

# Основные этапы сбора данных для моделирования загрузки транспортных сетей

1. Оценка общих объемов прибытия и отправления для каждого расчетного района города  
(Trip generation)

2. Определение матриц корреспонденций  
(Trip distribution)

Распределение матриц корреспонденций по сети с использованием программного обеспечения  
(Trip assignment)

# Применение матриц корреспонденций транспортных потоков в проектах организации дорожного движения

В количественной форме  
объясняют имеющийся  
спрос на поездки между  
районами города

Характеризуют  
распределение  
транспортных потоков по  
улично-дорожной сети

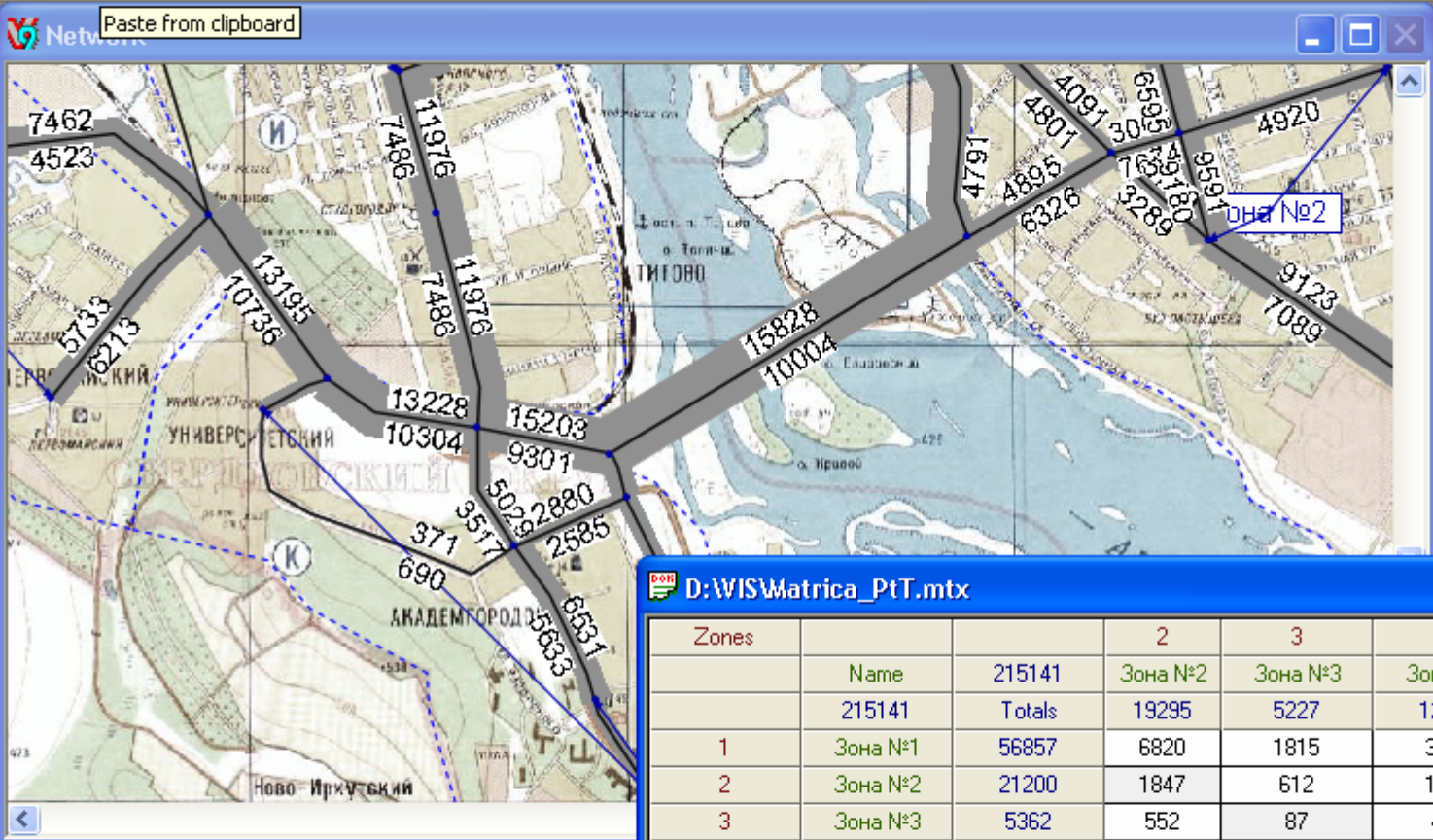
Являются исходными  
данными для  
микромоделирования  
транспортных сетей  
(AIMSUN, VISSIM  
VISUM)

		Районы прибытия транспортных средств						
		1	2	3	4	5	6	7
Районы отправления транспортных средств	1	—	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$
	2	$X_{21}$	—	$X_{23}$	$X_{24}$	$X_{25}$	—	—
	3	$X_{31}$	$X_{32}$	—	—	—	$X_{36}$	$X_{37}$
	4	—	$X_{42}$	—	—	—	$X_{46}$	$X_{47}$
	5	—	$X_{52}$	—	$X_{54}$	—	$X_{56}$	$X_{57}$
	6	$X_{61}$	$X_{62}$	$X_{63}$	$X_{64}$	$X_{65}$	—	$X_{67}$
	7	—	$X_{72}$	$X_{73}$	$X_{74}$	$X_{75}$	$X_{76}$	—

Служат для  
прогнозирования загрузки  
транспортной сети путем  
распределения матриц  
по улично-дорожной сети

Широко используются  
при разработке проектов  
организации дорожного  
движения (ПОД)

Используются при  
разработке комплексных  
схем организации  
дорожного движения  
(КСОД)



D:\WIS\Matrica\_PtT.mtx

Zones	Name	2	3	4	5	6
	215141 Totals	19295	5227	12355	3729	7360
1	Зона №1	56857	6820	1815	3744	1480
2	Зона №2	21200	1847	612	1530	368
3	Зона №3	5362	552	87	408	82
4	Зона №4	12713	1420	401	862	267
5	Зона №5	4270	385	98	301	63
6	Зона №6	7800	625	127	475	142
7	Зона №7	13474	857	194	519	146
8	Зона №8	15848	1326	486	868	134
9	<b>Зона №9</b>	<b>16756</b>	790	200	484	112
10	Зона №10	1506	85	10	43	17
11	Зона №11	7941	250	25	175	66
12	Зона №12	9903	190	25	133	53
13	Зона №13	561	32	2	23	10
14	Зона М. Падь	1810	169	47	121	28

М (МАТРИЦА) - новый

Файл Правка Справка

Матрица корреспонденций Матрица затрат Известные значения Кор

1 5

6

### Существующие перекрестки (узлы)

Список перекрестков (узлов)

Nº	Name
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Интенсивности на перекрестках (на узлах)

From	Through	To	Value
1	2	5	100
1	2	6	150
1	2	3	30
5	2	1	20
5	2	6	100
5	2	3	150
6	2	1	100
6	2	5	100

VISSIM 4.10-08 Demo - f:\...ПЛОМЫ\_2007\ДекабрьскихСобытий\_Центр\viissim\_decsobold\_1.inp

Файл Правка Ansicht Basisdaten Verkehr Светофор Auswertung Simulation Präsentation Text

