

- доля тихоходных видов транспорта;
- уплотнение потока транспортных средств;
- уровень помех для движения по крайней правой полосе, по крайней левой при наличии встречного движения.

Задержка на регулируемом пересечении определяется исходя из параметров цикла регулирования, количества транспортных средств, подходящих к пересечению, наличия «зеленой волны», наличия разрешенного левого поворота. Время движения подвижного состава общественного транспорта на участках улично-дорожной сети определяется временем движения потока с учетом дополнительного времени, необходимого для входа и выхода пассажиров.

#### **5.1.10 Калибровка среднегодовой транспортной модели по показателям интенсивности движения, результатов социологических исследований, результатов замеров пассажиропотока.**

Данные исследований изменения интенсивности движения введены в модель транспортной сети в качестве исходных данных на 10 объектах сети с целью последующей оценки результатов математического моделирования. Значения замеренной интенсивности движения введены в модель в качестве атрибута соответствующего поворота. Для каждого поворота созданы атрибуты, позволяющие хранить информацию о структуре транспортного потока с учетом времени суток. Использование объекта сети «Поворот» (Turn) для хранения данных о замеренной интенсивности движения позволяет агрегировать её на уровень отрезков (перегонов между перекрестками), в которые входит или из которых выходит группа поворотов, что, в свою очередь, обеспечивает возможность как калибровки матрицы корреспонденций на уровне поворотов, так и удобного представления графической информации на уровне отрезков.

#### **Калибровка матриц корреспонденций, коэффициентов подвижности и функций предпочтения**

После завершения первого цикла расчета спроса на транспорт была проведена калибровка транспортной модели. В процессе калибровки проводилась серия вычислительных экспериментов с моделью, при этом менялись параметры функций предпочтения по критерию соответствия результатов расчета натурным обследованиям с учетом данных социологического опроса.

В результате были определены показатели, обеспечивающие точность модели. Калибровка транспортной модели проводилась в два основных этапа – первый калибровка матриц корреспонденций, второй – непосредственная калибровка модели транспортной сети.

#### **Оценка точности модели и расчетная интенсивность движения**

Транспортная модель является упрощенным представлением реальной транспортной ситуации. После ввода исходных данных и расчета транспортного спроса проведена проверка модели. Определено, насколько точно модель отражает реальную транспортную ситуацию. При отклонении заранее определенных показателей от допустимой нормы проводится калибровка модели.

Оценка реалистичности результата перераспределения транспортной модели проведена путем статистического сравнения наблюдаемых данных и расчетной нагрузки в модели. Для проверки адекватности модели определены значения ряда показателей на основе сравнения расчетных значений интенсивностей движения из модели и данных натурных обследований. Количество мест наблюдения (сечений) – 10.

Ниже перечислены основные показатели, которые используются для оценки качества модели.

**Средняя относительная ошибка** - среднее отклонение абсолютных значений (разница между наблюдаемыми на местах подсчета и рассчитанными в модели значениями) в процентах. Вычисленная средняя относительная ошибка - 2.5%.

**Коэффициент корреляции** - является мерой тесноты линейной связи между фактическими данными об интенсивностях потоков на местах подсчета и рассчитанной на основе модели нагрузкой. Он принимает значения в диапазоне: от -1 до 1. Чем ближе значение коэффициента корреляции к 1, тем точнее ряд расчетных значений нагрузки аппроксимирует ряд фактических данных интенсивностей потоков, то есть модель точнее показывает поведение транспортного потока. Вычисленный коэффициент корреляции модели нулевого состояния - 0.8821. (рис.5.1.10)

