Модуль 2. Разработка транспортной модели

муниципального образования

Реферат

Отчет 27 с., 1 ч., 16 рис.,2 табл., 4 источн.

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ МАКРОМОДЕЛИРОВАНИЕ, ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ.

Объектом исследования является транспортная система Пронского района Рязанской области.

Цель работы – разработка Комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД), в частности, Программы взаимоувязанных мероприятий, направленных на увеличение пропускной способности улично-дорожной сети на территории Пронского района Рязанской области, предупреждения заторовых ситуаций с учетом изменения транспортных потребностей района, снижения аварийности и негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

В работе использовалось программное обеспечение PTV Vision® VISSIM 5.4 для разработки микромоделей ключевых узлов. В результате моделирования получены предложения по оптимизации организации дорожного движения УДС образования и на рассматриваемых транспортных узлах.

Выполнен анализ результатов моделирования на макроуровне. Построена транспортная модель Пронского района Рязанской области.

Содержание

[Реферат 1](#_Toc521441270)

[Содержание 3](#_Toc521441271)

[Введение 4](#_Toc521441272)

[Разработка транспортной модели муниципального образования 6](#_Toc521441273)

[1 Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики 6](#_Toc521441274)

[1.2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов 9](#_Toc521441275)

[1.3 Расчёт перераспределения легкового транспорта, создание матрицы корреспонденции 19](#_Toc521441276)

[1.4 Калибровка мультимодальной макромодели по интенсивности легкового потока 20](#_Toc521441277)

[1.5 Разработка вариантов транспортной макромодели прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования 23](#_Toc521441278)

[Заключение 27](#_Toc521441279)

[Список использованных источников 28](#_Toc521441280)

Введение

Повышение эффективности работы транспорта и максимальное удовлетворение потребностей населения в перевозках достигается при рациональной организации дорожного движения. Рациональное функционирование организации дорожного движения способствует сокращению времени доставки пассажиров и грузов, повышению уровня безопасности дорожного движения и снижению негативного воздействия транспортных средств на окружающую среду.

Целью данного проекта является разработка Комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД), в частности, Программы взаимоувязанных мероприятий, направленных на увеличение пропускной способности улично-дорожной сети на территории Пронского района Рязанской области, предупреждения заторовых ситуаций с учетом изменения транспортных потребностей района, снижения аварийности и негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Для достижения поставленной цели на втором этапе необходимо решить следующие задачи:

* провести транспортное районирование на базе социально-экономической статистики;
* ввести параметры улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов;
* разработать методику и создать модель расчёта транспортного спроса для транспортных перемещений на основе результатов опроса и других полученных данных;
* рассчитать перераспределение легкового транспорта, создать матрицу корреспонденций;
* откалибровать мультимодальную макромодель по интенсивности легкового транспорта;
* разработать варианты транспортной макромодели прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования;
* провести транспортные обследования с целью установления параметров транспортных потоков в ключевых транспортных узлах;

Было проведено моделирование с использованием программного обеспечения мирового уровня PTV Vision® VISUM.

# Разработка транспортной модели муниципального образования

# Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики

1.1 *Определение размера и границы области моделирования*. В процессе районирования проводится процедура определения размера и границы области моделирования, 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:

- протяжённость территории;

- границы;

- географическое положение.

Для определения размера и границы области моделирования рассматривается область исследования и все потоки, которые тяготеют к области исследования. В область тяготения входят все территории, транспортный поток из/в которые влияет на интенсивность движения в области исследования. На основе анализа тяготеющих потоков определяются кордонные точки на сети, которые оказывают существенное влияние на состав потока в области исследования. В этих точках определяются кордонные транспортные районы, которые являются границами области моделирования и описывают транспортные потоки, влияющие на область исследования извне.

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

На рисунке 1 показана область моделирования после задания области ограничивающего полигона по границам Пронского района Рязанской области. 

Рисунок 1 – Границы Пронского района Рязанской области

1.1.2 *Деление на транспортные районы*. 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 чётко 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 в модели PTV Visum показана на рисунке 2.

