



ООО Зеленый Мегполис

394050, г. Воронеж, ул. Федора Тютчевад.93/5, офис 318; E-mail: zm36@yandex.ru; 8 (950) 759-81-85; ИНН/КПП
3661083604/366101001; ОКТМО 20701000001; ОКАТО20401000000; р/с 40702810503000001902; Филиал «СДМ-Банк» (ПАО) г.Воронеж;
к/с 30101810500000000778; БИК 042007778; ОГРН 1173668056451

Заказчик:

Муниципальное учреждение «Администрация Курчалоевского муниципального района» Чеченской Республики

Разработчик:

ООО "Зеленый Мегполис"

Директор

_____ Пахомов А. Н.

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КУРЧАЛОЕВСКОГО РАЙОНА ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Приложение А к Комплексной схеме
организации дорожного движения
муниципального образования Курчалоевского район
Чеченской Республики**

Воронеж – 2020 г.

**Приложение А к Комплексной схеме
организации дорожного движения
муниципального образования Курчалоевского район
Чеченской Республики**

1 Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики

В процессе районирования проводится процедура определения размера и границы области моделирования и определения кордонных районов, расположенных на границе моделируемой пространственной области и аккумулирующих все перемещения между ней и «внешним миром». Под областью моделирования типового муниципального образования понимается область исследования, замкнутая контуром моделирования. Под контуром моделирования понимается географическое пространство, занимаемое моделируемым объектом, имеющим следующие характеристики:

- протяженность территории;
- границы;
- географическое положение.

Для определения размера и границы области моделирования рассматриваются область исследования и все потоки, которые к ней тяготеют. Областью тяготения является вся пространственная область, генерирующая или притягивающая транспортные и пассажирские потоки, формирующие нагрузку на транспортную сеть области исследования.

Исходными данными для определения области моделирования служат границы муниципальных образований, указанные в геоинформационных и картографических службах.

На рисунке 1 показана область моделирования после задания ограничивающего полигона по границе Курчалоевского района.

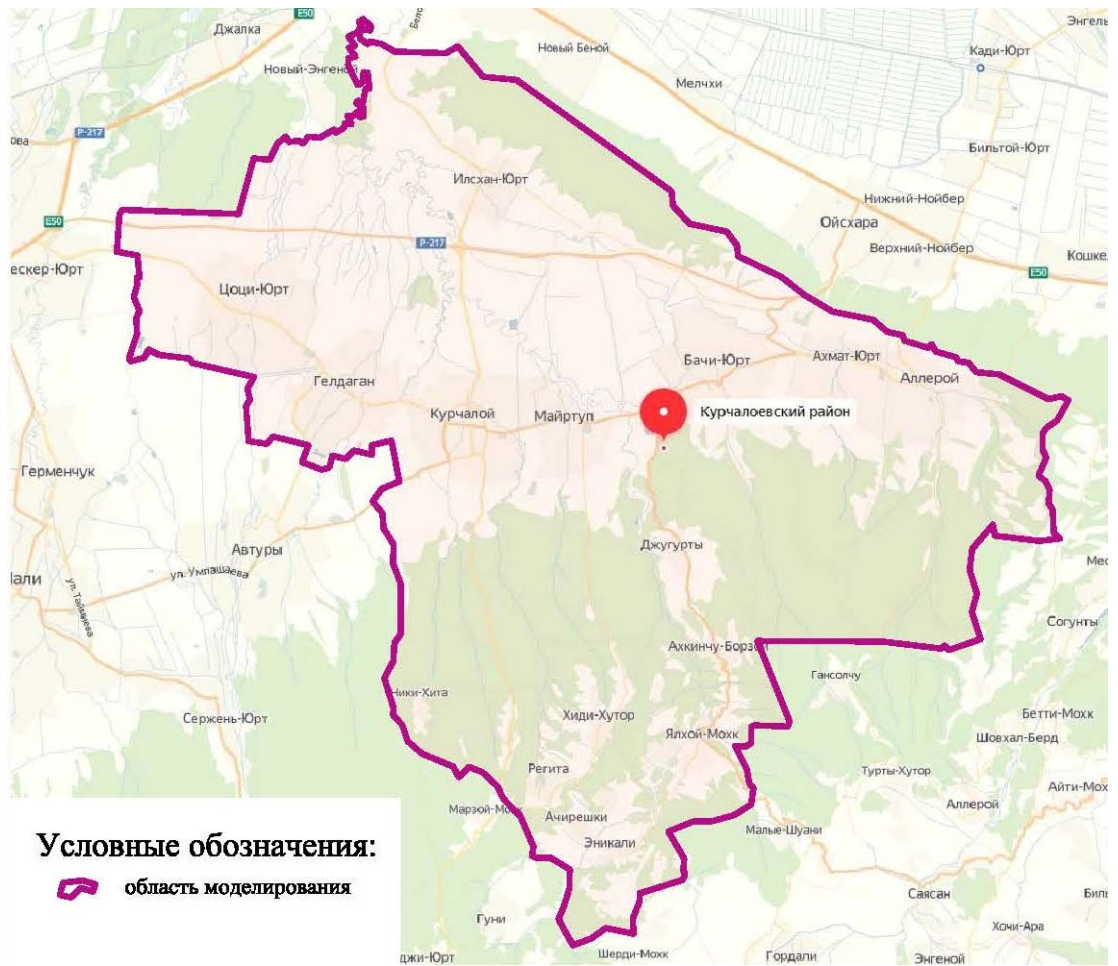


Рисунок 1 – Область моделирования

После определения области моделирования рассматриваемая территория делится на транспортные районы для соединения с узлами транспортной сети при помощи специальных отрезков, называемых примыканиями. В основу выделения транспортных районов положены следующие принципы:

- использование линий естественных и искусственных преград (реки, железнодорожные магистрали, лесные полосы);
- соблюдение административного районирования территории;
- возможность четко охарактеризовать функциональное назначение каждого района в социально-экономической структуре региона;
- низкая дисперсия площади районов;
- доступность данных социальной статистики по всем районам [1].

При районировании территории были учтены и обозначены кордонные районы на транзитных автомобильных дорогах. Схема транспортного районирования показана на рисунке 2. Нумерация, тип и наименование районов представлены в таблице 1. В результате выделены 34 транспортных района, из которых 9 – кордонные.

