



РАЗРАБОТЧИК:
ООО «ДорМостПроект»
Генеральный директор

_____ А.В. Дьячков

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РУБЦОВСК НА ПЕРИОД 2019 – 2032 ГГ.

ЭТАП 3. РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТНОЙ МАКРОМОДЕЛИ Г. РУБЦОВСКА

Руководитель проекта _____ С.Н. Ткаченко



394018, г. Воронеж, ул. Куколкина, д. 18; E-mail: dmproekt36@yandex.ru; тел. / факс (473) 233-43-38; 8(980) 248-50-78,8
(951) 866-92-11; ИНН/КПП 3664103312/366401001; р/с 40702810903000001382;
Филиал СДМ-Банк" (ПАО) в г.Воронеже; к/с 30101810500000000778; БИК 042007778; ОГРН 1103668011204

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Пахомов А.Н. – зам. начальника отдела Эксплуатации автомобильных дорог;
2. Салыков Е.С. – ведущий инженер;
3. Тузиков А.А. – инженер;
4. Тюленева С.А. – техник;
5. Порошин Д.В. – инженер проекта;
6. Кураксин А.А. – ответственный за транспортное моделирование;
7. Гореин А.П. – ведущий специалист.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Создание базовой макромоделей г. Рубцовск	5
1.1 Проведение транспортного районирования на базе полученных исходных данных	5
1.2 Оцифровка улично-дорожной сети и атрибутов отрезков	9
1.3 Ввод маршрутной сети, остановок и интервалов движения пассажирского транспорта	15
1.4 Разработка методики и создание модели расчета транспортного спроса с учетом кордонных перемещений.....	17
1.5 Расчет перераспределения транспортных потоков	23
1.6 Калибровка мультимодальной макромоделей по интенсивности транспортных потоков	29
2 Разработка вариантов моделей прогнозных лет	31
2.1 Создание моделей расчетных сроков.....	31
2.1.1 Определение перспективного уровня автомобилизации и ввод изменений социально-экономической статистики транспортных районов на расчетный срок	31
2.1.2 Ввод изменений улично-дорожной сети и атрибутов отрезков, узлов и ОДД на пересечениях для легкового, грузового, общественного транспорта	35
2.2 Расчет перераспределения транспортных потоков на перспективу до 2032 года.....	38
ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕМУ ЭТАПУ	46
Список использованных источников	47

ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования является транспортная система города Рубцовск.

Цель этапа – разработка транспортной макромоделли муниципального образования и ее вариантов на перспективу до 2032 года.

В результате выполнения этапа:

- проведено транспортное обследование с целью установления параметров транспортных потоков в ключевых транспортных узлах;
- разработана базовая макромоделль муниципального образования;
- произведен расчет перераспределения транспортных потоков с учетом планов развития города Рубцовск до 2032 года.

Для разработки транспортных прогнозных макромоделлей в работе использовалось программное обеспечение PTV Vision® VISUM 14.

1 Создание базовой макромодели г. Рубцовск

1.1 Проведение транспортного районирования на базе полученных исходных данных

В процессе районирования проводится процедура определения размера и границы области моделирования, а также определения кордонных районов, расположенных на границе моделируемой пространственной области и аккумулирующих все перемещения между ней и внешними населенными пунктами.

Под областью моделирования 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 границам города Рубцовск.

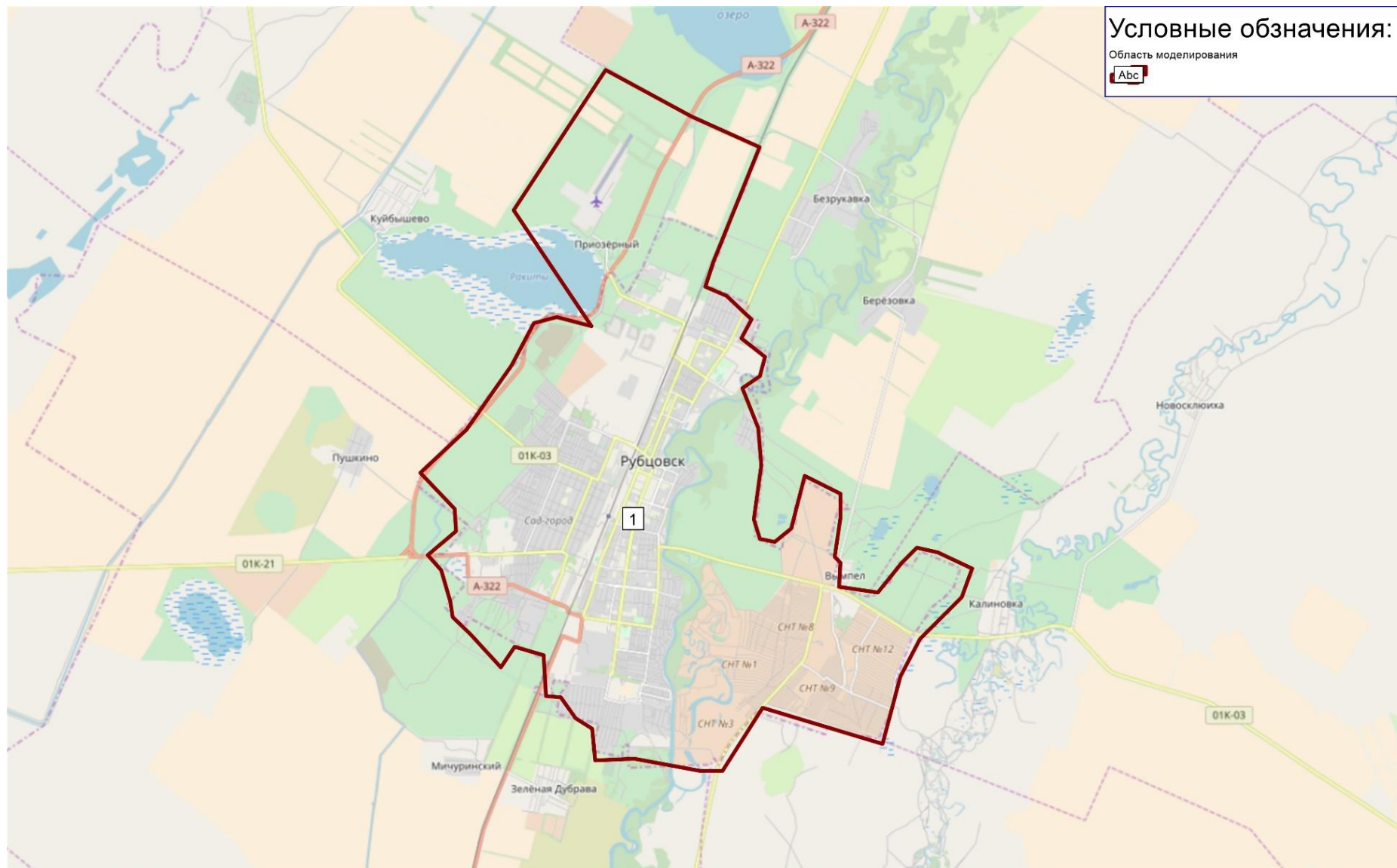


Рисунок 1 – Область моделирования в модели города Рубцовск

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].

Схема транспортного районирования в модели показана на рисунке 2. В результате было выделено 56 транспортных районов.

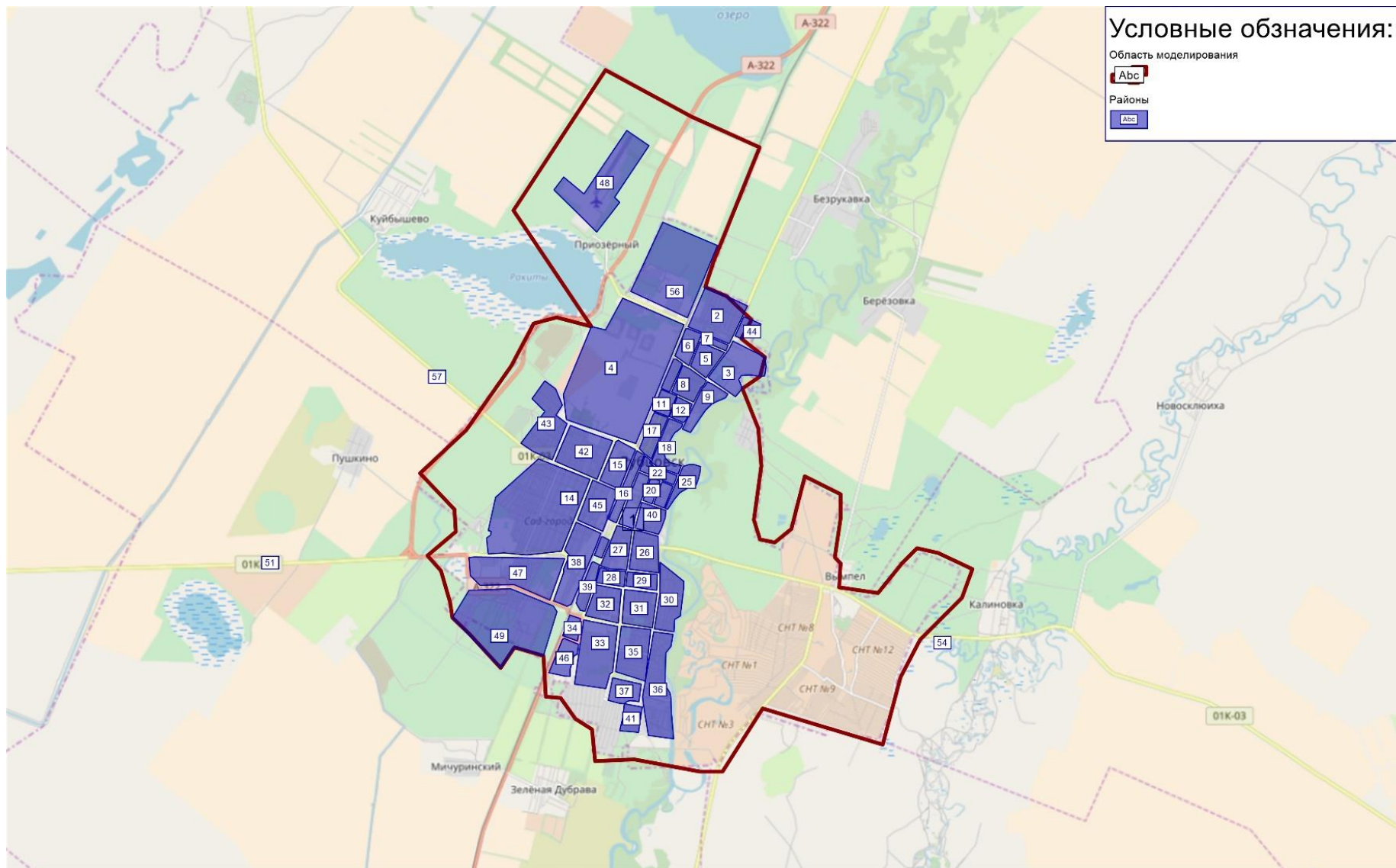


Рисунок 2 – Схема транспортного районирования в г. Рубцовск

1.2 Оцифровка улично-дорожной сети и атрибутов отрезков

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 пассажиров на территории моделируемой области. Различные виды транспорта представляются в модели с помощью систем транспорта, как показано на рисунке 3.

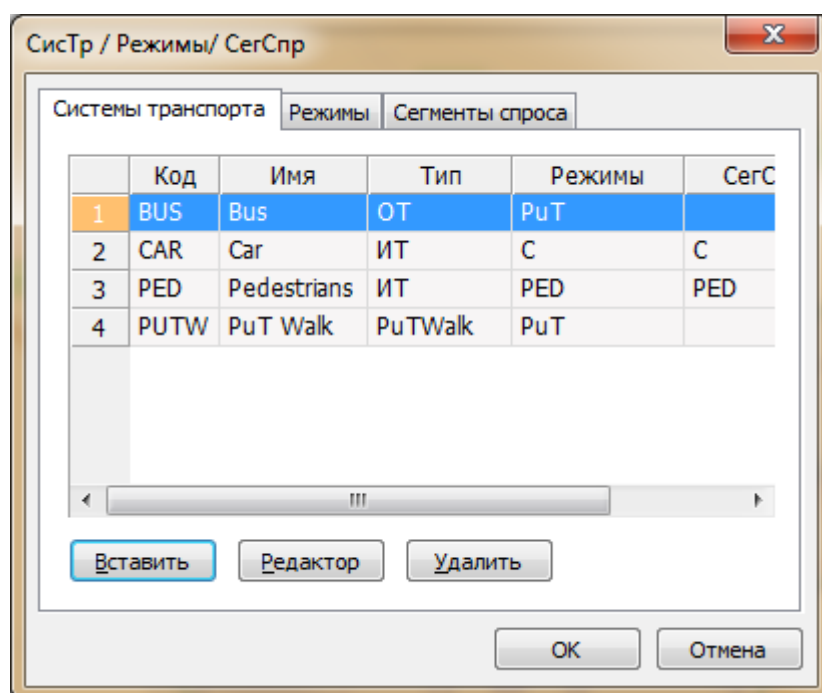


Рисунок 3 – Системы транспорта

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 [2]. Иллюстрация сегментов спроса показана на рисунке 4.