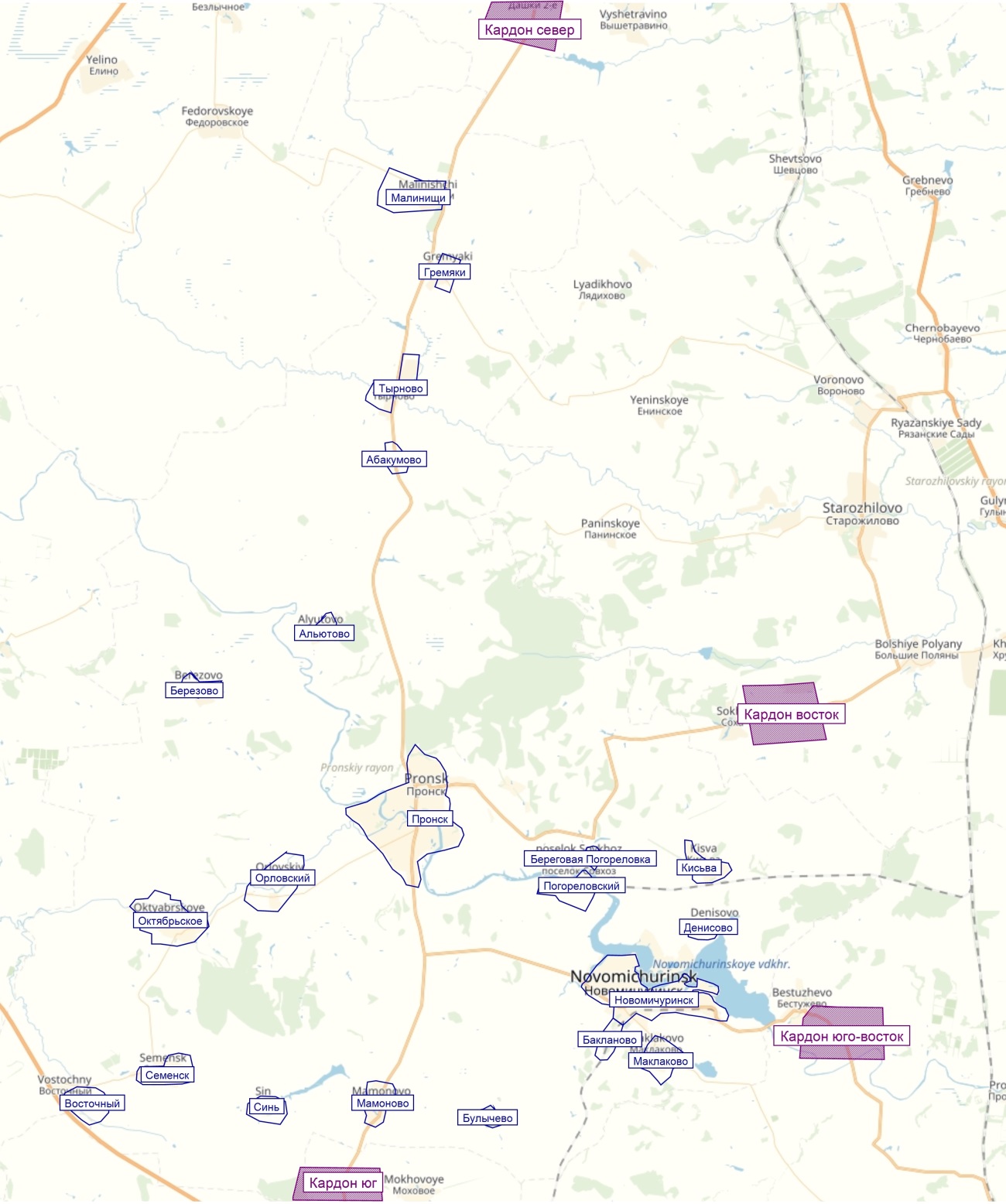


Рисунок 2 – Схема транспортного районирования

## Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

1.2.1 *Ввод данных о видах транспортных средств*. 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.

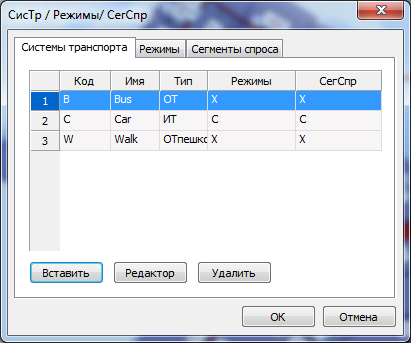


Рисунок 3 – Системы транспорта

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. Каждому сегменту спроса соответствует ровно одна матрица корреспонденций [2]. Иллюстрация сегментов спроса показана на рисунке 4.

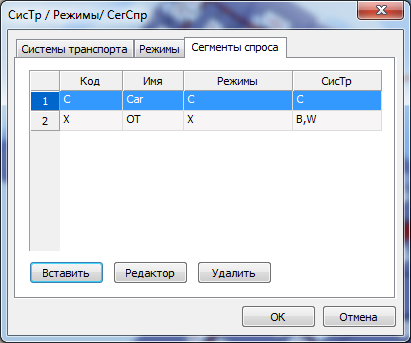


Рисунок 4 – Сегменты спроса

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

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

Исходной информацией для создания узлов и имитации в модели организации дорожного движения послужили данные, импортированные из сервиса Яндекс.Карты с дополнительной самостоятельной отрисовкой при помощи съёмок передвижной лаборатории и спутниковых карт (панорам) улиц. Данный подход рекомендован ведущими специалистами в области транспортного планирования и моделирования [3]. Количество узлов в модели – 161.