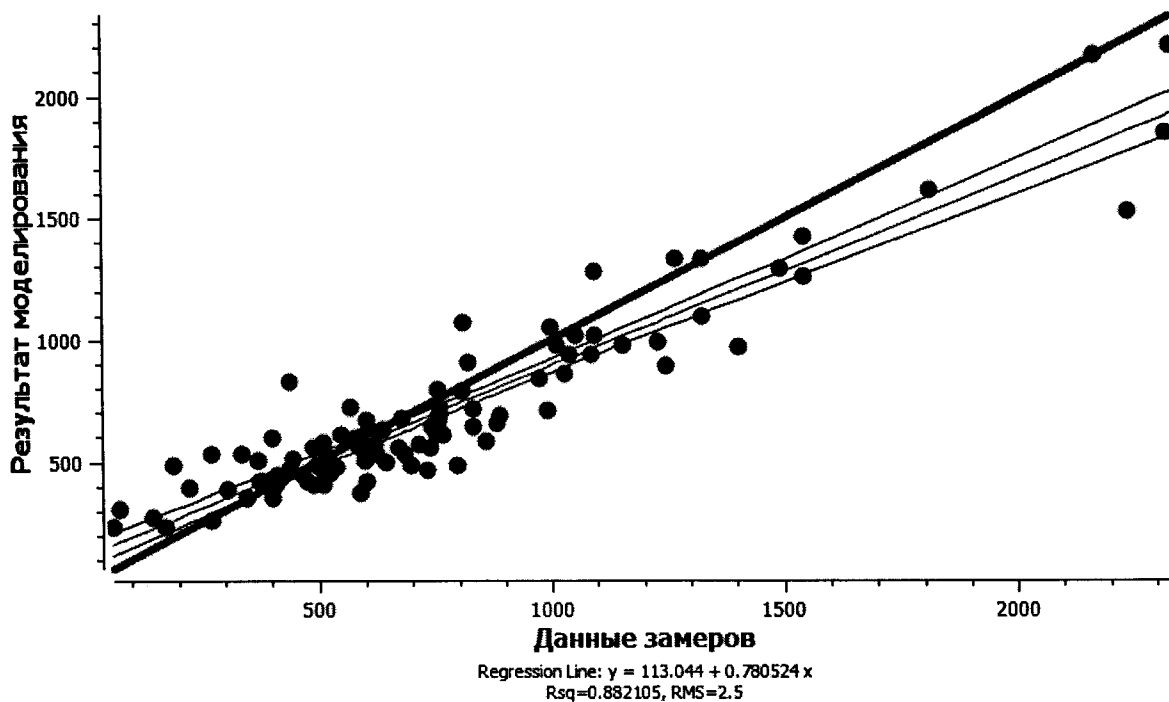


Рисунок 5.1.10 – Параметры корреляции замеренных и модельных данных

Значения показателей качества перераспределения не являются абсолютными показателями достоверности модели в силу того, что в наблюдаемых значениях нагрузки легкового или грузового транспорта на местах подсчета могут содержаться ошибки. Ошибки получаются в результате присутствия человеческого фактора при сборе данных, их обработке, а также при дальнейшем приведении из часовых интенсивностей в суточные.

Полученные значения показателей качества модели говорят о том, что модель отражает существующую ситуацию с точностью, достаточной для использования построенной модели в целях долгосрочного прогнозирования.

### **5.1.11 Создание модели расчёта спроса на транспорт в периоды утренних и вечерних пиковых нагрузок.**

Этап создания транспортного движения описывает процессы генерации и притяжения транспортных потоков. Конечным результатом является оценка общего количества перемещений, выходящих и входящих в каждый транспортный район.

Таким образом, результатами расчета являются суммы по строкам и столбцам матрицы корреспонденций, которые содержат данные об объёмах движения из источника и движения в цель по каждому транспортному району.

На этапе создания транспортного движения была использована модель группы источник-цель, описывающая общее количество перемещений, начинающихся или заканчивающихся в каждом транспортном районе, на основе информации и предположениях о подвижности (степени создания и притяжения) различных групп населения с разными целями поездок (слои спроса).

### **Расчет объема пассажирских перемещений между транспортными районами**

*Таблица 5.1.11 - Расстояние между центрами районов в км*

Номер района	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	—	14,2	8,81	32	15,8	30,9	40,9	18,5	38
2	14,2	—	13	18,9	12,8	17,2	27,6	7,02	29,1
3	8,81	13	—	26,7	21,2	28,5	40,4	20,1	41,4
4	32	18,9	26,7	—	29,4	10,9	21,2	20	32,9
5	15,8	12,8	21,2	29,4	—	23,3	29,8	10	23,4
6	30,9	17,2	28,5	10,9	23,3	—	12,1	14	22,4
7	40,9	27,6	40,4	21,2	29,8	12,1	—	22,9	16,9
8	18,5	7,02	20,1	20	10	14	22,9	—	21,9
9	38	29,1	41,4	32,9	23,4	22,4	16,9	21,9	—

*Таблица 5.1.12 - Среднее время, необходимое для преодоления расстояния между расчетными зонами (транспортными районами) на транспорте, мин (определяется в зависимости от расстояния из таблицы 5.1.11)*