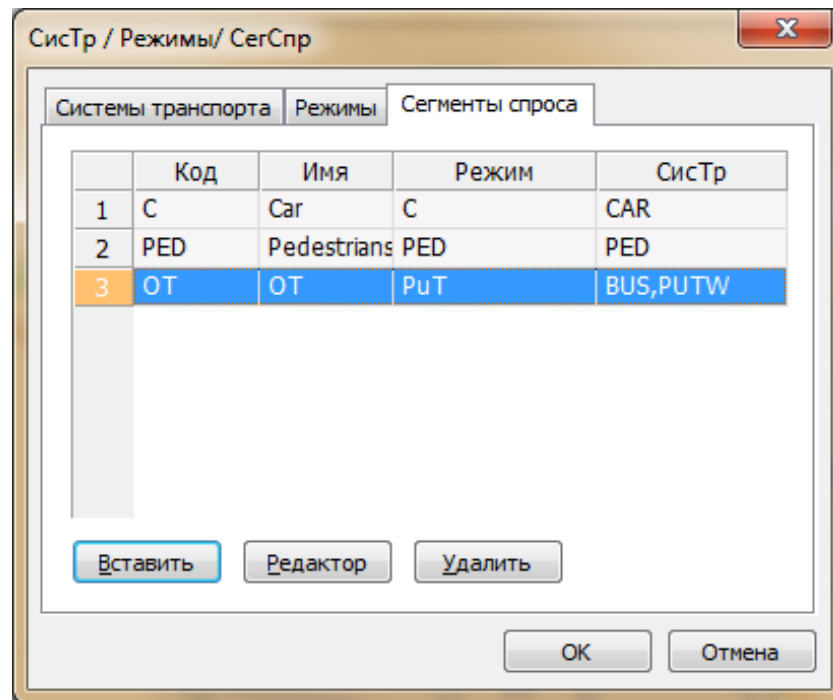


Рисунок 4 – Сегменты спроса

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.

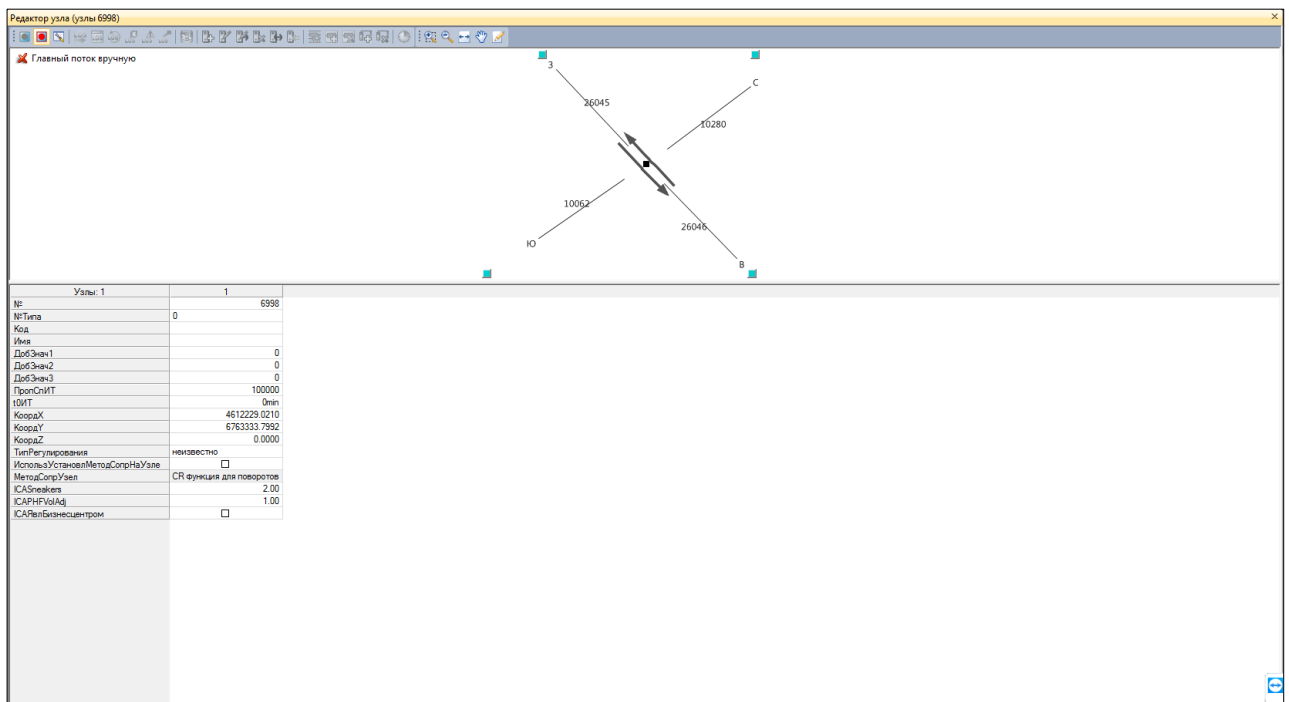


Рисунок 5 – Редактирование узла

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 [3] с дополнительной самостоятельной отрисовкой при помощи спутниковых карт (панорам) улиц. Данный подход рекомендован ведущими специалистами в области транспортного планирования и моделирования [1]. Количество узлов в модели – 1976.

The screenshot shows a software window titled 'Редактор узла (узел 6998)'. The top part displays a map of a crossroads with four roads meeting at a central point. The roads are labeled with IDs: 10062, 10280, 7168, and 7010. A red arrow indicates a specific turn. Below the map is a table with 16 columns representing different turns and various rows for parameters.

Повороты: 16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ИдЗУзла	7168	7168	7168	7168	7010	7010	7010	7010	26061	26061	26061
ИдИсСтр	10280	10280	10280	10280	26045	26045	26045	26045	10062	10062	10062
ИдСтр_ОриентированиеВУзле	С	С	С	С	З	З	З	З	Ю	Ю	Ю
ИдИсСтр	26045	10062	26045	С	10280	10062	26045	10280	26045	10280	26045
ИдСтр_ОриентированиеИЗУзла	З	Ю	В	С	Ю	В	С	З	В	С	З
ИдУзла	7010	26061	7008	7168	26061	7008	7168	7010	7008	7168	7010
ИдТипа	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
НаборСис.Тр	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED	BIKE, BUS, CAR, HGV, PED
Проп.СМ.ИТ	99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999
ИМ.ИТ	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн	0млн
Напр.Пешк.Е.ИТ(ПА)	0	0	0	0	0	487	0	0	0	0	0
Напр.Пешк.С.ИТ(ПА)	0	0	0	0	0	0	487	0	0	0	0
Доб.Знач.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Доб.Знач.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Доб.Знач.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 6 – Редактор поворотов

При описании улично-дорожной сети и соединении узлов используются отрезки транспортного графа. Для них в редакторе отрезков, изображенном на рисунке 7, были заданы следующие характеристики: длина, допустимая скорость различных видов транспорта при свободном транспортном потоке, пропускная способность, количество полос, название.

Как и в случае с узлами, геометрия и расположение отрезков были получены из веб-картографического сервиса OpenStreetMap [3]. Произведена дополнительная обработка по слиянию несвязанных участков улично-дорожной сети.

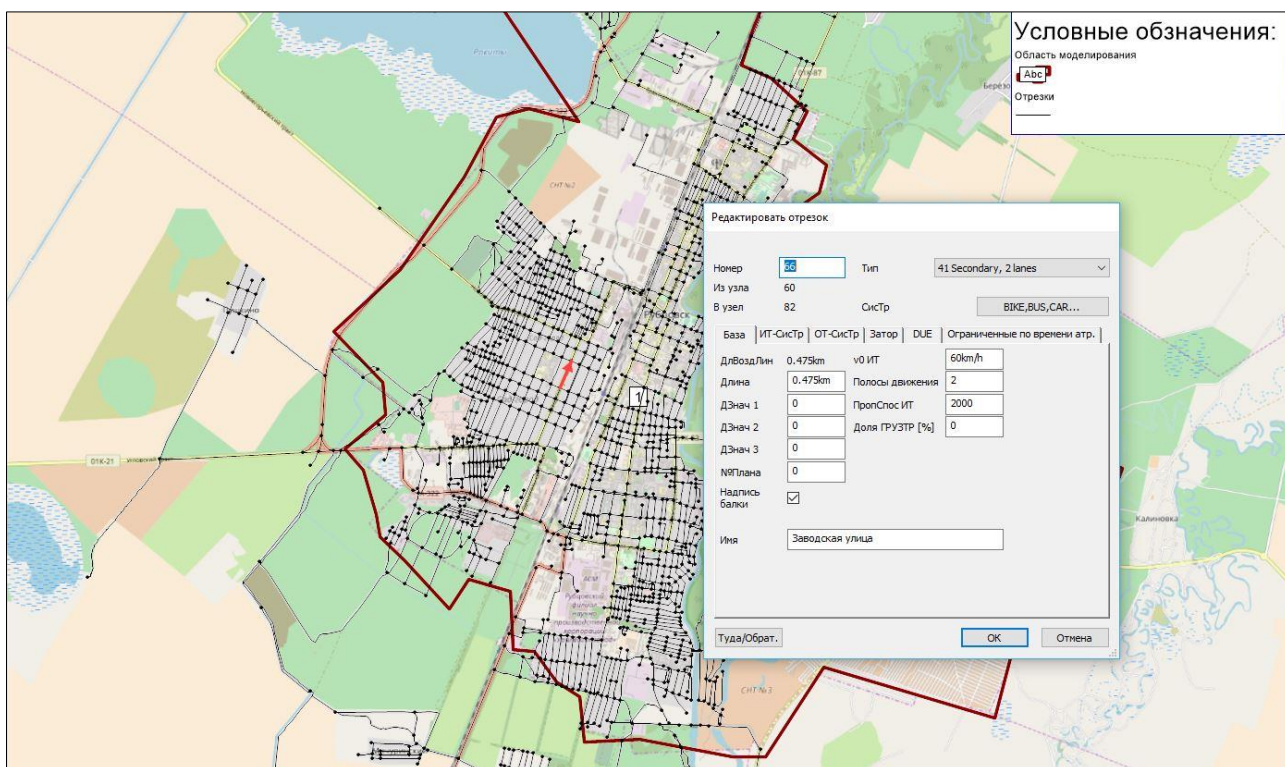


Рисунок 7 – Редактирование отрезка

Количество отрезков в модели – 5618.

Результатом создания и редактирования отрезков, соединяющих узлы, является граф улично-дорожной сети, изображенный на рисунке 8. При этом было учтено несколько дорог, прилегающих к городу Рубцовск и аккумулирующих транзитные потоки транспорта.

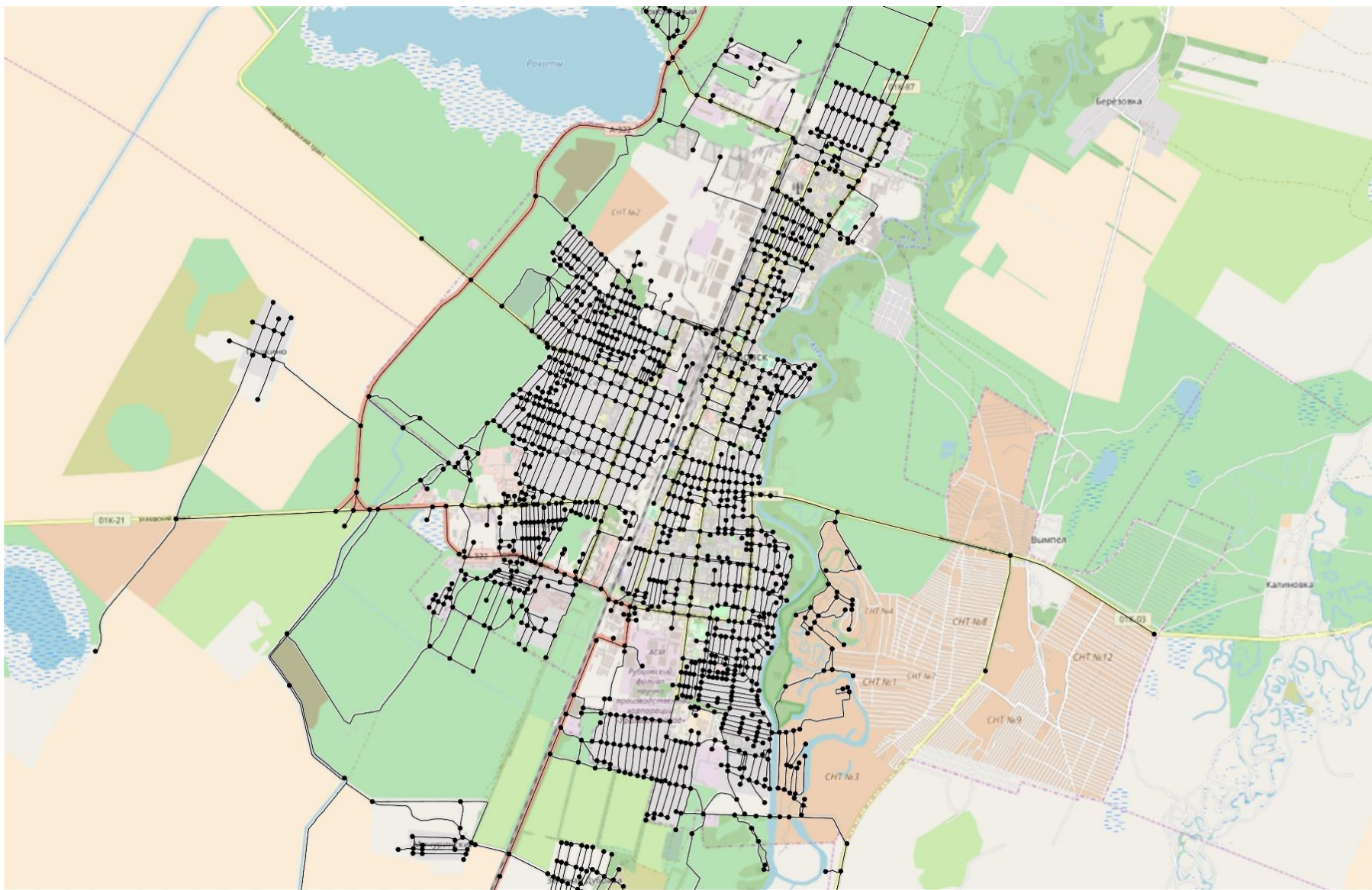


Рисунок 8 – Граф улично-дорожной сети города Рубцовск

Для связи центров транспортных районов с УДС используются специальные отрезки – примыкания, характеризующие показатели затрат, которые участники движения несут для того, чтобы получить доступ к транспортной сети. Для расстановки примыканий индивидуального транспорта использовалась информация о существующих выездах из дворов, для расстановки примыканий общественного транспорта – данные о расположении остановочных пунктов. Расстановка примыканий в центральной части города Рубцовск показана на рисунке 9. Количество примыканий в модели – 500.