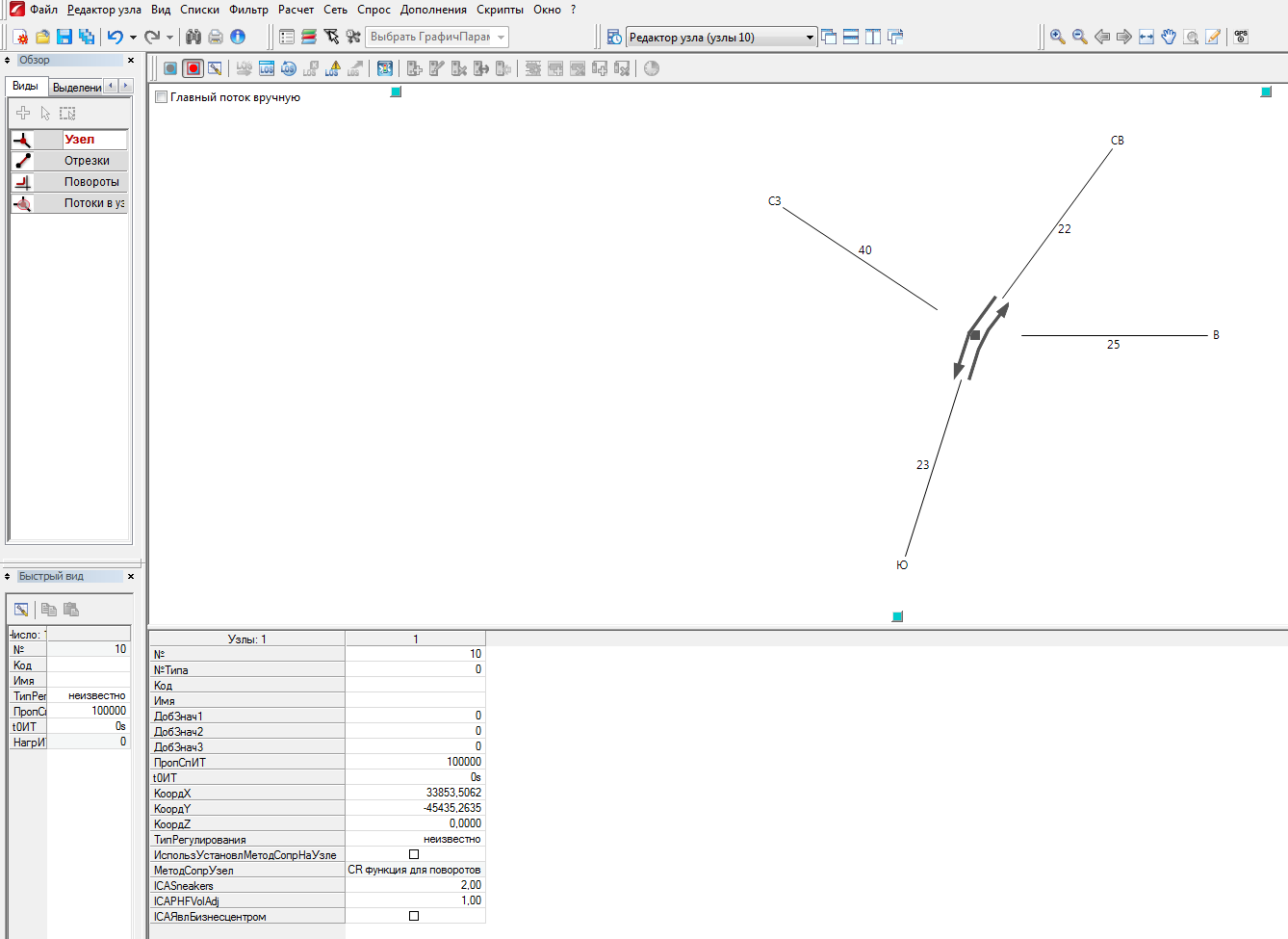


Рисунок 5 – Редактирование узла

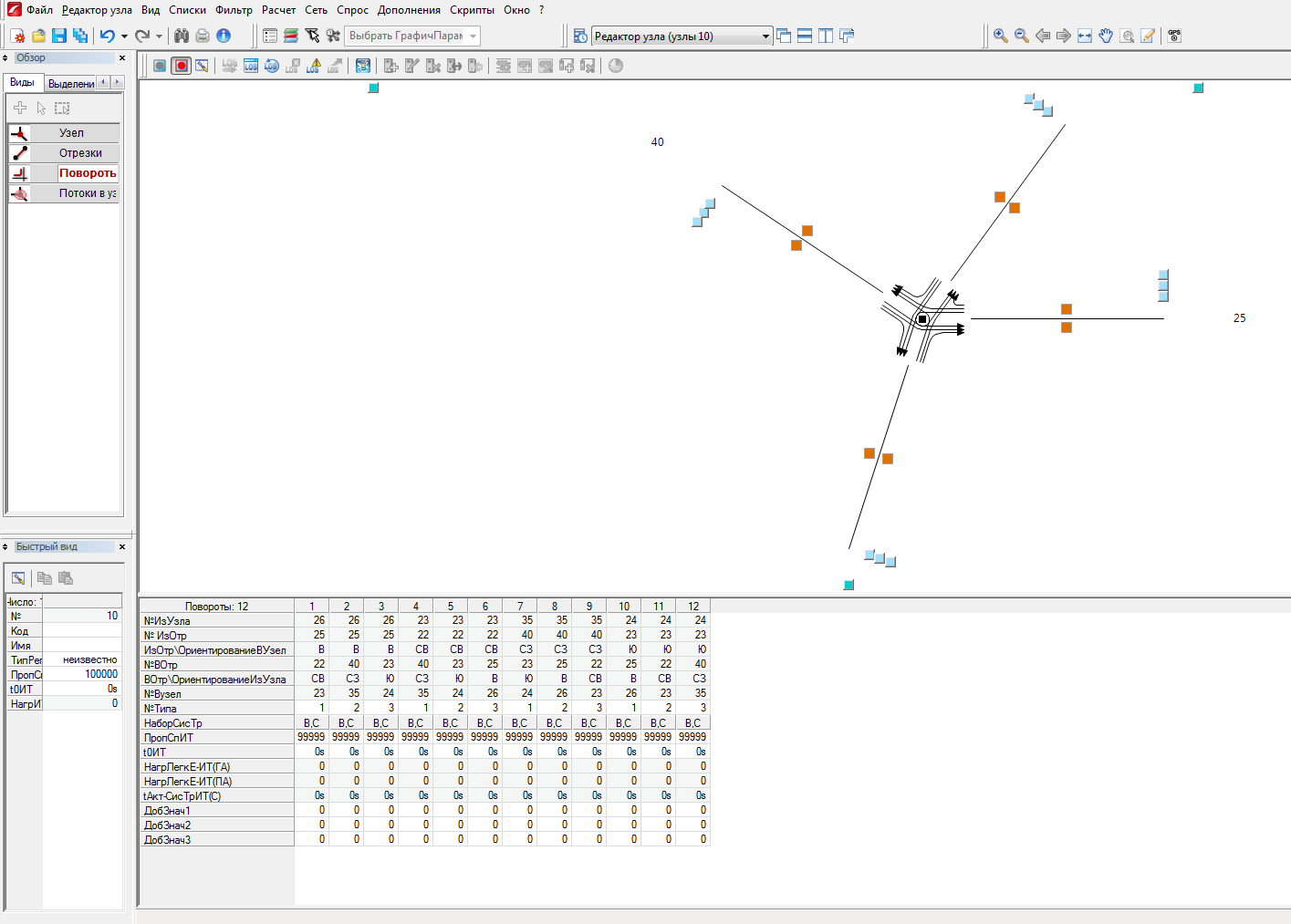


Рисунок 6 – Редактор поворотов

1.2.3 *Ввод отрезков транспортного графа*. Для описания улично-дорожной сети и соединения узлов используются отрезки транспортного графа. Для них в редакторе отрезков, изображенном на рисунке 8, были заданы следующие характеристики: длина, допустимая скорость различных видов транспорта при свободном транспортном потоке, пропускная способность, количество полос.

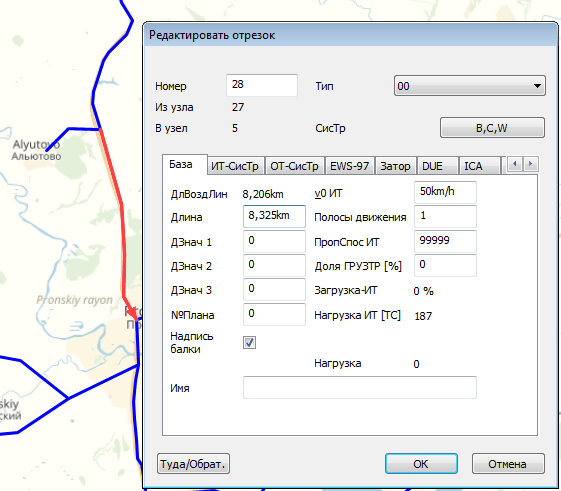


Рисунок 7 – Редактирование отрезка

Как и в случае с узлами, геометрия и расположение отрезков были получены из Яндекс.Карты. Произведена дополнительная обработка по слиянию несвязанных участков улично-дорожной сети.

Количество отрезков в модели – 74.

Результатом создания и редактирования отрезков, соединяющих узлы, является граф улично-дорожной сети, изображенный на рисунке 8.

