

10.5 Прогнозирование распределения поездок по видам транспорта

Цель моделирования распределения поездок по видам транспорта заключается в прогнозировании интенсивности поездок по видам транспорта. Модели распределения поездок по видам транспорта делятся на модель конечных поездок или модель пунктов назначения поездок. В нашем исследовании модель пунктов назначения поездок применялась для расчета поездок населения.

10.5.1 Построение модели распределения поездок по видам транспорта

В нашем исследовании были использованы три модели распределения поездок по видам транспорта: “Модель пешеходного передвижения”, “Модель автомобиль-общественный транспорт” и “Модель рельсовый транспорт-автобус”. Модель пешеходного движения позволяет рассчитать долю пешеходного движения по сравнению со всеми другими видами транспорта. Модель автомобиль-общественный транспорт показывает передвижение населения при на легковых автомобилях и общественном транспорте (рельсовый транспорт и автобусы). Модель рельсовый транспорт-автобусы показывает передвижение населения на поездах и автобусах. Так как характеристики распределения по видам транспорта не отражают назначения поездок, модели распределения по видам транспорта были созданы с учетом наличия собственного автомобиля на основе данных исследования передвижения населения (см. Рисунок 10).

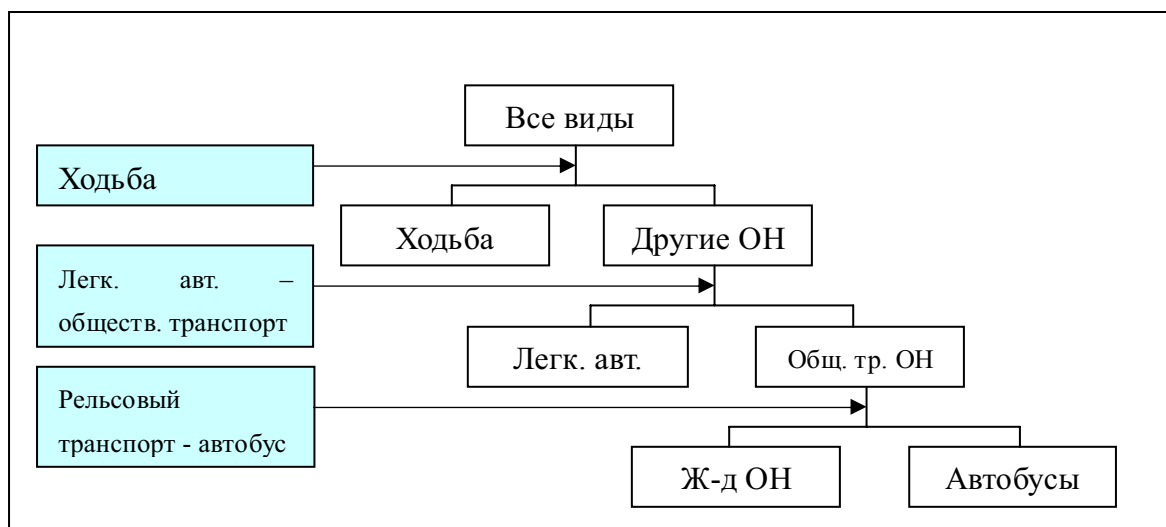


Рисунок 10.5.1 Структура модели распределения поездок по видам транспорта

(1) Модель пешеходного передвижения

В настоящем исследовании для модели пешеходного движения была выбрана модель отклоняющейся кривой. Независимая переменная, использованная в модели, – это длина (км) наиболее короткого пешеходного маршрута в дорожной сети. Модель, созданная на основе данных исследования передвижения населения, показана в Таблице 10.5.1 и на Рисунке 10.5.2.

Таблица 10.5.1 Модель пешеходного движения

L_{ij} (км)	Не имеющие автомобиль	Имеющие автомобиль
0.50	92.58%	81.96%
1.00	78.47%	60.07%
1.50	64.35%	38.19%
2.00	53.76%	31.34%
2.50	43.17%	24.49%
3.00	34.48%	19.33%
3.50	25.79%	14.16%
4.00	21.20%	11.43%
4.50	16.60%	8.69%
5.00	13.36%	7.67%
5.50	10.12%	6.64%
6.00	7.08%	4.64%
6.50	4.03%	2.63%
7.00	3.11%	2.20%
7.50	2.19%	1.76%
8.00	1.39%	1.09%
8.50	0.59%	0.41%
9.00	0.51%	0.26%
9.50	0.43%	0.11%
10.00	0.36%	0.06%
10.50	0.30%	0.00%
11.00	0.20%	0.00%
11.50	0.10%	0.00%
12.00	0.00%	0.00%

