Общество с ограниченной ответственностью

«Строй Инвест Проект»

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

_____ В.В. Васютин

« » _____ 2015 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Разработка комплексной схемы организации дорожного движения на территории городского округа Фрязино Московской области

по теме:

РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ФРЯЗИНО. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ КЛЮЧЕВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

2 этап

(промежуточный)

Руководитель темы Я.В. Янко

Москва 2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы, заместитель руководителя отдела научно-исследовательских разработок	_____	Я.В. Янко
Руководитель отдела научно-исследовательских разработок	_____	О.Н. Прохорова
Ведущий инженер-проектировщик отдела автоматизированных систем управления дорожным движением	_____	А.А. Куцаев
Инженер-проектировщик отдела автоматизированных систем управления дорожным движением	_____	Н.М. Ларионов
Инженер-проектировщик отдела автоматизированных систем управления дорожным движением	_____	И.С. Богданов

2.1 Разработка транспортной модели городского округа Фрязино

2.1.1 Транспортное районирование территории городского округа Фрязино на базе социально-экономической статистики

Транспортные районы – элементарные единицы пространственной структуры области планирования. Оптимальным является районирование по функциональному признаку (например, на основе функционального зонирования согласно Генеральному плану развития города). В случае невозможности получения статистической информации при районировании по функциональному признаку допустимым является районирование на основе административно-территориального деления.

Транспортные районы выполняют в модели две основных функции:

- отражают структуру распределения функционально-пространственного потенциала области моделирования.
- формируют основу агрегированного описания состояния транспортной системы области моделирования.

Городской округ Фрязино был разделен на 19 транспортных районов. Критерием для обозначения границ транспортных районов было наличие искусственных и естественных преград, таких как железнодорожные пути, реки, овраги, парки и полосы зеленых насаждений. Жилые районы делились по принципу принадлежности к крупным кварталам и жилым массивам, имеющим несколько общих въездов/выездов. Промышленные зоны и территории предприятий группировали по наличию общих въездов/выездов, парковок и мест доступа. На рисунке 2.1 представлено транспортное районирование г.о. Фрязино.

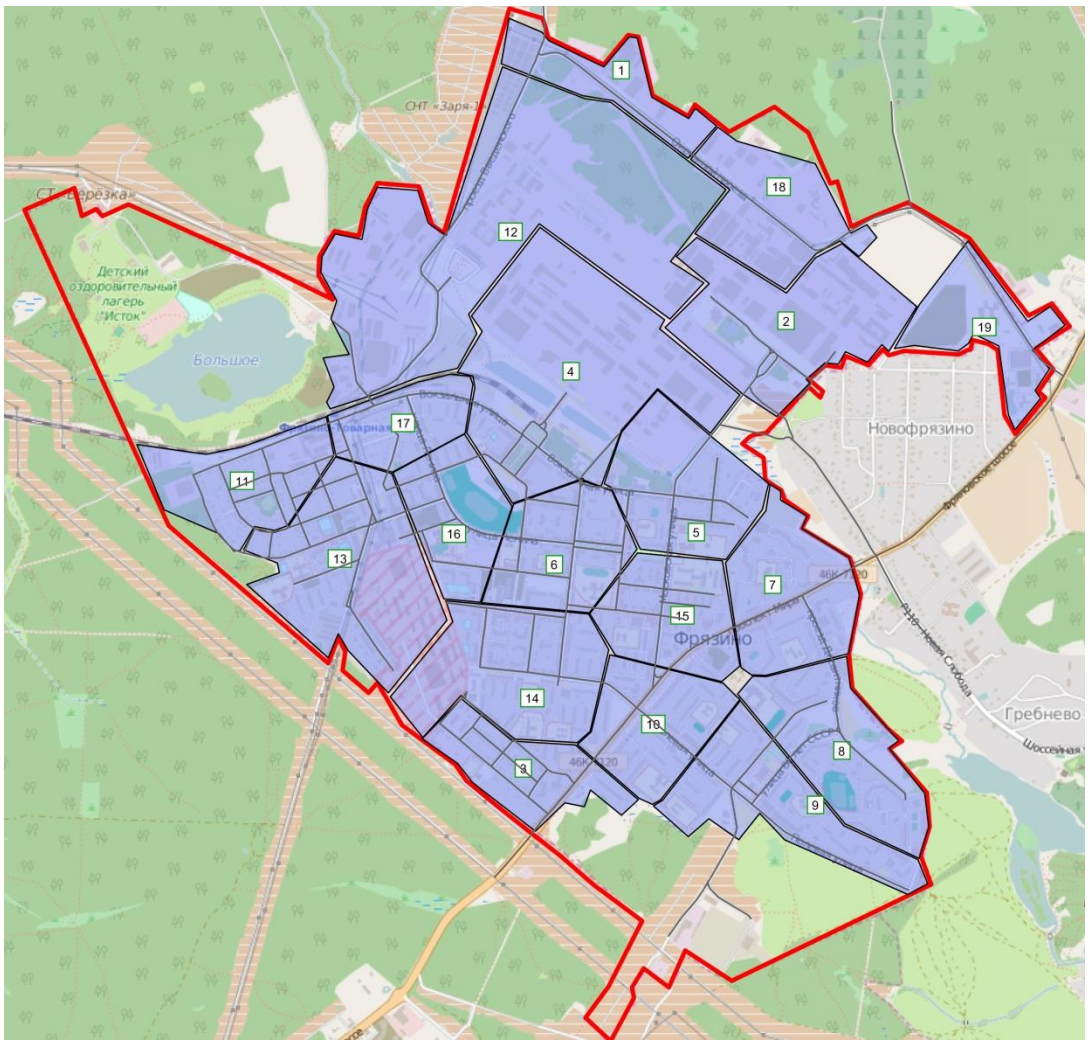


Рисунок 2.1 – Транспортное районирование городского округа Фрязино

Для каждого транспортного района использовались следующие данные:

- численность населения;
- численность работающего населения;
- численность пенсионеров;
- численность школьников;
- численность рабочих мест;
- численность студентов.

Данные социально-экономической статистики по транспортным районам получены на основе исходных данных, полученных от Заказчика и собранных на первом этапе работы (этап 1). Полученные данные были проанализированы, введены в модель и откалиброваны при первичной калибровке модели.

Помимо транспортных районов в модель вносили кордонные районы.

Кордонные районы – транспортные районы, генерирующие/поглощающие транзитный поток относительно рассматриваемой зоны моделирования.

Расположение кордонных транспортных районов было определено исходя из наличия наиболее высокоинтенсивных вылетных автомобильных дорог (относительно рассматриваемой зоны моделирования).

Схема размещения кордонных районов представлена на рисунке 2.2

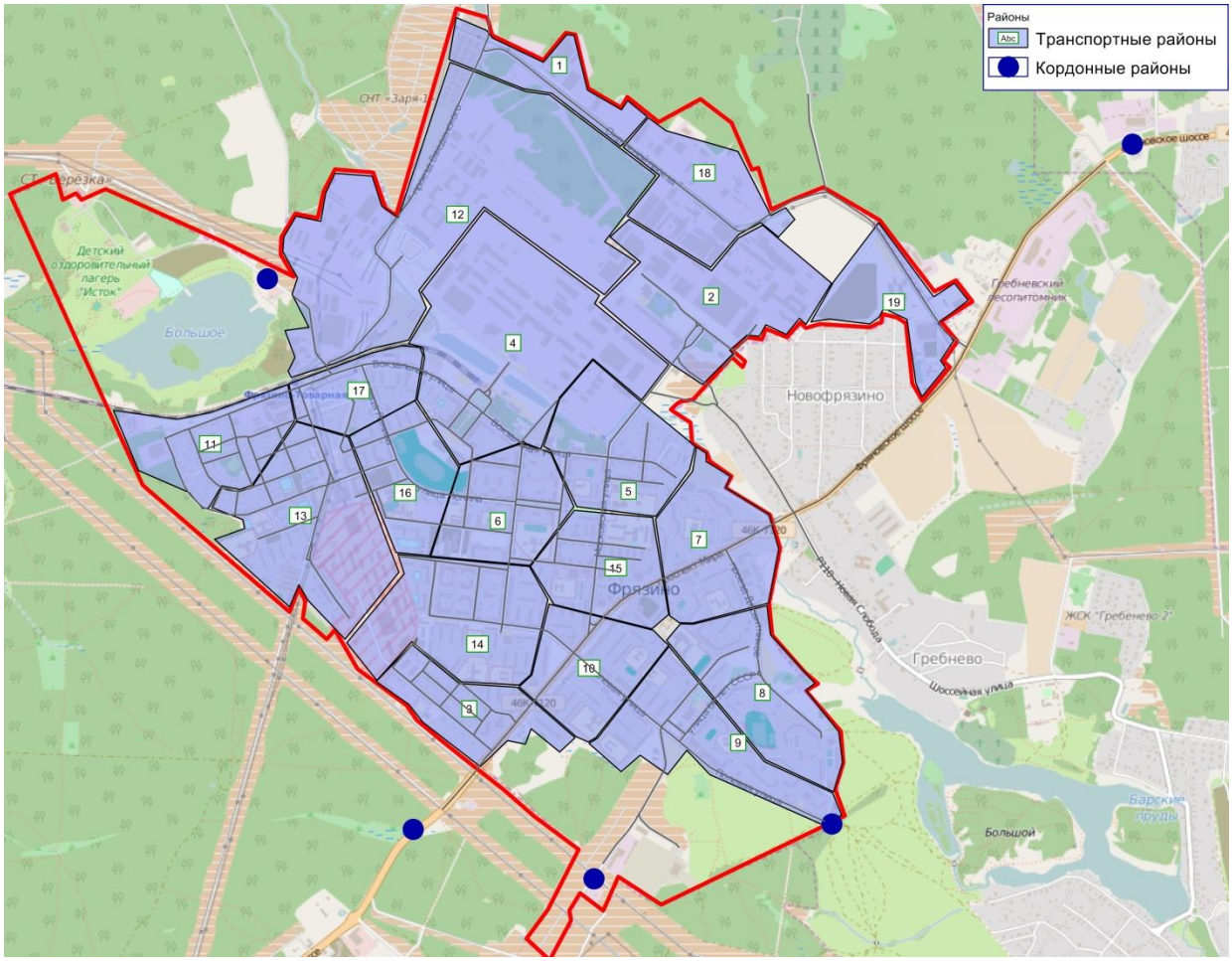


Рисунок 2.2 – Схема размещения кордонных районов

2.1.2 Создание модели: ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов, маршрутной сети, остановок и интервалов движения городского пассажирского транспорта

2.1.2.1 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

Улично-дорожная сеть г.о. Фрязино, сформированная на основе геоинформационных данных, а также данных натурного обследования, показана на рисунке 2.3.

Рисунок 2.3 – Модель УДС городского округа Фрязино в программном продукте PTV Vision® VISUM

Для приведения данных к необходимому формату для импорта была проведена дополнительная обработка: слияние несвязанных участков УДС, детализация неразделенных участков. В узлах (перекрестках) были заданы разрешенные повороты для различных систем транспорта.