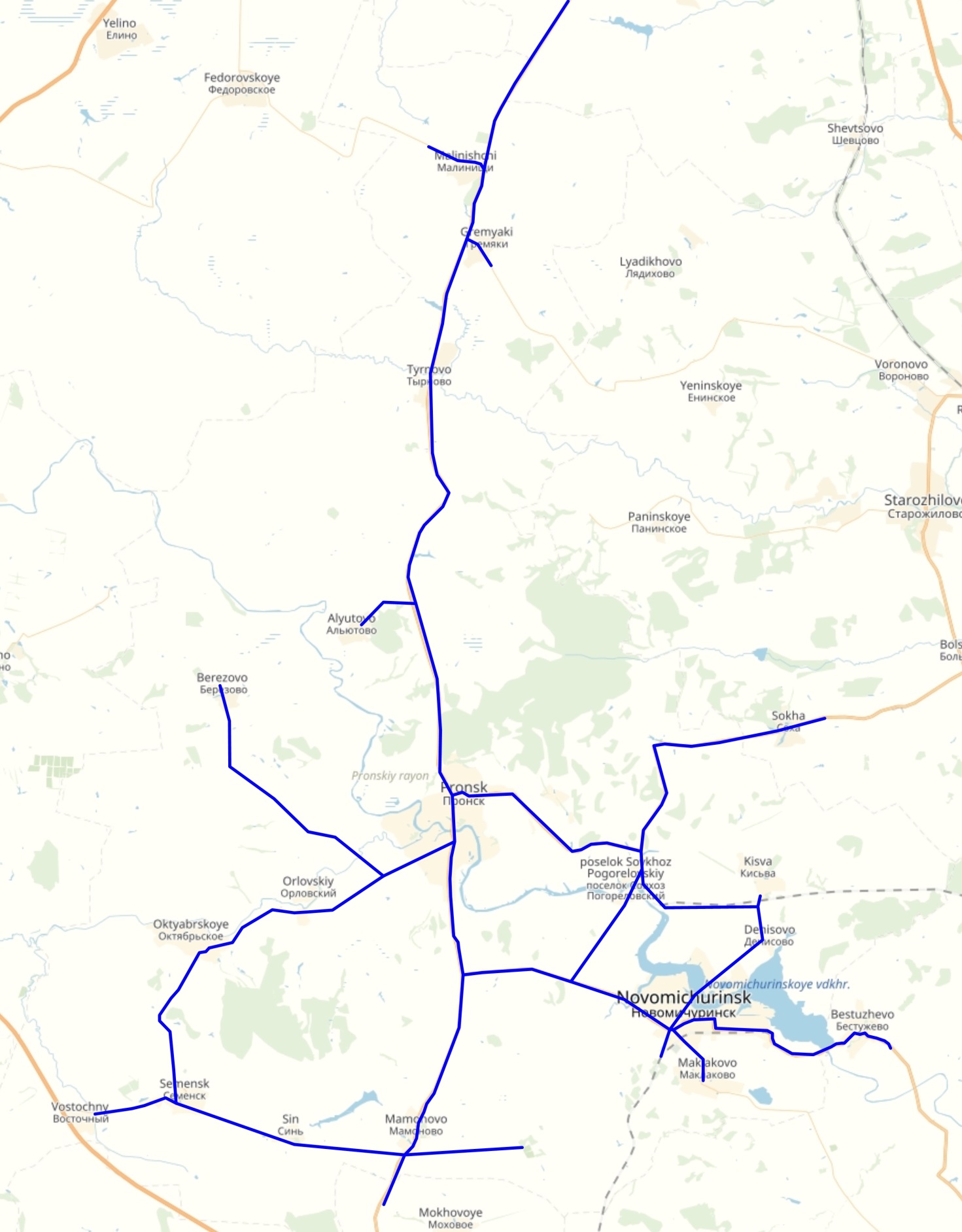


Рисунок 8 – Граф улично-дорожной сети Пронского района Рязанской области

1.2.5 *Ввод примыканий*. Для связи центров транспортных районов с УДС используются примыкания, содержащие информацию о затратах (временных или обобщенных) на доступ от центра тяжести транспортного района к системам транспорта, допущенных на примыкании. Для расстановки примыканий индивидуального транспорта использовалась информация о существующих дворовых выездах Расстановка примыканий в Пронском районе Рязанской области показана на рисунке 9. Количество примыканий в модели – 54.