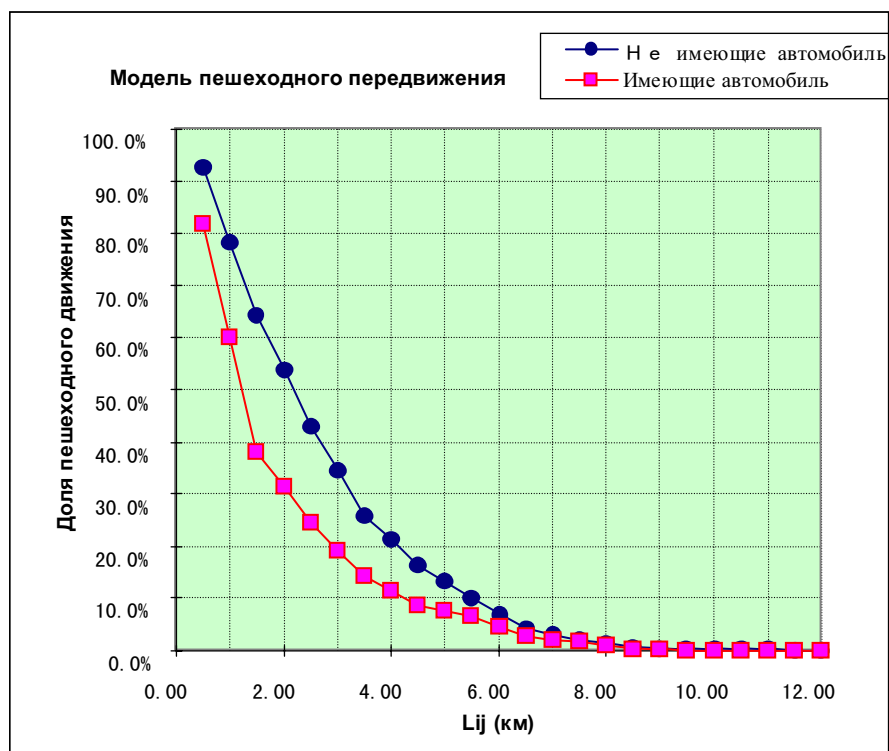


Рисунок 10.5.2 Модель пешеходного передвижения

(1) Модели автомобиль – общественный транспорт и рельсовый транспорт – автобус

1) Создание модели

Широко используя программу JICA STRADA, для создания межзональной модели была применена модель бинарного логита в виде следующих формул:

$$P_{ij} = 1 - 1 / (1 + e^U)$$

$$U_{\text{авт}} = a + b \times \min(t_{ij\text{автобус}}, t_{ij\text{ж-д}}) / t_{ij\text{авт}} + c \times \min(c_{ij\text{автобус}}, t_{ij\text{ж-д}}) / c_{ij\text{авт}}$$

$$U_{\text{ж-д}} = a + b \times t_{ij\text{автобус}} / t_{ij\text{ж-д}} + c \times c_{ij\text{автобус}} / c_{ij\text{ж-д}}$$

где

P_{ij} : доля вида транспорта

U : функция полезности

t_{ij} : время поездки

c_{ij} : стоимость поездки

a, b, c : параметры

В модели были применены объясняющие переменные, такие как соотношение времени и стоимости поездки на автомобиле, поезде и автобусе. Что касается внутризонального распределения по видам транспорта, то для прогнозирования будущей ситуации было применено существующее соотношение видов транспорта на основе данных исследования передвижения населения, как это показано в Таблице 10.5.2.

Таблица 10.5.2 Внутризональное распределение по видам транспорта

	Автомобиль	Автобус	Поезд
Не имеющие автомобиль	26.01%	73.99%	0.00%
Имеющие автомобиль	83.22%	16.78%	0.00%

2) Время и стоимость поездки

Время и стоимость поездки между каждой парой зон были рассчитаны при помощи программы JICA STRADA с учетом следующих условий. Эти условия и значения были окончательно установлены после подтверждения данных, полученных в ходе исследования передвижения населения.

Время поездки на автомобиле и автобусе $T_{ij} = L_{ij} / V + 2 \times T_a + T_w$

Время поездки на поезде $T_{ij} = L_{ij} / V + L_{aij} / V_a + 2 \times T_a + T_w$

Стоимость поездки $C_{ij} = a$ Длина поездки (L_{ij}) $\leq c$

$C_{ij} = a + b(L_{ij} - c)$ Длина поездки (L_{ij}) $> c$

Где:

- T_{ij} : Время поездки из зоны ii в j
 L_{ij} : Длина поездки из зоны ii в j (км)
 V : Скорость передвижения на транспорте (км/ч)
 T_a : Время, необходимое для доступа к зоне
 T_w : Время ожидания на станции /остановке
 L_{aij} : Расстояние от зоны до станции
 V_a : Скорость доступа к зоне (=8 км/ч)
 C_{ij} : Стоимость проезда (манат)
 a, b, c : параметры

Таблица 10.5.3 Исходные данные для моделирования времени поездки

		V Скорость передвижения	A Доступ к зоне	W Время ожидания
Автомобиль		0.50 x V_0	5 мин	
Автобус		0.40 x V_0	5 мин	10 мин
Рельсовый транспорт	Метро	55 км/ч	10 мин	5 мин
	Поезд	25 км/ч	10 мин	10 мин
	Трамвай	15 км/ч	10 мин	10 мин