В модели для направленных отрезков, с помощью которых отображается часть дороги с движением в одну сторону, были заданы следующие атрибуты:

- длина (км);
- максимальная допустимая скорость (км/ч);
- пропускная способность (авт./ч);
- количество полос движения в каждом направлении;
- категория дороги/улицы.

Оцифровка сети осуществлялась на следующих объектах УДС:

отрезок – объект модели транспортного предложения, являющийся модельным образом элементарного участка а/д, ж/д и т.д. Каждый отрезок характеризуется рядом геометрических параметров (длина, количество полос для движения ТС, кривизна и др.) и динамических параметров (максимальная разрешенная скорость, пропускная способность), а также списком систем транспорта, для движения которых открыт данный отрезок;

узел – объект модели транспортного предложения, являющийся модельным образом перекрестка, развязки, примыкания а/д, стыковки ж/д и т.д. Отрезки в транспортной модели всегда начинаются и заканчиваются в узлах. В узлах учитываются разрешенные/запрещенные повороты для любого вида транспорта, при наличии светофорного регулирования – длительность разрешенных сигналов, задержка на совершение маневра и др.

В разработанной транспортной модели для более точного и детального описания характеристик а/д каждая категория подразделяется на несколько подкатегорий.

Отличительными признаками данных подкатегорий являются атрибуты дорог – разрешенная скорость, пропускная способность и количество полос для каждого направления.

Транспортная сеть УДС представлена в виде ориентированного графа со следующими геометрическими и техническими параметрами:

- геометрия трассы дороги (пространственное положение и конфигурация изображения автодороги, максимально приближенные к реальному пространственному положению и параметрам плана дороги);
- расположение перекрестков, пересечений, примыканий в виде точечных объектов;
- конфигурация съездов транспортных развязок;
- длина элемента УДС;
- категория автодороги;
- количество полос движения в каждом направлении;
- расчетная и разрешенная скорости движения по участку сети;

- пропускная способность каждого направления перегона улицы или дороги;
- запреты движения по элементу УДС;
- разрешенные направления движения на перекрестках, примыканиях, пересечениях;
- ранг автомобильной дороги (привлекательность для пользователя).

Данный набор параметров дороги достаточно полно описывает все основные составляющие, оказывающие существенное влияние на динамику ТП, движущихся по автомобильной дороге или улице, накладывает все основные ограничения при распределении ТП по УДС.

В разработанной транспортной сети подробно описана ОДД на каждом отрезке – наличие одностороннего движения, запрет для движения грузовых машин разного типа, ОДД на перекрестках. Для каждой транспортной развязки, представляемой узлом в разрабатываемом графе транспортной сети, заданы следующие параметры:

- разрешенные/запрещенные маневры;
- пропускная способность в каждом направлении с учетом количества полос движения;
- допустимые виды транспорта.

Ниже на рисунках представлен элемент транспортного графа с учитываемыми данными по ОДД.

На рисунке 2.4 представлены атрибуты отрезка.

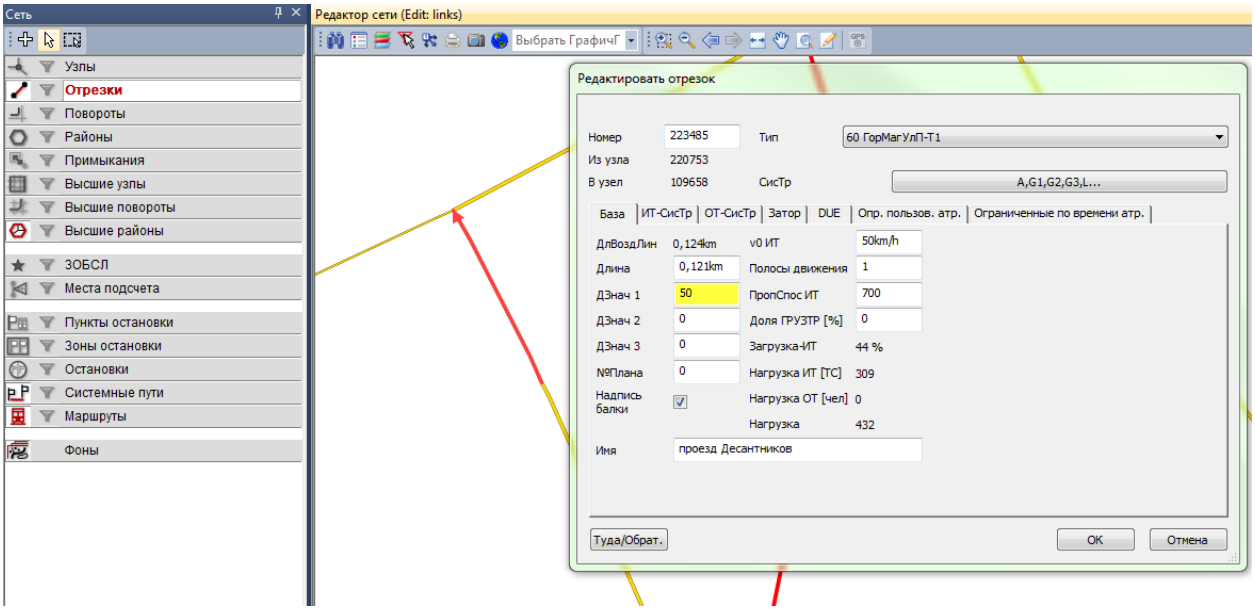
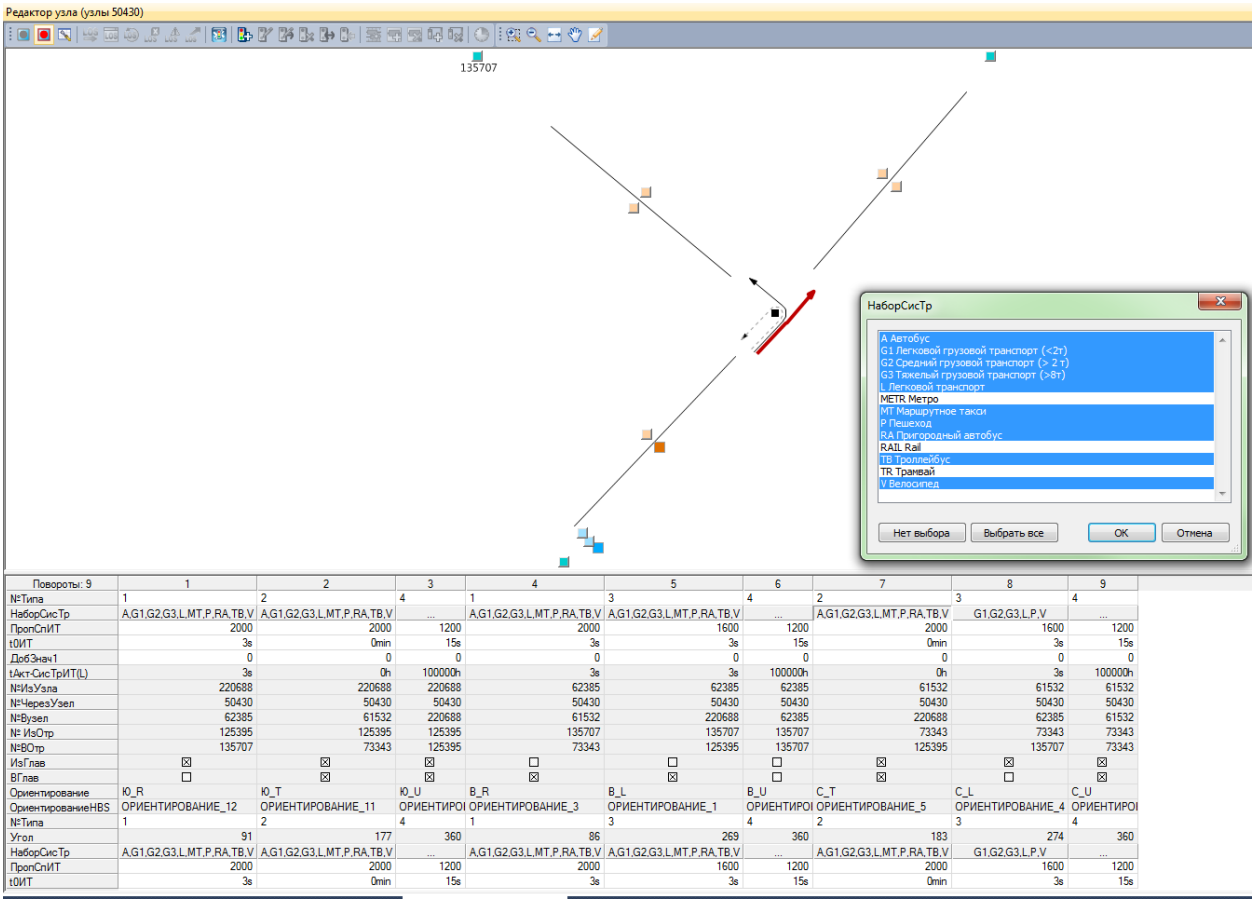


Рисунок 2.4 – Атрибуты отрезка

На рисунке 2.5 показаны основные атрибуты (характеристики) узла. В данном случае, маневр, выделенный красным цветом, является разрешенным для определенного

вида транспорта, а маневр, выделенный пунктиром, – запрещен для всех видов транспорта.



Повороты: 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№Типа	1	2	4	1	3	4	2	3	4
НаборСисТр	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	...	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	...	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	G1,G2,G3,L,P,V	...
ПропСпИТ	2000	2000	1200	2000	1600	1200	2000	1600	1200
t0ИТ	3s	0min	15s	3s	3s	15s	0min	3s	15s
ДобЗнач1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tАкт-СисТрИТ(L)	3s	0h	100000h	3s	3s	100000h	0h	3s	100000h
№ИзУзла	220688	220688	220688	62385	62385	62385	61532	61532	61532
№ЧерезУзел	50430	50430	50430	50430	50430	50430	50430	50430	50430
№Вузел	62385	61532	220688	61532	220688	62385	220688	62385	61532
№ ИзОтр	125395	125395	125395	135707	135707	135707	73343	73343	73343
№ВОтр	135707	73343	125395	73343	125395	135707	125395	135707	73343
ИзГлав	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☒
ВГлав	☐	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☐	☒
Ориентирование	Ю_R	Ю_T	Ю_U	B_R	B_L	B_U	C_T	C_L	C_U
ОриентированиеHBS	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_12	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_11	ОРИЕНТИРОВ	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_3	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_1	ОРИЕНТИРОВ	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_5	ОРИЕНТИРОВАНИЕ_4	ОРИЕНТИРОВ
№Типа	1	2	4	1	3	4	2	3	4
Угол	91	177	360	86	269	360	183	274	360
НаборСисТр	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	...	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	...	A,G1,G2,G3,L,MT,P,RA,TB,V	G1,G2,G3,L,P,V	...
ПропСпИТ	2000	2000	1200	2000	1600	1200	2000	1600	1200
t0ИТ	3s	0min	15s	3s	3s	15s	0min	3s	15s

Рисунок 2.5 – Атрибуты узлов

В разработанной транспортной модели на каждом пересечении/примыкании учитываются следующие характеристики:

- режим регулирования перекрестка (регулируемый, нерегулируемый);
- пропускная способность перекрестка или поворота;
- базовые задержки при проезде перекрестка или поворота.