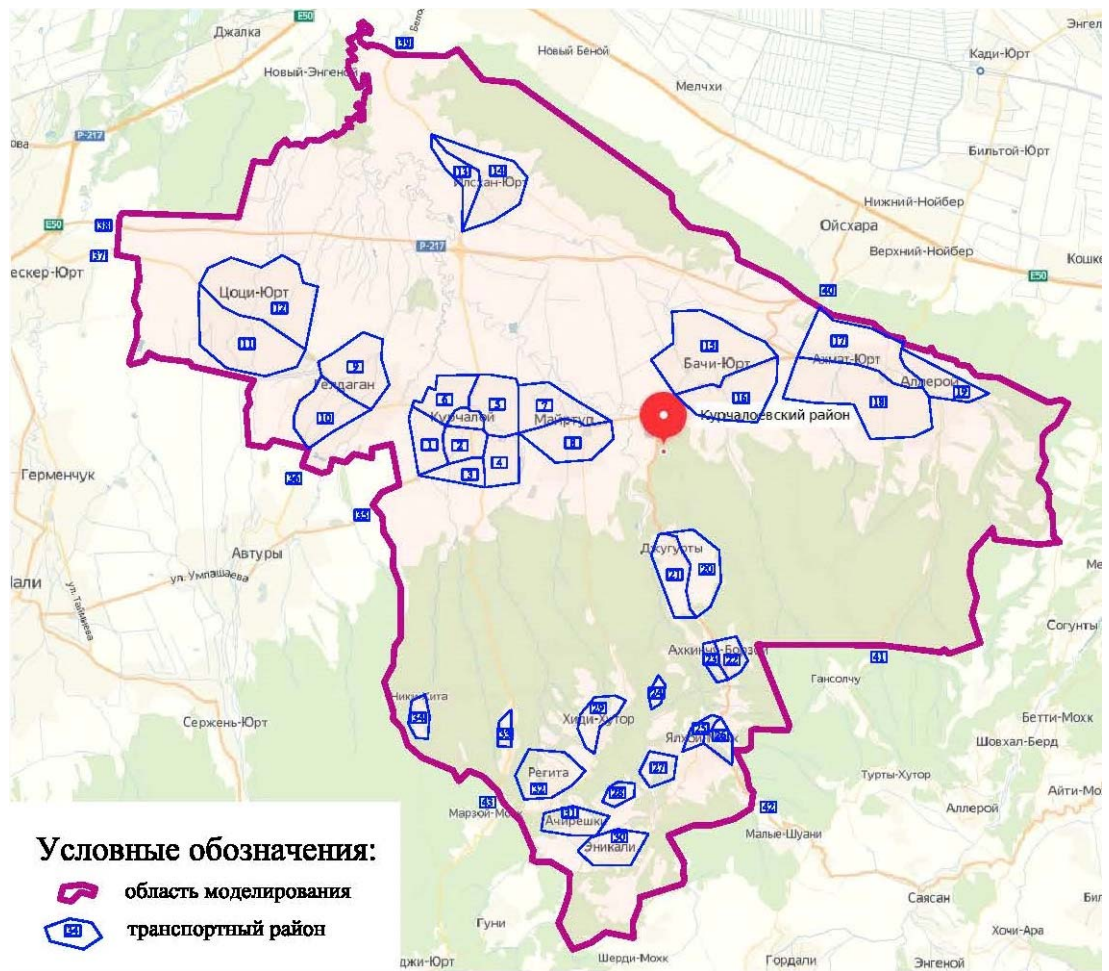


Рисунок 2 – Схема транспортного районирования

Таблица 1 – Транспортные районы

№ п/п	Тип	Наименование
1	Внутренний	г. Курчалой
2	Внутренний	г. Курчалой
3	Внутренний	г. Курчалой
4	Внутренний	г. Курчалой
5	Внутренний	г. Курчалой
6	Внутренний	г. Курчалой
7	Внутренний	с. Майртуп
8	Внутренний	с. Майртуп
9	Внутренний	с. Гелдаган
10	Внутренний	с. Гелдаган
11	Внутренний	с. Цоци-Юрт
12	Внутренний	с. Цоци-Юрт
13	Внутренний	с.Илсхан-Юрт
14	Внутренний	с.Илсхан-Юрт
15	Внутренний	с. Бачи-Юрт
16	Внутренний	с. Бачи-Юрт
17	Внутренний	с.Ахмат-Юрт
18	Внутренний	с.Ахмат-Юрт
19	Внутренний	с.Алерой
20	Внутренний	с.Джугурты
21	Внутренний	с.Джугурты
22	Внутренний	с.Ахкинчу-Борзой
23	Внутренний	с.Ахкинчу-Борзой
24	Внутренний	п. Усум-Хутор
25	Внутренний	с.Ялхой-Мохк
26	Внутренний	с.Ялхой-Мохк
27	Внутренний	с.Бельты
28	Внутренний	с. Корен-Беной
29	Внутренний	с. Хиди-Хутор
30	Внутренний	с. Эникаль
31	Внутренний	с. Ачирешки
32	Внутренний	с. Регита

33	Внутренний	с. Джагларги
34	Внутренний	с. Ники-Хита
35	Кордонный	Направление на Шалинский район
36	Кордонный	Направление на Шалинский район
37	Кордонный	Направление на Шалинский район
38	Кордонный	Трасса Р-217
39	Кордонный	Направление на Гудермеский район
40	Кордонный	Направление на Гудермеский район
41	Кордонный	Направление на Ножай-Юртовский район
42	Кордонный	Направление на Ножай-Юртовский район
43	Кордонный	Направление на Веденский район

2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

Для модельного описания состава и структуры транспортных потоков, формирующих нагрузку на транспортную сеть, а также допустимых видов транспорта для движения на отрезках транспортной сети и поворотах в модель были введены данные обо всех видах транспортных средств, посредством которых осуществляются перевозки на территории моделируемой области. Различные виды транспорта представляются в модели с помощью систем транспорта, как показано на рисунке 3.