Таблица 10.5.4 Исходные данные для моделирования стоимости поездки

		A	b	c (км)
Автомобиль	Не имеющие автомобиль	5000	300	0
	Имеющие автомобиль	1000	300	0
Автобус		500	50	20
Рельсовый транспорт		250	50	20

3) Результаты калибровки

Следующие параметры были установлены и проверены на основе данных исследования передвижения населения. Модель рельсовый транспорт – автобус не была основана на владении личным автомобилем, потому что не была выявлена видимая разница между использованием разных видов транспорта владельцами и не владельцами личного автомобиля. Модели автомобиль – общественный транспорт и рельсовый транспорт – автобус показаны на Рисунках 10.5.3 и 10.5.4.

Таблица 10.5.5 Параметры модели автомобиль – общественный транспорт и модели рельсовый транспорт - автобус

		A	B	C
Модель автомобиль – общественный транспорт	Не имеющие автомобиль	-8.02007	3.95957	1.57527
	Имеющие автомобиль	-2.14496	1.80900	1.74593
Модель рельсовый транспорт - автобус		-	-4.03410	3.16286
				0.39382

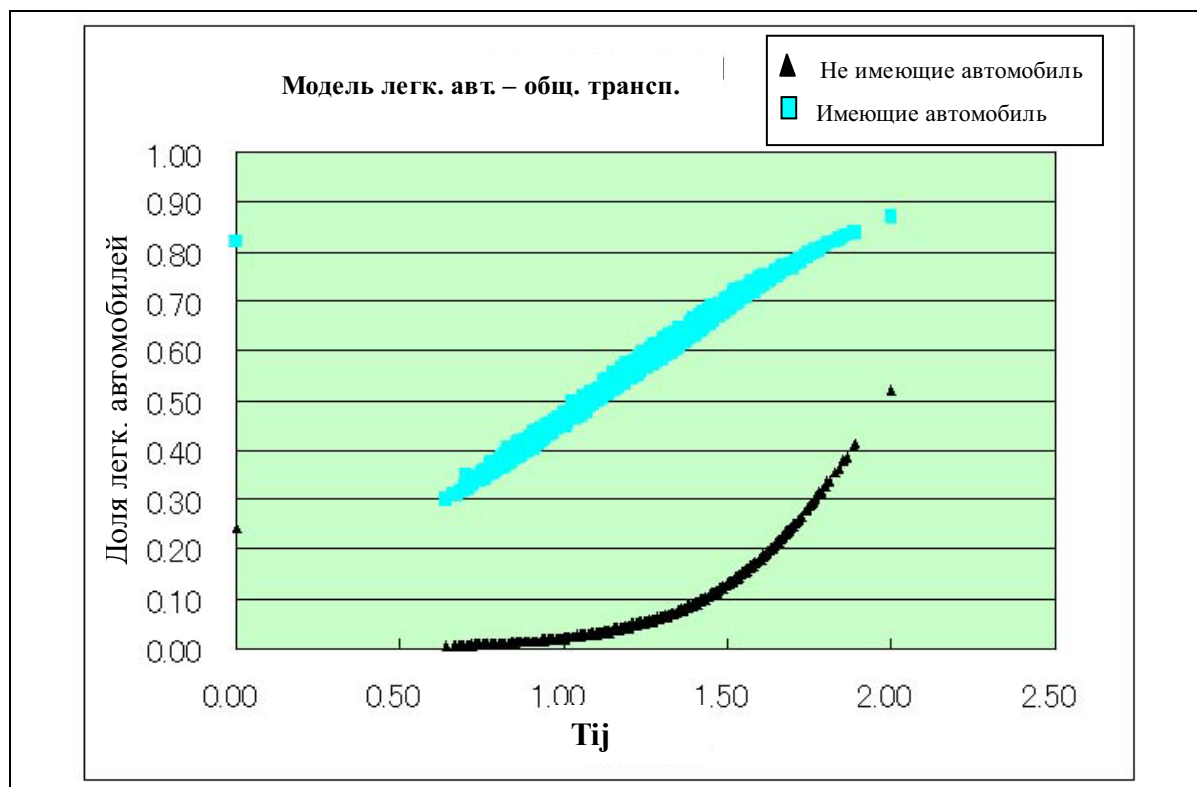


Рисунок 10.5.3 Модель "легковой автомобиль – общественный транспорт"