Номер района	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	—	24,3	15,1	54,9	27,1	53,0	70,1	31,7	65,1
2	24,3	—	22,3	32,4	21,9	29,5	47,3	12,0	49,9
3	15,1	22,3	—	45,8	36,3	48,9	69,3	34,5	71,0
4	54,9	32,4	45,8	—	50,4	18,7	36,3	34,3	56,4
5	27,1	21,9	36,3	50,4	—	39,9	51,1	17,1	40,1

6	53,0	29,5	48,9	18,7	39,9	—	20,7	24,0	38,4
7	70,1	47,3	69,3	36,3	51,1	20,7	—	39,3	29,0
8	31,7	12,0	34,5	34,3	17,1	24,0	39,3	—	37,5
9	65,1	49,9	71,0	56,4	40,1	38,4	29,0	37,5	—

Для определения количества передвижений по каждому транспортному району и по району в целом рассчитывается численность населения транспортных районов, определяются коэффициенты распределения передвижений, коэффициенты пропорциональности по численности населения.

На основании данных таблицы длины передвижений (таблица 5.1.11) и таблицы времени передвижения между расчетными зонами (транспортными районами) (таблица 5.1.12) устанавливают коэффициенты распределения передвижений  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ . Из таблицы берут те значения, которые соответствуют максимальному времени сообщения. Сумма всех коэффициентов для каждого пункта, в который совершаются передвижения, должна быть равна 1. Но так как в границах отдельных интервалов времени могут быть несколько пунктов отправления или же вообще пунктов отправления может не оказаться, то сумма всех коэффициентов, как правило, не будет равна 1. Поэтому необходимо привести их к 1, умножая на коэффициент  $\psi$ :

$$\psi = 1/(d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n),$$

где  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  – коэффициенты распределения передвижения.

Полученные коэффициенты также сводят в табличную форму (таблица 5.1.13):

*Таблица 5.1.13 – Коэффициенты распределения передвижений на общественном транспорте из пунктов отправления (определяется и присваивается программой в зависимости от плотности населения, площади района, и времени передвижений из таблицы 5.1.12)*

Назначение $d_{ij}$ , в %									
Номер района	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	—	7,1	4,4	16,1	7,9	15,5	20,5	9,3	19,1
2	10,2	—	9,3	13,5	9,2	12,3	19,7	5,0	20,8
3	4,4	6,5	—	13,3	10,6	14,2	20,2	10,0	20,7
4	16,7	9,8	13,9	—	15,3	5,7	11,0	10,4	17,1
5	9,5	7,7	12,8	17,7	—	14,1	18,0	6,0	14,1
6	19,4	10,8	17,9	6,8	14,6	—	7,6	8,8	14,1
7	19,3	13,0	19,1	10,0	14,1	5,7	—	10,8	8,0
8	13,8	5,2	15,0	14,9	7,4	10,4	17,0	—	16,3
9	16,8	12,9	18,3	14,6	10,4	9,9	7,5	9,7	—

Передвижения на общественном транспорте между расчетными зонами (транспортными районами) происходит пропорционально численности населения зон отправления, емкости мест тяготения и коэффициентам относительной густоты расселения. Коэффициенты пропорциональности по численности населения определяют следующим образом:

$$K_{1-n} = n * S_p / H$$

где  $K_1, K_2, K_3, \dots$  - коэффициенты пропорциональности для расчетных зон (транспортных районов) 1, 2, 3, ...;

$H_1, H_2, H_3, \dots$  - численность категории населения расчетных зон (транспортных районов) 1, 2, 3, ...;

$S_p$  - площадь расчетной зоны (транспортного района)

$n$  - Коэффициент приведения (вычисляется программой)

Таблица 5.1.14 – Расчет коэффициентов пропорциональности по численности населения

Номер района	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Итого	H	Kн
1	—	0,071	0,044	0,161	0,079	0,155	0,205	0,093	0,191	1,00	32 349	0,376
2	0,102	—	0,093	0,135	0,092	0,123	0,197	0,050	0,208	1,00	3 308	0,038
3	0,044	0,065	—	0,133	0,106	0,142	0,202	0,100	0,207	1,00	2 272	0,026
4	0,167	0,098	0,139	—	0,153	0,057	0,110	0,104	0,171	1,00	5 716	0,066
5	0,095	0,077	0,128	0,177	—	0,141	0,180	0,060	0,141	1,00	1 484	0,017
6	0,194	0,108	0,179	0,068	0,146	—	0,076	0,088	0,141	1,00	5 899	0,069
7	0,193	0,130	0,191	0,100	0,141	0,057	—	0,108	0,080	1,00	1 975	0,023
8	0,138	0,052	0,150	0,149	0,074	0,104	0,170	—	0,163	1,00	1 942	0,023
9	0,168	0,129	0,183	0,146	0,104	0,099	0,075	0,097	—	1,00	2 702	0,031