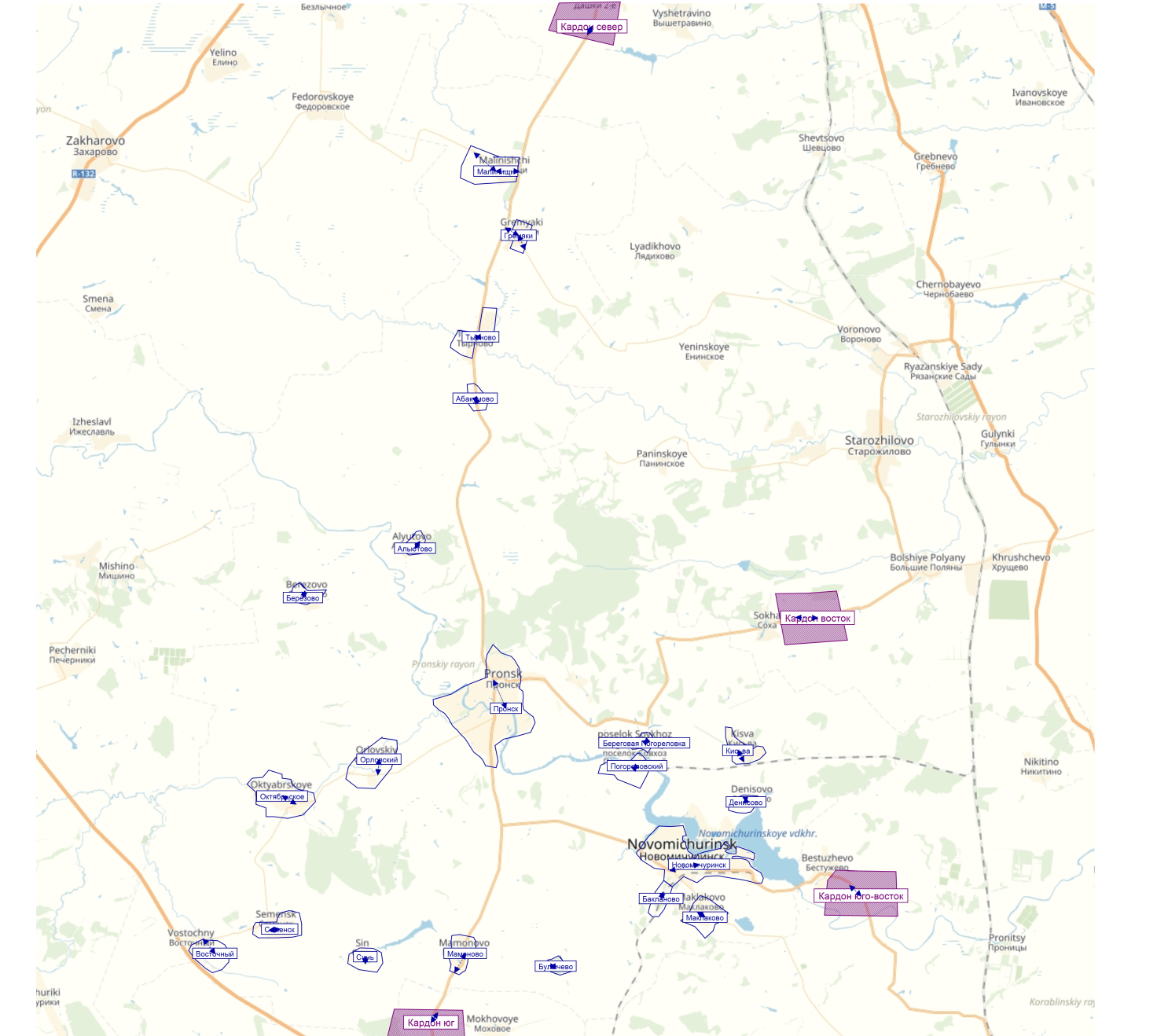


Рисунок 9 – Расстановка примыканий в центральной части города

1.2.6 *Выбор модели расчёта транспортного спроса*. 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 обычно проводится по отдельным слоям спроса. Результатом работы вычислительного алгоритма модели являются расчетные (модельные) значения интенсивности движения [1].

1.2.7 *Создание модели расчёта спроса*. Создание модели расчёта спроса (4 - х ступенчатая модель) основано на создании последовательного набора процедур, с назначением определённых параметров каждой из них, рассчитанных по результатам социологического опроса подвижности населения [4].

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

* Дом-Работа;
* Работа-Дом;

Перечисленные слои, введённые в программу, отражены на рисунке 10.

Для расчёта объёмов генерации и поглощения в расчётные процедуры добавлена процедура «Создание транспортного движения», в параметрах которой для каждого слоя спроса были заданы коэффициенты генерации для расчёта объёмов создания и притяжения и параметры нормирования в соответствии с проведённым социологическим опросом и исследованиями, проводимыми в других городах.

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 её параметрах указаны матрицы затрат и параметры функции предпочтения, находящиеся в допустимых пределах.

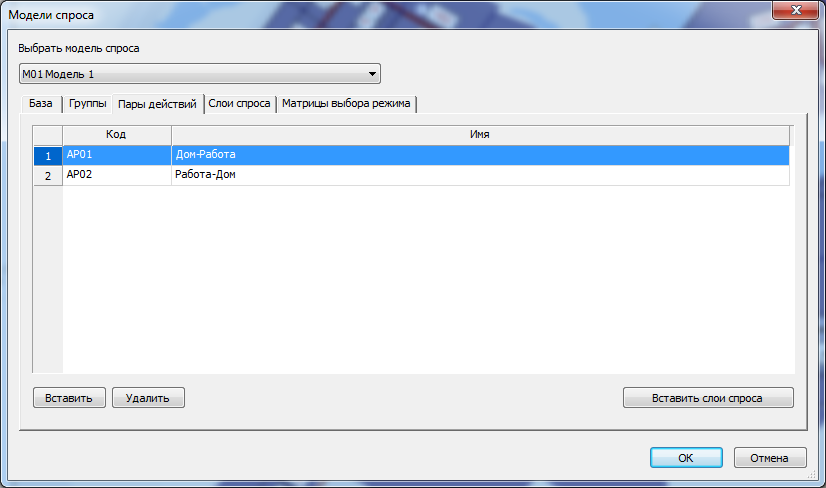


Рисунок 10 – Слои спроса

Перед распределением поездок по сети были просуммированы полученные на предыдущем шаге матрицы по слоям спроса для получения единой матрицы корреспонденций на определённом виде транспорта с помощью процедуры «Комбинация матриц и векторов», предварительно создав итоговые матрицы корреспонденций и привязав их к сегментам спроса, как показано на рисунке 11.

На рисунке 12 представлен набор параметров процедур в разрабатываемой транспортной модели, используемый при расчёте модели спроса.

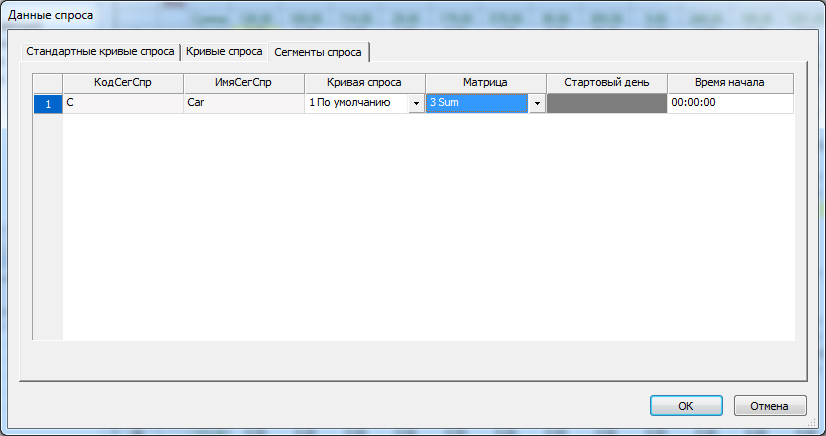


Рисунок 11 – Привязка сегментов спроса к матрицам корреспонденций

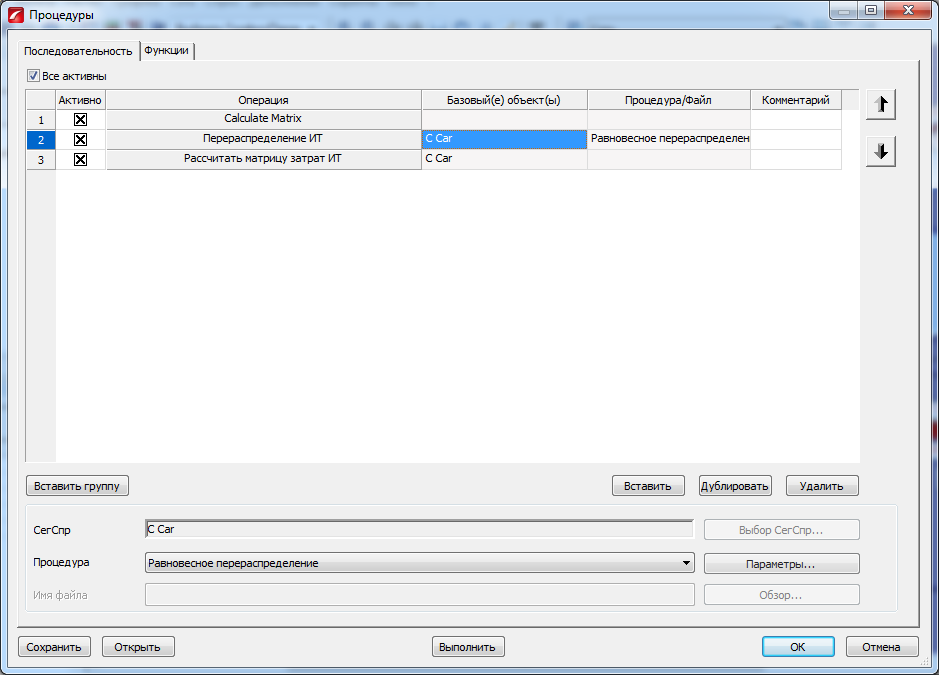


Рисунок 12 – Набор параметров последовательности процедур

## Расчёт перераспределения легкового транспорта, создание матрицы корреспонденции

После создания модели расчёта спроса производятся предварительные расчеты перераспределения на легковом транспорте. На рисунках 13 представлен данный результат.