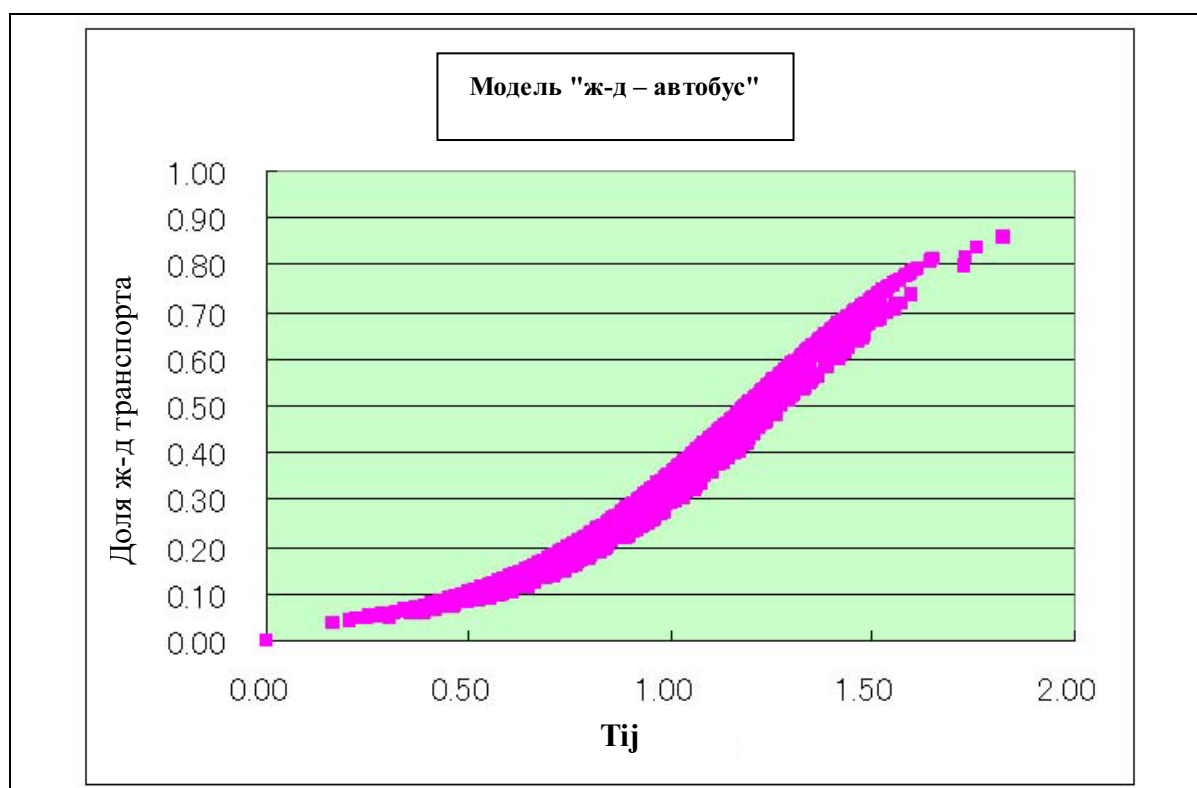


Рисунок 10.5.4 Модель "модель ж-д - автобус"

10.5.2 Будущее распределение видов транспорта

Используя вышеописанные модели распределения видов транспорта, был составлен прогноз передвижения населения на разных видах транспорта в будущем. Прогнозирование осуществлялось в рамках случая "ничего не делать" на период до 2020 года (Таблица 10.5.7). Число поездок на автомобилях и общественном транспорте в 2020 году составит 1933286 и 1644746 поездок в сутки соответственно. При сравнении будущих показателей с существующими видно, что число поездок на автомобилях возрастет почти в 3 раза, а доля поездок в автомобилях увеличится в два раза при условии существенного увеличения числа собственных автомобилей. С другой стороны, число поездок на общественном транспорте возрастет незначительно, а доля общественного транспорта снизится.

Таблица 10.5.6 Число поездок по видам транспорта в 2000 году

	Ходьба	Автомобиль	Автобус	Рельсовый транспорт	Общ. транспорт	Всего
Не имеющие автомобилей	1 463 275	157 508	767 291	322 397	1 089 688	2 710 471
Имеющие автомобиль	453 724	502 714	179 959	71 593	251 552	1 207 990
Всего	1 916 999	660 222	947 250	393 990	1 341 240	3 918 461
	48.9%	16.8%	24.2%	10.1%	34.2%	100.0%

Таблица 10.5.7 Число поездок по видам транспорта в 2020 (случай "ничего не делать")

	Ходьба	Автомобиль	Автобус	Рельсовый транспорт	Общ. транспорт	Всего
Не имеющие автомобиль	884 728	86 394	-	-	668 529	1 639 651
Имеющие автомобиль	1 708 966	1 846 892	-	-	976 217	4 532 075
Всего	2 593 694	1 933 286	1 109 248	535 498	1 644 746	6 171 726
	42.0%	31.3%	18.0%	8.7%	26.6%	100.0%

10.6 Спрос на транспорт во внешней зоне

Спрос на транспорт во внешних зонах (в настоящем исследовании зоны 83, 85, 86, 87) был разделен на внешние-внешние, внутренние-внешние и внешние-внутренние поездки. Данные по существующему спросу, полученные в ходе проведения кордонного исследования, были добавлены к данным исследования передвижения населения. Будущий спрос во внешней зоне был спрогнозирован при помощи фактора роста. В Таблице 10.6.1 приводятся значения фактора роста, использованные в исследовании.