Помимо базовых задержек при проезде перекрестков в модель также вносились параметры регулирования каждого СО. Схема расположения СО на УДС г.о. Фрязино представлена на рисунке 2.6.

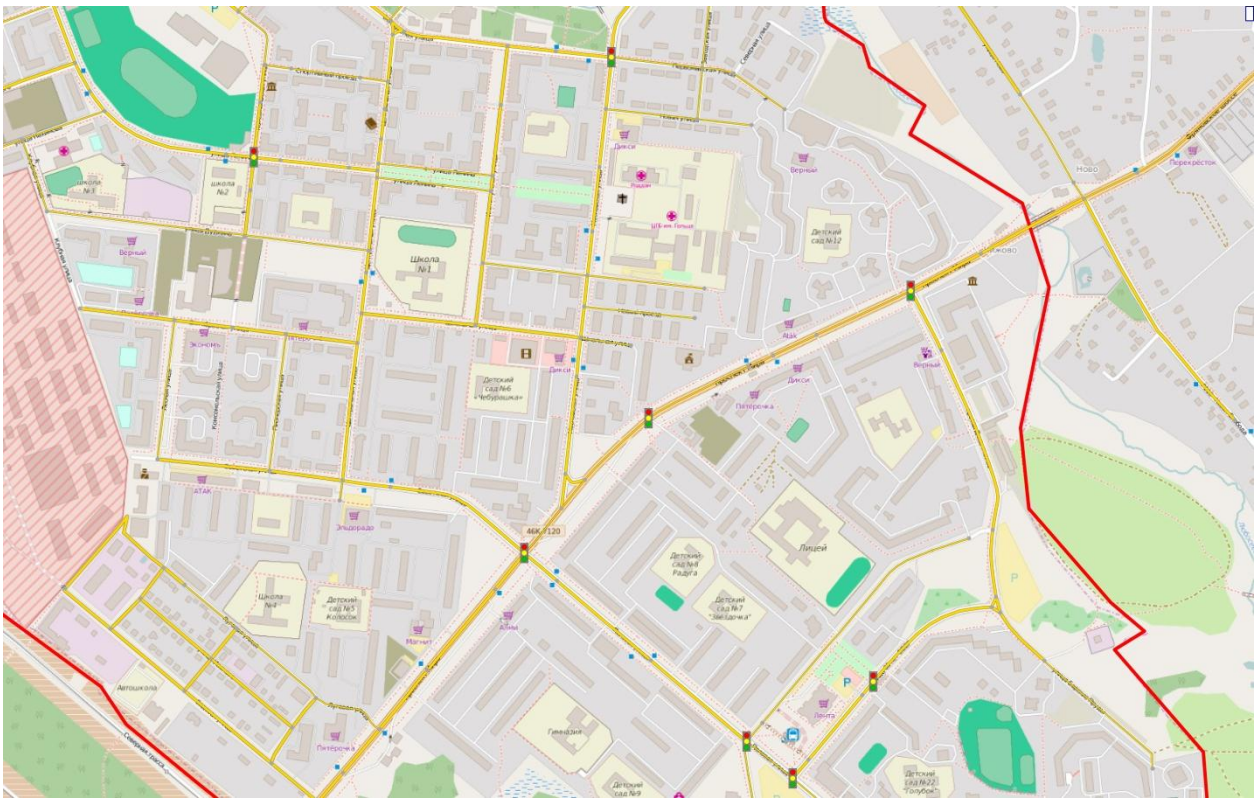


Рисунок 2.6 – Схема расположения СО на УДС г.о. Фрязино

2.1.2.2 Ввод маршрутной сети, остановок и интервалов движения пассажирского транспорта

В качестве основы графа для ввода маршрутной сети в модель выступала сеть, сформированная на этапе ввода параметров УДС. На первом этапе в модель вводились о.п. общественного транспорта.

Методика внесения в модель о.п. предполагает следующую иерархию: остановка – зона остановки – пункт остановки. Каждый из элементов данной иерархии является отдельным объектом сети. Остановка – наибольшая единица в этой иерархии, общий ТПУ, внутри которого происходит пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой. Зона остановки – это остановочный павильон, внутри которого происходит пересадка между конкретными о.п. без временных потерь. Пункт остановки – конкретное место высадки/посадки пассажиров. Каждый «Пункт остановки» привязан к определенной «Зоне остановки». Каждая «Зона остановки» привязана к «Остановке».

В качестве примера рассмотрим остановку «Чижово» (рисунок 2.7).

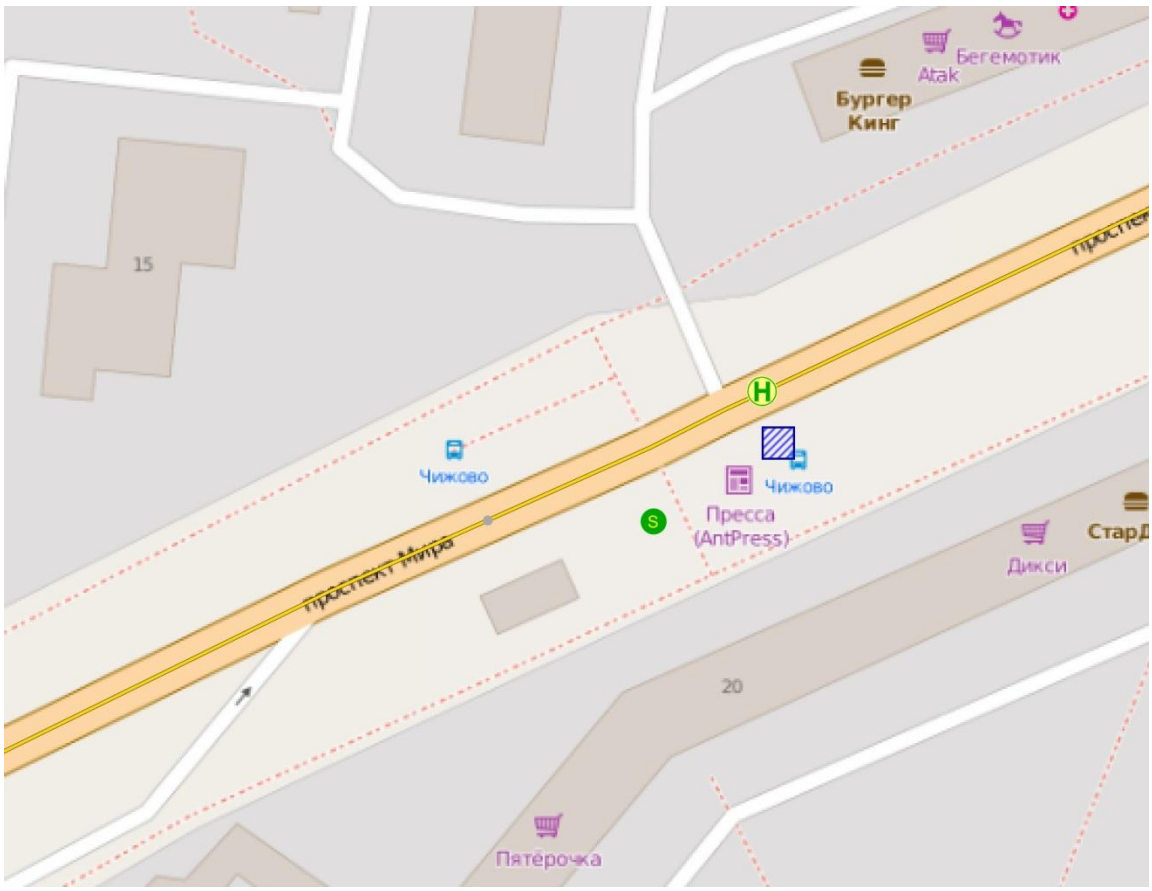


Рисунок 2.7 – Структура остановки общественного транспорта в модели

На рисунке видно, что имеется одна остановка, в неё включена зона остановки, к которой прикреплен пункт остановки. Таким образом, несмотря на то что, остановка, пункт остановки и зона остановки являются отдельными объектами сети, между ними имеется иерархическая связь. Такой метод внесения в модель остановок общественного транспорта позволяет обеспечить возможность пересадки между различными маршрутами, различных видов транспорта, а также задавать время, затрачиваемое пешеходами на пересадку. На рисунке 2.8 представлены о.п. общественного транспорта в модели.

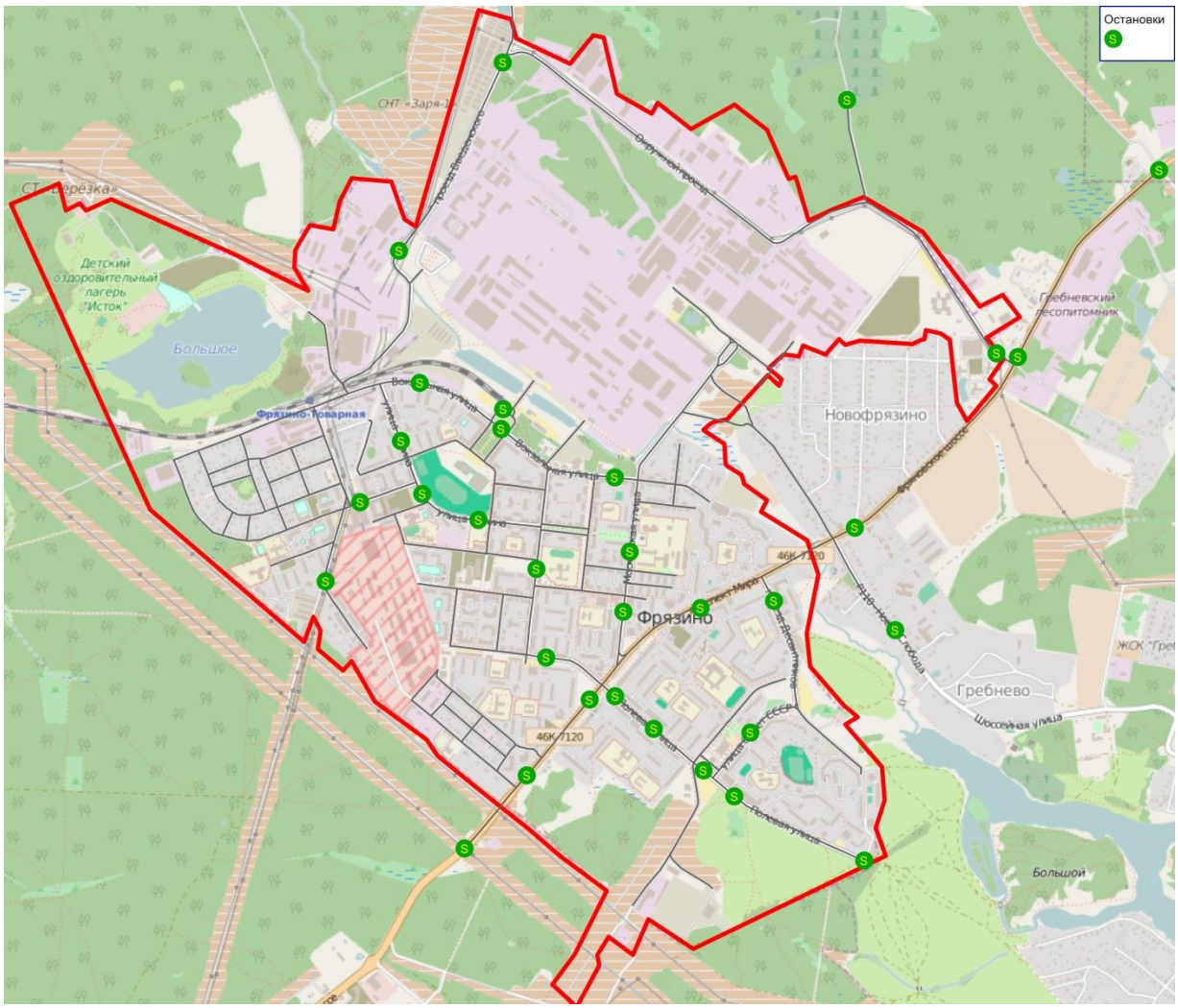


Рисунок 2.8 – Остановочные пункты общественного транспорта в модели

После внесения в модель о.п., была введена сеть маршрутов общественного транспорта. Схема маршрутной сети представлена на рисунке 2.9.