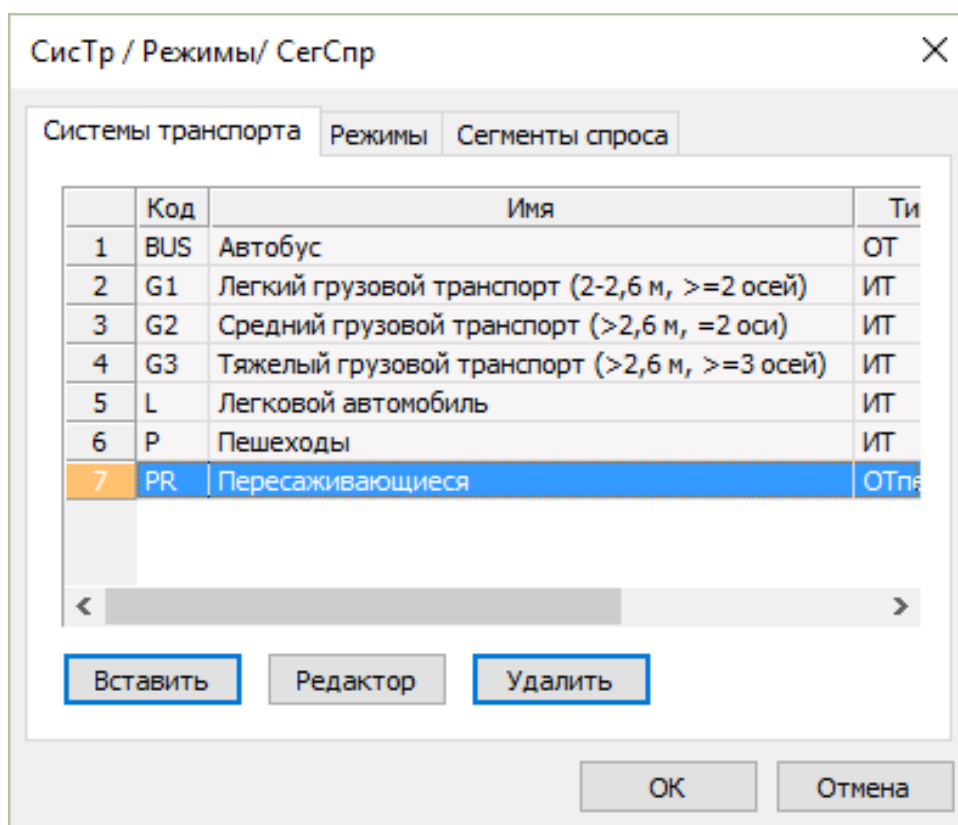


Рисунок 3 – Системы транспорта

Каждая система транспорта относится к одному или нескольким сегментам спроса. Сегменты спроса описывают поездки с использованием одной или нескольких систем транспорта различных групп людей и связаны с матрицами корреспонденций. Участники движения одного сегмента спроса общественного транспорта имеют возможность сменить систему транспорта

в рамках одной поездки, например, в результате пересадки. Каждому сегменту спроса соответствует ровно одна матрица корреспонденций. Иллюстрация сегментов спроса показана на рисунке 4.

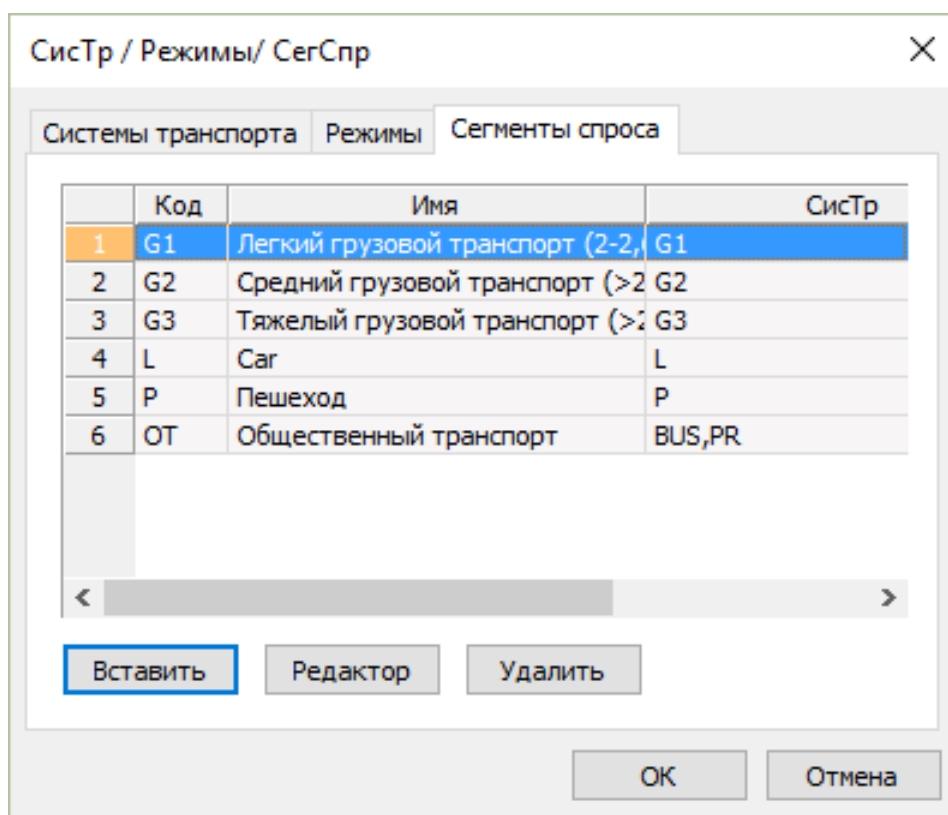


Рисунок 4 – Сегменты спроса

Для определения положения перекрестков и пересечений в транспортной модели используются узлы транспортного графа. В редакторе узлов, изображенном на рисунке 5, были заданы приоритеты движения и способ регулирования перекрестков.

В редакторе поворотов, изображенном на рисунке 6, были заданы параметры для всех возможных маневров на каждом из перекрестков.

Исходной информацией для создания узлов и имитации в модели организации дорожного движения послужили данные, импортированные из веб-картографического сервиса OpenStreetMap с дополнительной самостоятельной отрисовкой при помощи съемок передвижной лаборатории и спутниковых карт (панорам) улиц. Данный подход рекомендован ведущими специалистами в области транспортного планирования и моделирования.