Таблица 10.6.1 Фактор роста для моделирования спроса во внешней зоне

Вид транспорта	Скорость роста	Замечания
Автомобиль	2.677	Темпы роста числа собственных автомобилей на территории исследования
Таки	1.574	Темпы роста поездок населения на территории исследования
Грузовик	3.630	Темпы роста ВВП Азербайджана
Автобус	1.574	Темпы роста поездок населения на территории исследования
Ж-дорога	1.574	Темпы роста поездок населения на территории исследования

10.7 Будущее распределение по транспорту

10.7.1 Модель распределения поездок легковых автомобилей по маршрутам

Модель распределения поездок автомобилей по маршрутам создается при помощи дифференциального модуля, содержащегося в программе JICA STRADA. В модели распределения поездок автомобилей и автобусов был принят минимальный путь с корректировкой предполагаемой скорости передвижения в зависимости от совокупной интенсивности движения в интерактивной манере. Ниже приводятся базовые параметры, использованные в модели.

Информация о количестве пассажиров на автомобиль (занятость) и количестве приведенных единиц (прив. ед.) были получены в результате проведения линейного и кордонного исследований.

Таблица 10.7.1 Уровень занятости и единицы, приведенные к легковому автомобилю (прив. ед.)

Вид транспорта	Уровень занятости		Прив. ед.	
	Данные исследования передвижения населения	Кордонное исследование	Данные исследования передвижения населения	Кордонное исследование
Автомобиль	1.51	1.48	1.05	1.06
Автобус	12.87	16.00	1.11	1.59

Таблица 10.7.2 Число приращений

	Число приращений	Степень приращения	Степень снижения скорости
Автомобиль	10	10%	1.0
Автобус	1	100%	0.9

Функция "интенсивность – задержка" для данных по звеньям дорожной сети была установлена, как показано на Рисунке 10.7.1. Скорость свободного потока и идеальная пропускная способность для каждой дороги были установлены по Таблице 10.7.3.

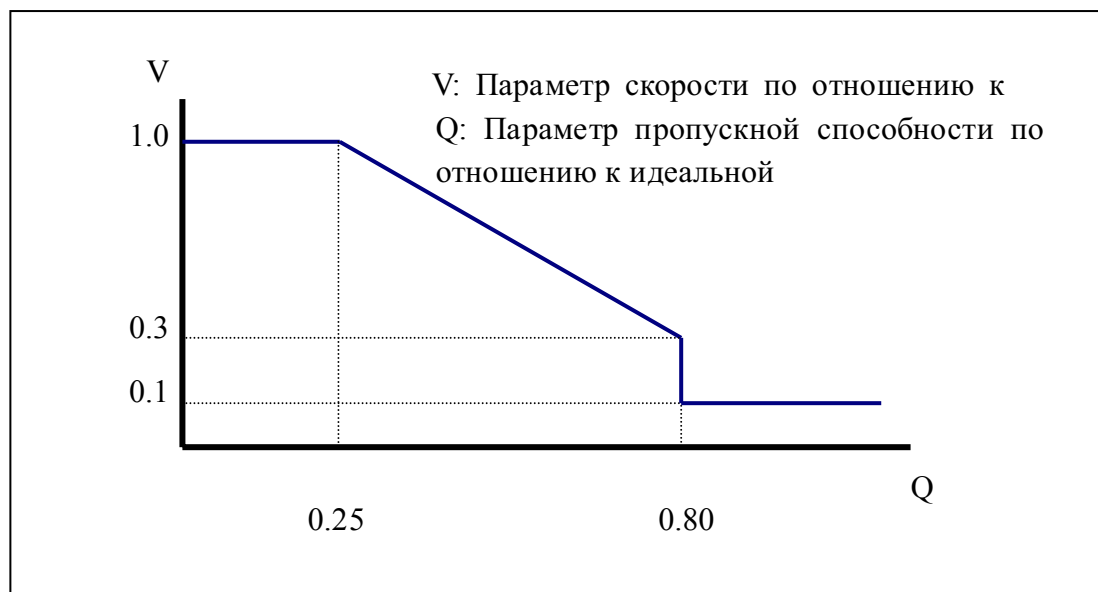


Рисунок 10.7.1 Функция интенсивность – задержка

Таблица 10.7.3 Скорость свободного потока и идеальная пропускная способность дорожных звеньев

	Число полос	Проектная скорость	Проп. способность	Сельск. мест.		Мало населенная		Средне населенная		Густо населенная	
				V_0	Q_0	V_0	Q_0	V_0	Q_0	V_0	Q_0
Автострада радиальная/ кольцевая	6	80	99000	80	99000	72	89100	64	79200	56	69300
	4	80	70000	80	70000	72	63000	64	56000	56	49000
	2	80	34800	80	34800	72	31320	64	27840	56	24360
Главная дорога радиальная/ кольцевая	6	60	94400	60	94400	54	84960	48	75520	42	66080
	4	60	66400	60	66400	54	59760	48	53120	42	46480
	2	60	19900	60	19900	54	17910	48	15920	42	13930
Вспомогательная	6	50	85100	50	85100	40	68080	35	59570	30	51060
	4	50	59900	50	59900	40	47920	35	41930	30	35940
	2	50	17900	50	17900	40	14320	35	12530	30	10740
Дороги третьего порядка	6	40	68100	40	68100	32	54480	28	47670	24	40860
	4	40	53900	40	53900	32	43120	28	37730	24	32340
	2	40	16100	40	16100	32	12880	28	11270	24	9660