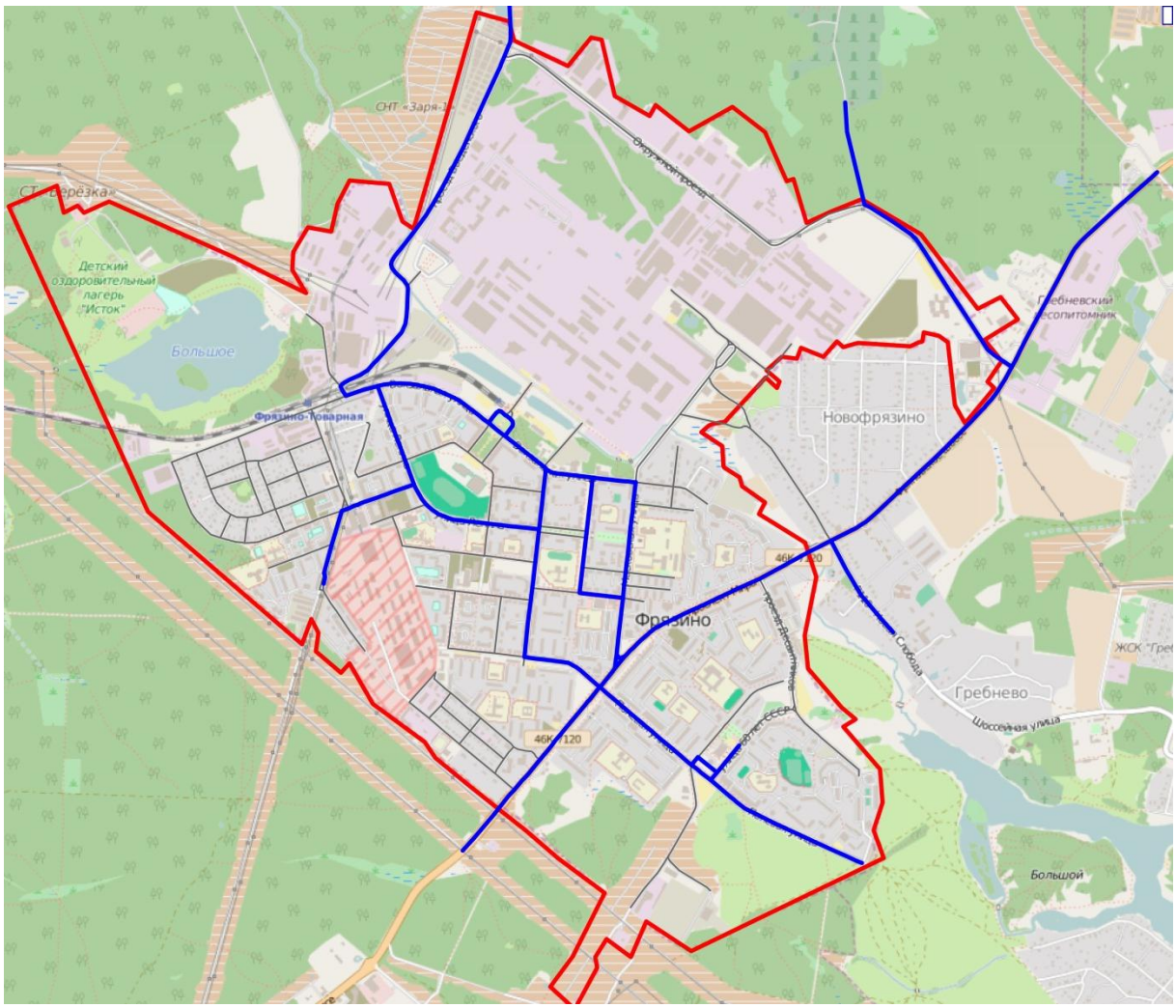


Рисунок 2.9 – Схема маршрутной сети

В модели маршруты делятся на варианты маршрута, как правило, это прямое и обратное направления. По каждому такому маршруту задана следующая информация:

- геометрия прохождения маршрута;
- наименование маршрута;
- длина маршрута;
- о.п. (в т.ч. и время остановки) на маршруте;
- интервалы движения.

Пример отображения маршрута, а также информация по нему, внесенная в модель, представлена на рисунке 2.10.

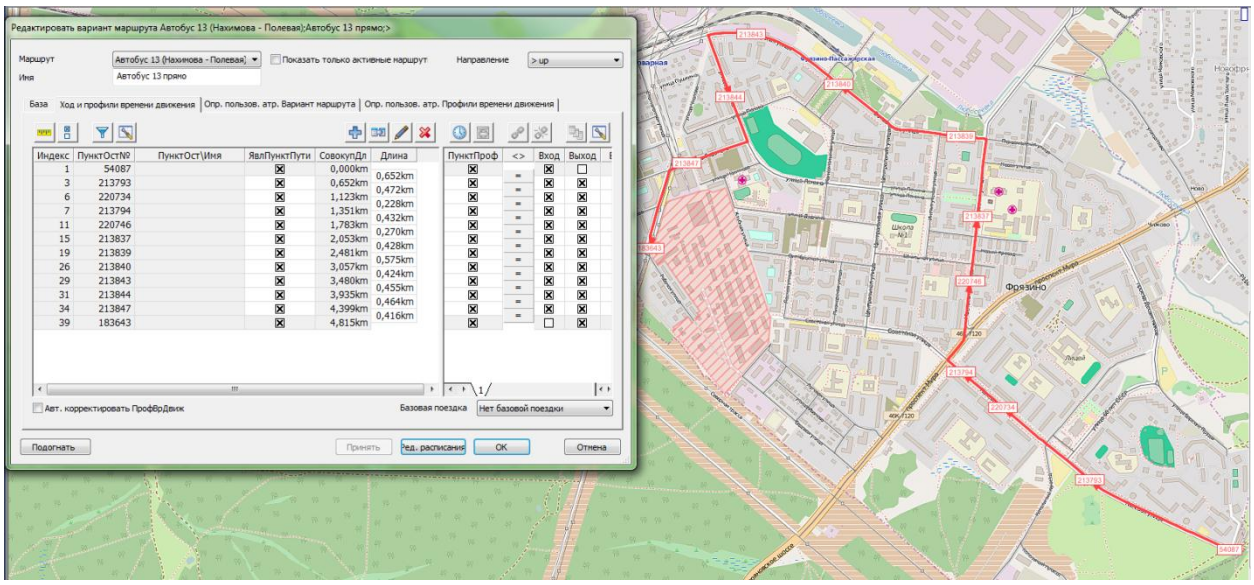


Рисунок 2.10 – Маршрут общественного транспорта в модели

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

2.1.3.1 Описание программного комплекса PTV Vision VISUM, используемого для разработки транспортной модели

Транспортная модель разрабатывалась с использованием базовых принципов и методологии, изложенных [17 – 22].

Транспортная модель г.о. Фрязино разрабатывалась в среде современного программного комплекса транспортного планирования PTV Vision® VISUM, который сертифицирован в России на соответствие требованиям нормативных документов для расчета интенсивности движения и пассажиропотоков.

PTV Vision® – промышленный стандарт транспортного планирования в 75 странах мира. Основные области применения: транспортное планирование городов и регионов, оптимизация работы пассажирского транспорта, обоснование инвестиций, прогнозирование интенсивности движения на платных автодорогах.

В программном продукте PTV Vision® VISUM осуществляется моделирование на макроуровне. PTV Vision® VISUM представляет собой современную информационно-аналитическую систему поддержки принятия решений, которая позволяет осуществлять стратегическое и оперативное транспортное планирование, прогнозирование интенсивностей движения, обоснование инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры, оптимизацию транспортных систем городов и регионов, а также систематизацию, хранение и визуализацию транспортных данных.

Программный комплекс PTV Vision® VISUM интегрирует всех участников движения (легковой и грузовой транспорт, пассажирский транспорт, велосипедисты, пассажиры, пешеходы и пр.) в единую математическую транспортную модель.

PTV Vision® VISUM объединяет данные геоинформационных систем, данные о транспортном обеспечении в единую базу данных с несколькими уровнями.

2.1.3.2 Четырехшаговая модель расчета транспортного спроса

При разработке транспортной модели была использована стандартная четырёхшаговая модель расчета транспортного спроса. Преимущества использования именно этой модели связаны с тем, что она достаточно точно описывает 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 сценариев в единицу времени. Расчет обычно проводится по отдельным слоям спроса. Результатом работы вычислительного алгоритма модели являются расчетные (модельные) значения интенсивности движения.

Стандартная четырехшаговая модель состоит из следующих этапов:

Этап 1 – Модель создания (генерации) транспортного движения

На данном этапе рассчитываются объемы движения из источника и объемы движения в цель для всех транспортных районов, детализированные по слоям спроса. Результатами расчета являются итоговые строки и столбцы матриц корреспонденций;

Этап 2 – Модель распределения транспортного движения по районам

На этапе распределения транспортного движения по районам рассчитываются объемы ТП между всеми транспортными районами, детализированные по слоям спроса, но без детализации по видам транспорта. Результатами расчета являются элементы матриц корреспонденций;

Этап 3 – Модель выбора транспорта

На этапе выбора транспорта рассчитываются матрицы корреспонденций, каждая из которых соответствует поездкам с использованием определенного вида транспорта;

Этап 4 – Модель перераспределения (выбора пути)

Расчет перераспределения, дифференцированный по видам транспорта, позволяет получить модельные значения интенсивности ТП. Этап перераспределения является завершающим в цикле расчёта спроса.

2.1.3.3 Расчет с помощью разработанной модели спроса данных об источнике, цели, количестве желаемых поездок

На основе данных социально-экономической статистики для каждого транспортного района определены численности различных слоев спроса (население, работающее население, учащиеся), а также введены данные о соответствующих этим слоям спроса объектах притяжения (рабочие места, численность учащихся).

Известно, что одни показатели статистики в транспортных районах создают движение, а другие его поглощают. Так показатель «рабочие места» создает движение трудовых корреспонденций, а показатель «работающее население» является фактором притяжения.