Число передвижений определяется

$$N = K_n * d_n * t_n * 1000000$$

$K_n$  - коэффициент пропорциональности для расчетных зон (транспортных районов) 1, 2, 3, ... (таблица 5.4);

$d_n$  - коэффициенты распределения передвижений (таблица 5.1.13);

$t_n$  - Среднее время, необходимое для преодоления расстояния между расчетными зонами (транспортными районами) (таблица 5.1.12)

Таблица 5.1.15 – Расчетное число передвижений из пунктов отправления на общественном транспорте, за год

Номер района	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Итого
1	—	842071,6	522440,2	1897626,0	936952,9	1832395,1	2425403,3	1097065,1	2253430,9	11807385,000
2	6722,8	—	112261,9	163211,5	110534,8	148531,1	238340,7	60621,4	251294,0	1091518,304
3	3271,7	53873,6	—	110648,0	87855,4	118107,4	167422,5	83296,8	171566,6	796042,029
4	7655,3	205374,1	290131,7	—	319470,8	118443,3	230366,7	217327,1	357503,1	1746271,933
5	1673,4	41842,2	69301,1	96106,2	—	76165,8	97413,8	32689,2	76492,7	491684,438
6	16261,4	232479,1	385212,5	147326,9	314928,1	—	163546,3	189227,2	302763,5	1751745,009
7	7572,8	93938,4	137504,0	72155,6	101426,2	41183,1	—	77941,6	57520,2	589242,000
8	9303,4	37018,2	105992,3	105465,0	52732,5	73825,5	120757,4	—	115484,1	620578,311
9	16138,3	126988,0	180663,4	143570,7	102114,1	97750,2	73749,1	95568,3	—	836542,014

**5.1.12 Калибровка утренней и вечерней пиковой транспортной модели по показателям интенсивности движения, результатов социологических исследований, результатов замеров пассажиропотока.**

Транспортная модель является упрощенным представлением реальной транспортной ситуации. После ввода исходных данных и расчета транспортного спроса проводится проверка модели и определяется, насколько точно модель совпадает с реальной ситуацией. При отклонении заранее определенных показателей от допустимой нормы проводится калибровка модели.

По распределению времени совершения поездок на легковом автомобиле на большинство поездок (включая в основном поездки по слоям спроса Дом-Работа, Работа-Дом, Дом-Учеба, Учеба- Дом, Дом-Прочее, Прочее-Дом) затачивается около 15 минут. При этом среднее время корреспонденции по транспортным районам составляет в среднем 19,6 минут. На общественном транспорте большинство поездок совершаются в среднем 27 минут.

Для достижения более реалистичных результатов расчёта транспортной модели были проконтролированы и откорректированы (по возможности снижены) значения дисбаланса по распределению и выбору режима относительно суточных поездок ИЗ и В однородные источники и цели соответственно (таблица 5.1.12.1).

Таблица 5.1.12.1 – Дисбаланс в модели по распределению поездок по целям

Группы поездок	Количество поездок	Расхождение, %
Поездки из дома	13 063	0.53
Поездки домой	15 967	
Поездки с учёбы	2 648	-0.15
Поездки на учёбу	2 827	
Поездки с работы	7 399	-0.58
Поездки на работу	5 899	

Поездки из "прочего"	5 428	-0.19
Поездки в "прочее"	4 337	

**5.1.13 Оценка качества функционирования транспортной системы на основании исследования и сравнения существующих методов оценки качества с обоснованием и выбором оптимальной методики.**

После создания модели расчета спроса производится предварительные расчеты перераспределения пассажирских потоков на общественном транспорте. Проведенное исследование пассажиропотоков показывает, что на данный момент пассажирский транспорт общего пользования в целом справляется с имеющимся уровнем нагрузки.

По результатам моделирования можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день пропускная способность УДС муниципального образования Приморско-Ахтарский район имеет достаточный резерв.

Интенсивность пассажиропотока на территории Приморско-Ахтарский района изменяется в течение календарного года. Это связано с туристическим потоком в летний период с учётом сложившихся тенденций в развитии сферы туризма на территории Приморско-Ахтарского района. Существует увеличение входящих потоков в последние дни будние недели и исходящих потоков – в выходные дни и утренние часы первого рабочего дня недели.