V_0 : скорость свободного потока (км/ч)

Q_0 : Идеальная пропускная способность стандартного поперечного сечения (прив.ед./сут)

Сельск. мест.: сельская местность (не урбанизированные территории)

10.7.2 Модель распределения транзита

При использовании модели распределения поездок автомобилей в программе JICA STRADA автобусный пассажиропоток на каждом звене дорожной сети автоматически показывается путем выбора режима отображения данных и единицы измерения в генераторе отчетов по автостраде (Highway Reporter). Пассажиропоток на рельсовом транспорте был рассчитан с использованием кратчайшего маршрутов с соединением центральной точки зоны к ближайшей станции рельсового транспорта.

10.7.3 Будущее распределение поездок по маршрутам

Результаты исследования существующего и будущего распределения поездок по маршрутам в случае "ничего не делать" показаны на Рисунках 10.7. 2. - 10.7.7.

При сравнении будущего уличного движения с существующим видно, что со временем восточно-западный коридор будет сильно перегружен. Поэтому можно выделить следующие основные моменты:

- Если не предпринять каких-либо действий в транспортном секторе, интенсивность уличного движения сильно возрастет, а уровень обслуживания уличного движения резко ухудшится.
- Если улучшить уровень обслуживания на рельсовом транспорте, то число пассажиров на этих видах транспорта останется на сегодняшнем уровне. Это приведет к ухудшению финансового положения в общественном транспорте.
- В будущем желательно принять меры по уменьшению движения легковых автомобилей и увеличить использование рельсовых видов транспорта.