Была найдена доля людей данного слоя спроса (рабочие места), совершающих перемещение в рассматриваемый среднестатистический день – степень создания. Аналогично рассчитывали показатель, характеризующий количество перемещений в цель (перемещение из одного транспортного района в другой). На данном примере это доля «работающее население», которые заняты в рассматриваемый день. В результате вышеперечисленных действий для каждого района рассчитывали число людей, которые будут перемещаться из этого района-источника (в т.ч. внутрирайонные перемещения), а также число людей, которые приедут или придут в этот район в качестве цели. Далее распределяли этих людей по районам, т.е. определяли в какие именно районы поедут люди из конкретного района и из каких именно районов приедут в данный транспортный район. На последующих этапах моделирования спроса в модели рассчитывали затраты на передвижения между районами с использованием личного транспорта и пассажирского транспорта.

Кордонные районы (центроиды)

Для кордонных районов (центроидов), в отличие от стандартных транспортных районов, данные социально-экономической статистики не вводят. Это связано с тем, что показатели подвижности населения указанных населенных пунктов будут отличаться. Кордонные районы (центроиды) имеют связь с сетью посредством примыканий к магистралям. Исходными данными для таких районов служит информация о количестве входящих и выходящих транспортных единиц, полученная в ходе проведения транспортного обследования. Эти ТС делят на транзитный трафик, который проходит УДС города насквозь, и трафик, который распределяют между транспортными районами в соответствии с указанным параметром притяжения. Таким параметром притяжения

является один из атрибутов транспортных районов, соответствующий данным социально-экономической статистики.

Соотношение между количеством ТС, которые являются транзитным трафиком и теми, которые имеют целью перемещения один из транспортных районов города, задают показателем доли транзита отдельно для каждого кордонного района.

Таким образом, часть выходящего из кордонного района (центроида) потока притягивается в транспортные районы области моделирования, а часть потока, соответствующая доли транзита, распределяется между другими кордонными районами в соответствии с заданными для них входящими потоками.

В результате получены все перемещения из источника в цель для всех транспортных и кордонных районов (центроидов), содержащиеся в соответствующих матрицах корреспонденций, но не известны пути следования по этим корреспонденциям.

На заключительном этапе четырехшаговой модели расчета транспортного спроса модель определяет пути движения для каждого ТС – это перераспределение ТП по сети.

Задача сводилась к следующему: каждое ТС каждого сегмента спроса, еще не выехавшее из транспортного (или кордонного) района, имело источник и цель перемещения, но не имело пути следования. Необходимо было распределить их по сети. Решение осуществлялось итерационным методом, т.е. программа поэтапно распределяла потоки сначала по кратчайшим, с точки зрения временных затрат, путям, затем, с учетом появившейся загрузки УДС, по новым путям, которые, с учетом изменившегося уровня загрузки, становятся наиболее привлекательными с точки зрения времени в пути. Таким образом, в результате множества проходов, ТП распределялись моделью по УДС таким образом, как если бы эта задача стояла перед реальными людьми, которыми движет желание избежать «пробок» и сократить свое время в пути.

Аналогичным образом модель перераспределяет людей, совершающих поездки на пассажирском транспорте, учитывая при этом существующий уровень загрузки УДС, маршруты пассажирского транспорта и их интервалы движения.

В результате выполнения указанных процедур, на выходе получена комплексная транспортная модель, позволяющая установить информацию об интенсивности движения на перегонах, скоростях движения на различных участках, уровнях загрузки участков УДС. Модель позволяет вносить изменения в существующую УДС и данные о социально-экономической статистике транспортных районов, позволяя прорабатывать различные мероприятия по оптимизации транспортного движения в городе, анализировать их эффективность и сравнивать возможные последствия от различных сценариев развития транспортной инфраструктуры.

2.1.4 Расчёт перераспределения транспортных и пассажирских потоков, создание матрицы корреспонденций

2.1.4.1 Создание матрицы корреспонденций

Спрос на транспорт представляется в виде матрицы (матрицы корреспонденций): для элемента матрицы корреспонденций личного транспорта единицей измерения является «поездка автомобиля», для элемента матрицы корреспонденций пассажирского транспорта – «поездка человека».

Каждый элемент матрицы корреспонденций представляет собой количество необходимых перемещений из транспортного района i в транспортный район j. Матрица корреспонденций относится к интервалу времени (время моделирования) и поэтому содержит только поездки, которые совершаются в пределах этого интервала времени, которым может быть час, сутки, год.

Поездки, сведенные в матрицу, могут относиться к системам транспорта (например пешком, на велосипеде, на пассажирском транспорте, на личном транспорте), к группе людей (например работающие, учащиеся) или к целям поездки (поход за покупками, свободное время и развлечения).

В ходе анализа данных социально-экономической статистики транспортных районов определяются так называемые коэффициенты создания и притяжения. Эти коэффициенты показывают, какая доля от общего числа людей конкретного слоя спроса (референтных лиц) в каждом транспортном районе будет перемещаться с определенной целью и какая доля от числа объектов притяжения (например, рабочих мест) каждого транспортного района будет заполнена перемещающимися референтными лицами в рамках данного слоя спроса.

Например, коэффициент создания для референтных лиц «Трудоспособное население», равный 0,8, будет означать, что 80% проживающих трудоспособных лиц в данном районе будут перемещаться из этого района. Также в этом районе существуют рабочие места, являющиеся источником притяжения для перемещающихся, коэффициент притяжения 0,9 будет значить, что район притягивает число людей, эквивалентное 90% от количества рабочих мест, причем некоторая часть трудоспособного населения будет притягиваться в свой район проживания, к этим рабочим местам.

На основании данных о среднем времени поездки каждого слоя спроса каждым видом транспорта рассчитываются корреспонденции между референтными лицами из источника (например, трудоспособное население) и цели (например, рабочие места). Таким образом, получаются матрицы корреспонденций для всех слоев спроса для каждого вида транспорта.

Полученные матрицы корреспонденций содержат данные о количестве людей, совершающих перемещения на личном транспорте между районами. Так как модель распределяет по сети ТС, а не людей полученную на предыдущем этапе матрицу корреспонденций необходимо разделить на коэффициент наполненности автомобилей, полученный из социологического опроса.

2.1.4.2 Распределение потоков по сети

Распределение корреспонденций по конкретным путям в сети, производимое для всех видов транспорта с учетом их взаимного влияния, позволяет получить модельные значения интенсивности ТП.

Этот этап является завершающим в цикле расчёта спроса. Для расчета данного шага используется равновесный подход.

Распределение потоков по сети равновесно, если оно удовлетворяет принципу Уордропа (Wardrop), состоящему в том, что нагрузка должна распределяться по сети таким образом, чтобы затраты на передвижение по всем путям, используемым представителями одной корреспонденции, было одинаковым. Другими словами, распределение равновесно, если для каждого участника движения затраты на всех альтернативных путях превосходят или равны затратам на его текущем пути, и любой переход на другой путь не приводил бы к уменьшению личных затрат участника движения.

Результатом выполнения данного шага моделирования является получение нагрузки на каждый элемент транспортного графа и по каждому типу транспорта.

2.1.5 Калибровка мультимодальной макромодели по интенсивности транспортных и пассажирских потоков

Транспортная модель является модельным 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.

В процессе калибровки разработанной модели проводилась серия вычислительных экспериментов с моделью, при этом менялись определенные характеристики или параметры модели с целью достижения максимально-возможного уровня соответствия данных натурных обследований расчетным значениям интенсивности.

В результате были вычислены значения стандартного набора показателей, характеризующих точность модели. Общие параметры, используемые при калибровке транспортной модели, представлены в таблице 3.3.

Таблица 2.1.1 – Объекты калибровки транспортной модели

Объект калибровки	Изменение
Данные структуры пространственного развития	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 индивидуальным легковым транспортом и пассажирским 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

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

2.1.6 Анализ результатов моделирования

В качестве результатов расчета модели рассмотрены основные показатели, характеризующие транспортные потоки. На рисунке 2.1.11 представлена картограмма распределения транспортной нагрузки на УДС г. о. Фрязино. Наиболее загруженные участки УДС показаны синим и фиолетовым цветом (интенсивность движения равна 1000 авт/час и более), менее загруженным – зеленым (менее 500 авт/час).

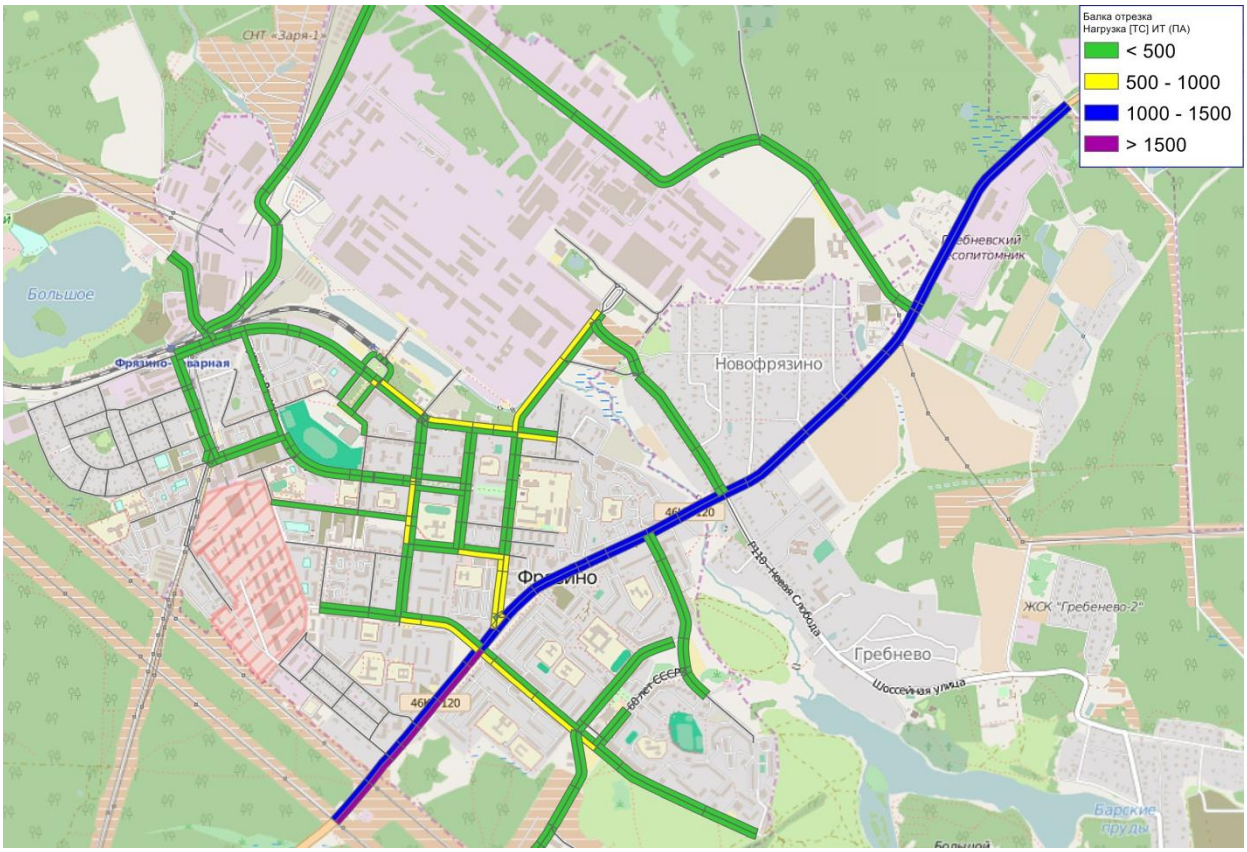


Рисунок 2.1.11 – Картограмма распределения транспортной нагрузки на УДС г. о. Фрязино

Уровень загрузки УДС г.о. Фрязино представлен на рисунке 2.1.12.