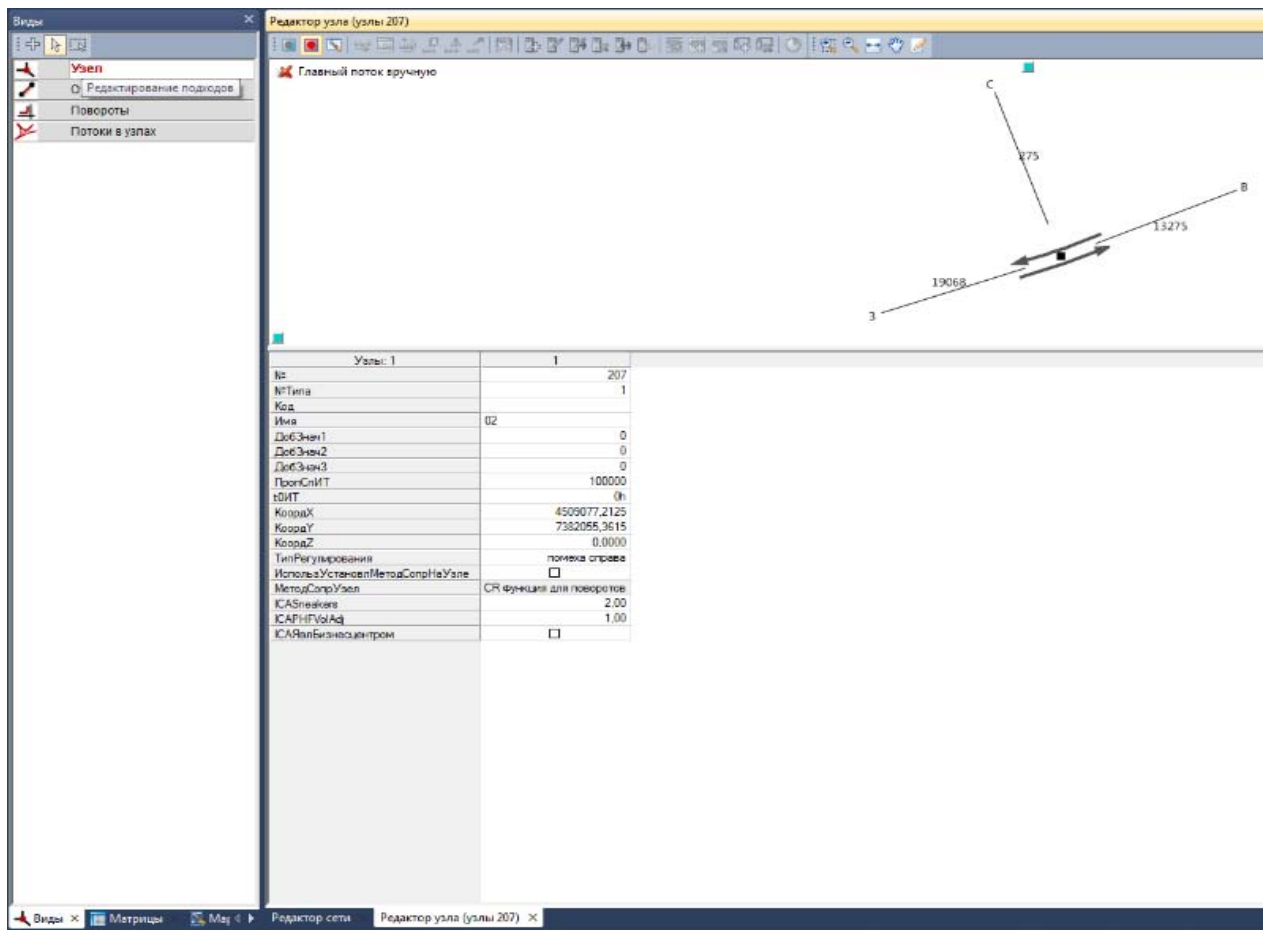


Рисунок 5 – Редактирование узла

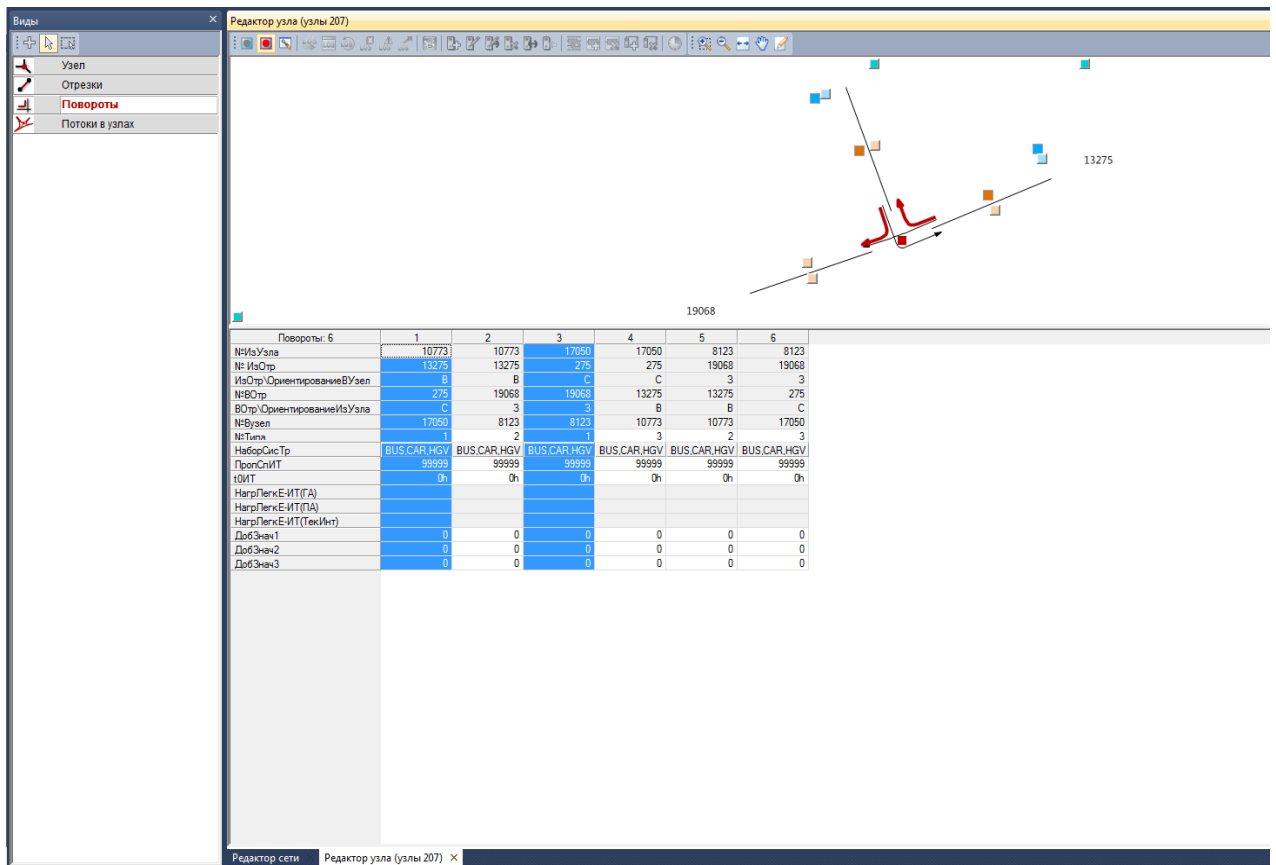


Рисунок 6 – Редактор поворотов

3 Ввод маршрутной сети, остановок и интервалов движения пассажирского транспорта

Для моделирования общественного транспорта использовалась информация о расположении остановочных пунктов с данными о видах городского пассажирского транспорта, которые используют остановочный пункт.