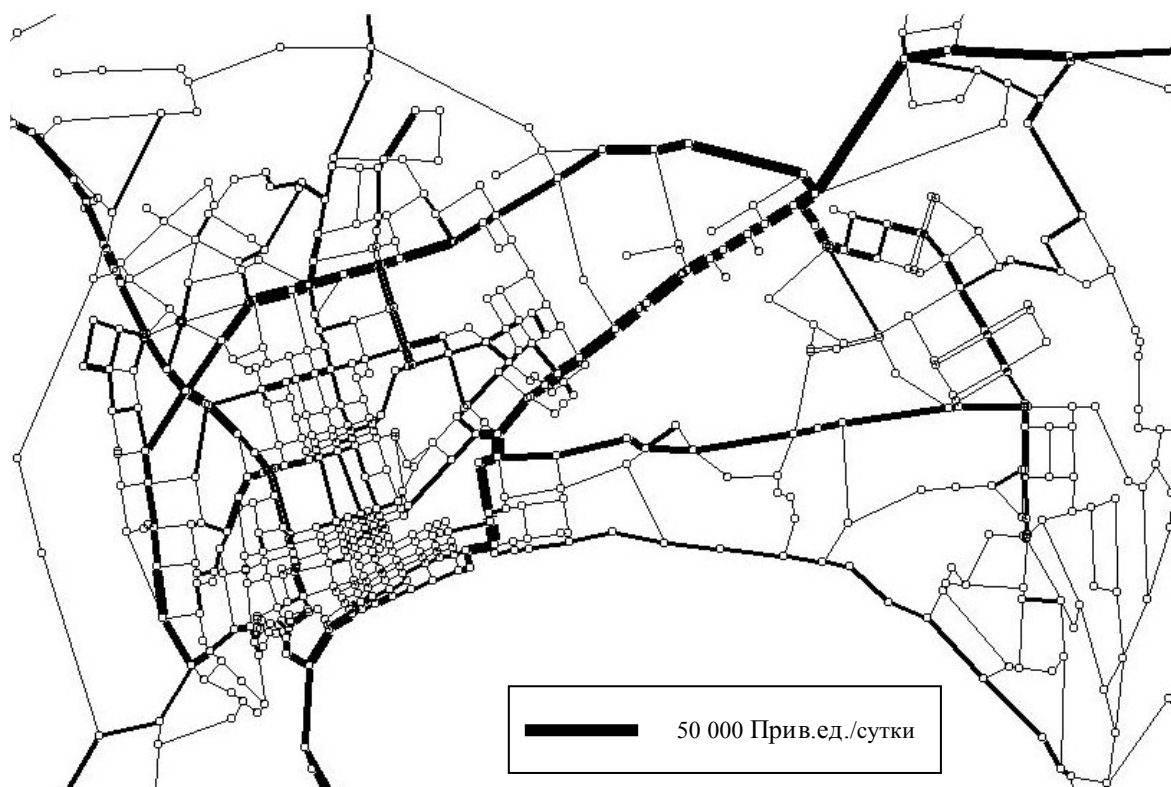


Рисунок 10.7.2 Распределение потока легковых автомобилей в 2000 году

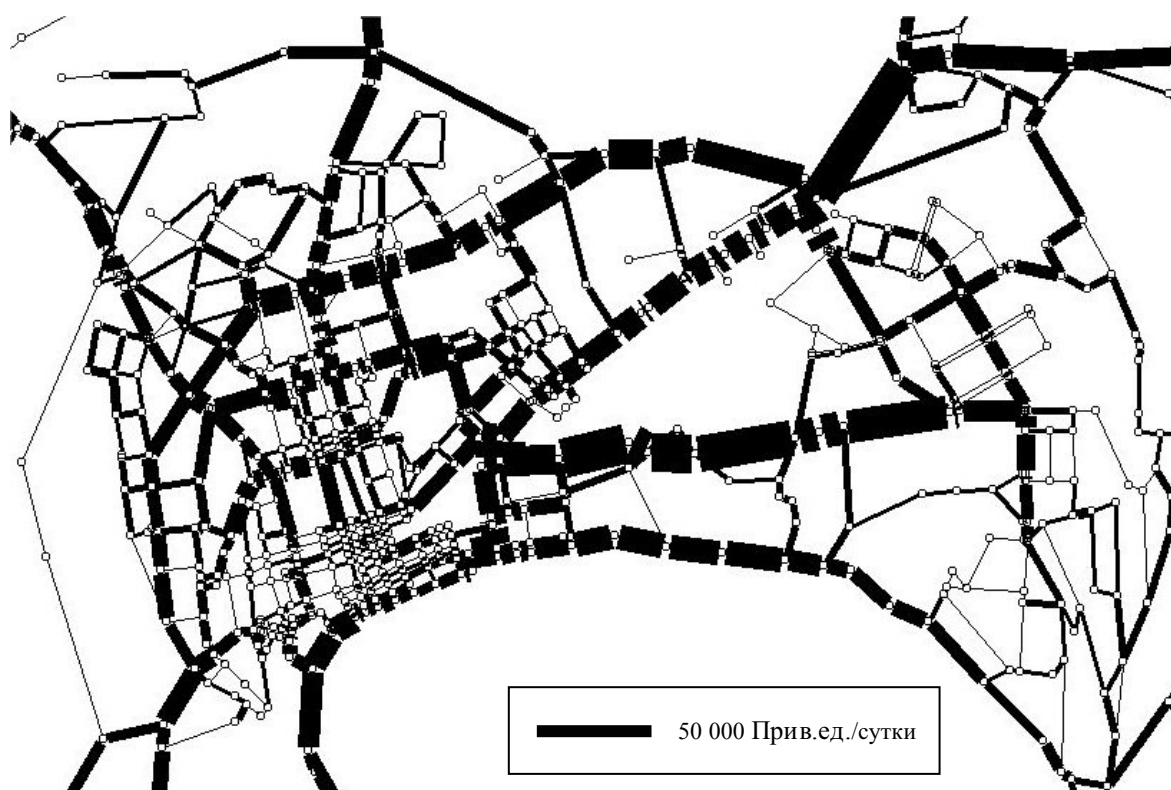


Рисунок 10.7.3 Распределение потока легковых автомобилей в 2020 году (случай "ничего не делать")