Наиболее загруженными участками сети являются: ул. Московская, ул. Советская, ул. Вокзальная, ул. Центральная и пр-кт Мира.

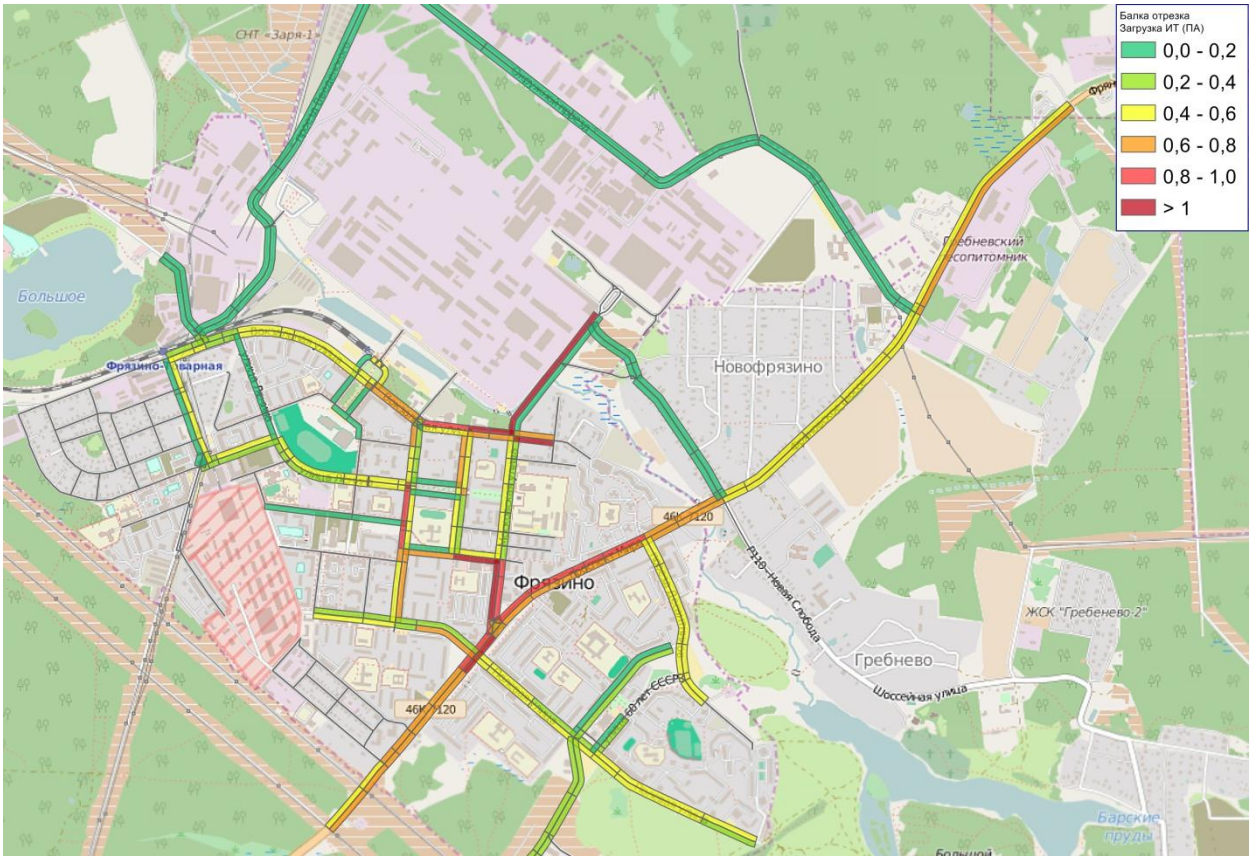


Рисунок 2.1.12 – Картограмма загрузки УДС г. о. Фрязино

2.2 Разработка моделей ключевых транспортных узлов

2.2.1 Проведение транспортных обследований с целью установления параметров транспортных потоков в ключевых транспортных узлах

Для имитационного моделирования ключевых транспортных узлов на территории г.о Фрязино использовались данные, полученные в результате натурного обследования на 1 этапе работы «Сбор и анализ исходных данных», а также проводилось дополнительное обследование с целью выбора и определения параметров ключевых транспортных потоков.

Перечень ключевых транспортных узлов, выбранных для моделирования и утвержденных Заказчиком, представлен в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 – Перечень транспортных узлов, выбранных для моделирования

№ п/п	Адрес транспортного узла
1	г.о Фрязино, пересечение пр-т. Мира и ул. Полевая, и пр-т. Мира и ул. Московская
2	г.о Фрязино, пересечение пр-т. Мира и пр-д. Десантников
3	г.о Фрязино, пересечение ул. Московская и ул. Школьная

На рисунке 2.2.1 представлена схема расположения ключевых транспортных узлов для микромоделирования.

Рисунок 2.2.1 – Схема расположения ключевых транспортных узлов для микромоделирования

На рисунках 2.2.2 – 2.2.4 представлена визуализация движения ТП в ключевых транспортных узлах г.о Фрязино.

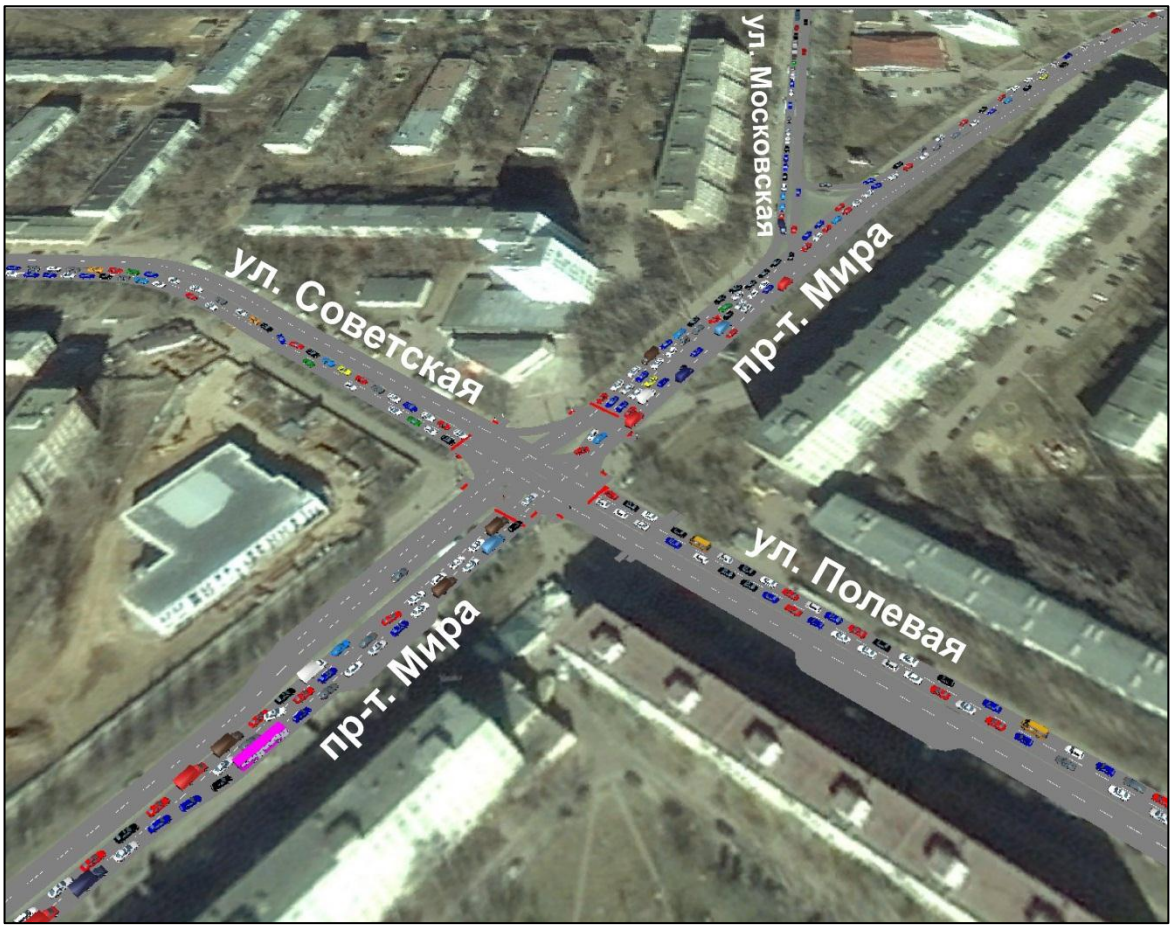


Рисунок 2.2.2 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 1

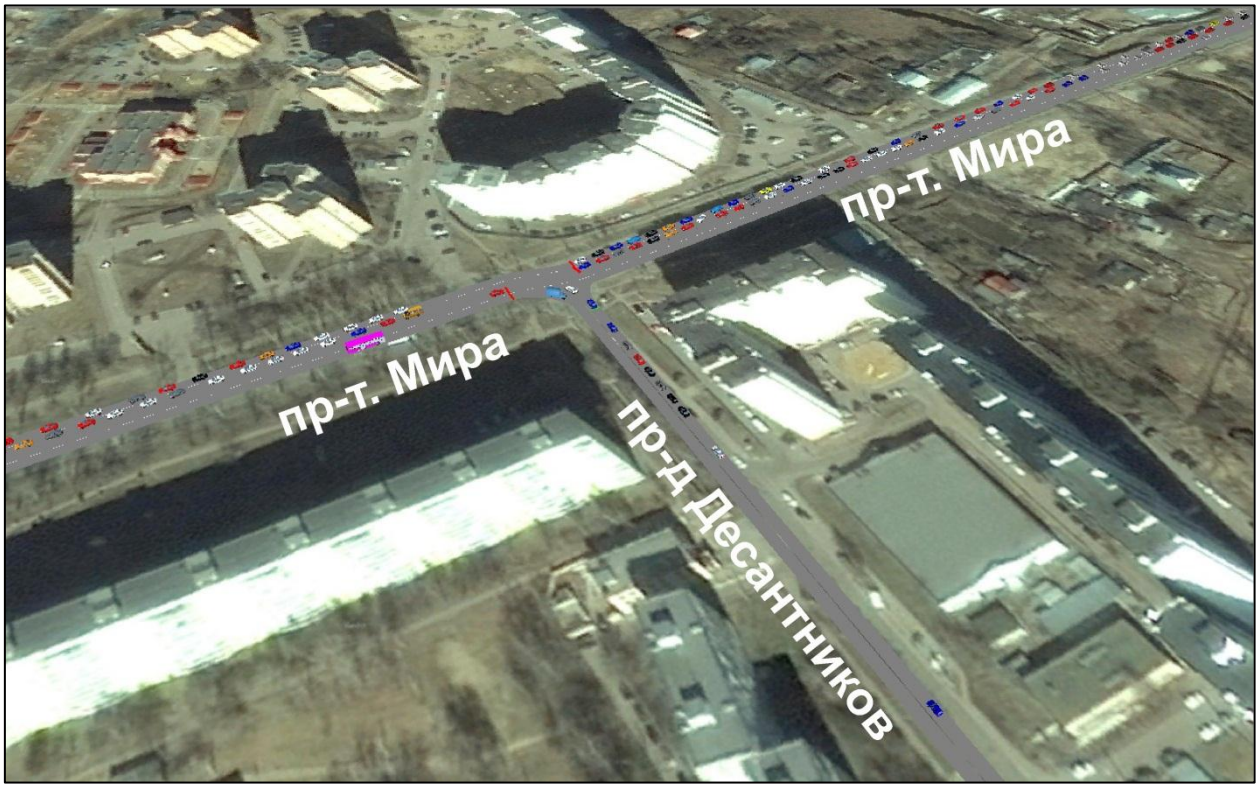


Рисунок 2.2.3 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 2

Рисунок 2.2.4 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 3

Выбранные ключевые транспортные узлы характеризуются высокой интенсивностью движения, исчерпанной пропускной способностью дорог, длительной задержкой в пути на пересечениях и низкой средней скоростью движения ТП.