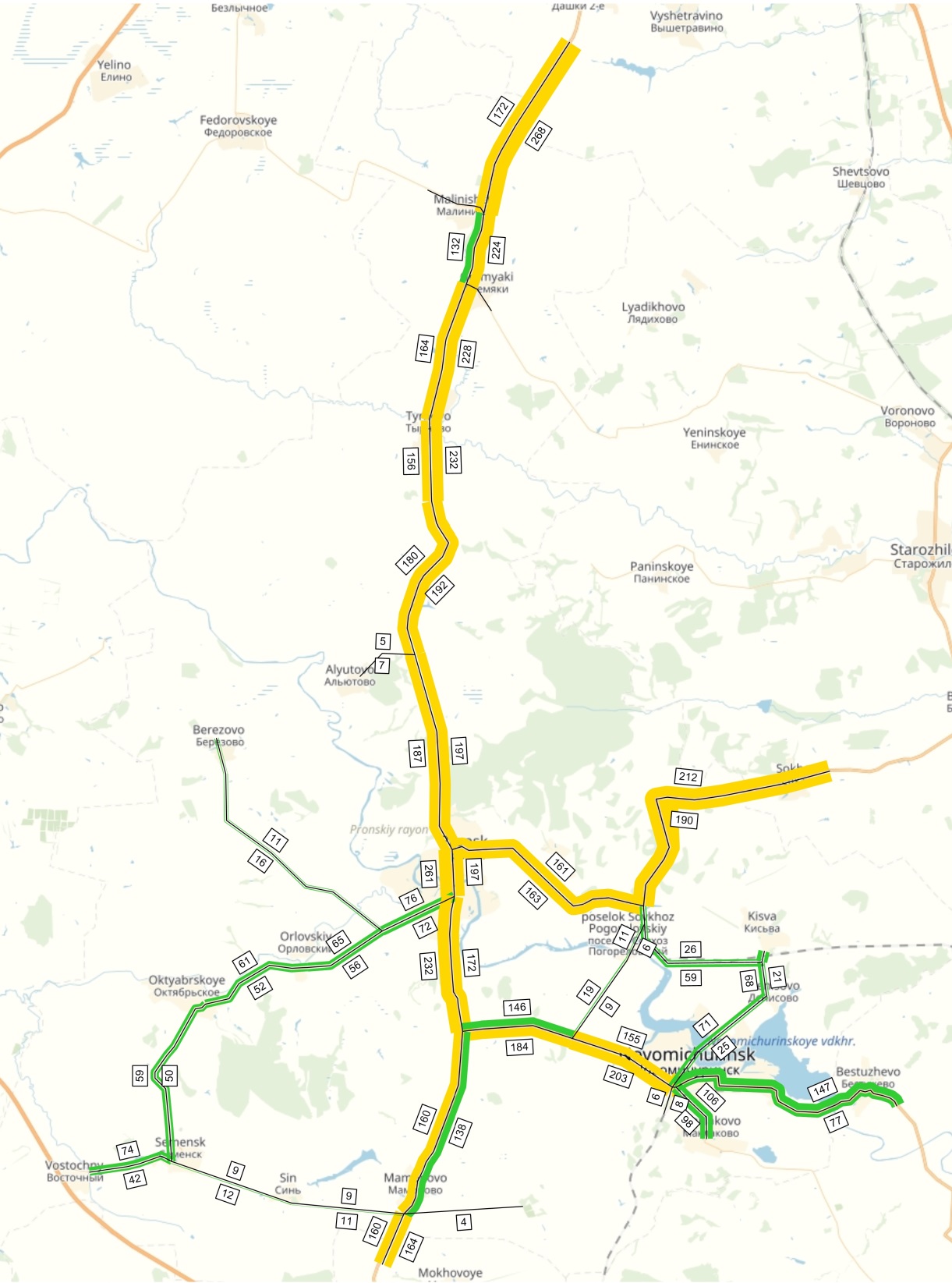


Рисунок 13 – Картограмма расчётной интенсивности движения легковых автомобилей за сутки

## Калибровка мультимодальной макромодели по интенсивности легкового потока

1.4.1 *Ввод данных об интенсивности движения транспорта*. Данные обследований интенсивности движения транспорта необходимы для проверки соответствия модельного расчета реальной ситуации на этапе калибровки модели. В модель были введены значения интенсивности движения транспорта на местах подсчета.

1.4.2 *Выбор статистических показателей для проверки адекватности модели.* После завершения первого цикла расчёта 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 расчётных значений интенсивностей из модели и данных натурных обследований.

При отклонении заранее определённых показателей от допустимой нормы проводится ряд изменений в модели с последующим перерасчётом – калибровка.

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 интенсивностей потоков, то есть модель точнее показывает поведение транспортного потока.

1.4.3 *Выбор объектов для калибровки транспортной модели*. После завершения первого цикла расчёта 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 натурных обследований расчетным значениям интенсивности. Общие параметры, используемые при калибровке транспортной модели, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объекты калибровки транспортной модели

|  |  |
| --- | --- |
| Объект калибровки | Изменение |
| Данные структуры пространственного развития (степени создания и притяжения) | Количество перемещений по слоям и сегментам спроса |
| 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 |

1.4.4 *Оценка точности модели.* После проведения калибровки произведена окончательная оценка точности модели по заранее определённым показателям. Полученные значения показателей качества модели отражают существующую ситуацию с точностью. Значения параметров качества расчёта транспортной модели приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения параметров качества транспортной модели

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр качества расчёта модели | Значение |
| Коэффициент корреляции | 0,77 |
| Средняя относительная ошибка | 33,0 % |

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

Для учета перспективного перераспределения потока легкового транспорта 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 расчётный 2018 – 2032 года учитывается следующее пункты развития:

* повышение уровня автомобилизации;
* развитие жилой застройки;
* увеличение производственных мощностей Рязанской ГРЭС;
* создание рабочих мест;
* создание инвестиционных зоны;
* Строительство и организации новых производств, сопровождающиеся увеличением новых рабочих мест;

По каждому транспортному району необходимо определить прогнозные данные социально-экономической статистики на рассматриваемые прогнозные сроки.