Для отображения в модели пассажирских перемещений, выполненных при помощи общественного транспорта, также требуются актуальные маршруты движения пассажирского транспорта всех видов. В качестве исходной информации использовались схемы движения общественного транспорта из документа планирования регулярных автобусных пассажирских перевозок по муниципальным маршрутам на территории Курчалоевского района. Схема маршрутной сети общественного пассажирского транспорта представлена на рисунке 8.

4 Разработка методики и создание модели расчёта транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений

Качество итоговой транспортной модели напрямую зависит от детализации данных структуры пространственного развития. В ходе проведения исследования был получен набор следующих статистических данных:

- численность населения;
- численность трудоспособного населения;
- школьники;
- рабочие места;
- учебные мест в школах;

Вся статистическая информация привязывается к транспортным районам. Так, для каждого транспортного района в модели можно проверять и править введенные данные.

При разработке транспортной модели используется стандартная четырехшаговая модель расчета транспортного спроса. Преимущества использования именно этой модели связаны с тем, что она достаточно точно описывает все этапы формирования спроса на транспорт, при этом позволяя работать с агрегированными данными без потери в качестве результатов моделирования, что в свою очередь сокращает время расчета и позволяет оценивать большее количество прогнозных сценариев в единицу времени. Расчет проводится по отдельным слоям спроса. Результатом работы вычислительного алгоритма модели являются расчетные (модельные) значения интенсивности движения .

Создание модели расчета спроса (4-х ступенчатая модель) основано на создании последовательного набора процедур, с назначением

определенных параметров каждой из них, рассчитанных по результатам социологического опроса подвижности населения.

В модели определены 10 слоев спроса, описывающих транспортное поведение населения:

- «дом-работа»;
- «работа-дом»;
- «дом-учеба»;
- «учеба-дом»;
- «дом-прочее»;
- «прочее-дом»;
- «работа-прочее»;
- «прочее-работа»;
- «работа-работа»;
- «прочее-прочее».

Перечисленные слои, введенные в программу, отражены на рисунке 9.

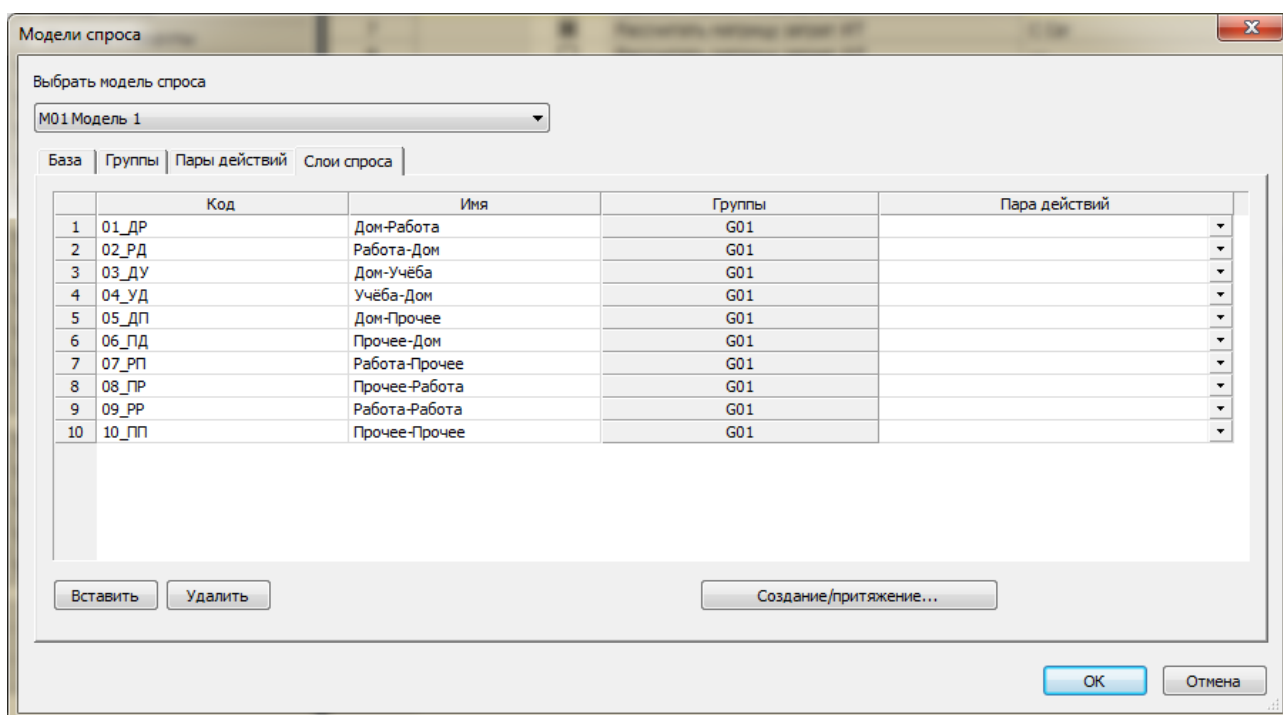


Рисунок 9 – Слои спроса

Расчет транспортного движения кордонных районов реализован в отдельном программном модуле, использующем современные

математические инструменты и позволяющем упростить процедуру расчета транзитных потоков с помощью комплекса PTV Vision® VISUM.

Для расчета объемов генерации и поглощения в расчетные процедуры добавлена процедура «Создание транспортного движения» (рисунок 10), в параметрах которой для каждого слоя спроса были заданы коэффициенты генерации для расчета объемов создания и притяжения и параметры нормирования в соответствии с проведенным социологическим опросом и исследованиями, проводимыми в других городах.