Рисунок 9 – Расстановка примыканий в центральной части города Рубцовск

1.3 Ввод маршрутной сети, остановок и интервалов движения пассажирского транспорта

Для оценки провозной способности маршрутов городского пассажирского транспорта необходима информация о единицах подвижного состава, их общей вместимости и количестве сидячих мест. Ввод сведений в модель данных показан на рисунках 10 и 11.

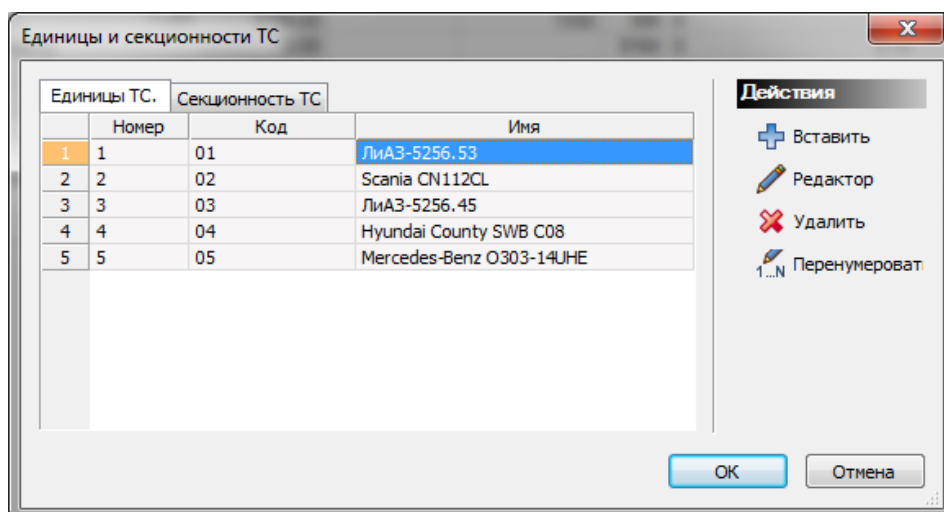


Рисунок 10 – Ввод единиц подвижного состава

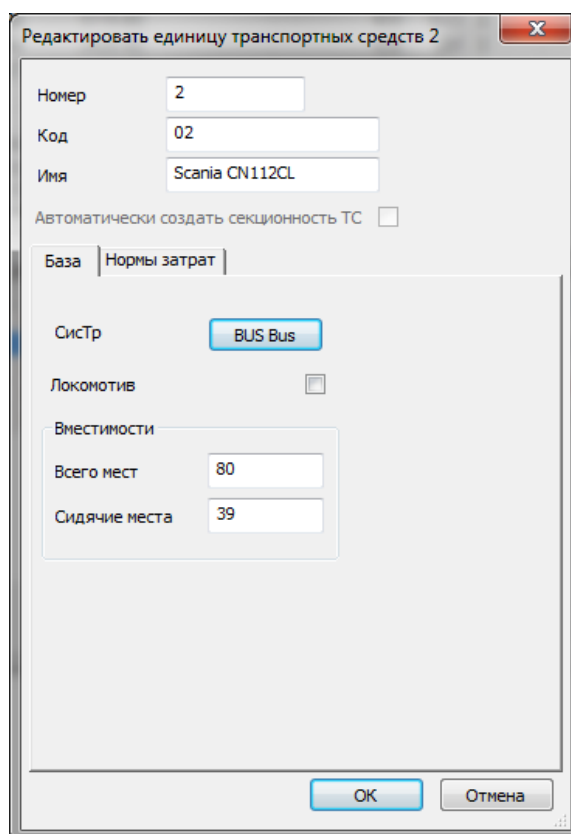


Рисунок 11 – Ввод параметров вместимости для единицы подвижного состава

Для отображения в модели пассажирских перемещений, выполненных при помощи общественного транспорта, также требуются актуальные маршруты движения городского пассажирского транспорта всех видов. В качестве исходной информации использовались схемы движения общественного транспорта. Схема всей маршрутной сети общественного транспорта, входящей в область моделирования, представлена на рисунке 12.

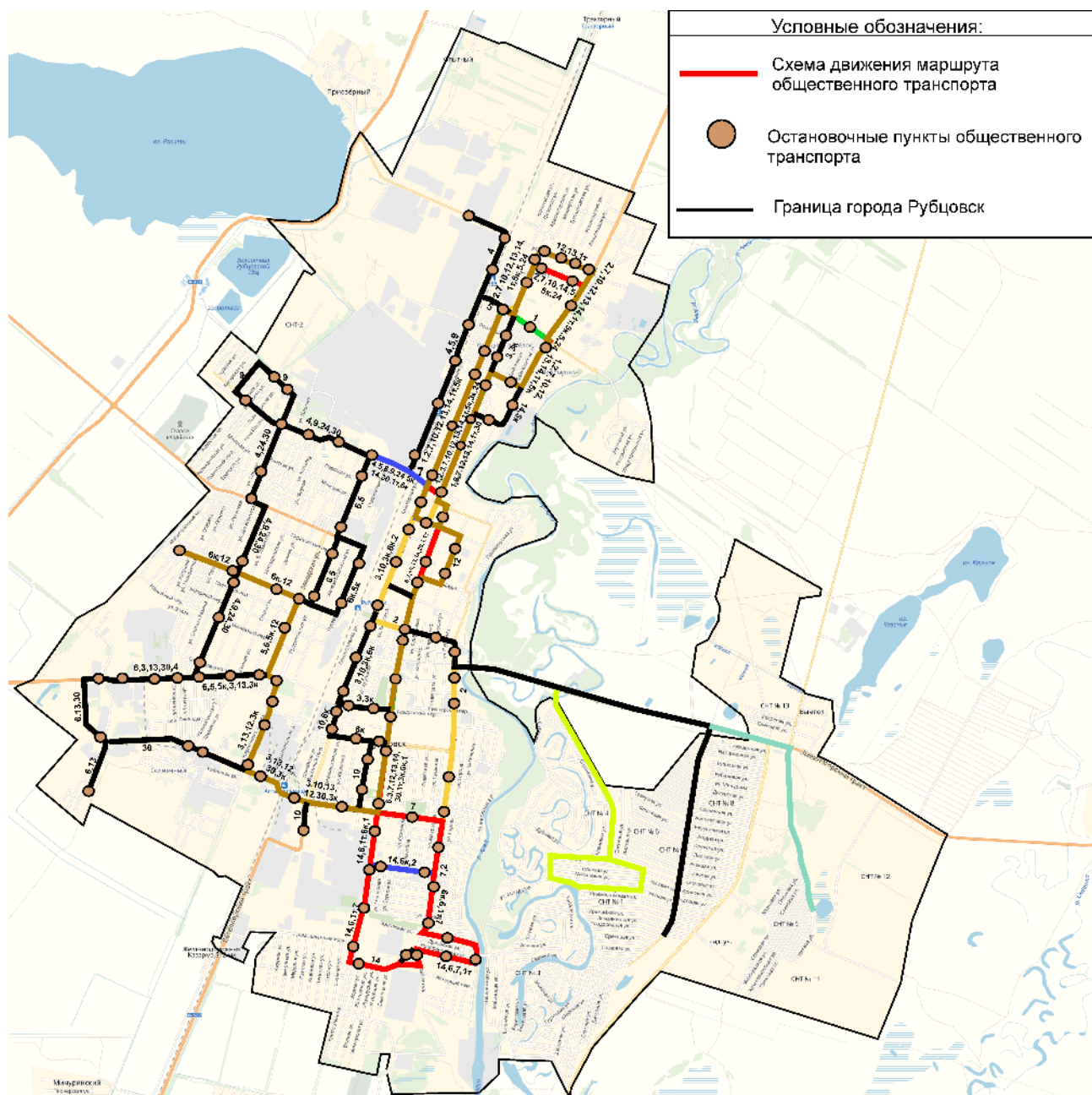


Рисунок 12 – Схема маршрутной сети общественного транспорта г. Рубцовск

1.4 Разработка методики и создание модели расчета транспортного спроса с учетом кордонных 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;
- данные о количестве учебных мест в школах, ВУЗ, СУЗ;
- данные о койко-местах в медицинских учреждениях;
- количество рабочих мест.

Вся статистическая информация привязывается к транспортным районам. Так, для каждого транспортного района в модели можно проверять и править введенные данные, как показано на рисунке 13.

Редактировать район 45

Номер: 45
Тип: 0
Код:
Имя:

База | Примыкания | Спрос | СлоиСпр | Опр. пользов. атр. |

Атрибут	Значение
Input	0.00
MEDECINE	0.00
Output	0.00
PEOPLE	3324.00
SCHOOL	0.00
STUDENT	0.00
transit	0.00
WORK_PLEASES	50.00

Все видимо | Строки

OK | Отмена

Рисунок 13 – Данные социально-экономической статистики по условному транспортному району

При разработке транспортной модели используется стандартный четырехшаговый алгоритм расчета транспортного спроса. Преимущества использования именно этого способа связаны с тем, что он 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 обычно проводится по отдельным слоям спроса. Результатом работы вычислительного алгоритма модели являются расчетные (модельные) значения интенсивности движения и пассажиропотока [1].

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 [2].

В модели определены следующие слои спроса, описывающие транспортное поведение населения в утренний период:

- Дом-Работа;
- Дом-Прочее;

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.

Перечисленные слои, введенные в программу, отражены на рисунке 14.

Для расчета объемов генерации и поглощения в расчетные процедуры добавлена процедура «Создание транспортного движения» (рисунок 15), 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.

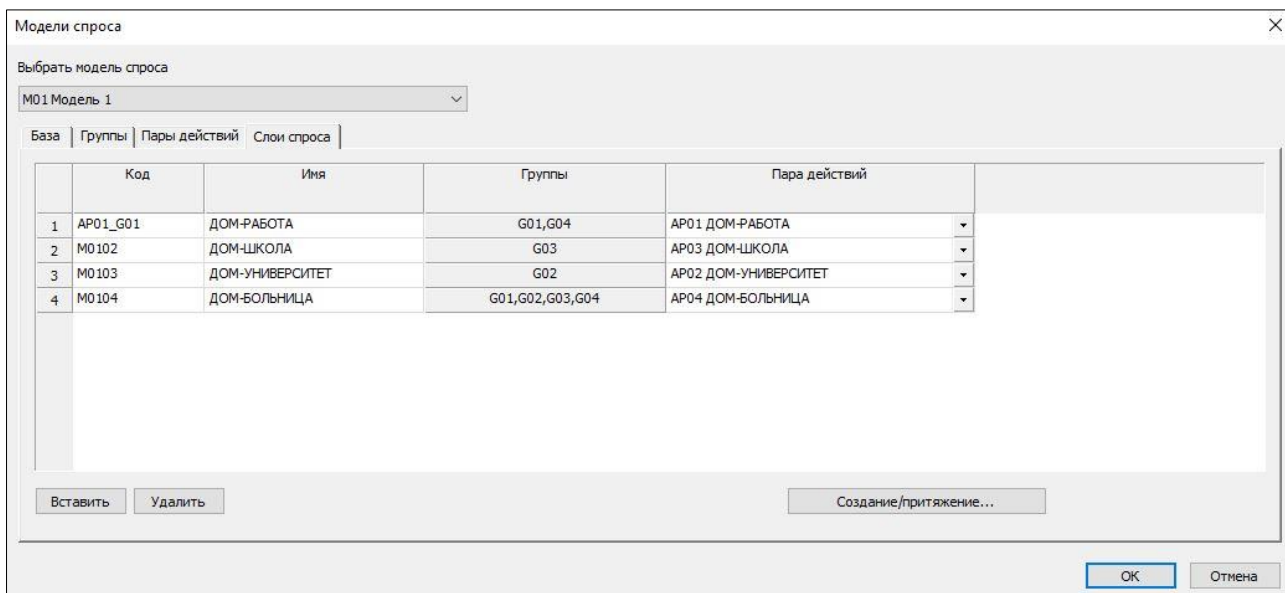


Рисунок 14 – Слой спроса

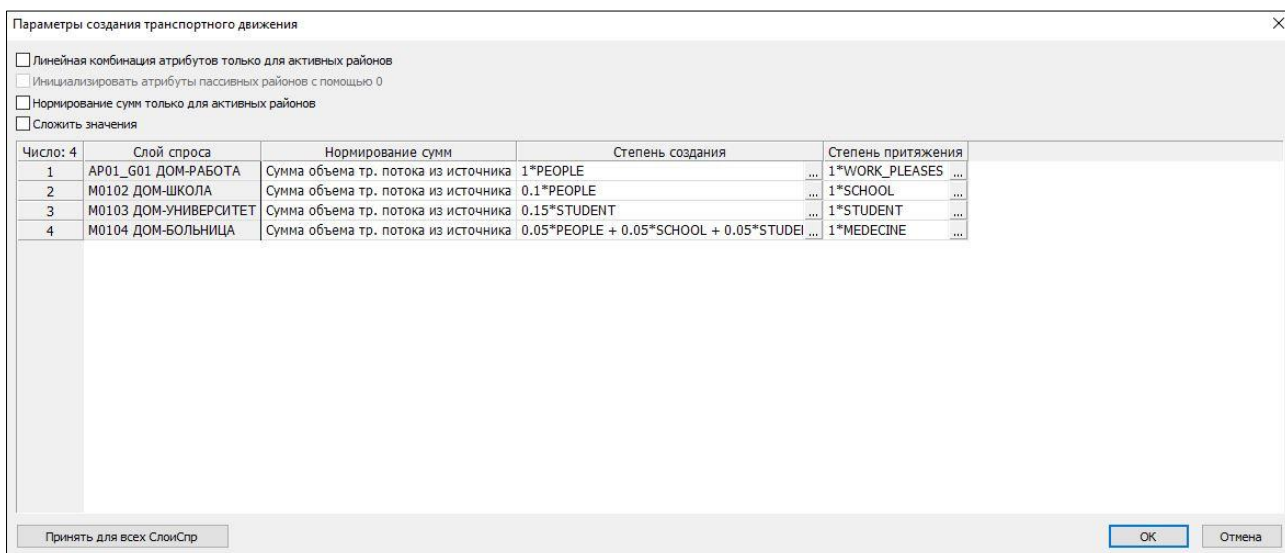


Рисунок 15 – Процедура создания транспортного движения

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 W_{ij} для слоя спроса «Дом-Работа» изображен на рисунке 16.