1

IV-Routen: 57

Entsc...	Route	В
1	5	20
1	6	20
1	7	10
1	8	10

Zoom Daten... Löschen Schließen

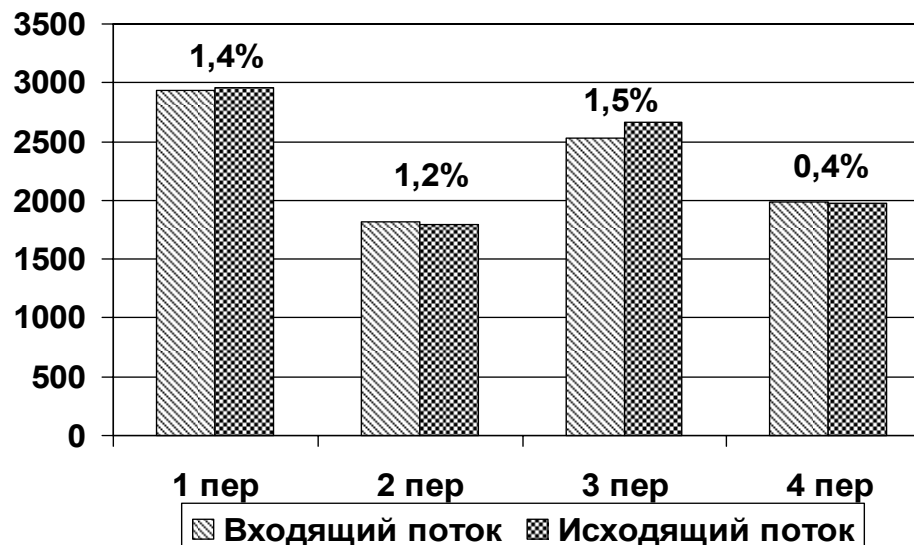
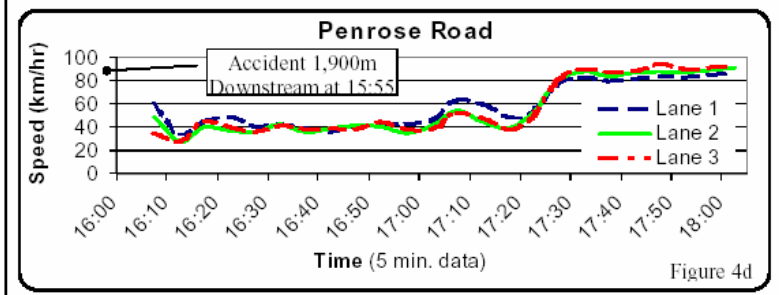
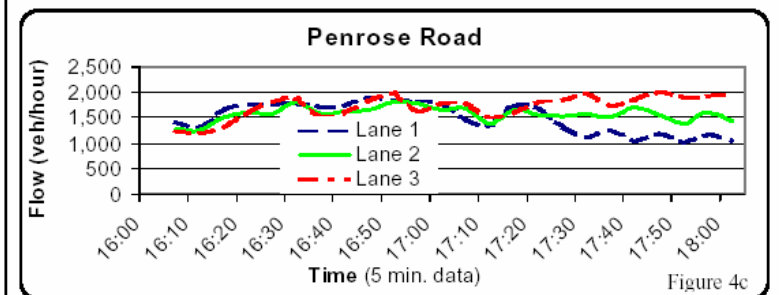
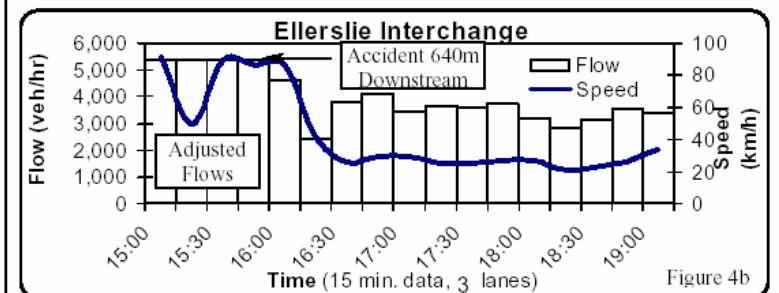
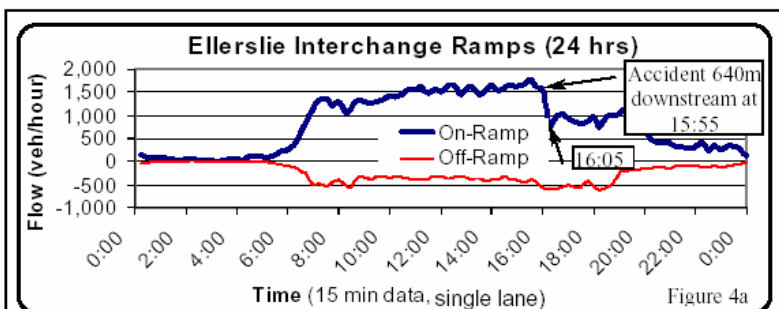
4