Число: 10	Слой спроса	Нормирование сумм	Степень создания	Степень притяжения
1	01_ДР Дом-Работа	Сумма объема тр. потока из источника	0.8*Ч_Н_ТРУД	0.7*PM
2	02_РД Работа-Дом	Сумма объема тр. потока в цель	0.7*PM	0.65*Ч_Н_ТРУД
3	03_ДУ Дом-Учеба	Сумма объема тр. потока из источника	0.5*ШКОЛЬНИКИ	0.4*УМ_ШКОЛ + 0.7*М_ДС
4	04_УД Учеба-Дом	Сумма объема тр. потока в цель	0.35*УМ_ШКОЛ	0.45*ШКОЛЬНИКИ
5	05_ДП Дом-Прочее	Сумма объема тр. потока из источника	0.4*Ч_Н	0.1*PM + 0.3*Ч_Н
6	06_ПД Прочее-Дом	Сумма объема тр. потока в цель	0.1*PM + 0.3*Ч_Н	0.4*Ч_Н
7	07_РП Работа-Прочее	Сумма объема тр. потока из источника	0.25*PM	0.1*УМ_ШКОЛ + 0.1*Ч_Н + 0.05*М_...
8	08_ПР Прочее-Работа	Сумма объема тр. потока в цель	0.05*PM + 0.05*УМ_ШКОЛ + 0.05*Ч_Н + 0.025*М_...	0.1*PM
9	09_РР Работа-Работа	Среднее значение обеих сумм	0.2*PM	0.2*PM
10	10_ПП Прочее-Прочее	Среднее значение обеих сумм	0.1*PM + 0.1*Ч_Н	0.1*PM + 0.1*Ч_Н

Рисунок 10 – Процедура создания транспортного движения

Распределение сгенерированных на предыдущем шаге транспортных потоков по корреспонденциям осуществляется на основе гравитационной модели с использованием матриц затрат и оценочных функций. Используется процедура «Распределение транспортного движения». В ее параметрах указаны матрицы затрат и параметры функции предпочтения, находящиеся в допустимых пределах. График функции Logit для слоя спроса «Дом-Работа» изображен на рисунке 11.

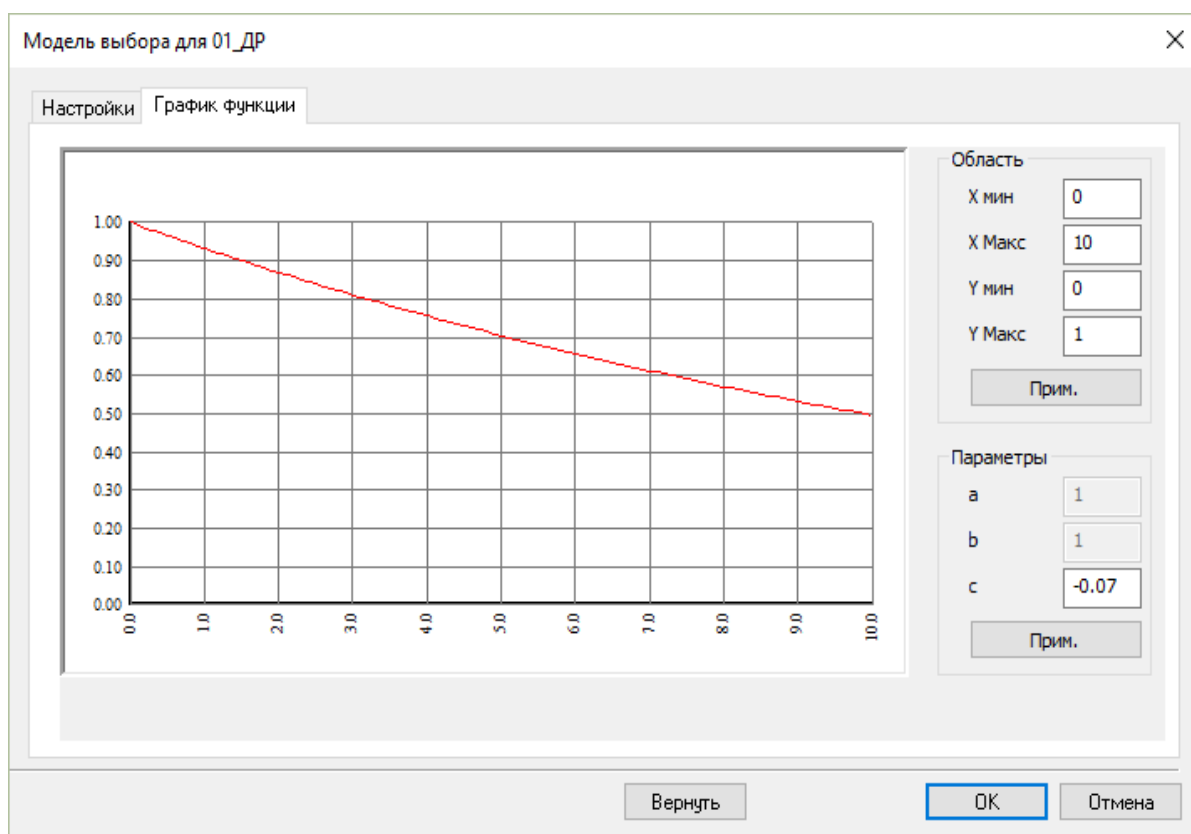


Рисунок 11 – График функции предпочтения для слоя спроса «дом–работа»

Распределение спроса на поездки по видам транспорта осуществляется в процедуре «Выбор режима». Корреспонденции между транспортными районами по сегментам спроса распределяются на разные виды транспорта с помощью матрицы затрат и оценочных функций.

Перед распределением поездок по сети были просуммированы полученные на предыдущем шаге матрицы по слоям спроса для получения единой матрицы корреспонденций на определенном виде транспорта с помощью процедуры «Комбинация матриц и векторов», предварительно создав итоговые матрицы корреспонденций и привязав их к сегментам спроса, как показано на рисунке 12.

На рисунке 13 представлен набор параметров процедур, используемый при расчете модели спроса в разрабатываемой транспортной модели.