В эти периоды необходимо увеличить количество подвижного состава и скорректировать время движения общественного транспорта.

**5.2. Разработка вариантов моделей прогнозных лет**

**5.2.1 Разработка вариантов транспортной макромоделей прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития.**

Для оценки изменения характеристик дорожного движения после изменения параметров транспортной сети используются методы транспортного макромоделирования. При этом на распределение транспортных потоков влияют следующие факторы:

- изменение во внешних транспортных связях;
- разрешение или запрет парковки автомобилей в транспортной сети района;
- введение новых элементов сети: радиальных или кольцевых автомагистралей;
- строительство нового жилого района или емкого центра тяготения транспорта;
- временного закрытия или ликвидации какого-либо элемента транспортной системы.

После ввода исходных данных и выполнения последовательности процедур методом моделирования рассчитываются параметры транспортных потоков, выполняется расчет параметров движения между узлами транспортной сети.

В результате распределения транспортных потоков по сети происходит изменение основных характеристик функционирования транспортной сети: интенсивности, скорости и показателей эффективности функционирования транспортной сети.

Уровень автомобилизации растет с каждым годом на 3-4%, через 15 лет на 2036 год загрузка улично-дорожной сети Приморско-Ахтарского района, с учетом прироста автомобилей и увеличением грузового движения, значительно возрастет.

Для учета перспективного перераспределения пассажирского и грузового потока по сети учитываются мероприятия по строительству и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры на расчетные сроки. Обработка информации осуществляется посредством создания в модели дополнительных сценариев с вводом вариантов развития перспективной сети.

#### **Разработка варианта транспортной модели на краткосрочную перспективу (0-5 лет)**

В соответствии с методикой разрабатывается вариант транспортной модели на краткосрочную перспективу (0-5 лет).

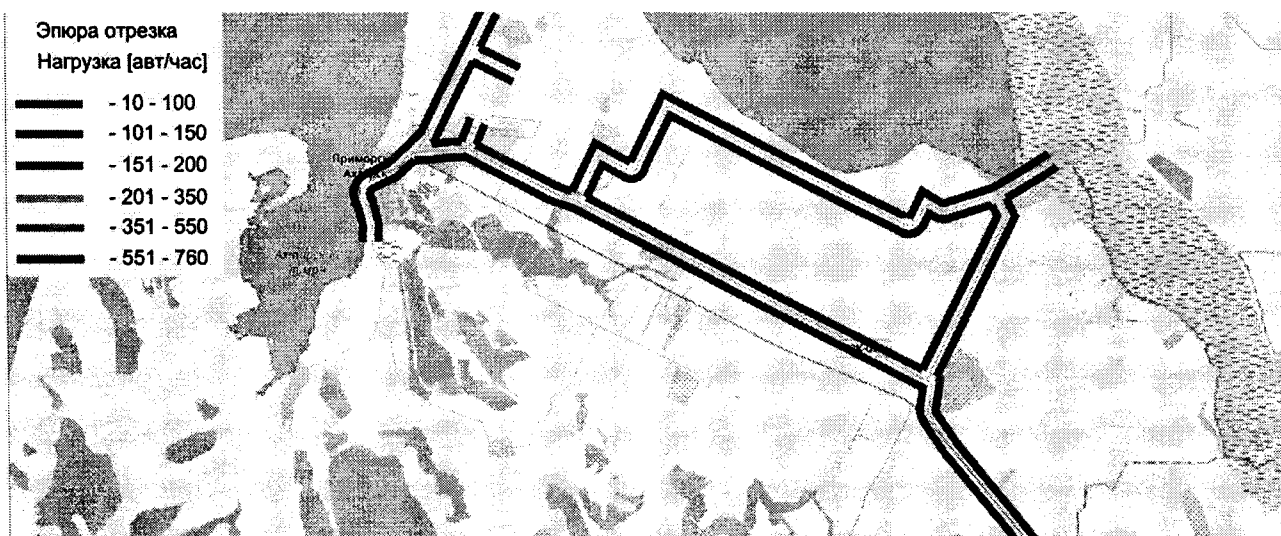


Рис. 5.2.1.2 - картограмма расчётной интенсивности движения с классификацией по уровню загрузки в час пик на краткосрочный период 2021-2026 лет.

#### **Разработка варианта транспортной модели на среднесрочную перспективу (6-10 лет)**

В соответствии с методикой разрабатывается вариант транспортной модели на среднесрочную перспективу (6-10 лет).