По аналогии с вводом данных социально-экономической статистики на этапе проведения транспортного районирования, в прогнозную модель вносится та же информация только на прогнозный период.

На рисунках 14,15 и 16 представлены картограммы расчётной интенсивности движения в сутки на расчётные 2022, 2027 и 20320 года соответственно.

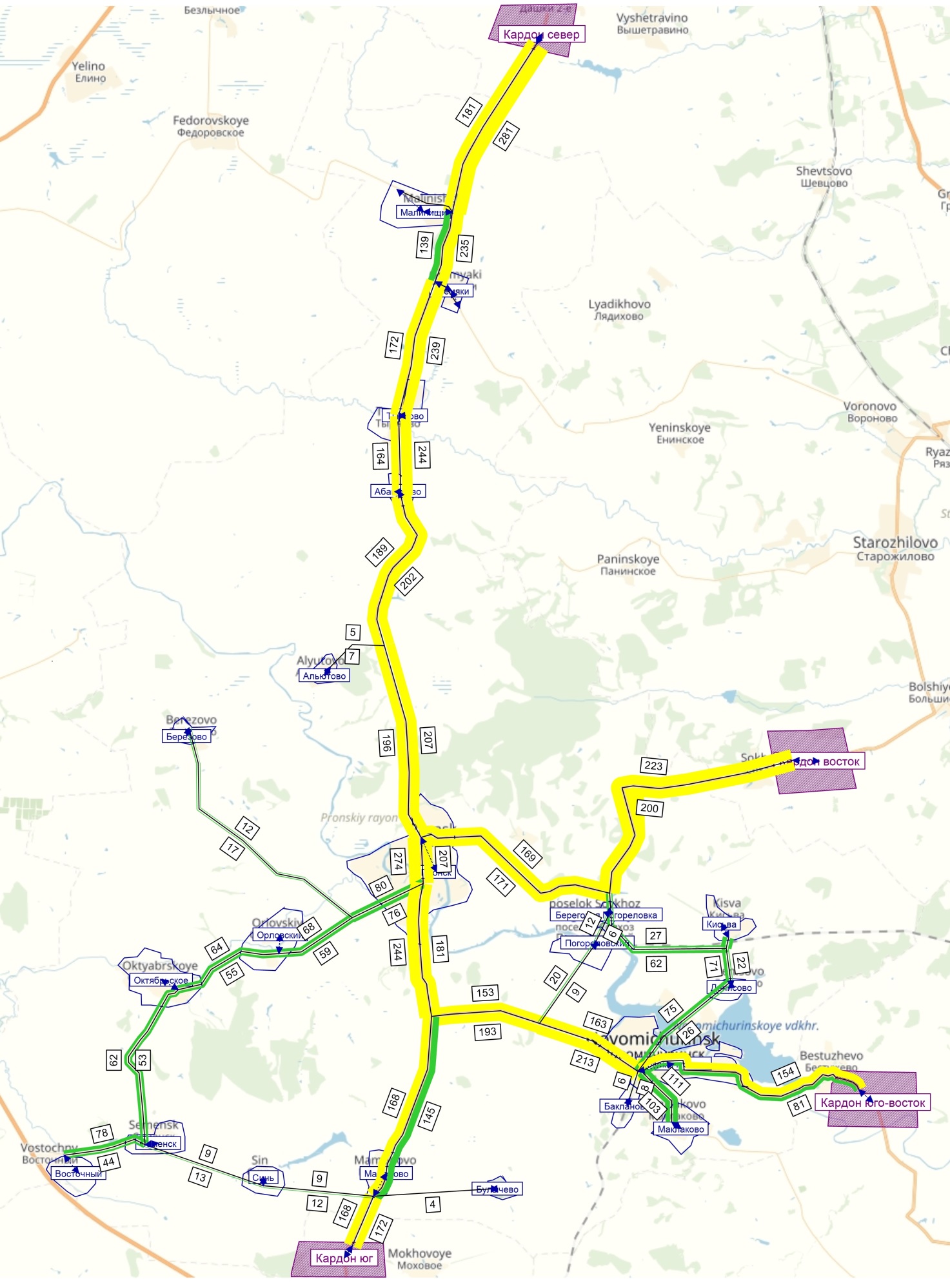


Рисунок 14 - Картограмма расчётной интенсивности суточного движения, 2022 г.