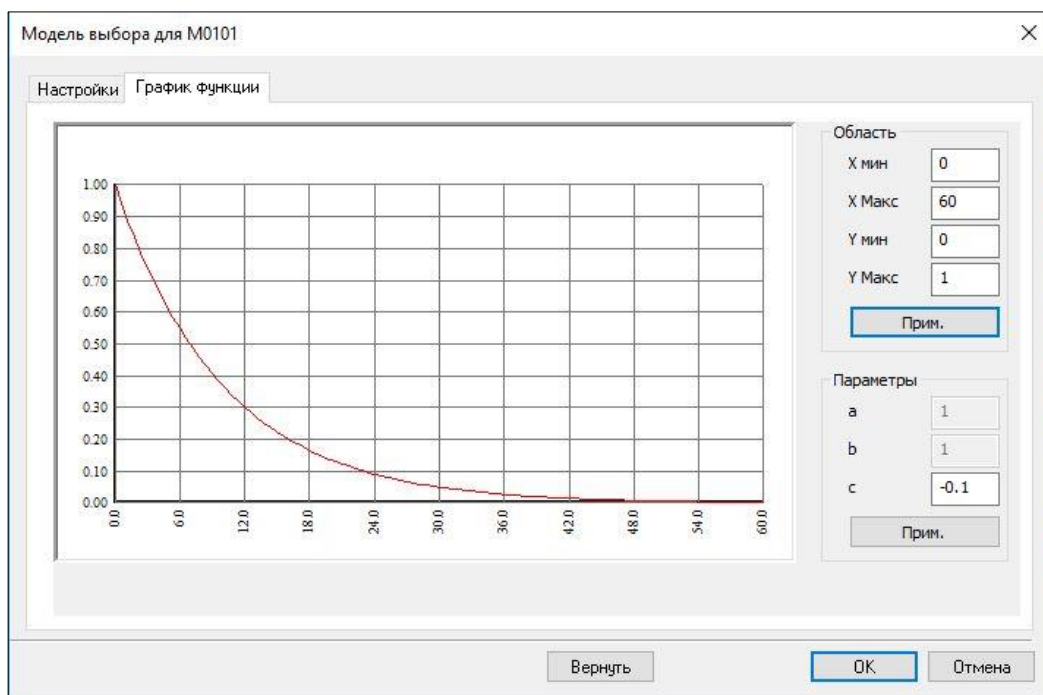


Рисунок 16 – График функции предпочтения

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 17.

На рисунке 18 представлен набор параметров процедур, используемый при расчете модели спроса в разрабатываемой транспортной модели.

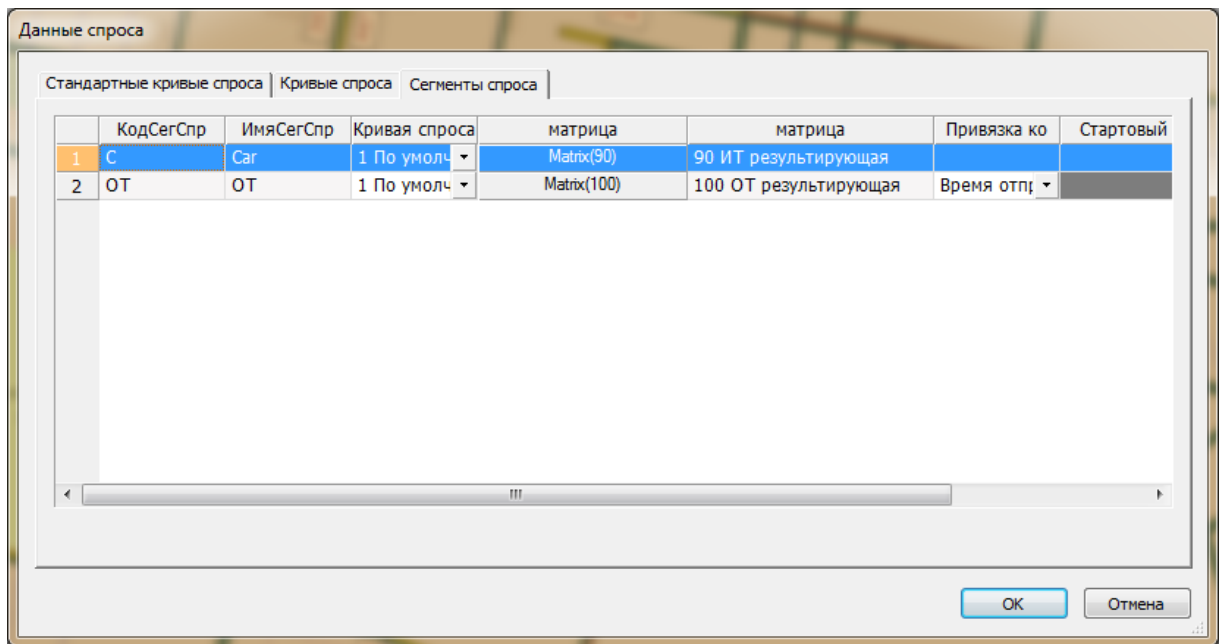


Рисунок 17 – Привязка сегментов спроса к матрицам корреспонденций

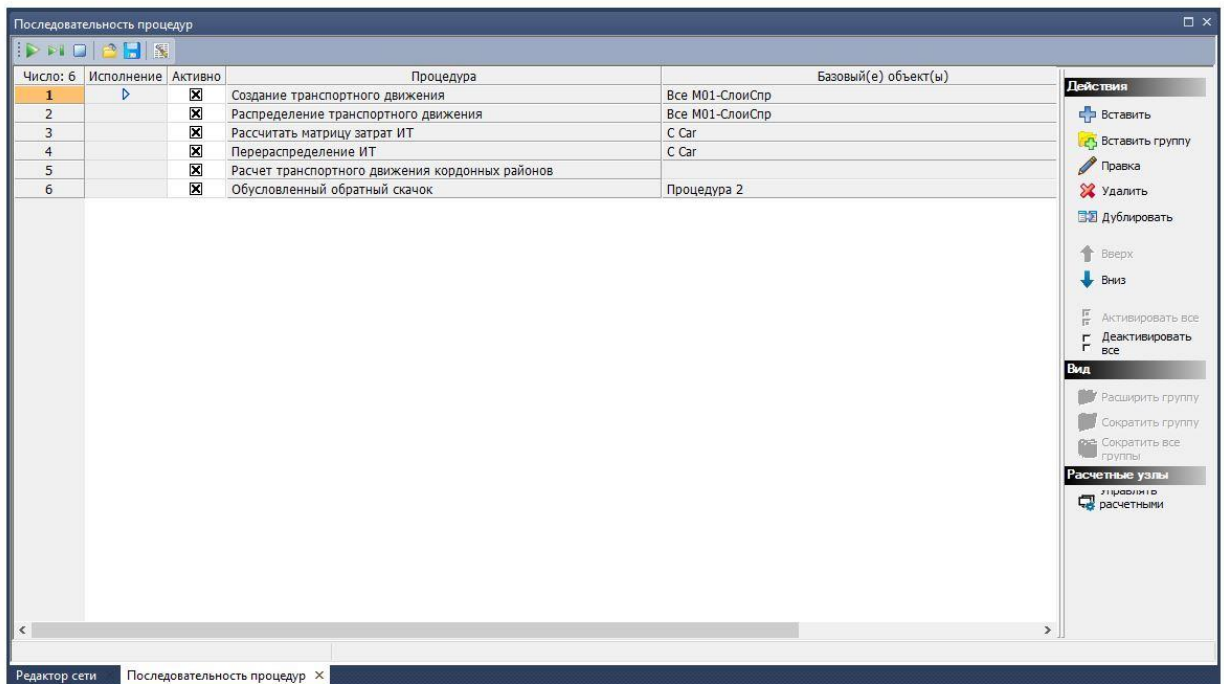


Рисунок 18 – Набор параметров последовательности процедур

Для оценки кордонных корреспонденций был применен специальный расчетный модуль учитывающий интенсивность входящий и исходящих потоков из условных кордонных районов. На рисунке 19 представлены настройки расчетного модуля.

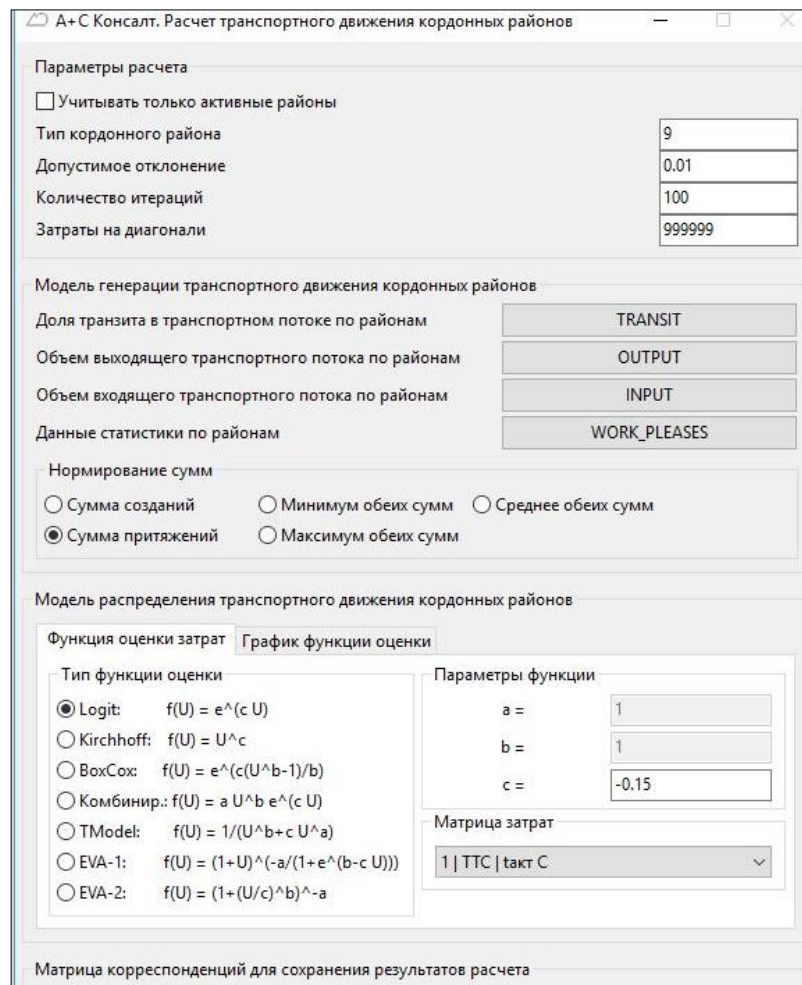


Рисунок 19 – Настройки расчетного модуля для оценки кордонных корреспонденций

1.5 Расчет перераспределения транспортных потоков

После создания модели расчета спроса производятся предварительные расчеты перераспределения транспортных потоков на различных системах транспорта. На рисунках 20-21 представлены результаты данных вычислений. В целях интегральной оценки были рассчитаны два основных показателя функционирования транспортных систем в городе Рубцовск.

Среднее время реализации корреспонденций – показатель отражающий среднее время, затрачиваемое человеком на совершение одной транспортной корреспонденции.

Среднее значение уровня загрузки – показатель характеризующий среднее отношение пропускной способности улиц и объема движения потока в наиболее загруженное время.

В базовой версии модели среднее время реализации транспортных корреспонденций составляет 22,5 минут. Уровень загрузки всей сети неравномерен и находится в пределах от 50-75%.

Наибольшая интенсивность движения транспорта в час пик наблюдается на следующих улицах (таблица 1).

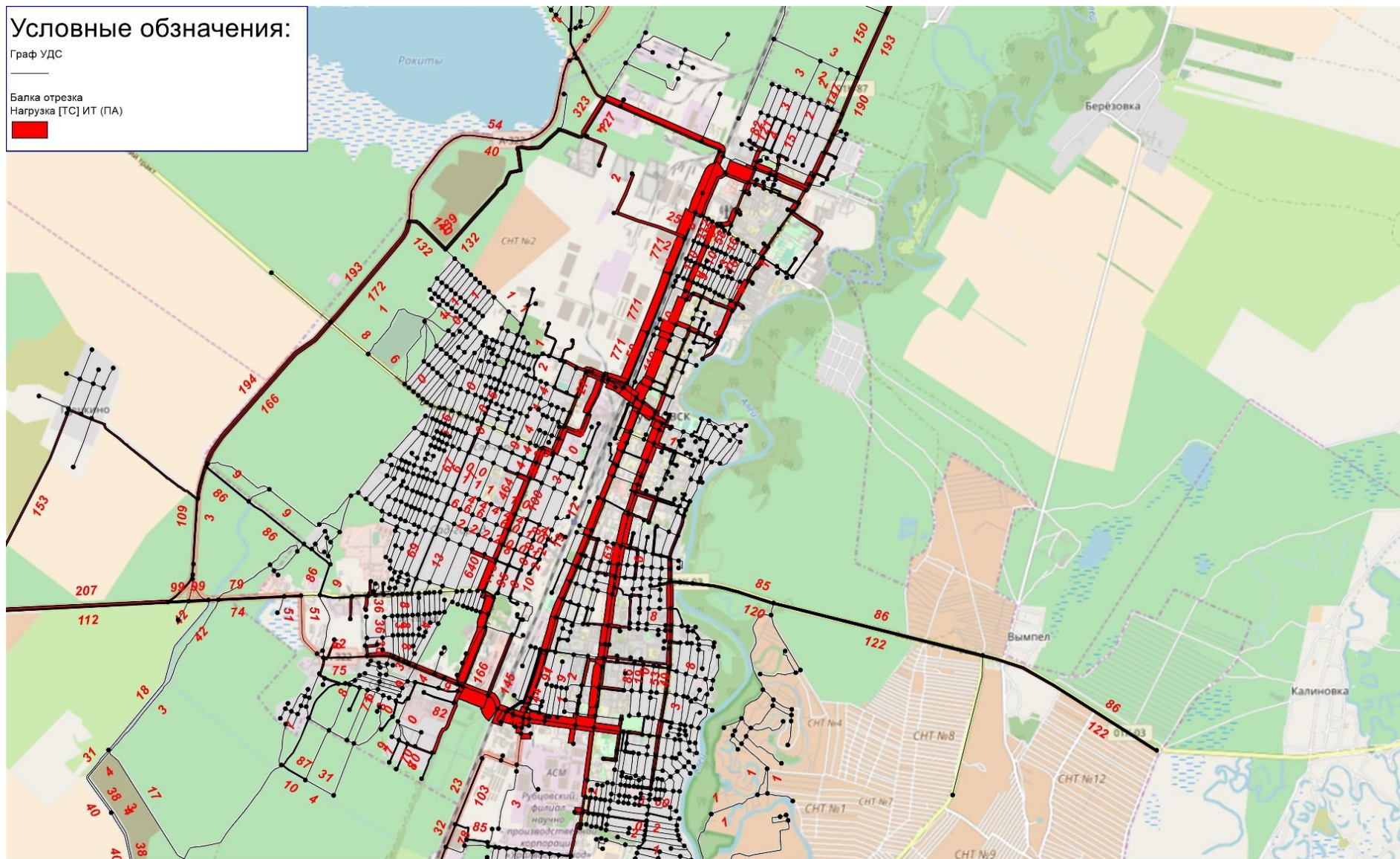
Таблица 1 – Наибольшая модельная интенсивность транспортного потока в час пик

№ п/п	Название улицы	Интенсивность (ТС/час)
1	ул. Калинина	565
2	ул. Комсомольская	1107
3	проспект Ленина	737
4	ул. Сельмашская	549
5	ул. Пролетарская	420

В рамках работ по КСОДД города Рубцовск были выявлены участки УДС, на которых снижена эффективность функционирования связанная с регулярным превышением пропускной способности (Таблица 2).