2.2.2. Разработка базовых микромоделей ключевых транспортных узлов на территории г.о Фрязино на основании результатов проведенных транспортных обследований с возможностью компьютерной симуляции транспортных потоков

Модели ключевых транспортных узлов на территории г.о Фрязино разрабатывалась в среде современного программного комплекса транспортного микромоделирования PTV Vision® VISSIM 5.40.

PTV Vision®VISSIM – это микроскопическая модель имитации движения и операций транспорта, базирующаяся на шаге времени, и на поведении водителя. Движение транспорта имитируется для различных граничных условий (например, разделение полос движения, состав ТП, регулирование светосигнальных установок и учет личного автотранспорта и ГПТ).

Программа характеризуется следующими возможностями:

- оценка влияния типа пересечения дорог на пропускную способность (нерегулируемый перекрёсток, регулируемый перекрёсток, круговое движение, ж/д переезд, развязка в разных уровнях);
- проектирование, тестирование и оценка влияния режима работы СО на характер ТП;
- оценка транспортной эффективности мероприятий;
- анализ управления дорожным движением на автострадах и городских улицах, контроль за направлениями движения, как на отдельных полосах, так и на всей проезжей части дороги;
- анализ возможности предоставления приоритета пассажирскому транспорту;
- детальная имитация движения каждого участника движения;
- моделирование остановок пассажирского транспорта;
- расчет аналитических показателей (более 50 различных оценок и аналитических коэффициентов), построение графиков (в Microsoft Excel) временной загрузки сети и т.п.

Программными методами были описаны условия движения по моделируемым участкам автомобильных дорог – указаны зоны снижения скорости, зоны перестроения, конфигурации пересечений, состав ТП и т.д. Визуальный анализ проведенного пробного имитационного моделирования потребовал уточнения некоторых параметров условий движения. В результате были получены реалистичные модели движения транспорта на рассматриваемых участках автомобильных дорог.

В VISSIM предусмотрен ряд программных инструментов, позволяющих анализировать параметры движения ТП и вносить соответствующие коррективы, как в

планировочные решения элементов УДС, так и в условия проезда – ограничения и правила проезда, которые в реальных условиях лимитируются дорожными знаками, разметкой и другими средствами ОДД.

В качестве исходных данных для построения имитационной микромодели использовались следующие данные:

- геометрия дорожной сети, включая ширины проезжих частей и полос движения, конфигурация перекрестков, радиусы закруглений;
- схема ОДД;
- режимы работы СО;
- состав ТП;
- часовые интенсивности движения транспорта на моделируемой магистрали в часы «пик».

Построение транспортного движения осуществлялось путем определения состава ТП. Данные о составе ТП были получены путем натурных обследований. Состав ТП определяет долю каждого класса ТС в каждом входящем потоке.

После определения состава ТП задавались ТП, входящие в сеть. В качестве исходных данных для входящих ТП задавалась часовая интенсивность движения ТС. В течение установленного периода времени ТС вводились на отрезок согласно распределению Пуассона. Если возникали сложности при введении ТС в сеть по причине ее занятости, происходило выстраивание ТС в очередь вне сети, а затем осуществлялся ввод в сеть по мере освобождения места.

В VISSIM различают нерегулируемые и регулируемые пересечения. Нерегулируемые пересечения моделировались путем регулирования права проезда конфликтных мест с помощью правил приоритета.

Правило приоритета состоит из стоп-линии, где ТС ждет на позиции вынужденной остановки и одного или нескольких мест, вызывающих помехи. В зависимости от текущих условий на конфликтных линиях стоп-линия «разрешает» проезд или нет. При подъезде ТС к стоп-линии проверяются два условия, которые отсчитываются от конфликтной линии по направлению навстречу движения: минимальное конфликтное расстояние, минимальное конфликтное время. Если значения этих параметров меньше установленных, то ТС ждет до тех пор, пока они не станут достаточно большими.

Регулируемые пересечения моделировались в VISSIM путем использования встроенной системы регулирования. Светофоры закодированы в VISSIM для каждой полосы индивидуально и располагаются рядом со стоп-линией. Транспортные средства,

приближающиеся к желтому сигналу светофора, проедут на него, если не смогут совершить безопасную остановку перед стоп-линией.

Для того, чтобы создаваемая модель наиболее точно отражала характер движения ТС были обозначены зоны малоскоростного движения, т.е. участки УДС, где автомобили принудительно снижают скорость. Примером зон малоскоростного движения служат кривые в плане и повороты на перекрестках.

Основными показателями состояния ТП, полученными в результате моделирования, являются:

- время задержки ТС по направлению движения ТП;
- длина очереди затора перед перекрестком;
- время в пути между перекрестками;
- картограммы интенсивности ТП.

2.2.3 Расчет перераспределения транспортных потоков в ключевых транспортных узлах на основании планов развития улично-дорожной сети

Расчет перераспределения транспортного потока в ключевых транспортных узлах на территории Талдомского муниципального района проводился с учетом планов развития и изменения транспортного спроса.

Расчет перераспределения транспортного потока в ключевых транспортных узлах на территории Талдомского муниципального района проводился в программе VISUM, с помощью обучающей процедуры.

Обучающая процедура была разработана профессором Лозе и описана в учебнике Schnabel, Lohse (1997). Эта процедура отображает "процесс обучения", во время которого участники движения при использовании сети постоянно получают новую информацию, и исходя из нее, принимают новые решения. Исходя из перераспределения все-или-ничего водители учитывают информацию последней поездки при новом поиске пути. В итеративном процессе идет многократный поиск кратчайших путей, причем сопротивление для поиска путей выводится из сопротивления при актуальной нагрузке и последнего предполагаемого сопротивления.

В каждом отдельном шаге общий объем транспортного потока перераспределяется на самые короткие найденные до сих пор пути. В первом шаге итерации учитываются только сопротивления сети в ненагруженном состоянии (как 100 % перераспределение наилучших путей). Расчет сопротивления в каждом последующем шаге итерации происходит с ранее рассчитанными средними сопротивлениями и сопротивлениями на

основе актуальной нагрузки, это значит, каждый шаг итерации n опирается на сопротивления, установленные с помощью n-1.

Перераспределение матрицы корреспонденций на сеть соответствует частоте, с которой был найден путь (сохраняется в VISUM). Процедура прекращается только тогда, когда предполагаемое время, положенное в основу выбора путей поездки, и время движения, получаемое на основе путей поездки в нагруженной сети, с достаточной точностью соответствуют друг другу; это стабильное состояние в транспортной сети с большой вероятностью соответствует поведению участников движения при выборе путей.

При расчете предполагаемого времени поездки для каждого отрезка для следующего шага итерации n+1 время поездки, предполагаемое для n, прибавляется к разнице между действительным временем поездки, рассчитанным в шаге итерации n (на основе функций CR), и временем поездки, предполагаемым для n. Эта разница умножается на значение DELTA (0,15...0,5), что приводит к уменьшению колебаний.

Это можно представить в виде следующей формулы:

T S (n+1) = T S(n) + DELT A x (T M(n) - T S(n)), где:

T S(n) - время поездки, предполагаемое для шага итерации n;

T S(n+1) - время поездки, предполагаемое для следующего шага итерации n+1;

T M(n) - действительное время поездки, рассчитанное в шаге итерации n.

Условие отмены выводится из достаточного соответствия предполагаемого времени поездки для шагов итерации n и n-1 и действительного времени поездки, установленном в шаге итерации n, которое определяется переменным параметром точности ЭПСИЛОН.

Первоначально в программе VISSIM было показано распределение ТП в ключевых узлах полученное в результате натурного обследования. Для прогнозирования ТП на перспективу выполнены расчеты коэффициентов приведения учитывающие: изменения численности населения, уровня автомобилизации, распределения рабочих мест в близи рассматриваемых узлов.

При выборе пути участниками движения на принятии решения о выборе направления решающее значение имеют места расположения объектов притяжения, геометрия УДС, ОДД и условия перемещения. Оценив перечисленные данные, участники движения выбирают кратчайшие расстояния для перемещений. Также водители учитывают информацию последней поездки при новом поиске пути. В каждом отдельном шаге общий объем ТП перераспределяется на самые короткие найденные пути.

2.2.4 Расчет времени в пути, а также распределения средней скорости транспортного потока в ключевых транспортных узлах

Расчет времени в пути и распределение средней скорости ТП в транспортных узлах производились в среде программного комплекса PTV Vision® VISSIM.

В таблицах 2.2.2 2.2.3 представлены существующие характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.2 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
пр-т. Мира, движение от ул. Луговая до ул. Полевая	327	287	592
ул. Полевая движение от ул. 60 лет СССР до пр-т. Мира	590	552	512
ул. Советская, движение от ул. Центральная до пр-т. Мира	423	395	416
пр-т. Мира, движение от ул. Полевая до ул. Московская	40	10	57
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до ул. Полевая	67	45	150
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	385	330	823

Таблица 2.2.3 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
пр-т. Мира, движение от ул. Луговая до ул. Полевая	238	199	584
ул. Полевая движение от ул. 60 лет СССР до пр-т. Мира	513	474	356
ул. Советская, движение от ул. Центральная до пр-т. Мира	415	387	418
пр-т. Мира, движение от ул. Полевая до ул. Московская	33	27	138
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до ул. Полевая	188	165	743
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	336	280	644

Средняя скорость движения в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик» составляет 15 км/ч, в вечерний час «пик» составляет 14 км/ч.

На рисунках 2.2.6 – 2.2.9 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний и вечерний часы «пик».