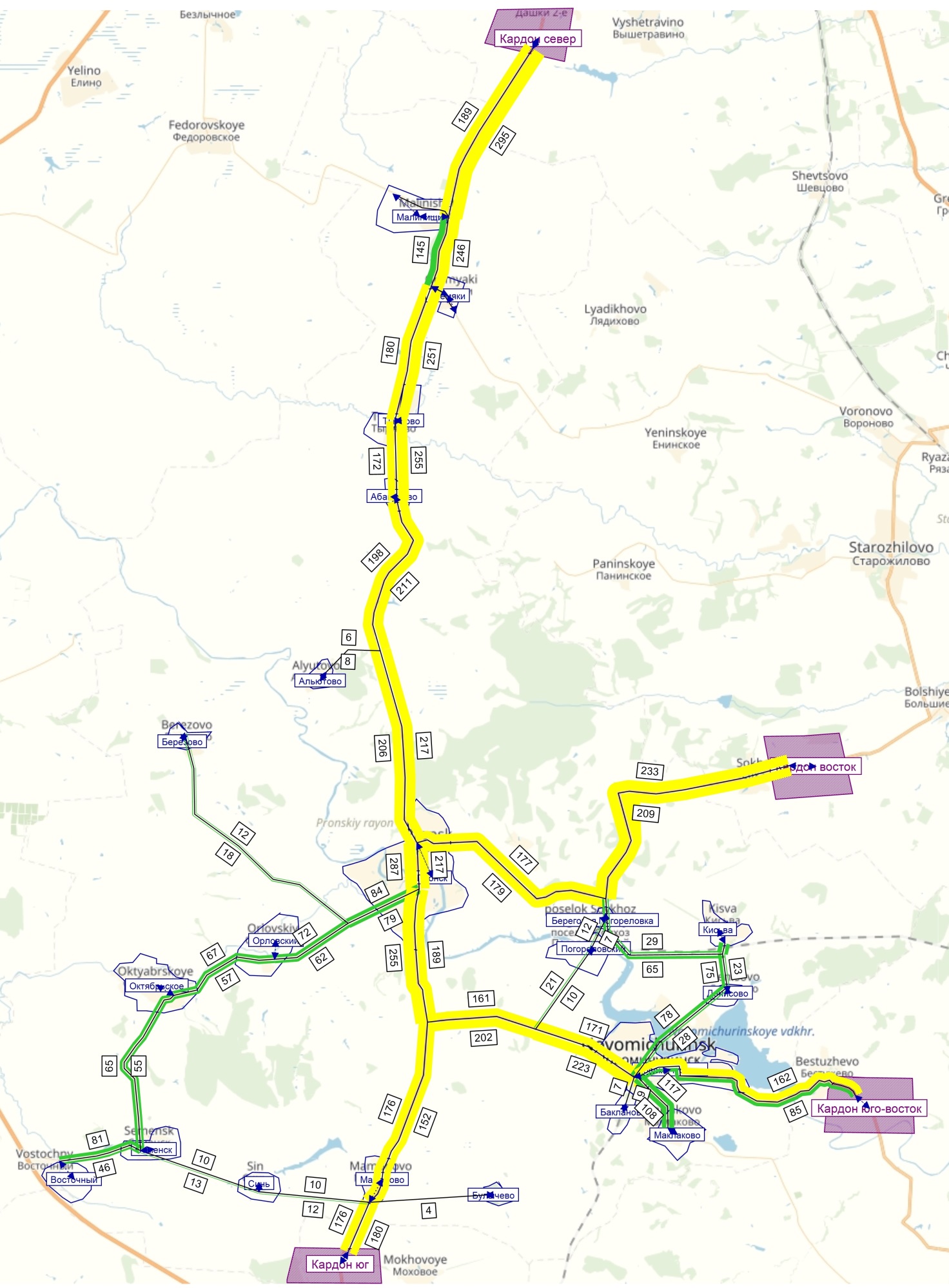


Рисунок 15 - Картограмма расчётной интенсивности суточного движения, 2027 г.

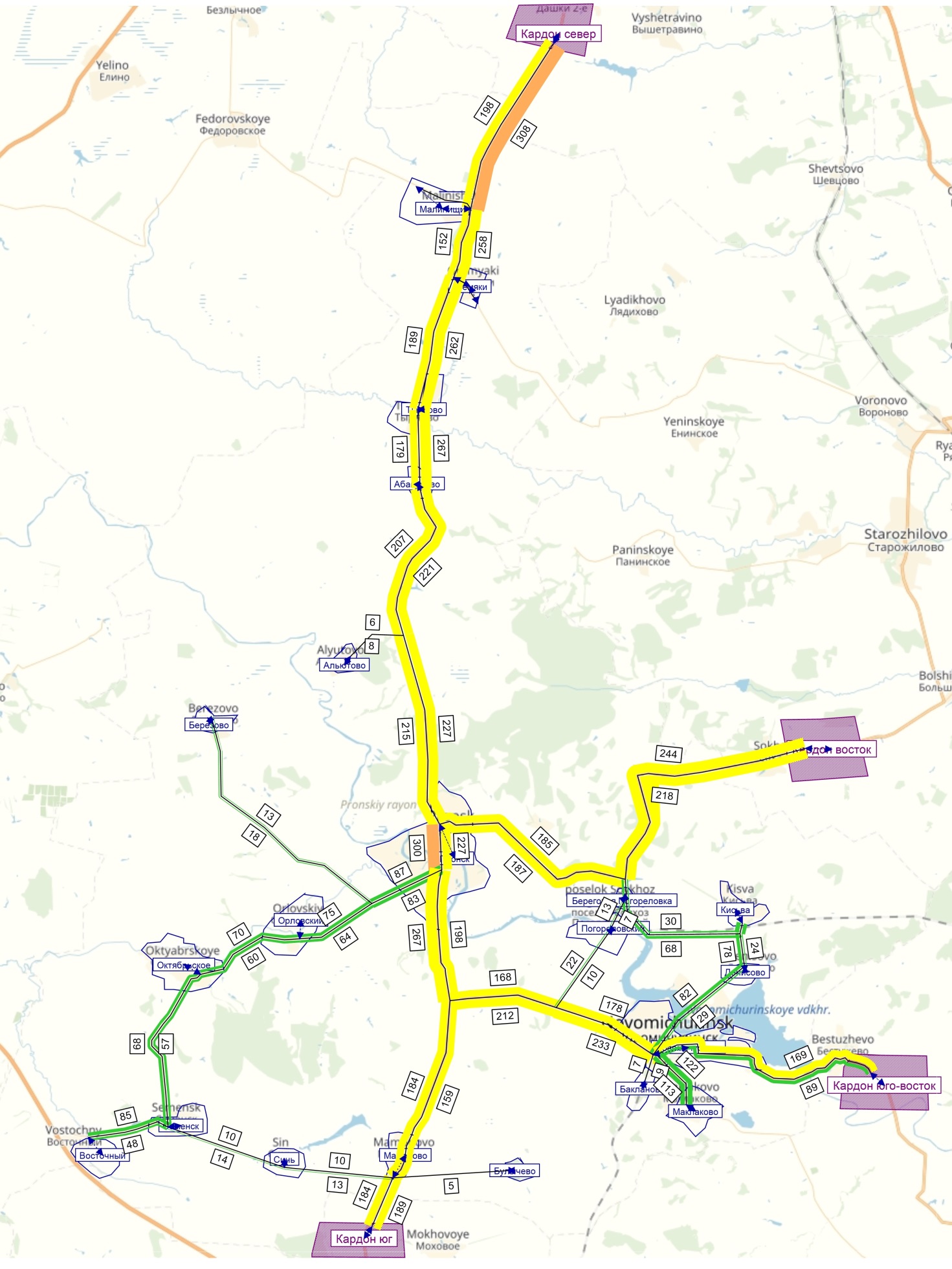


Рисунок 16 - Картограмма расчётной интенсивности суточного движения, 2032 г.

Заключение

В результате проведенного моделирования было воссоздано транспортное районирование на базе социально-экономической статистики, введены параметры улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов.

Была разработана транспортная макромодель прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития и развития транспортной инфраструктуры муниципального образования продемонстрировала рост интенсивности транспортных потоков на дорогах ввиду увеличения таких естественных статистических показателей, как численность населения и рабочих мест, а также коэффициента автомобилизации.

Список использованных источников

1. Якимов М.Р. Транспортное планирование: Создание транспортных моделей городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: Практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision® VISUM. – М.: Логос, 2014. – 200 с.
3. Горев А.Э., Бёттгер К., Прохоров А.В., Гизатуллин Р.Р Основы транспортного моделирования: Практическое пособие. – СПб.: ООО «ИПК «КОСТА», 2015. – 168 с.
4. PTV Visum 13 Руководство пользователя: PTV AG, A+S, 2014 – 890 c.