Таблица 2 – Перегруженные участки УДС на территории города Рубцовск

№ п/п	Название дорог/улиц	Адреса участков, перегруженных дорожным движением		Протяженность участков, перегруженных дорожным движением	
		начало участка	конец участка	км	%
1	пр. Ленина	ул. Калинина	пер. Улежникова	1,5 (7)	21
		пер. Гражданский	ул. Жуковского	1,9 (7)	27
2	ул. Комсомольская	ул. Тихвинская	пер. Улежникова	3,3 (6,3)	52
		пр. Рубцовский	ул. Сельмашская	0,8 (6,3)	13
3	ул. Пролетарская	пер. Улежникова	Змеиногорский тракт	0,3 (5,9)	5
		ул. Кавказская	ул. Жуковского	0,7 (5,9)	12
4	ул. Сельмашская	ул. Комсомольская	Ж/Д переезд	0,3 (1,9)	16
		ул. Красная	пр. Ленина	0,2 (1,9)	10
5	Угловский тракт	Ж/Д переезд	ул. Оросительная	0,6 (3,1)	19
6	пер. Гражданский	ул. Комсомольская	пр. Ленина	0,6 (1,3)	46
7	пер. Улежникова	от ул. Осипенко	пр. Ленина	0,2 (1,2)	17
8	пер. Садовый	ул. Комсомольская	пр. Ленина	0,3 (1)	30
9	Путепровод	Рабочий тракт	ул. Комсомольская	0,8 (0,8)	100
10	ул. Калинина	ул. Комсомольская	ул. Октябрьская	0,2 (0,9)	22
11	ул. Октябрьская	пер. Урицкого	ул. Тихвинская	0,9 (3,6)	25
12	ул. Алтайская	ул. Тихвинская	ул. Светлова	0,7 (2,3)	30
13	ул. Светлова	ул. Комсомольская	ул. Тракторная	0,3 (1,6)	19
14	Кольцо по Рабочему тракту			0,2 (0,2)	100



Условные обозначения:

Граф УДС



Балка отрезка
Загрузка ИТ (ПА)

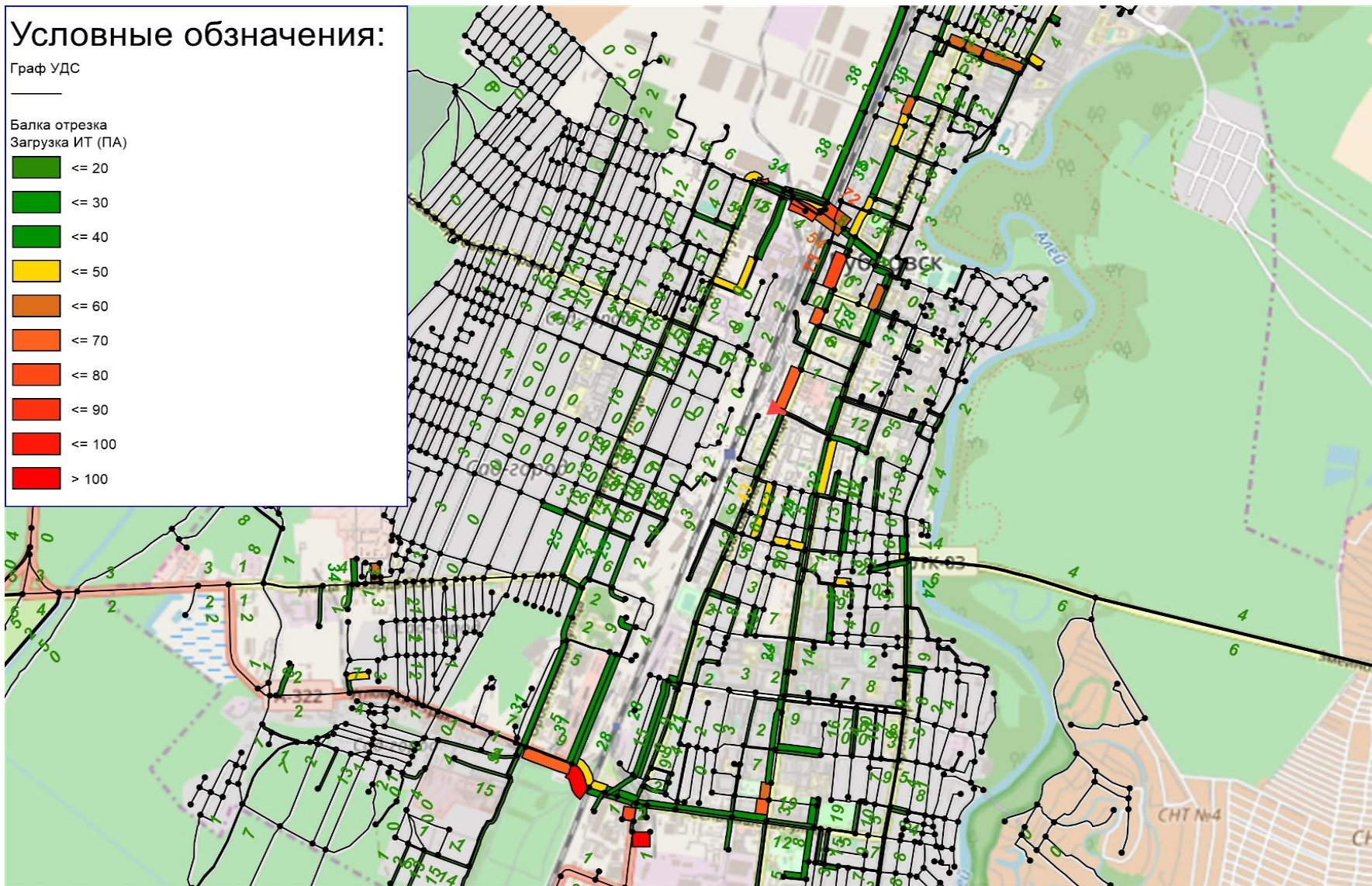
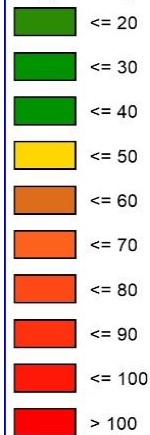
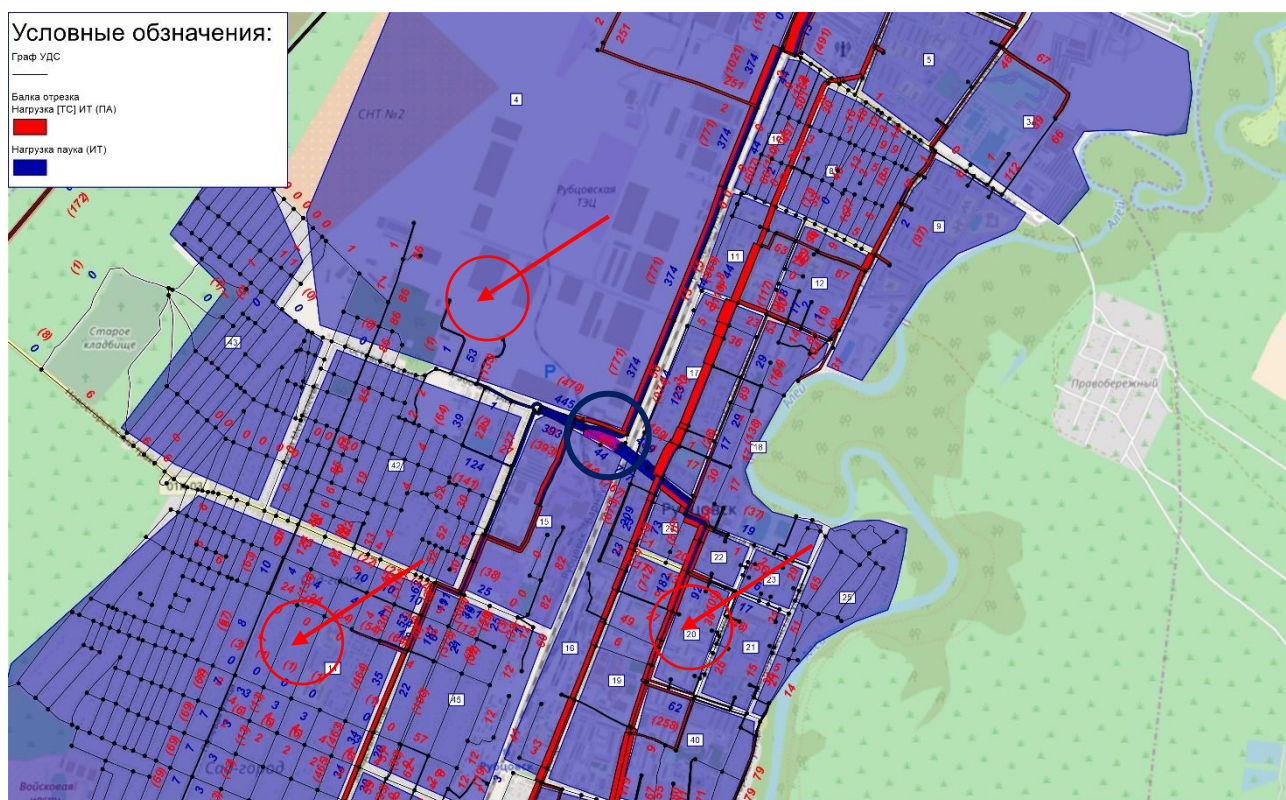


Рисунок 20 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта в час пик г. Рубцовск (08:00 – 09:00)

Построение транспортной модели города Рубцовск позволило оценить и проанализировать источники возникновения проблемных мест на основных участках УДС. Для этого были построены картограммы, «Паук» которые показывают места зарождения корреспонденций в транспортных районах.

На рисунке 21 представлена картограмма «паук» на переезде Рабочий тракт.



*Стрелками и окружностями показаны источники зарождения корреспонденций. Синим, цветом указана мощность корреспонденций формирующая загруженность на переезде.

Рисунок 21 – диаграмма паук на переезде Рабочий тракт

Формирование потоков в проблемных узлах происходит из-за несбалансированности районов по числу жителей и рабочих мест, а также не развитости УДС. На рисунке 22 представлена картограмма селитебно-трудовой несбалансированности районов.

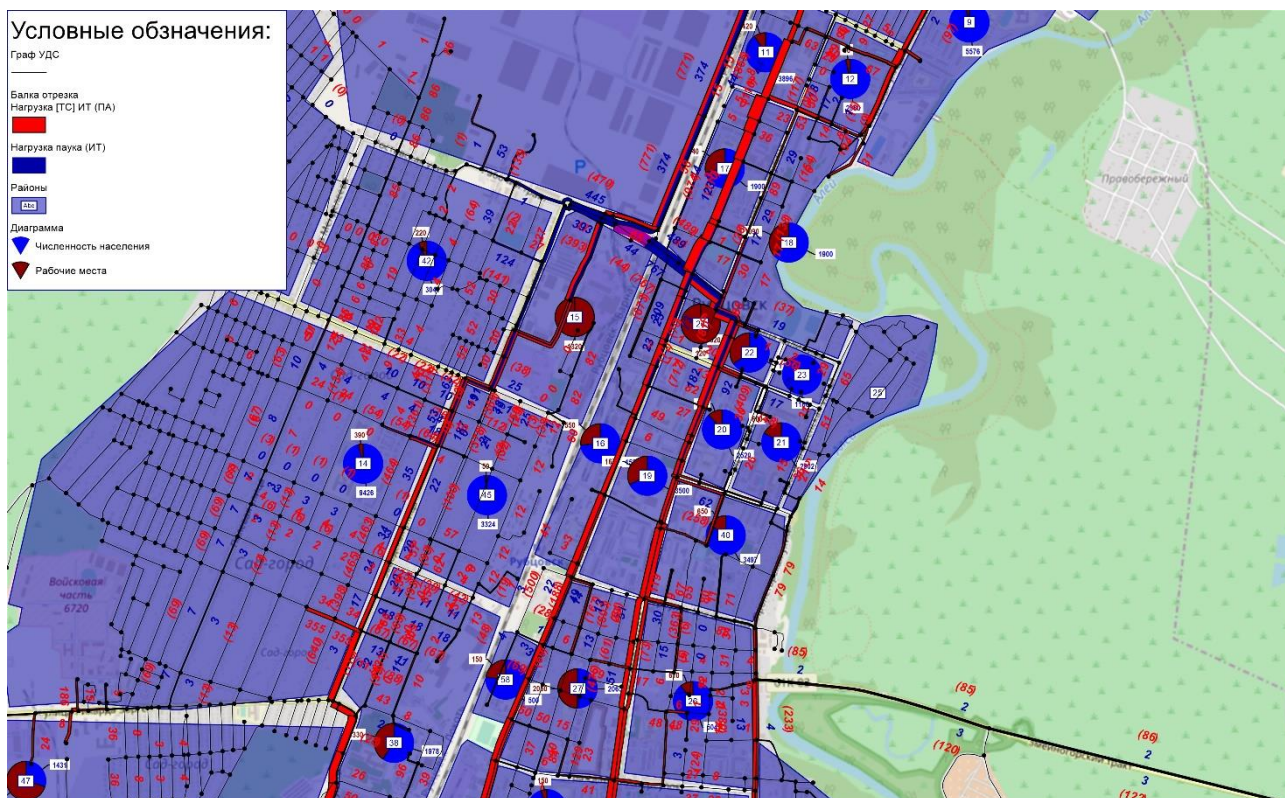


Рисунок 22 – Картограмма селитебно-трудовой несбалансированности

Из картограммы видно, что микрорайон Сад-город, в основном застроен жилым фондом низкой этажности и не обладает достаточным количеством рабочих мест, что приводит к формированию устойчивых корреспонденций с центром города. Такая же ситуация наблюдается с западным микрорайоном. Также в северо-западной части Рубцовска имеется промышленная зона одновременно притягивающая транспортные потоки из других районов.