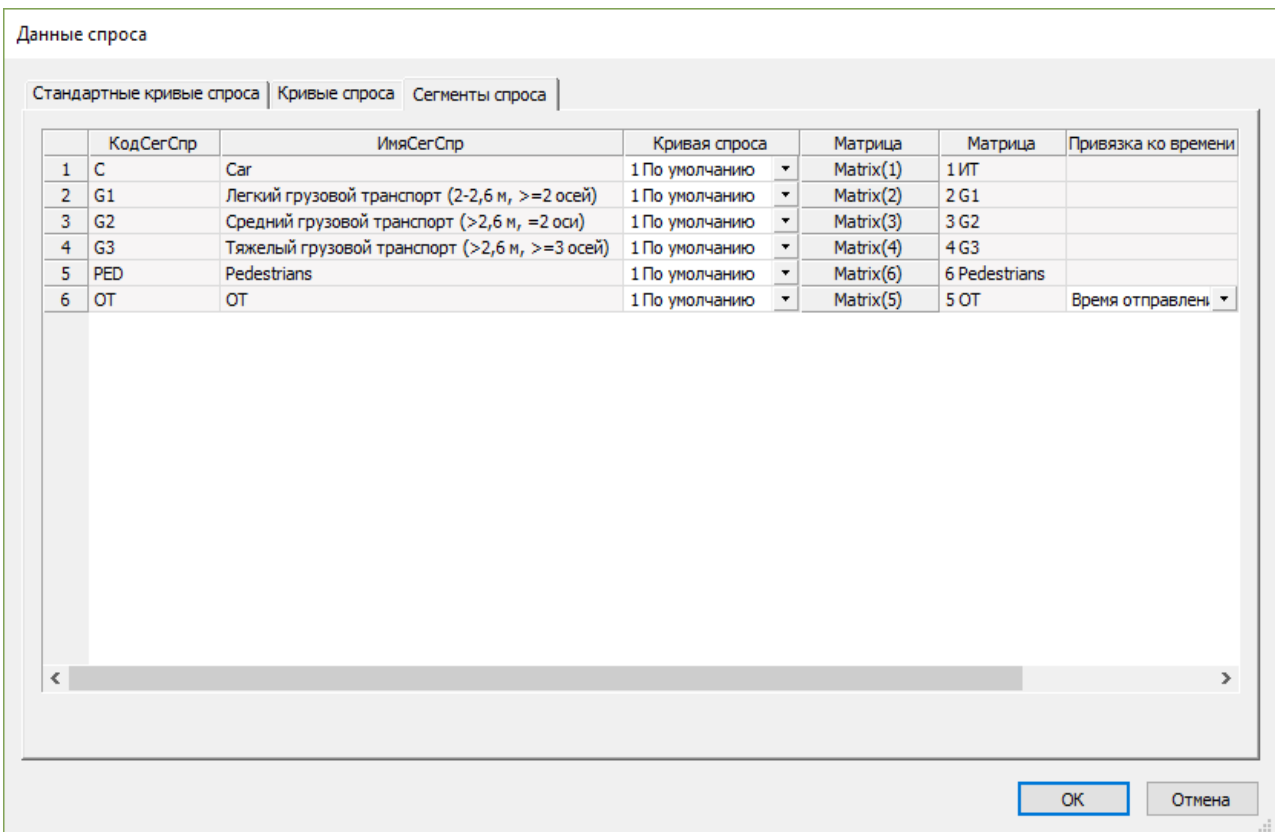


Рисунок 12 – Привязка сегментов спроса к матрицам корреспонденций

Последовательность процедур

Число: 72	Исполнение	Активно	Процедура	Базовый(е) объект(ы)	Вариант/файл
1		<input checked="" type="checkbox"/>	Группа "Инициализация"	2 - 4	
2		<input type="checkbox"/>	Calculate Matrix		
3		<input checked="" type="checkbox"/>	Иниц. перераспределение		Все
4		<input checked="" type="checkbox"/>	Иниц. производственные показатели ОТ		
5		<input checked="" type="checkbox"/>	Группа "Создание транспортного движения"	6 - 7	
6		<input checked="" type="checkbox"/>	Создание транспортного движения	Все Пасс-СлоиСпр	
7		<input checked="" type="checkbox"/>	Создание транспортного движения	Все Груз-СлоиСпр	
8		<input checked="" type="checkbox"/>	Группа "Расчет матриц затрат"	9 - 14	
9		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ИТ	C Car	
10		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ИТ	G1 Легкий грузовой транспорт (2-2,6 м, >=2 осей)	
11		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ИТ	G2 Средний грузовой транспорт (>2,6 м, =2 оси)	
12		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ИТ	G3 Тяжелый грузовой транспорт (>2,6 м, >=3 осей)	
13		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ИТ	PED Pedestrians	
14		<input checked="" type="checkbox"/>	Рассчитать матрицу затрат ОТ	OT OT	По расписанию
15		<input checked="" type="checkbox"/>	Группа "Оценка матриц затрат - EVA"	16 - 45	
16		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
17		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
18		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
19		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
20		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
21		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
22		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
23		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
24		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
25		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
26		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
27		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
28		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
29		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		
30		<input checked="" type="checkbox"/>	Оценка матриц затрат на основе функций EVA		

Рисунок 13 – Набор параметров последовательности процедур

5 Расчёт перераспределения транспортных (легкового и грузового транспорта) и пассажирских потоков, создание матрицы корреспонденции

После создания модели расчета спроса производятся расчеты перераспределения пассажирских потоков на общественном и легковом транспорте.

В базовой версии модели среднее время реализации транспортных корреспонденций составляет 20 минут.

На местных дорогах и улицах, находящихся в границах сельских поселений, концентрация автомобилей не превышает 200 транспортных средств, что свидетельствует о наличии значительного запаса пропускной способности. Коэффициент загрузки не превышает 0,6 ни на одной дороге и улице

6 Калибровка мульти модальной макромодели

Данные обследований интенсивности движения транспорта необходимы для проверки соответствия модельного расчета реальной ситуации на этапе калибровки модели. В модель были введены значения интенсивности движения легкового и грузового транспорта на местах подсчета.

Подсчет на перекрестках с направлениями движения, по которым были осуществлены замеры интенсивности движения транспорта.

По каждому направлению движения введены следующие данные об интенсивности движения транспорта в час пик (рисунок 14):

- интенсивность движения легкового транспорта;
- интенсивность движения общественного транспорта;
- интенсивность движения малого грузового транспорта;
- интенсивность движения среднего грузового транспорта;
- интенсивность движения большого грузового транспорта;
- общая интенсивность транспорта в физических единицах;
- общая интенсивность транспорта в приведенных единицах.

Редактировать место подсчета 1

Номер

Тип

Код

Имя

База Опр. пользов. атр.

Атрибут	Значение
ИТ	231
ОТ	5
G1	4
G2	1
G3	0
Всего_Прив	250
Всего_Физ	241

Рисунок 14 – Ввод данных об интенсивности движения транспорта

После завершения первого цикла расчета спроса на транспорт и ввода результатов замеров интенсивности потоков проводится проверка модели и определяется, насколько она совпадает с реальной ситуацией. Для проверки адекватности модели заранее определяется ряд статистических показателей и их величин для сравнения расчетных значений интенсивностей из модели и данных натурных обследований.

