{E}_\phi$  и абсолютной надежности работы всех его элементов  $\mathcal{E}_n$ .

Экономическая эффективность работы маршрута  $\mathcal{E}$  определяется из уравнения

$$\mathcal{E} = D - R - S, \quad (7.1)$$

где  $D$  - прибыль от работы маршрута, грн.;

$R$  - затраты на работу маршрута, грн.;

$S$  - стоимостная оценка результатов, которые сопровождают работу маршрута, грн.

«Обычная» эффективность работы маршрута определяется исходя из фактически выполненного количества рейсов  $N_\phi$ .

Экономическая эффективность работы маршрута при абсолютной надежности работы всех ее элементов  $N_n$  определяется с условия выполнения всех рейсов, предусмотренных расписанием.

Прибыли от работы маршрута определяются как сумма прибылей от перевозки пассажиров  $D_{nn}$ , прибылей от перевозки багажа  $D_{nб}$  и прибылей от предварительной продажи билетов  $D_{nnб}$

$$D = D_{nn} + D_{nб} + D_{nnб}. \quad (7.1)$$

Прибыли от перевозок определяются объемом выполненной транспортной работы на маршруте и тарифом

$$D_{nn} = T \cdot L_m \cdot N \cdot q \cdot \gamma_\partial, \quad (7.2)$$

где  $N$  - количество рейсов на маршруте, подставляется или плановое  $N_n$ , или фактическое  $N_\phi$  количество рейсов в зависимости от показателя, который рассчитывается.

Прибыль от перевозки багажа

$$D_{n\bar{o}} = k_{\bar{o}} \cdot D_{nn}. \quad (7.3)$$

7. Прибыль от предварительной продажи билетов.

$$D_{nn\bar{o}} = T_k \cdot N \cdot q \cdot \gamma_n \cdot \frac{\Delta_n}{100}. \quad (7.4)$$

Затраты на работу маршрута состоят из постоянных и переменных затрат

$$P = Z_{пост} + Z_{пер}. \quad (7.5)$$

Постоянные затраты всегда определяются исходя из планового количества рейсов, потому что их составные не зависят ни от пробега, ни от объема выполненной работы

$$Z_{пост} = C_{пост} \cdot N_n \cdot L_m / V_{\text{э}}. \quad (7.6)$$

Сменные затраты определяются фактическим пробегом автобусов

$$Z_{пер} = C_{пер} \cdot N \cdot L_m. \quad (7.7)$$

В качестве сопутствующих результатов, следует принимать стоимостную оценку свободного времени пассажиров, которые зря приехали на вокзал и поехали назад через отмену рейсов. Кроме того, следует считать, что пассажиры, которые приобрели билеты предварительно, совершают две напрасные поездки на вокзал. Тогда сопутствующие результаты работы маршрута будут равны

$$C = (N - N_n) \cdot q \cdot \gamma_n \cdot \left(1 + \frac{\Delta_m}{100}\right) \cdot t_n \cdot C_{нч}. \quad (7.8)$$

3. Определить экономический показатель надежности работы маршрута.

Экономический показатель надежности системы определяется по формуле

$$\Delta \mathcal{E}_{над} = \mathcal{E}_n - \mathcal{E}_ф. \quad (7.9)$$

4. Сделать выводы по работе.

Выводы формулируются относительно степени надежности анализируемой транспортной системы и возможностей повышения ее эффективности за счет надежности. Для этого полученное значение  $\Delta \mathcal{E}_{над}$  сравнивается с  $\mathcal{E}_н$ .

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Что такое экономическая эффективность работы маршрута?
2. Что учитывает показатель «прибыли от работы маршрута»?
3. По какому признаку можно сделать вывод о надежности системы?

### **Занятие 8**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Цель занятия - проверить степень освоения вопросов, которые излагаются в лекционном курсе по данной теме.

*Задание.* Определить закономерности развития транспортной системы.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 15 и 16. В таблице 15 исходные данные выбирают по предпоследней цифре номера зачетной книжки, в таблице 16 - по последней цифре номера зачетной книжки

Таблица 15

## Объем производства системы и коэффициент эластичности тарифа

Экономические показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем производства системы в конце начального периода, $X_0$ , млн. ткм	100	120	110	130	125	150	115	105	135	145
Коэффициент эластичности тарифа, $E_t$	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.9

Таблица 16

## Объем производства системы и коэффициент эластичности тарифа

Экономические показатели	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициенты удельных затрат, коп./ткм -на реализацию транспортного процесса $m$ ;	2.0	1.9	2.2	2.1	2.6	2.5	2.4	2.7	3.0	2.9
-на удержание устройств и транспортных средств $f$ ;	0.5	0.9	1.9	0.5	0.6	0.4	0.3	0.9	1.0	0.4
- на расширение производства $v$ .	6	8	9	8	10	12	15	11	14	12
Тариф за единицу продукции в конце начального периода $T$ , коп/ткм	4.0	5.5	6.0	5.0	4.0	5.2	5.6	7.0	7.5	6.2

## Указания к выполнению задания

1. С помощью дискретной модели определить валовой выпуск транспортной системы в каждом году анализируемого периода (из 1-го по 10-й год включительно).