0 Кб, файлов: 0 из 0, папок: 0 из 2

Матрица для корридора Конечная матрица для корридора

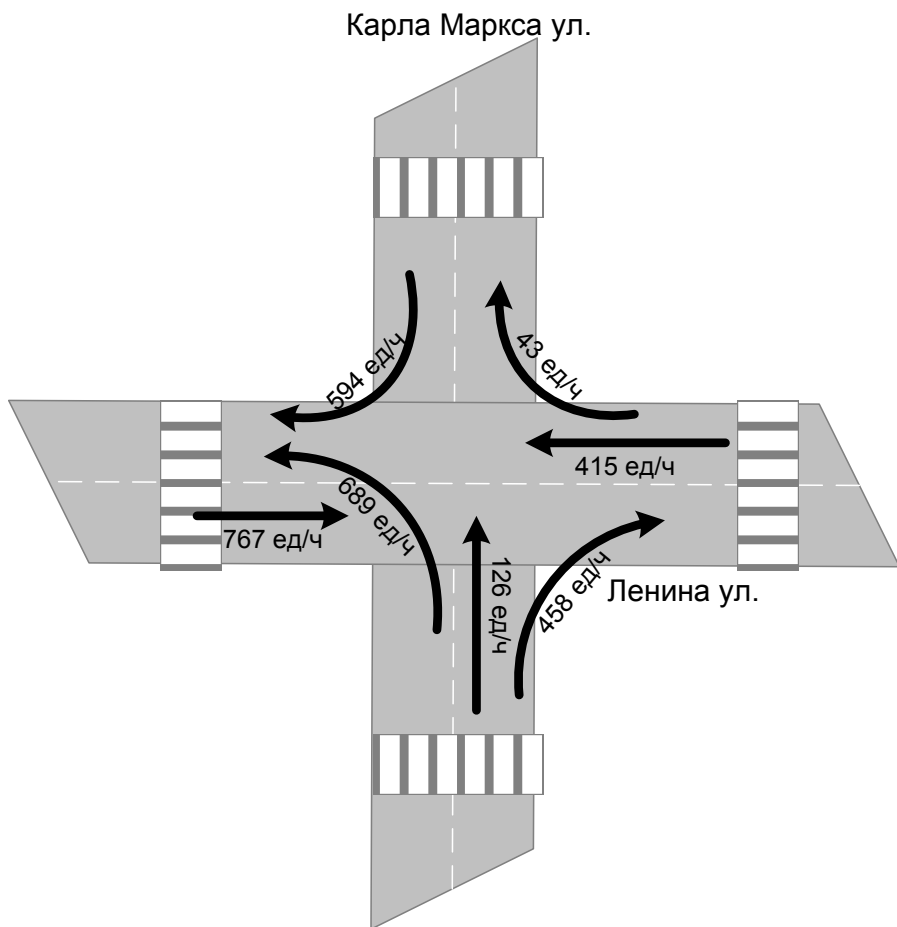


# Методы обследования транспортных потоков за рубежом



Ошибки сходимости потоков на перегонах УДС, % **TLISTU**

# Методы обследования транспортных потоков в нашей стране



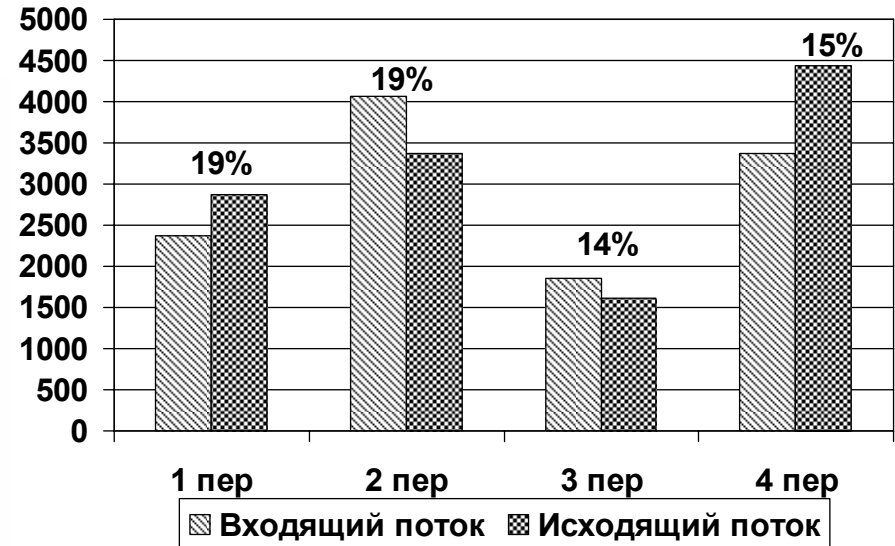
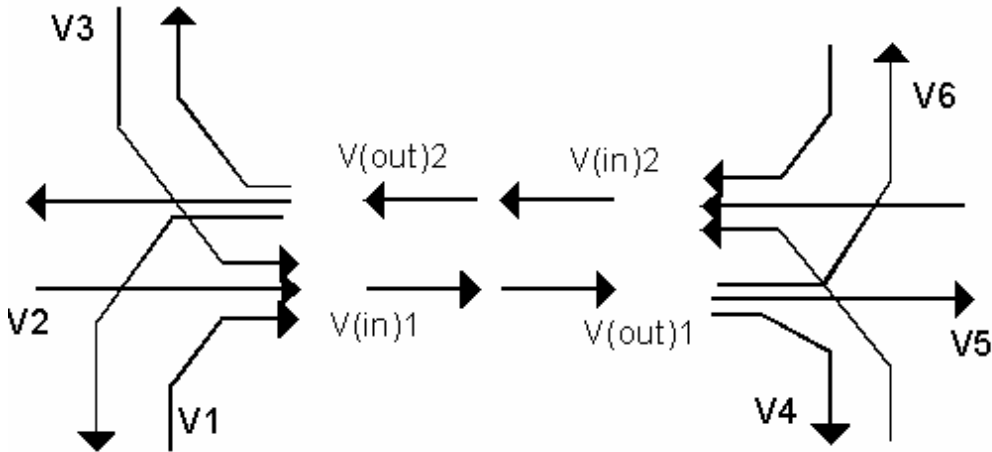
За основу принята методика сбора данных об интенсивности движения транспортных потоков, являющаяся традиционной для нашей страны на протяжении многих лет.

Измерения интенсивности движения выполняются на перекрестках в пиковые часы с подсчетом интенсивности движения по отдельным направлениям.

Обследование узлов УДС позволяет получить исходные данные для проектирования организации движения, прежде всего, для расчетов режимов светофорного регулирования.

Схема перекрестка и обследуемых потоков

# Методика подготовки исходных данных



Ошибки сходимости потоков на перегонах УДС, %

$V(in)1, V(in)2$  – входящие на перегон потоки;

$V(out)1, V(out)2$  – выходящие с перегона потоки;

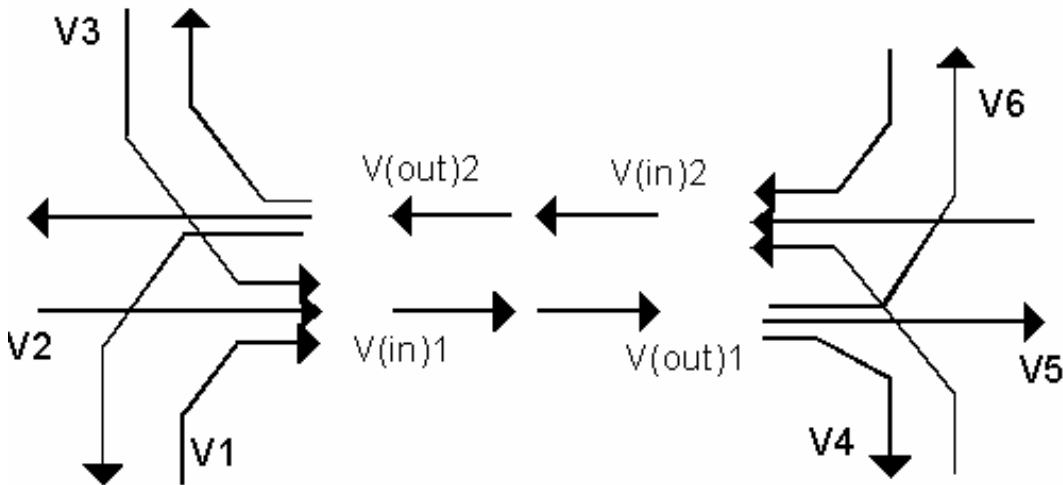
$V1, V2, V3$  – потоки, полученные в результате замеров на предыдущем перекрестке и образующие поток  $V(in)1$ ;

$V4, V5, V6$  – потоки, полученные в результате замеров на следующем перекрестке и образующие поток  $V(out)1$ ;

$d1 = V(out)1 - V(in)1$  – ошибка подсчетов интенсивности движения на перегоне для 1-го направления движения;

$d2 = V(out)2 - V(in)2$  – ошибка подсчетов интенсивности движения на перегоне для 2-го направления движения.