Похожие проблемы возникают в районе Угловского тракта, при этом ситуаций усугубляется отсутствием переезда в разных уровнях.

Магистральная сеть города ул. Комсомольская, ул. Октябрьская в настоящее время снизила свою эффективность функционирования, на сети концентрируется чрезмерное количество транспортных потоков. Это приводит к формированию участков с перегруженным движением и местам концентрации ДТП.

1.6 Калибровка мультимодальной макромодели по интенсивности транспортных потоков

Данные обследований интенсивности движения транспорта необходимы для проверки соответствия модельного расчета реальной ситуации на этапе калибровки модели. На рисунке 21 отображен пример ввода данных о местах подсчета интенсивности движения.

Редактировать отрезок

Номер	<input type="text" value="4939"/>	Тип	41 Secondary, 2 lanes
Из узла	3533		
В узел	2716	СисТр	BIKE,BUS,CAR...

База	ИТ-СисТр	ОТ-СисТр	Затор	DUE	Ограниченные по времени атр.
ДлВоздЛин	0.071km	v0 ИТ		60km/h	
Длина	<input type="text" value="0.071km"/>	Полосы движения		<input type="text" value="2"/>	
ДЗнач 1	<input type="text" value="287"/>	ПропСпос ИТ		<input type="text" value="2000"/>	
ДЗнач 2	<input type="text" value="0"/>	Доля ГРУЗТР [%]		<input type="text" value="0"/>	
ДЗнач 3	<input type="text" value="0"/>	Загрузка-ИТ		28 %	
№Плана	<input type="text" value="0"/>	Нагрузка ИТ [ТС]		564	
Надпись балки	<input checked="" type="checkbox"/>				
Имя	<input type="text" value="Сельмашская улица"/>				

Рисунок 21 – Ввод данных о подсчете интенсивности движения в макромодель

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 адекватное поведение транспортного потока.

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 лет). Значения параметров качества расчета транспортной модели приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения параметров качества транспортной модели города Рубцовск

Параметр качества расчета модели	Значение
Количество мест измерений	41
Коэффициент корреляции	0,86
Средняя относительная ошибка	25,3 %

Полученные показатели качества транспортной модели города Рубцовск позволили перейти к этапу прогнозирования спроса на перспективные периоды.

2 Разработка вариантов моделей прогнозных лет

2.1 Создание моделей расчетных сроков

2.1.1 Определение перспективного уровня автомобилизации и ввод изменений социально-экономической статистики транспортных районов на расчетный срок

Транспортное моделирование позволяет спрогнозировать изменения в объемах спроса на исследуемой территории при изменении автомобилизации жителей.

Из анализа данных об уровне автомобилизации муниципального образования город Рубцовск Алтайского края приведенных в документах транспортного и территориального планирования следует, что количество легковых ТС приходящихся на 1000 жителей находится в пределах 265 ТС.

На основании существующих документов планирования и прогноза перспектив автомобилизации в городе, уровень автомобилизации на перспективу до 2032 года прогнозируется достаточно стабильным, в районе 350 – 400 единиц автотранспорта на 1000 человек населения. Данный коэффициент был заложен в перспективную транспортную макро модель города Рубцовск до 2032 года.

Введение в транспортную макро модель перспективных функциональных зон и объектов капитального строительства позволяет адекватно прогнозировать новые объемы корреспонденций между транспортными районами в городе Рубцовск на период до 2032.

Анализ документов территориального планирования выявил, что в перспективе до 2032 года подразумевается развитие различных территорий Центра города, Западного, Восточного районов. Основные данные по объемам нового жилищного строительства и требуемых для них территорий по срокам проектирования представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Перспективы изменений социально-экономической статистики основных транспортных районов

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Расчетный срок	в т. ч. I-я очередь
1	Проектная численность населения, всего	тыс. чел.	165	163
2	Средняя жилищная обеспеченность общ. пл. на конец периода, всего	м ² /чел	26	20
3	Требуемый жилищный фонд, всего общ. пл.	тыс. м ²	4248	3262,5
4	Существующий жилищный фонд, всего общ. пл. в том числе:	тыс. м ²	2841	2841
	- одноэтажный фонд	тыс. м ²	851	851
	- малоэтажный (3-4-х эт.)	тыс. м ²	394,5	394,5
	- многоэтажный (5 и более эт.)	тыс. м ²	1596	1596
5	Убыль жилищного фонда, всего общ. пл. в том числе:	тыс. м ²	37	11,8
	- одноэтажный фонд	тыс. м ²	37	11,8
6	Существующий сохраняемый жилищный фонд на конец периода, всего общ. пл. в том числе:	тыс. м ²	2804,5	2830
	- одноэтажный фонд	тыс. м ²	814	839,5
	- малоэтажный (3-4-х эт.)	тыс. м ²	394,5	394,5
	- многоэтажный (5 и более эт.)	тыс. м ²	1596	1596
7	Объем нового жилищного строительства, всего общ. пл. - одноэтажный фонд - малоэтажный (3-4-х эт.) - многоэтажный (5 и более эт.)	тыс. м ² /% тыс. м ² /% тыс. м ² /% тыс. м ² /%	1464/100 529,5/36 642/44 292,5/20	456,3/100 181,3/41 193/39 91/20
8	Территории для размещения нового строительства: - одноэтажного фонда при средней плотности застройки – 1300 м ² /га - малоэтажный (3-4-х эт.) фонд, в т. ч. в блокированной застройке, при средней плотности - 4800 м ² /га - многоэтажный (5 и более эт.) фонд при средней плотности застройки – 6500 м ² /га в том числе на свободных территориях: - одноэтажный фонд - малоэтажный (3-4-х эт.) фонд - многоэтажный (5 и более эт.)	га га га га га га га	402 110 45 217 95 35 557	121,4 25 14 113 25 10 160,4

	Итого требуемые территории для размещения всего объема нового жилищного строительства			
9	Новое жилищное строительство по районам города: Северный Всего новый жилищный фонд, общей площади / территория в том числе: - одноэтажный фонд, общ. площ. / территория - малоэтажный фонд, общ. площ. / территория - многоэтажный фонд, общ. площ. / территория	тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га	180,3/96,2 133,5/89 - 46,8/7,2	54/29 40/27 - 14/2
10	Центральный Всего новый жилищный фонд, общей площади / территория в том числе: - одноэтажный фонд, общ. площ. / территория - малоэтажный фонд, общ. площ. / территория - многоэтажный фонд, общ. площ. / территория	тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га	171/33 - 54/15 117/18	51,3/9,3 - 16,2/3,3 35,1/6
11	Южный Всего новый жилищный фонд, общей площади / территория в том числе: - одноэтажный фонд, общ. площ. / территория - малоэтажный фонд, общ. площ. / территория - многоэтажный фонд, общ. площ. / территория	тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га	223,2/132 192/128 - 31,2/4	67/42 57,6/40 - 9,3/2
12	Западный Всего новый жилищный фонд, общей площади / территория в том числе: - одноэтажный фонд, общ. площ. / территория - малоэтажный фонд, общ. площ. / территория - многоэтажный фонд, общ. площ. / территория	тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га тыс. м ² /га	792/250 204/140 588/95 97,5/15	238/82 61,2/41 176,8/36 32,5/5
13	Правобережный Всего новый жилищный фонд, общей площади / территория в том числе: - одноэтажный фонд, общ. площ./ территория	тыс. м ² /га тыс. м ² /га	75/45 75/45	22,5/15 22,5/15

Особое внимание следует уделить развитию Нового западного района. Предлагается создание нескольких компактных жилых массивов различной этажности, объединенных скверами, бульварами и общественными центрами. На въезде в город по Новогорьевскому тракту предполагается многоэтажная застройка (Рисунок 22).

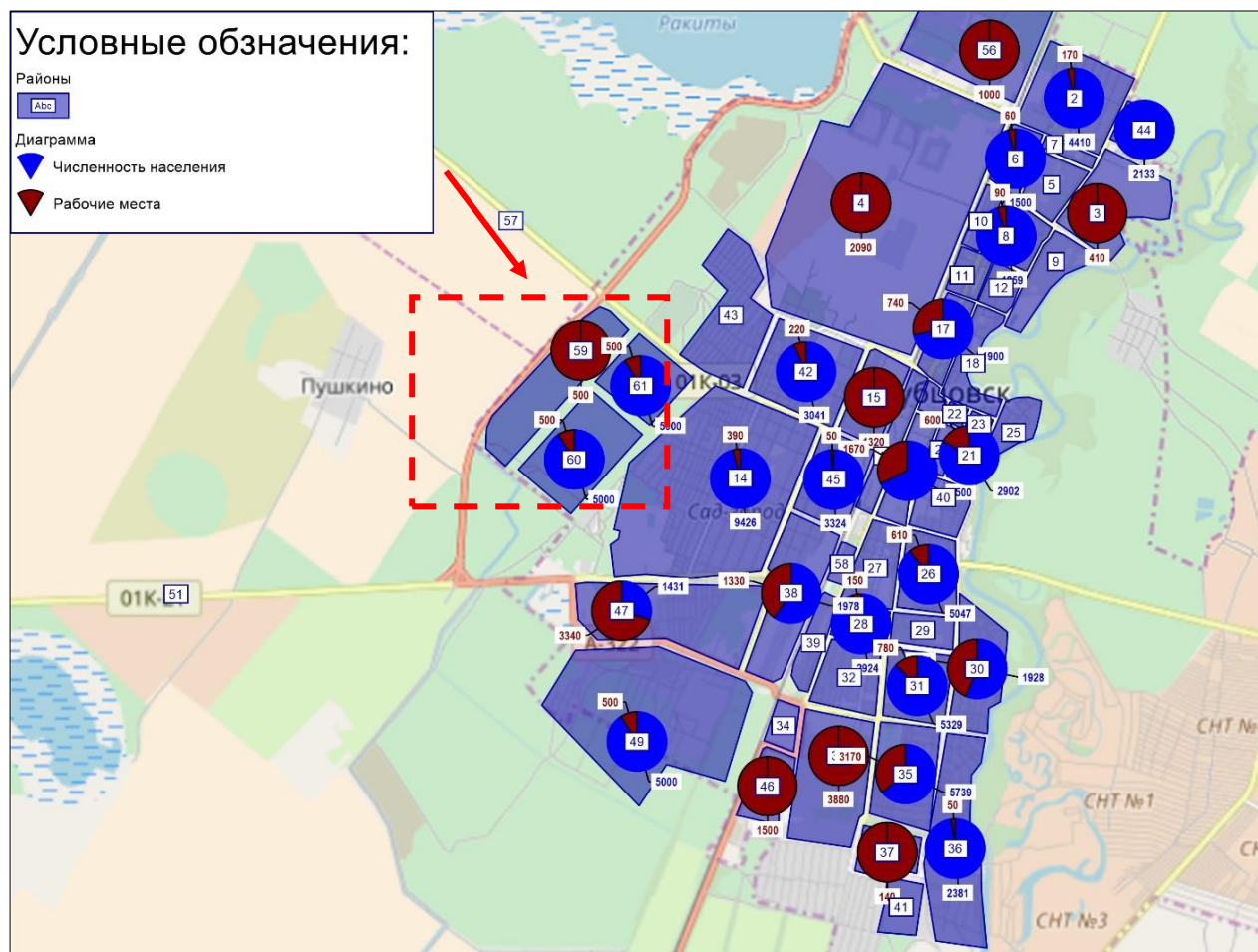


Рисунок 22 – Перспективное районирование г. Рубцовск

В створе станционного переуллка формируются районы малоэтажной застройки. Помимо жилья там будут располагаться предприятия торговли, сферы услуг, школы и детские дошкольные учреждения.

Также проектом предлагается значительный участок коттеджной застройки с общественным центром.

На юго-западе, ближе к обходной дороге, размещается зеленая зона. Предлагается разбивка парка, размещение спортивной зоны и стадиона. К парку от ул. Магистральной ведут несколько бульваров, вдоль которых располагается

общественная застройка.

Предполагается, что общественный центр нового жилого района будет являться центром обслуживания всего западного планировочного района.

Данный район был включен в перспективное транспортное районирование в виде ряда специальных районов.

2.1.2 Ввод изменений улично-дорожной сети и атрибутов отрезков, узлов и ОДД на пересечениях для легкового, грузового, общественного транспорта

Для учета перспективного перераспределения транспортных потоков 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.

В транспортной модели на перспективу до 2032 года были в совокупности смоделированы реконструктивно-планировочные мероприятия, перечисленные в таблице 5.