При отклонении заранее определенных показателей от допустимой нормы проводится ряд изменений в модели с последующим перерасчетом – процесс калибровки.

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;

- коэффициент корреляции – мера связи между фактическими данными об интенсивностях потоков на местах подсчета и рассчитанной на основе модели нагрузкой.

Коэффициент корреляции 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 интенсивности потоков, то есть модель точнее показывает поведение транспортного потока.

После завершения первого цикла расчета спроса на транспорт и ввода результатов замеров интенсивности потоков проводится калибровка транспортной модели. В процессе калибровки проводилась серия вычислительных экспериментов с моделью, при этом менялись определенные характеристики или параметры модели с целью достижения максимально-возможного уровня соответствия данных их натуральных обследований расчетным значениям интенсивности. Общие параметры, используемые при калибровке транспортной модели, представлены в таблице 2 и на рисунке 15.

Таблица 2 – Объекты калибровки транспортной модели

Объект калибровки	Изменение
Данные структуры пространственного развития (степени создания и притяжения)	Количество перемещений по слоям и сегментам спроса
Функции оценки – параметры и вид функций, оценивающих вероятность совершения поездки в зависимости от длины и/или времени в пути в моделях распределения транспортного движения и выбора транспорта	Распределение длительности и/или дальности поездок и пропорции между легковым и общественным транспортом
Элементы главных диагоналей матриц затрат	Изменение количеств перемещений внутри района
Скорость и пропускная способность на отрезках	Выбор пути при перераспределении

Функции ограничения пропускной способности: параметры и вид функций, показывающих зависимость задержек в пути от загрузки дороги (отношение интенсивности движения к пропускной способности)	Выбор пути при перераспределении
Местоположение привязки примыканий к сети	Выбор пути при перераспределении
Доли входящих/выходящих потоков, приходящихся на каждое примыкание, в общем потоке транспортного района-источника/района-цели	Изменение пропорций распределения, выходящего и входящего потоков района по примыканиям, изменение путей при перераспределении

После проведения калибровки произведена окончательная оценка точности модели по заранее определенным показателям. Полученные значения показателей качества модели отражают существующую ситуацию с точностью, достаточной для использования построенной модели в целях долгосрочного прогнозирования (10–20 лет). Значения параметров качества расчета транспортной модели приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения параметров качества транспортной модели

Параметр качества расчета модели	Значение
Коэффициент корреляции	0,92
Средняя относительная ошибка	19,5 %

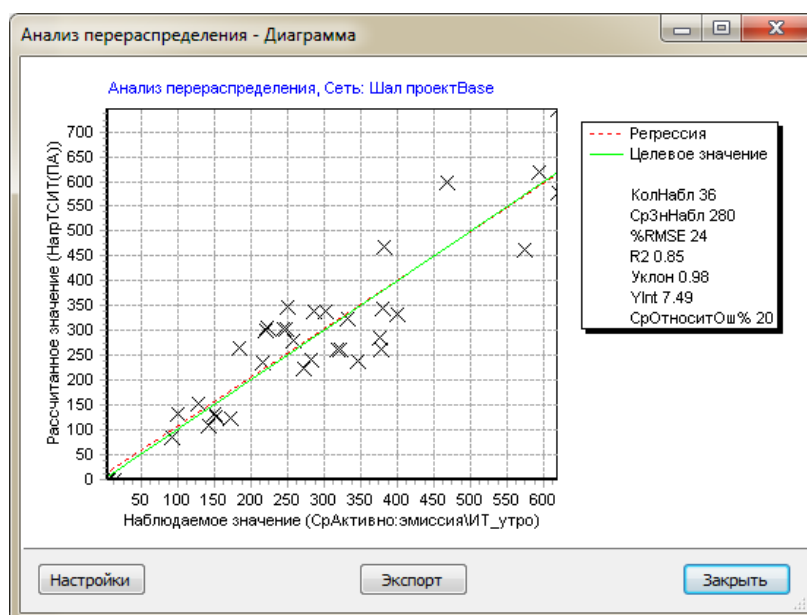


Рисунок 15 – Диаграмма оценки адекватности модели

7 Разработка вариантов транспортной макромоделей прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования

1.1 Общая информация

Для учета перспективного перераспределения транспортных потоков по сети учитываются:

- изменение уровня автомобилизации;
- изменение численности населения
- 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.

Изменение численности населения Курчалоевского района связано с развитием зон индивидуальной и малоэтажной многоквартирной застройки.

1.2 Разработка варианта транспортной макромоделей на среднесрочную перспективу (2025 г.)

В транспортной модели на среднесрочную перспективу учитываются:

- рост уровня автомобилизации с 195,8 авт./1000 чел. до 257 авт./1000 чел. (+ 10 %);
- увеличение численности населения с 128 323 чел. до 138 200 чел. (+ 5 %);

Транспортная система Курчалоевского района не претерпит серьезных изменений. Интенсивность движения транспорта возрастет на 5,8 %. Коэффициент загрузки по-прежнему не превышает значения 0,6. В

отсутствие заторовых ситуаций перераспределения транспортных потоков не наблюдается. Среднее время реализации корреспонденций составляет 21 минуту, что на 1 минуту больше, чем в базовой ситуации.

1.3 Разработка варианта транспортной макро модели на долгосрочную перспективу (2035 г.)

В транспортной модели на долгосрочную перспективу учитываются:

- рост уровня автомобилизации с 257 авт./1000 чел. до 300 авт./1000 чел. (+ 16 %);

- увеличение численности населения с 145 600 чел. до 149 700 чел. (+ 4 %);

Транспортная система Курчалоевского района не претерпит серьезных изменений. Интенсивность движения транспорта возрастет на 4,5 %. Коэффициент загрузки по-прежнему не превышает значения 0,6. В отсутствие заторовых ситуаций перераспределения транспортных потоков не наблюдается. Среднее время реализации корреспонденций составляет 20 минут, что соответствует базовой ситуации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горев А. Э., Беттгер К., Прохоров А. В., Гизатуллин Р. Р Основы транспортного моделирования: Практическое пособие. – СПб.: ООО «ИПК «КОСТА», 2015. – 168 с.

2 PTV Visum 13 Руководство пользователя: PTV AG, A+S, 2014 – 890 с.

3 OpenStreetMap [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org>, свободный. – Загл. с экрана.