# Выявление ошибок в исходных данных на перегонах УДС



Потоки, образующие входящий поток	Входящий на перегон поток	Выходящий с перегона поток	Потоки, образующие выходящий поток
V <sub>1</sub>	V(in) <sub>1</sub>	V(out) <sub>1</sub>	V <sub>4</sub>
V <sub>2</sub>			V <sub>5</sub>
V <sub>3</sub>			V <sub>6</sub>
	V(in) <sub>2</sub>	V(out) <sub>2</sub>	
	V(in) <sub>i</sub>	V(out) <sub>i</sub>	

Для выявления ошибок используются:

1. Значения модулей разности входящих и выходящих с перегона потоков:  $|D_i| = |V_{out_i} - V_{in_i}|$
2. Отношение модуля разности пар к средней интенсивности движения на перегоне:  $E_i = |D_i| / \bar{V}_i$
3. Для исключения грубых ошибок используется нормированное отклонение:  $\hat{z} = (d_i - \bar{d}) / s_d$

Предлагается сравнивать две выборки, одна из которых состоит из значений интенсивности движения потоков, входящих на перегоны  $V(in)_i$ , вторая – выходящих  $V(out)_i$ , где  $i=1,2,\dots,n$ ,  $n$  – количество пар потоков данной сети.

Этот случай можно рассматривать как сравнение двух  $n$ -мерных векторов, поэтому перечень мер или критериев близости двух выборок очень широк (евклидова норма, коэффициент корреляции, критерий Стьюдента).

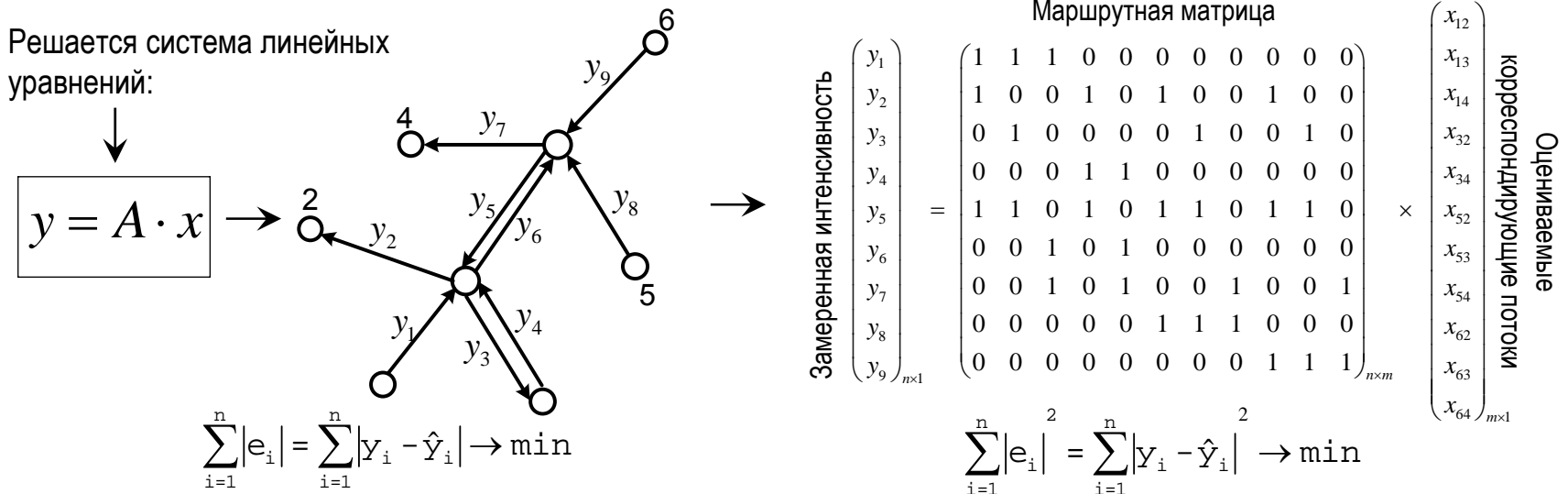
Вместе с тем, свойства выборок случайных величин  $V(in)$  и  $V(out)$  требуют использовать только определенные статистические критерии.

# Математическая формулировка предлагаемого алгоритма

$Y$  – вектор замерных значений интенсивности движения размерности  $n \times 1$ , где  $n$  – число перегонов, на которых выполнены замеры;

$X$  – рассчитываемая матрица корреспондирующих потоков, преобразованная в столбец размерности  $m \times 1$ , где  $m$  – число оцениваемых корреспонденций;

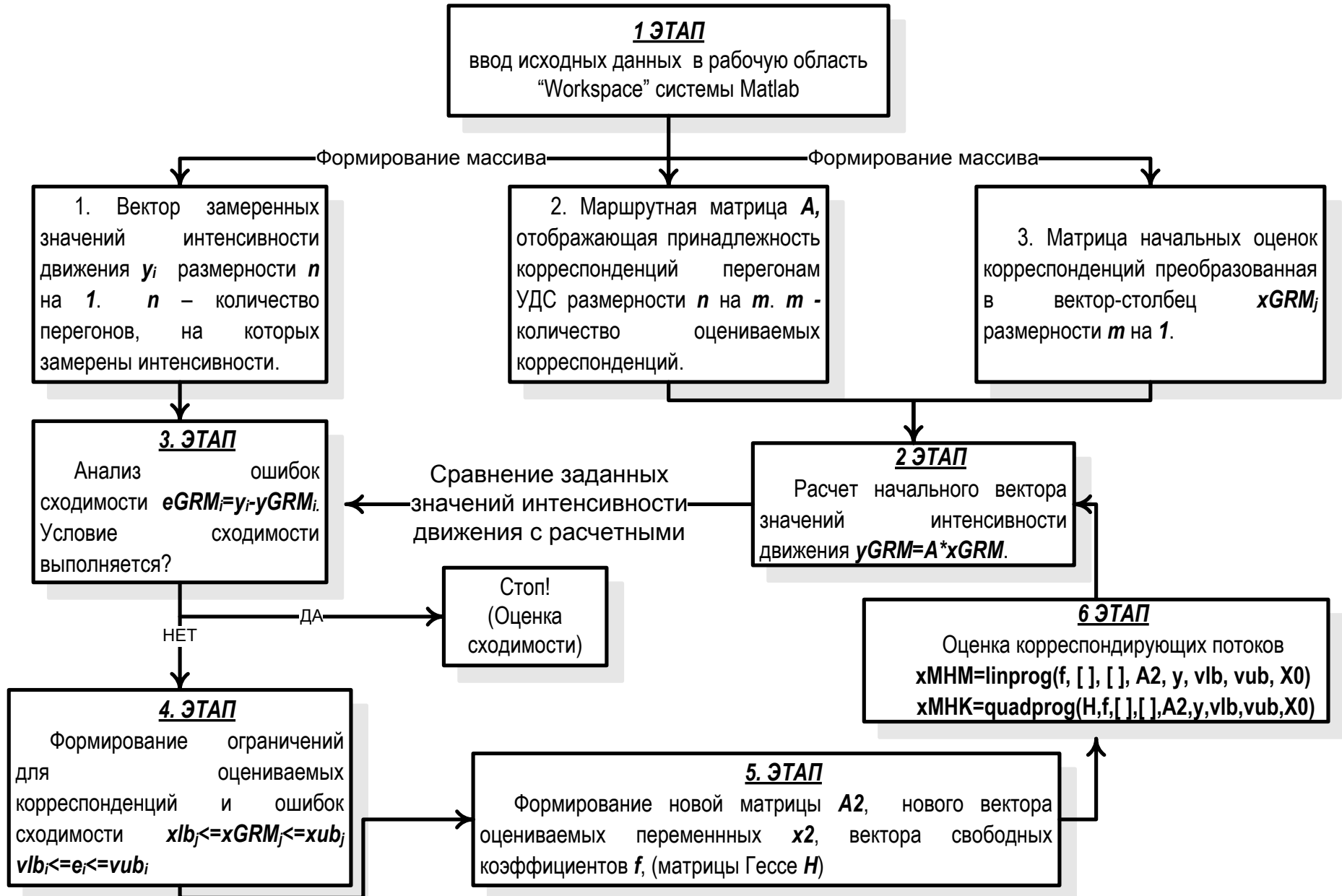
$A$  – маршрутная матрица  $n \times m$ , характеризует принадлежность корреспонденций перегонам УДС. Ее элементы  $a_{ij}$  имеют значение 0 или 1. Так, если корреспонденция  $j$  проходит по дуге  $i$ , то  $a_{ij}=1$ , иначе  $a_{ij} = 0$ .