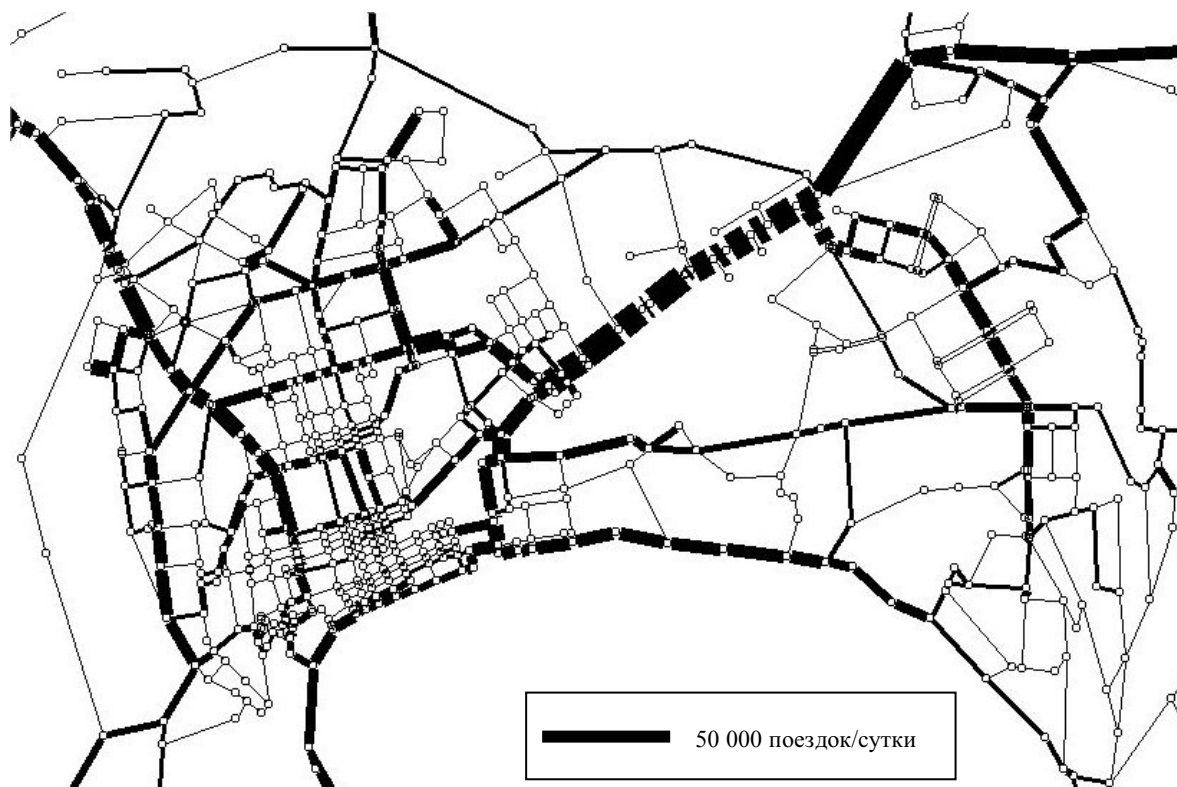


Рисунок 10.7.4 Распределение автобусного потока в 2000 году



Рисунок 10.7.5 Распределение автобусного потока в 2020 году (случай "ничего не делать")



Рисунок 10.7.8 Показатели перегруженности дорог в 2000 году

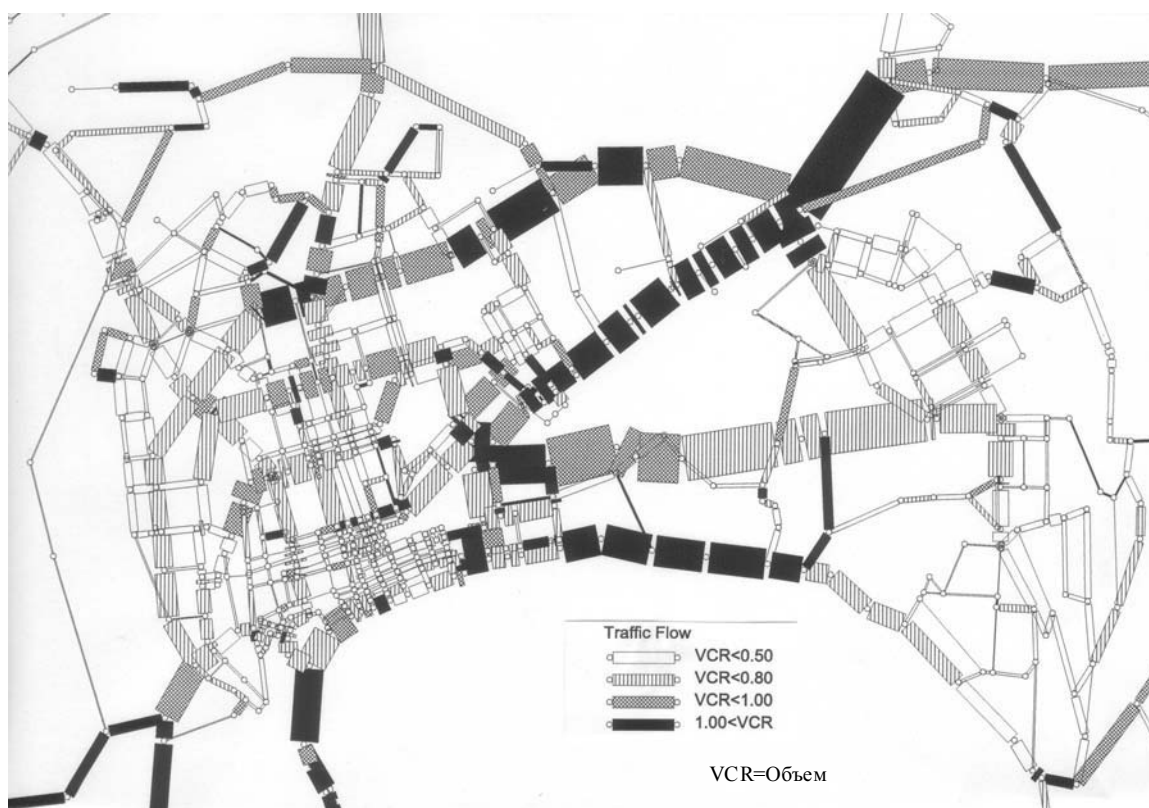


Рисунок 10.7.9 Показатели перегруженности дорог в 2020 (случай "ничего не делать")