Таблица 5 – Реконструктивно-планировочные мероприятия на перспективу до 2032 года

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации, годы
1	строительство и благоустройство уличной сети в северной и южной части восточного района в зоне первоочередной коттеджной застройки	2020
2	продолжение пр. Ленина в северном направлении до ул. Алтайской	2022
3	строительство транспортной развязки на объездной дороге по А-322 на пересечении с дорогой 01К-21	2025
4	строительство транспортной развязки на объездной дороге по А-322 на пересечении с дорогой 01К-03	2025
5	строительство транспортной развязки на объездной дороге по А-322 на пересечении с дорогой на золоотвал	2025
6	строительство транспортной развязки на пересечении улицы Светлова и улицы Тракторной	2025
7	строительство автодорожного моста через р. Алей с подходами от Змеиногорского тракта до ул. Пролетарской	2023
8	строительство путепровода через основные железнодорожные пути в створе ул. Сельмашской и строительство на подходе к железной дороге транспортной развязки движения в разных уровнях	2020

9	строительство трассы магистрали общегородского значения южнее Угловского тракта до ул. Р. Зорге	2020
10	строительство магистрали общегородского значения вдоль западного жилого района от ул. Р. Зорге до Новогорьевского тракта	2025
11	пробивка участка магистрали общегородского значения на продолжение Рабочего тракта до ул. Менделеева	2020
12	строительство участков магистральных и жилых улиц в новом западном районе	2020
13	строительство новой и благоустройство существующей улично-дорожной сети в юго-западном районе коттеджной застройки	2020
14	проектирование и строительство автодороги по ул. Лучистой от пр. Ленина	2024
15	проектирование и строительство автодороги по пр. Ленина от ул. Транспортной до границы города Рубцовска	2024
16	строительство автодороги по ул. Никольской в мкр. 1А северного жилого района	2019
17	строительство автодороги в правобережном районе от моста по ул. Светлова до дороги на с. Безрукавку	2020
18	строительство городской дороги для автобусного и троллейбусного сообщения, связывающей пр. Ленина и ул. Пролетарскую	2021

На рисунке 23 представлена перспективная схема развития УДС в соответствии с документами территориального и транспортного планирования.

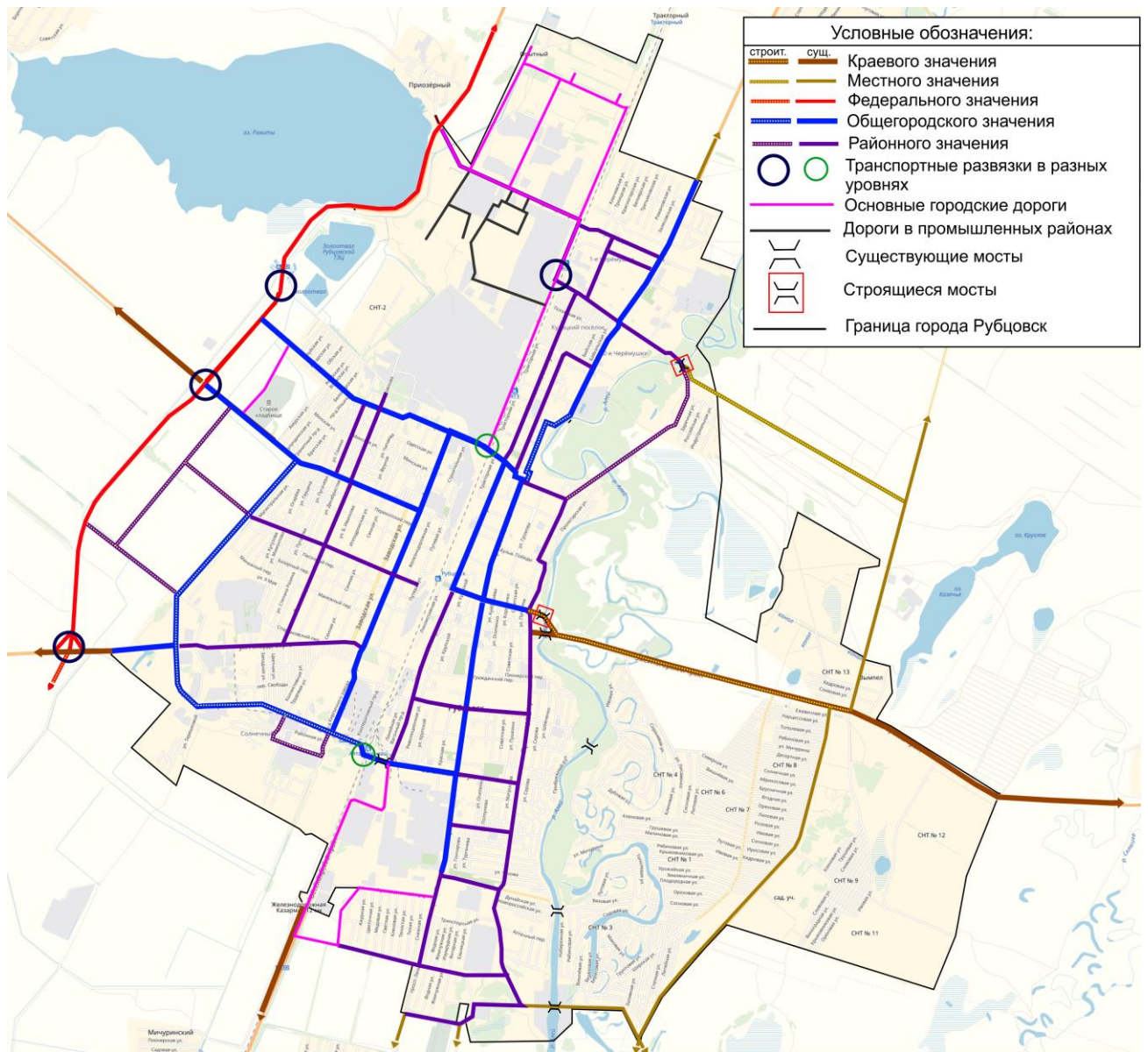


Рисунок 23 – Перспективная схема развития УДС г. Рубцовск в соответствии с документами планирования до 2032 года

2.2 Расчет перераспределения транспортных потоков на перспективу до 2032 года

На рисунках 25 и 26 представлены картограммы расчетной интенсивности движения транспорта и загрузки УДС в городе Рубцовск на перспективу до 2032 года.

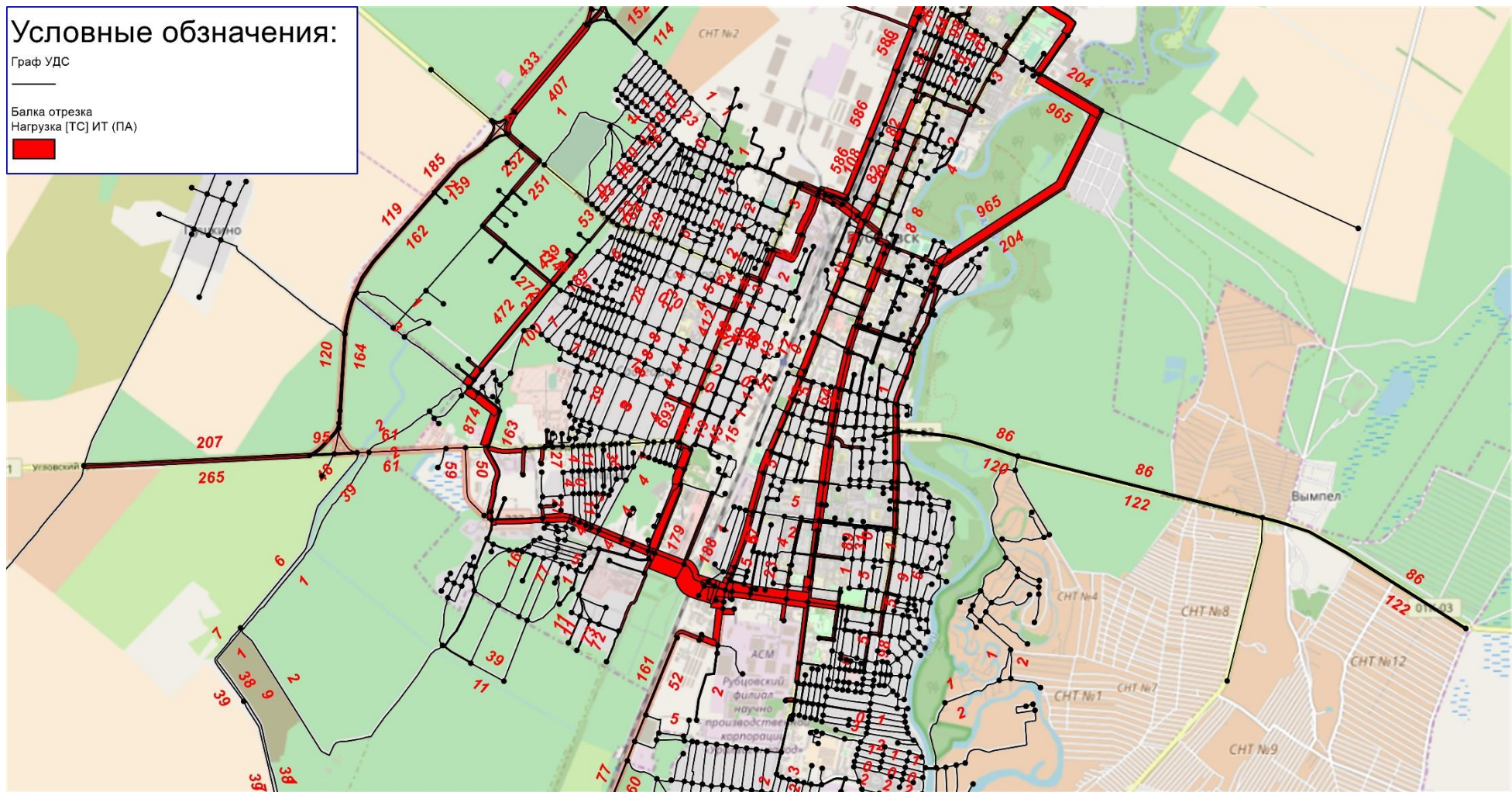


Рисунок 25 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта в час пик на перспективу до 2032 года

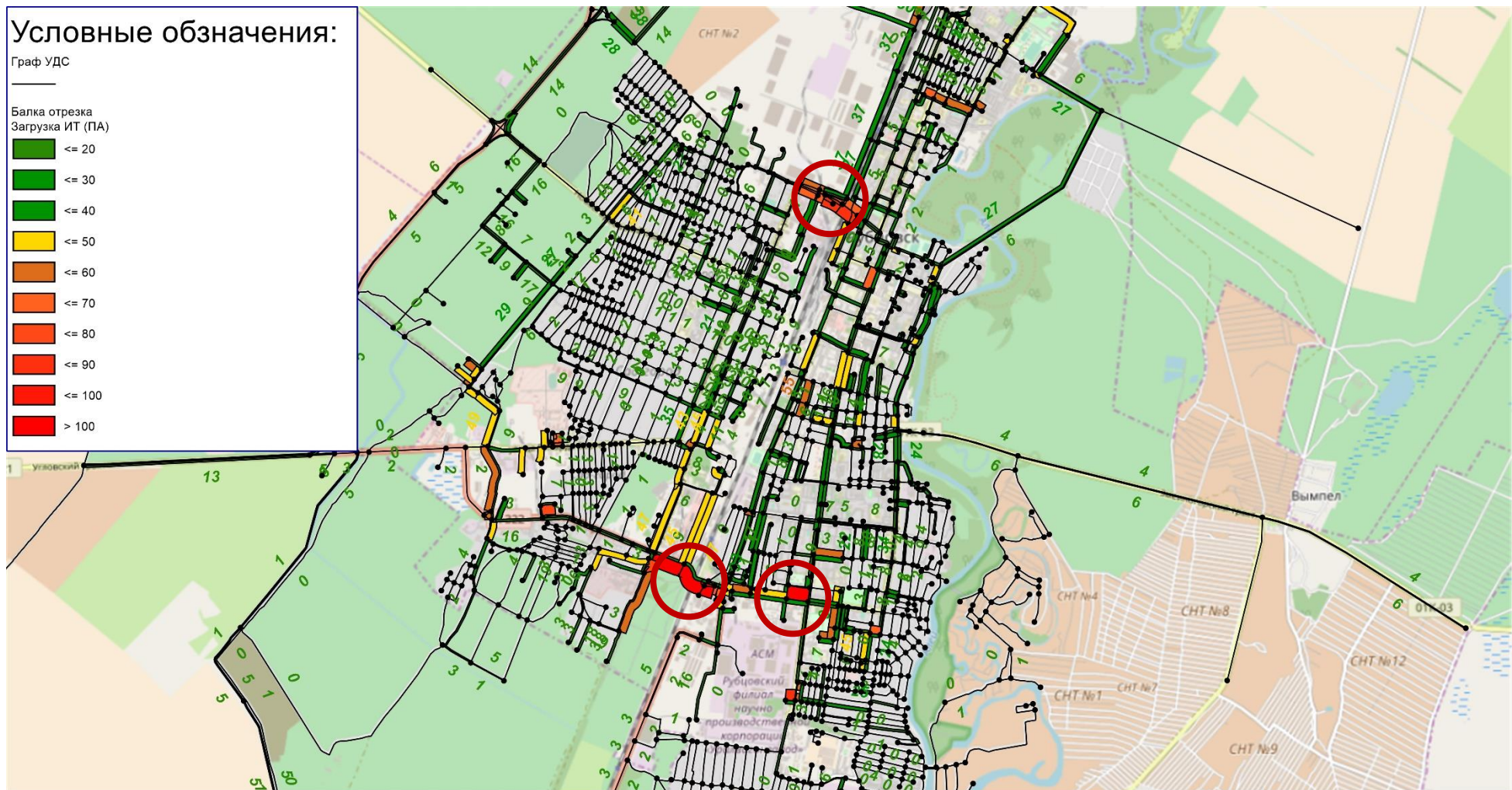


Рисунок 26 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта в час пик на перспективу до 2032 года

Анализ полученных распределения и загруженности транспортного потока показал, что на перспективу до 2032 в связи с реализацией генерального плана наблюдается развитие западного района г. Рубцовск. В связи с этим на основные путепроводы будет высокий спрос. Из картограммы на рисунке 26 видно, что транспортная сеть испытывает две основных проблемы. Это формирование высоких загрузок на двух путепроводах, в связи с маятниковыми перемещениями корреспонденций к местам притяжения и обратно. Низкая эффективность существующей сети светофорных объектов. В связи с тем, что светофорные объекты значительно снижают пропускную способность УДС, режимы работы светофорных объектов следует постоянно обновлять и актуализировать.