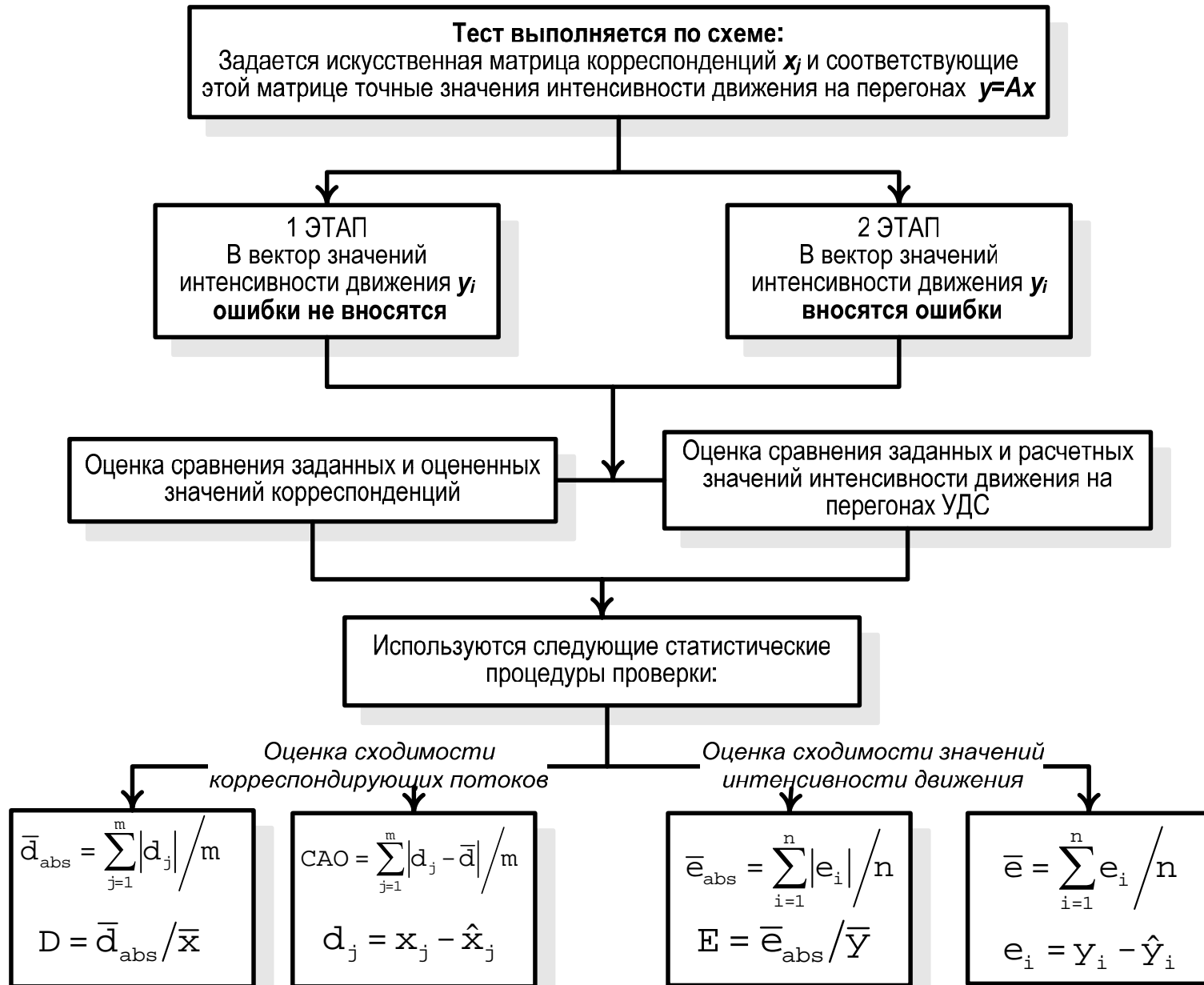
Задача линейного программирования:	Задача квадратичного программирования:
$\min f_j^T x_2_j;$	$\min(0.5x_2_j^T Hx_2_j + f_j^T x_2_j);$
при смешанных ограничениях:	
$Ax_2 = y;$	$xlb \leq x_2 \leq xub;$
	$xub > 0, \quad xlb \geq 0.$