Объем снабжений в транспортную систему за анализируемый период  $G_i$  определяется прибылями от реализации продукции системы



$$G_i = T_{i-1} \cdot X_{i-1}, \quad (8.1)$$

где  $T_{i-1}$  - тариф за единицу продукции системы в конце предыдущего периода, коп/ткм;

$X_{i-1}$  - объем производства системы в конце предыдущего периода, млн. ткм.

Затраты на работу системы  $Z$  определяются объемом средств, которые используются для реализации транспортного процесса и простого воспроизведения

$$Z_{i-1} = (m + f) \cdot X_{i-1}. \quad (8.2)$$

Объем ресурсов, которые используются в текущем году для расширения основных фондов  $\Delta G_i$ , определяется прибылью системы

$$\Delta G_i = G_i - Z_i. \quad (8.3)$$

Прирост объема производства определяется коэффициентом удельных затрат на расширенное воспроизведение

$$\Delta X_i = X_{i-1} \cdot \Delta X_i. \quad (8.4)$$

Объем производства системы в конце текущего периода определяется по зависимости (8.5).

$$X_i = X_{i-1} \cdot \Delta X. \quad (8.5)$$

Изменение тарифа за анализируемый год определяется из расчетной формулы коэффициента эластичности (8.6).

$$E_T = \frac{\Delta T_i / T_{i-1}}{\Delta X_i / X_{i-1}}. \quad (8.6)$$

После преобразования (8.6) можно определить размер изменения тарифа в  $i$ -ом году по зависимости (8.7).

$$\Delta T_i = \frac{E_T \cdot T_{i-1} \cdot \Delta X_i}{X_{i-1}}. \quad (8.7)$$

Размер тарифа в конце текущего периода определяется по (8.8).

$$T_i = T_{i-1} \cdot \Delta T_i. \quad (8.8)$$

Расчеты валового выпуска считают законченными, когда определенное значение объема производства системы в конце 10-го периода. Все расчеты проводятся в табличном виде.

2. Найти вид тренда для начального и расчетных значений валового выпуска с помощью мультипликативной модели.

Для получения тренда принимаются значения из таблицы от нулевого по десятый год включительно. Нумерация периода начинается с 86 года (нулевой год) и заканчивается 96-тем (десятый год). Мультипликативная модель имеет такой вид

$$X = a \cdot t^b, \quad (8.9)$$

где  $a$  и  $b$  - эмпирические коэффициенты модели;

$t$  – номер года,  $t_0 = 86$ .

Коэффициенты модели могут быть определены методом наименьших квадратов после логарифмирования исходных данных, потому что

$$\ln(X) = \ln(a) + b \cdot \ln(t). \quad (8.10)$$

Тогда, после введения обозначений

$$X' = \ln(X); a' = \ln(a); t' = \ln(t); \quad (8.11)$$

мультипликативная модель приобретает линейный вид

$$X' = a' + b \cdot t'. \quad (8.12)$$

В этом случае коэффициенты модели определяются из системы нормальных уравнений (8.13).

$$\begin{cases} a' \cdot n + b \cdot \sum_i^{11} t' = \sum_i^{11} X' \\ a' \cdot \sum_i^{11} t' + b \cdot \sum_i^{11} t'^2 = \sum_i^{11} t' \cdot X' \end{cases}. \quad (8.13)$$

Значение коэффициента  $a$  определяется после обратного преобразования

$$a = \text{Exp}(a'). \quad (8.14)$$

Полученные результаты отображаются графически.

3. Сделать выводы по работе.

По первому пункту задания выводы формулируются относительно характера зависимости  $X$  от  $T$ , по второму пункту - относительно возможностей мультипликативной модели в описании полученной тенденции изменения  $X$ .

*Вопросы для самопроверки*

1. Какая модель используется при определении валового выпуска транспортной системы?
2. Что такое коэффициент эластичности?
3. Как определяются коэффициенты мультипликативной модели?