В связи с вышеуказанными проблемами в рамках КСОДД на макроуровне предлагается дополнительно к мероприятиям, заложенным в документах транспортного и территориального планирования добавить мероприятия по строительству дополнительного путепровода, соединяющего переулоч Станционный (Западный район) и переулоч Улежникова и произвести работы по оптимизации светофорного регулирования в центральной части города Рубцовск.

Перспективная схема мероприятий представлена на рисунке 27.

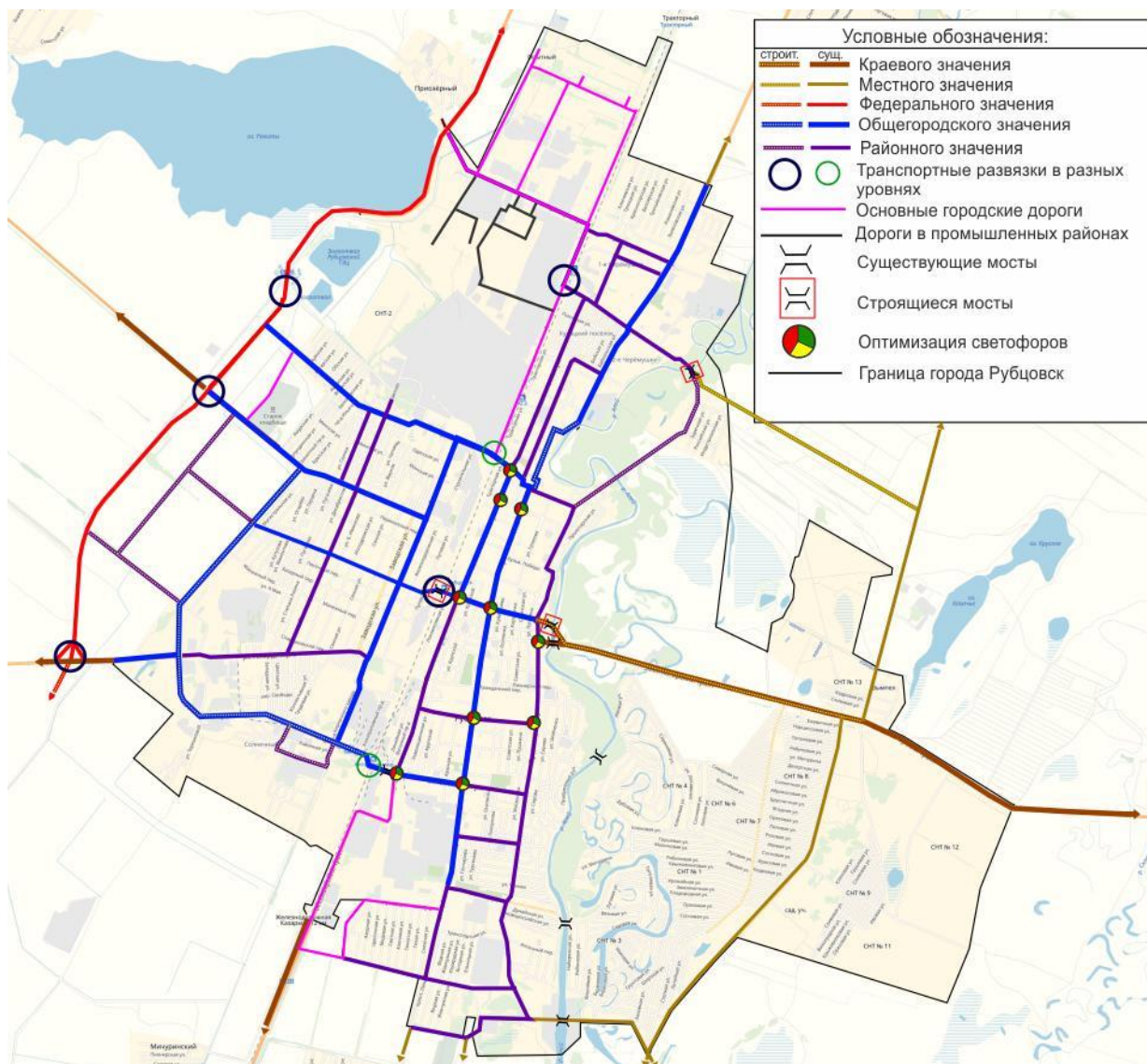


Рисунок 27 – Перспективная схема развития УДС с учетом мероприятий КСОДД

На рисунках 28 – 29 представлены перспективные картограммы распределения интенсивности и уровня загрузки УДС после внедрения мероприятий.

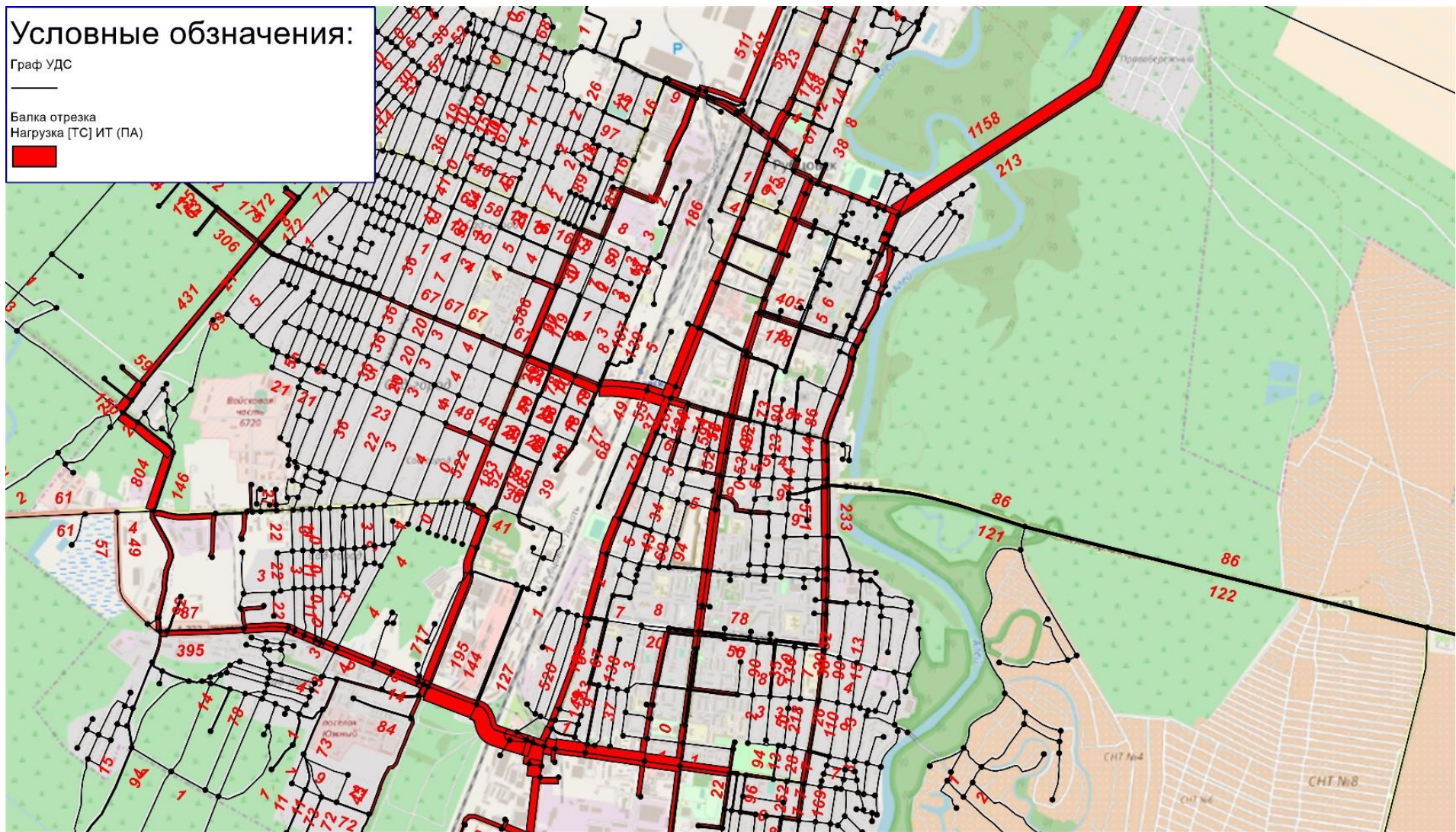


Рисунок 28 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта в час пик на перспективу до 2032 года с учетом мероприятий КСОДД

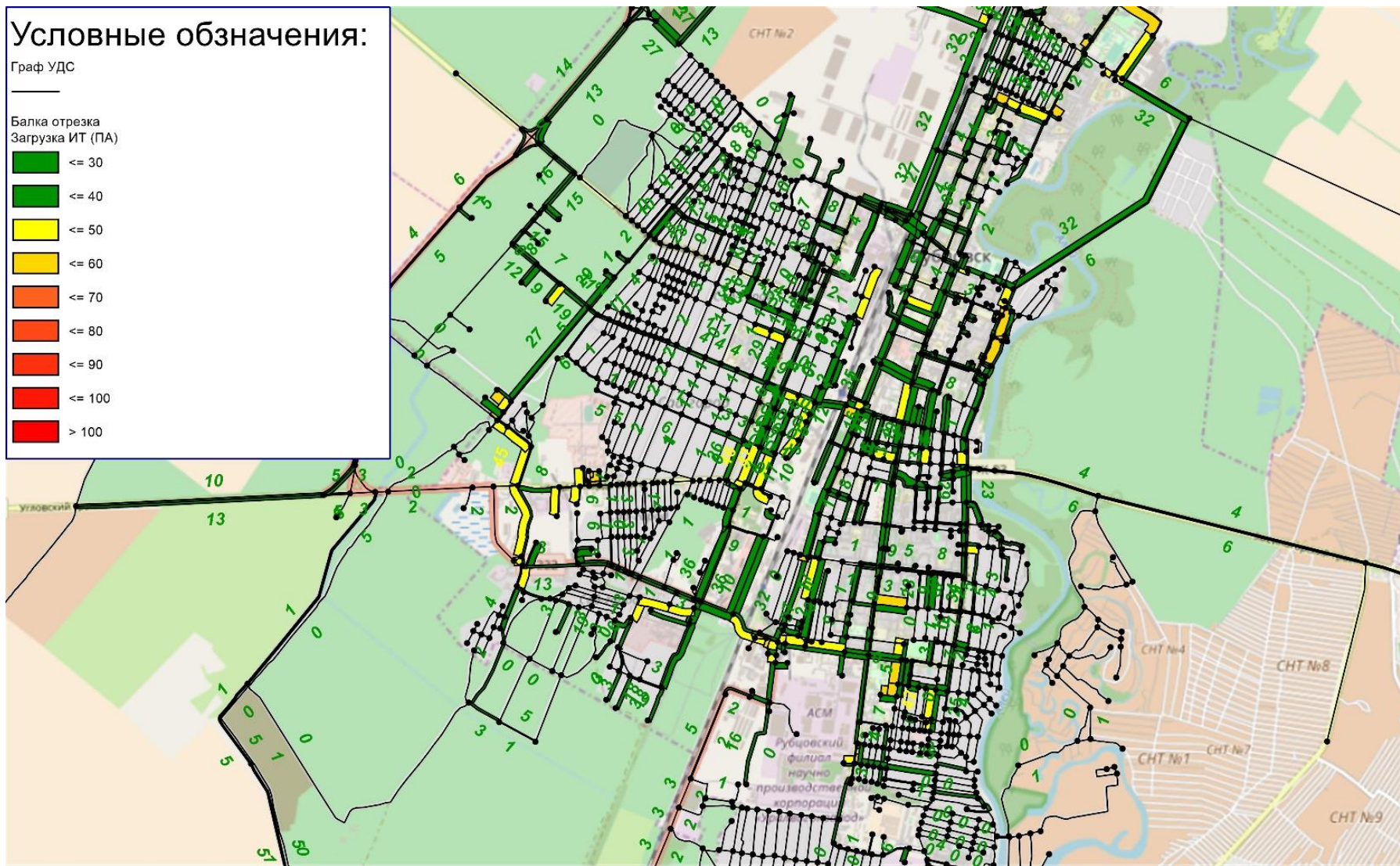


Рисунок 26 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта в час пик на перспективу до 2032 года с учетом мероприятий КСОД

Из представленных картограмм видно, что внедрение комплекса перспективных мероприятий позволит равномерно распределить спрос на основные элементы УДС и снизить единовременную перегрузку путепроводов.

В перспективной версии модели до 2032 среднее время реализации транспортных корреспонденций составляет 20 минут. Уровень загрузки всей сети неравномерен и находится в пределах от 40-55%.

ВЫВОДЫ ПО ТРЕТЬЕМУ ЭТАПУ

В результате выполнения этапа было проведено транспортное районирование территории города Рубцовск на базе социально-экономической статистики, осуществлен ввод параметров улично-дорожной и маршрутной сетей, описана используемая модель расчета транспортного спроса. Сформированы картограммы интенсивности движения транспорта и загрузки УДС на текущий момент. Были выявлены основные проблемы функционирования УДС.

Разработана транспортная макро модель прогнозных лет до 2032, на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития и развития транспортной инфраструктуры муниципального образования. Выработаны мероприятия в рамках КСОДД позволяющие дополнительно оптимизировать распределение спроса на УДС г. Рубцовск.

Мероприятия, запланированные к реализации до 2032 года Генеральным планом города Рубцовск, и предложения, разработанные в рамках КСОД позволяют снизить уровень загрузки на существующих улицах до стабильных значений (40%-55%) и не допустить заторовых ситуаций на УДС.

Разработанные транспортные модели являются инструментарием для оценки эффективности мероприятий по развитию УДС в будущем.

Сформулированные в данном этапе задачи проекта были решены в полном объеме.

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.

4 ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – введ. 2006-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011.