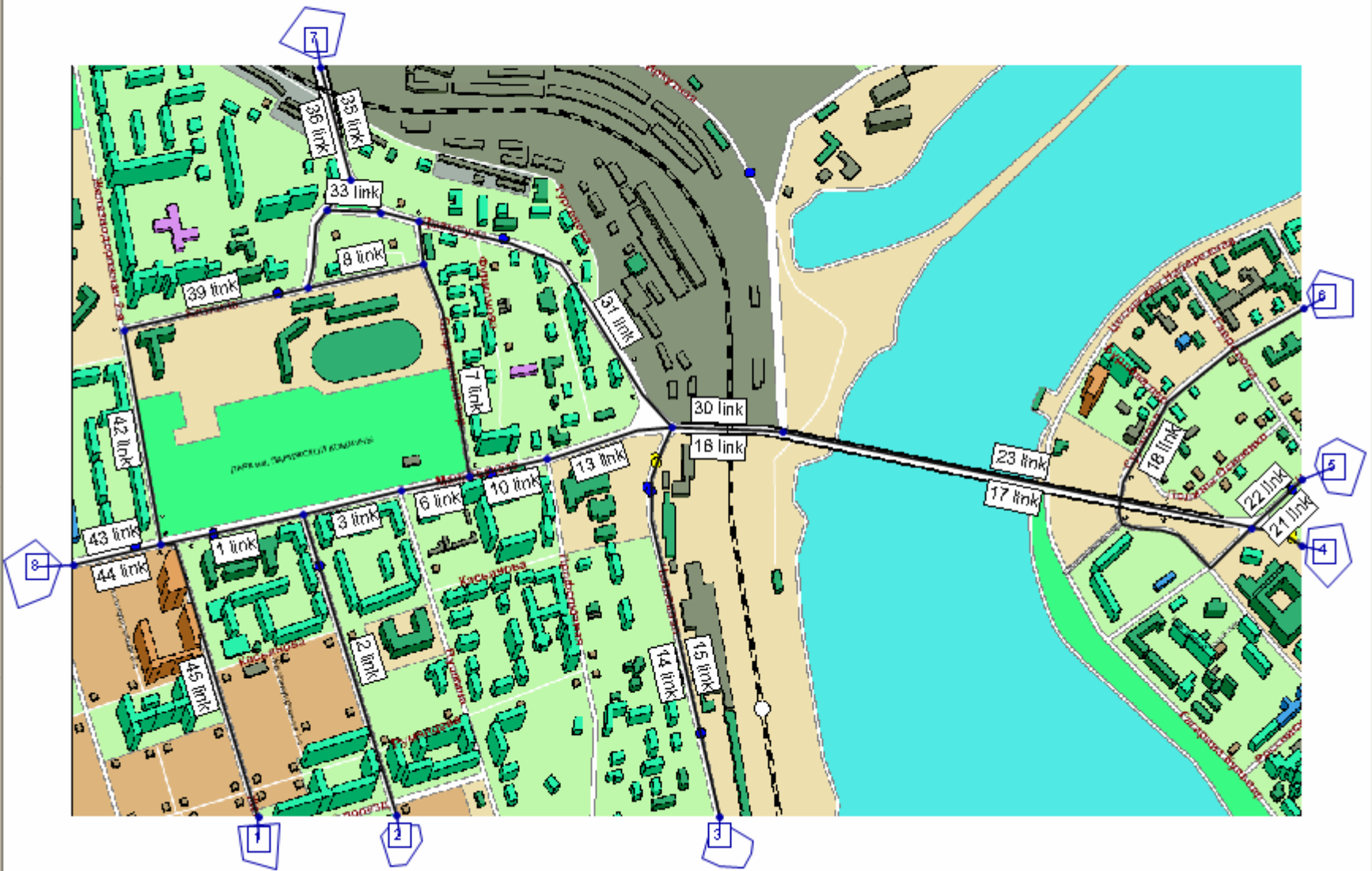
В целевые функции обеих задач входит вектор  $x_2$ . Его элементами с индексами  $j=m+1, m+2n$  являются ошибки регрессии, а оцениваемыми корреспонденциями, характеризующими распределение транспортных потоков по УДС, являются элементы с индексами  $j=1, m$ , т.е. вектор  $x_2$ .

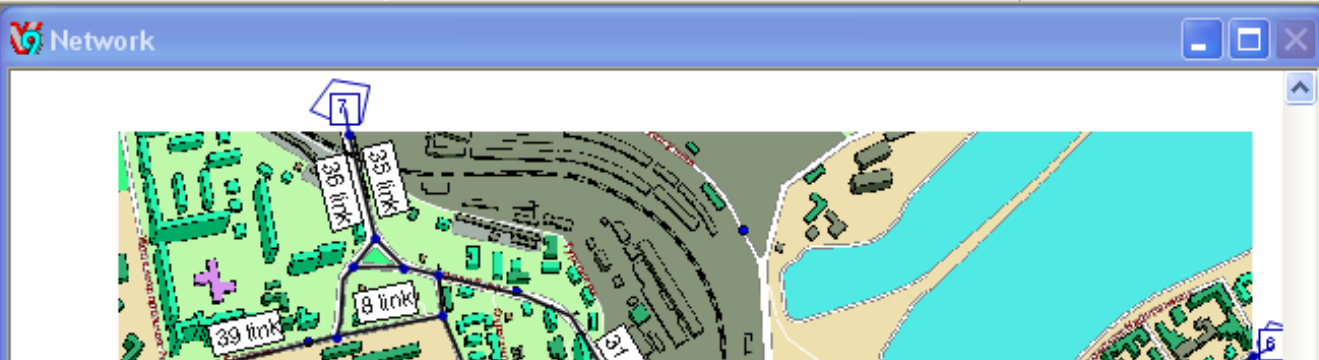
# Вычислительная процедура расчета матриц корреспонденций



# Порядок тестирования методики на примерах искусственных матриц





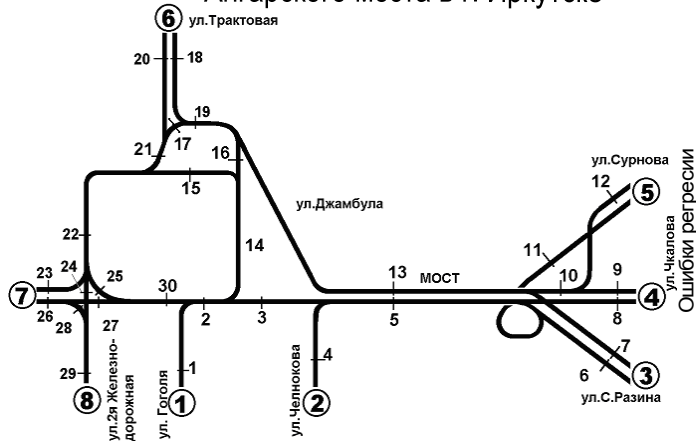


Matrix1(new matrix)

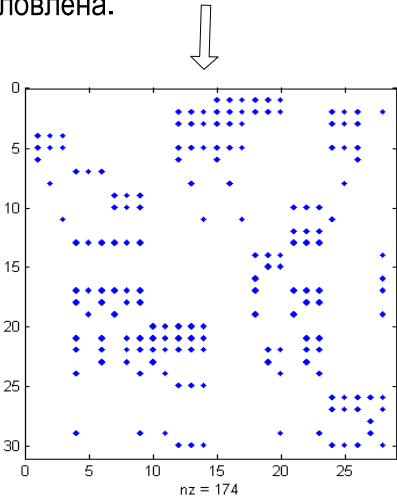
Zones			1	2	3	4	5	6	7	8
	Name	5935								
	5935	Totals	0	0	1125	750	700	1225	845	<b>1290</b>
1		985	0	0	350	300	125	125	70	15
2		650	0	0	250	150	250	0	0	0
3		600	0	0	0	0	0	200	150	250
4		<b>950</b>	0	0	0	0	0	350	250	350
5		950	0	0	0	0	0	350	250	350
6		900	0	0	250	125	150	0	125	250
7		900	0	0	275	175	175	200	0	75
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0

# Результаты тестирования методики на примере искусственных матриц без внесения ошибок в данные интенсивности движения

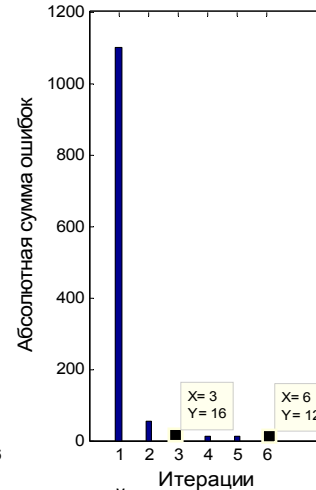
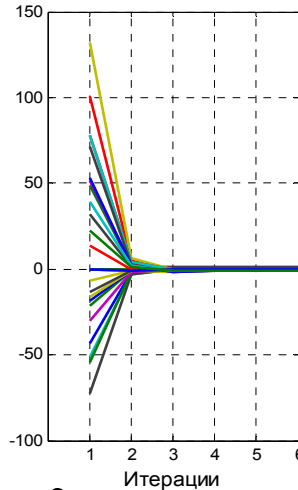
**Исходные данные:** сеть у подходов старого Ангарского моста в г. Иркутске



Число корреспондирующих вершин = 8  
 Число оцениваемых корреспонденций  $x=28$ ;  
 Число дуг на которых замерена нагрузка  $y=30$ ;  
 Матрица инцидентий  $A$  размерности  $30 \times 28$ , плохо обусловлена.

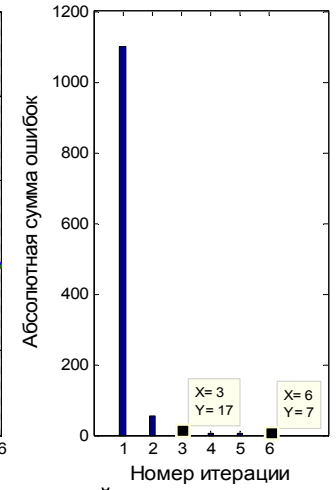
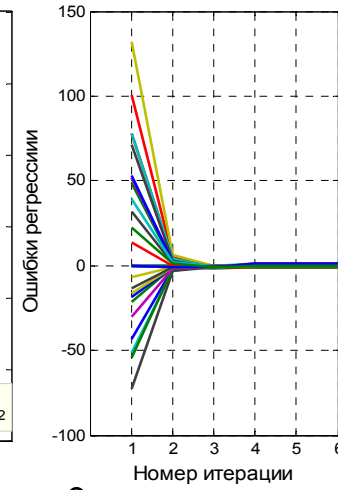


МЕТОД НАИМЕНЬШИХ МОДУЛЕЙ

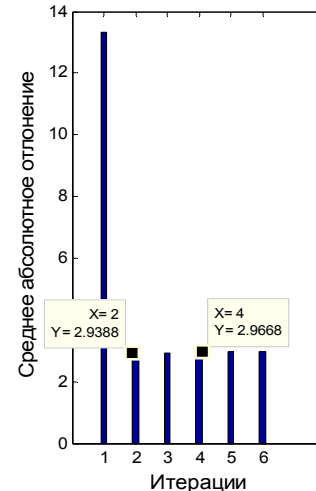
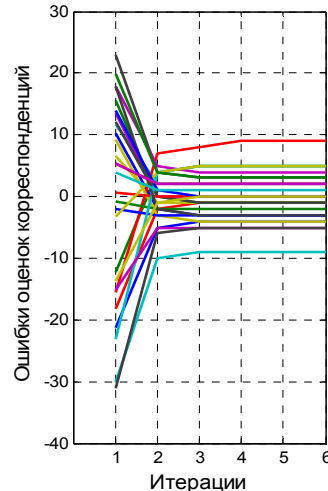


Оценка сходимости значений интенсивности движения транспортных средств - МММ  
 $x_{lb}=0.8$   $x_{ub}=1.5$   $div=20$

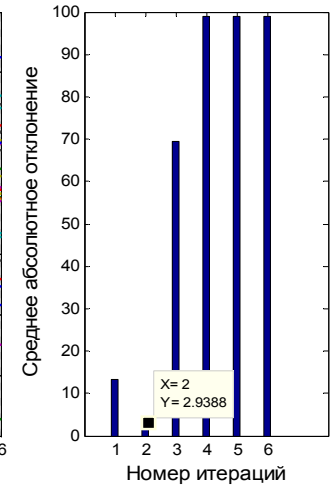
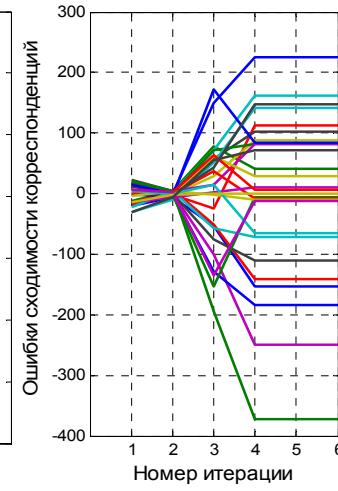
МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ



Оценка сходимости значений интенсивности движения транспортных средств - МНК  
 $x_{lb}=0.8$   $x_{ub}=1.5$   $div=20$



Оценка сходимости корреспонденций - МММ  
 $x_{lb}=0.5$   $x_{ub}=1.5$   $div=20$



Оценка сходимости корреспонденций - МНК  
 $x_{lb}=0.5$   $x_{ub}=1.5$

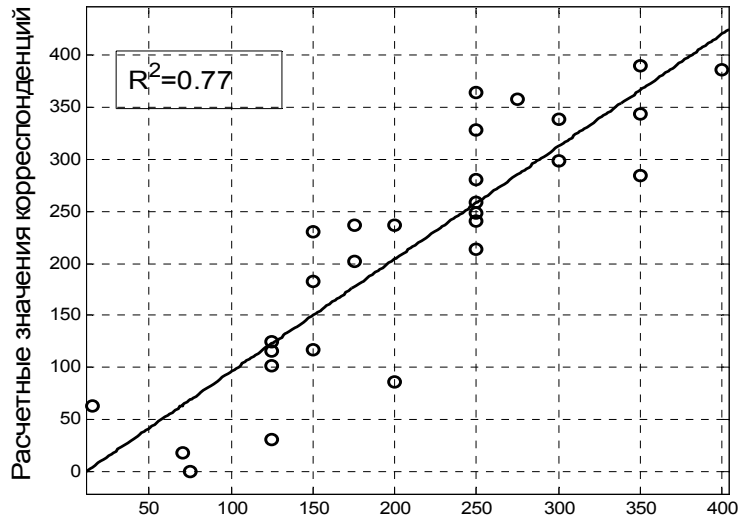
# Результаты тестирования методов на примере искусственных матриц с внесенными ошибками в данные интенсивности движения

## Статистики загрязнения исходных данных

Вносимые ошибки	Число пар	Максим. значен.	Минимам. значен.	Средн. значен.	Медиана	Размах	Стандартное отклонение.
(±10%)	30	118.3	-159.4	-4.2	-1.98	277.77	65
(±30%)	30	239.7	-496.9	63.3	26.51	736.63	180

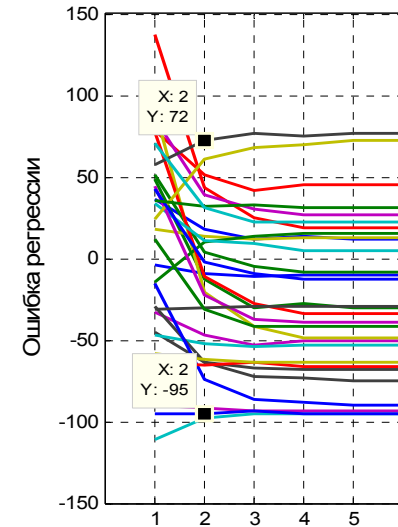
## Порядок проведения тестирования

- 1) в вектор-столбец  $y_i$  точных значений интенсивности движения вносятся ошибки путем умножения  $y_i$  на случайные числа с диапазоном значений: в первом случае - 0.9,...,1.1, во втором - 0.7,...,1.3;
- 2) вектор-столбец  $y_i$  точных значений интенсивности движения заменяется на вектор с ошибками  $y_i^*$ ;
- 3) производится восстановление матрицы корреспонденций  $\hat{x}_j$  и оцениваются значения потоков  $\hat{y} = A \cdot \hat{x}$ , соответствующие полученной матрице корреспонденций;
- 4) вычисляются соответствующие статистики оценки точности регрессии.

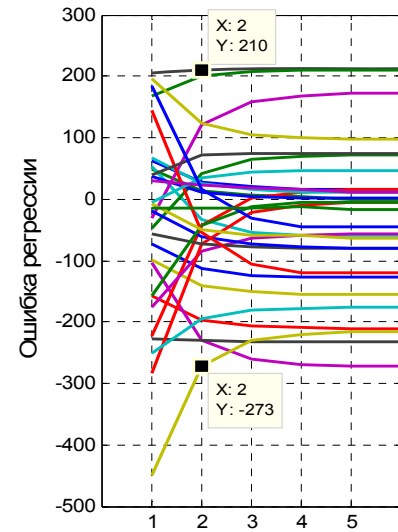
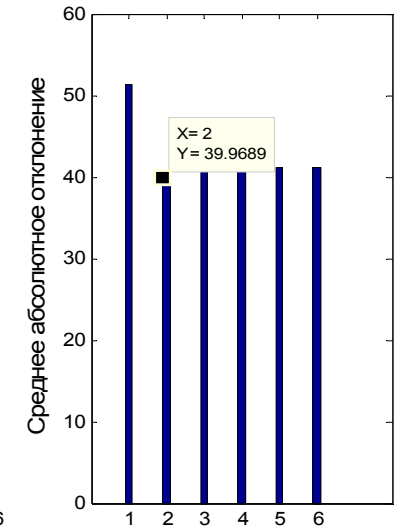


Точные значения корреспонденций  
Оценка сходимости корреспонденций - МНМ, МНМ  
xlb=0.5 xub=1.5 div=4 (ошибки -30%,...,30%)

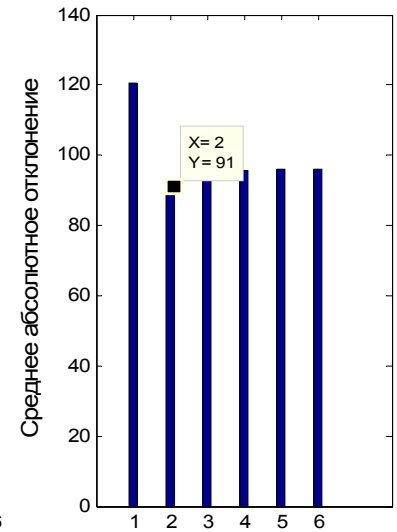
Статистики сходимости интенсивности	
К-т мн. дтр.=	0.77
Сумма кв. ош. =	81220
Кор. ср. кв. ош. =	55.8
t-критерий Ст.	
H=0	ДИ: (-62.1, ..., 51.9)
	$\hat{t}$ : -0.18
Критерий Уилкоксона	
H=0	стат. надежн.=0.94
	$\hat{z}$ : -0.07
Критерий Диксона	
H=0	стат. надежн.=1.00
Критерий Уилкоксона	
H=0	$\hat{z}$ I: -0.52



Номер итерации  
Оценка сходимости интенсивности - МНМ, МНМ  
xlb=0.5 xub=1.5 div=10 (ошибки -10%,...,10%)



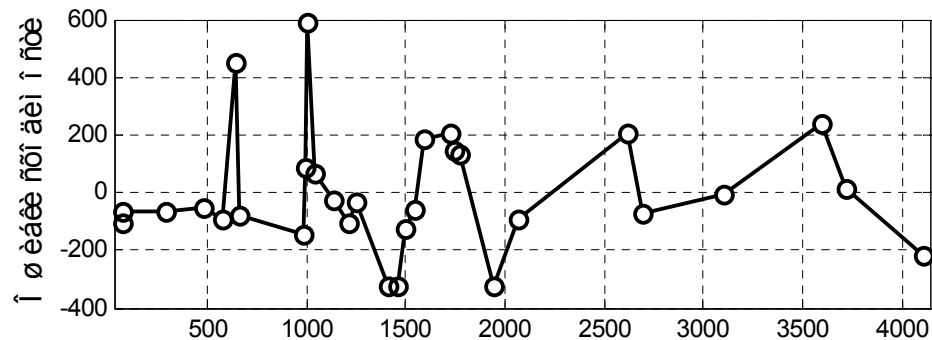
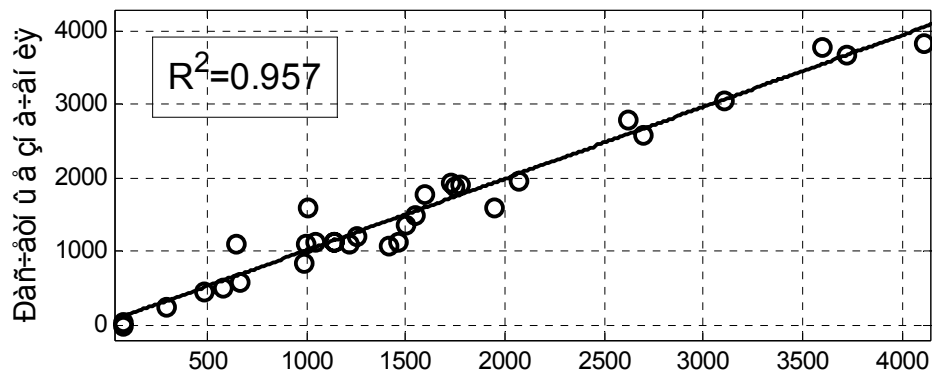
Номер итерации  
Оценка сходимости интенсивности - МНМ, МНМ  
xlb=0.5 xub=1.5 div=4 (ошибки -10%,...,10%)



# Результаты расчета МК транспортных потоков у Ангарского моста

Обследование участка УДС выполнено в несколько этапов:

1. На основании схемы организации движения и данных интенсивности движения изучались места слияния и пересечения потоков и назначались перекрестки учета транспортных потоков.
2. На выбранных перекрестках с использованием видеосъемки выполнялись измерения интенсивности движения по отдельным направлениям в вечерние пиковые часы будних дней в период с 17.00 до 19.00 с разделением подсчетов на каждые 30 мин.
3. Полученная видеосъемка оцифровывалась и выполнялась ее обработка с использованием программного продукта PCE-GET.
4. Внутри пикового периода выявлялся час пик и определялась соответствующая максимальная интенсивность движения на перегонах за час.



Оценка сходимости значений интенсивности движения на перегонах УДС  $x_{lb}=0.8$ ,  $x_{ub}=1.5$ ,  $div=30$

## Оценка точности восстановления матрицы

max	min	Абс.сред	Разброс	Ст.откл.	$R^2$	t кр.Ст.
601	-335	142.9	936	210.2	0.95	-0.04

		Поток в вершину							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Поток из вершины	1	-	126	350	300	125	125	70	15
	2	-	-	407	163	547	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	61	178	273
	4	-	-	-	-	-	118	214	273
	5	-	-	-	-	-	509	524	458
	6	-	53	382	91	304	-	479	564
	7	-	90	206	106	184	610	-	72
	8	-	-	-	-	-	-	-	-

Восстановленная матрица корреспонденций транспортных потоков рассматриваемого участка УДС