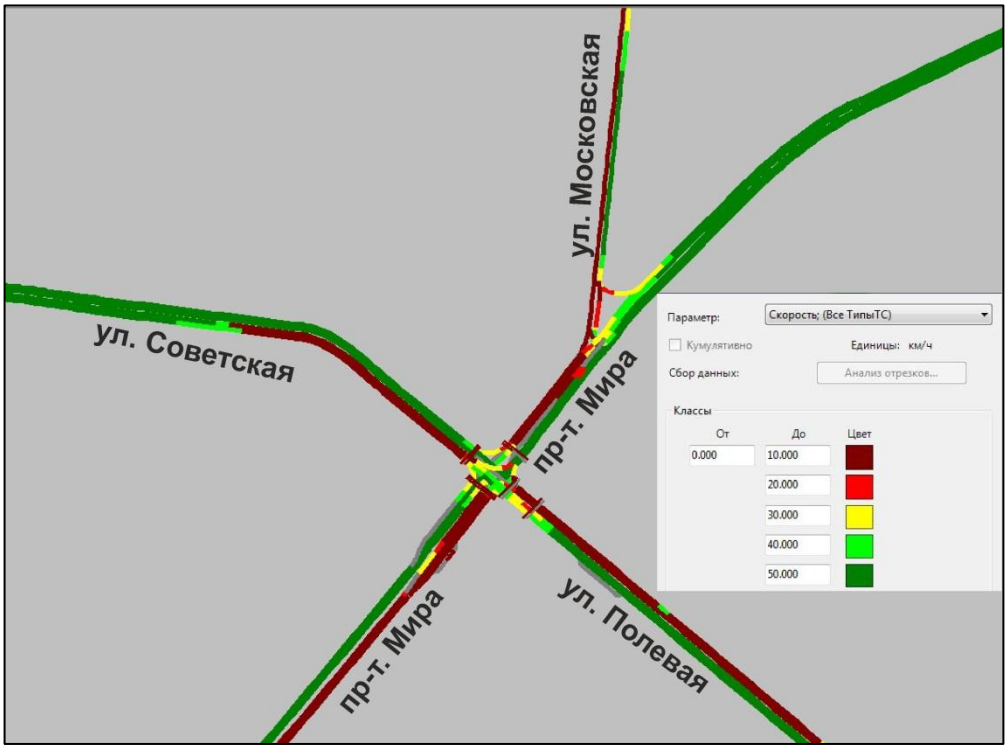


Рисунок 2.2.6 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

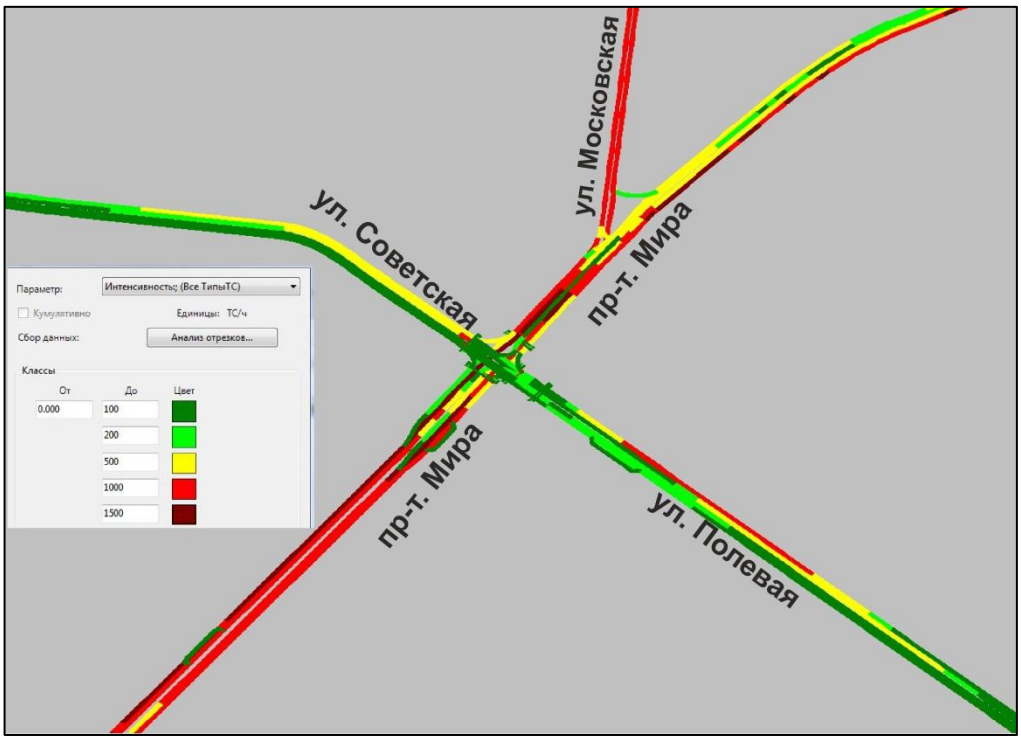


Рисунок 2.2.7 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

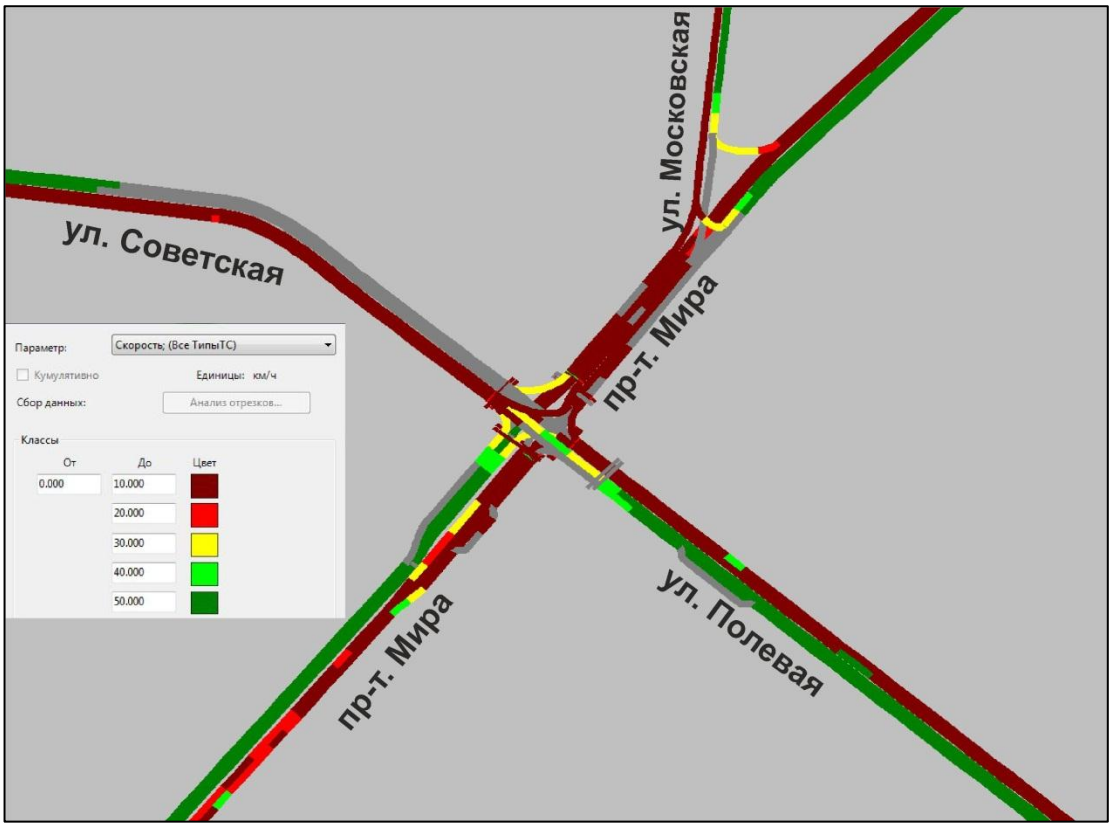


Рисунок 2.2.8 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

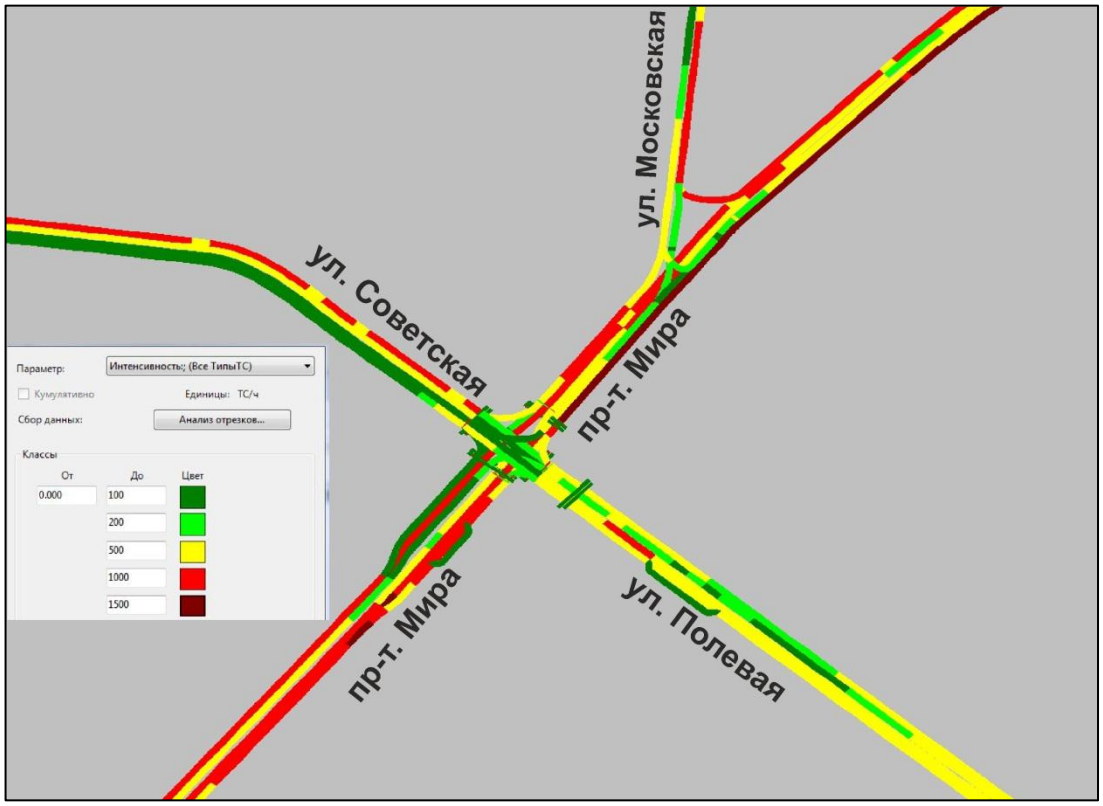


Рисунок 2.2.9 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

В таблицах 2.2.4 2.2.5 представлены существующие характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.4 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до пр-д. Десантников	75	30	96
пр-т. Мира, движение от ул. Ново до до пр-д. Десантников	60	25	122
пр-д. Десантников движение от ООТ «Проезд Десантников» до пр-т. Мира	90	50	122

Таблица 2.2.5 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до пр-д. Десантников	90	50	94
пр-т. Мира, движение от ул. Ново до до пр-д. Десантников	151	127	325
пр-д. Десантников движение от ООТ «Проезд Десантников» до пр-т. Мира	100	50	124

Средняя скорость движения в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик» составляет 20 км/ч, в вечерний час «пик» составляет 19 км/ч.

На рисунках 2.2.10 – 2.2.13 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний и вечерний часы «пик».

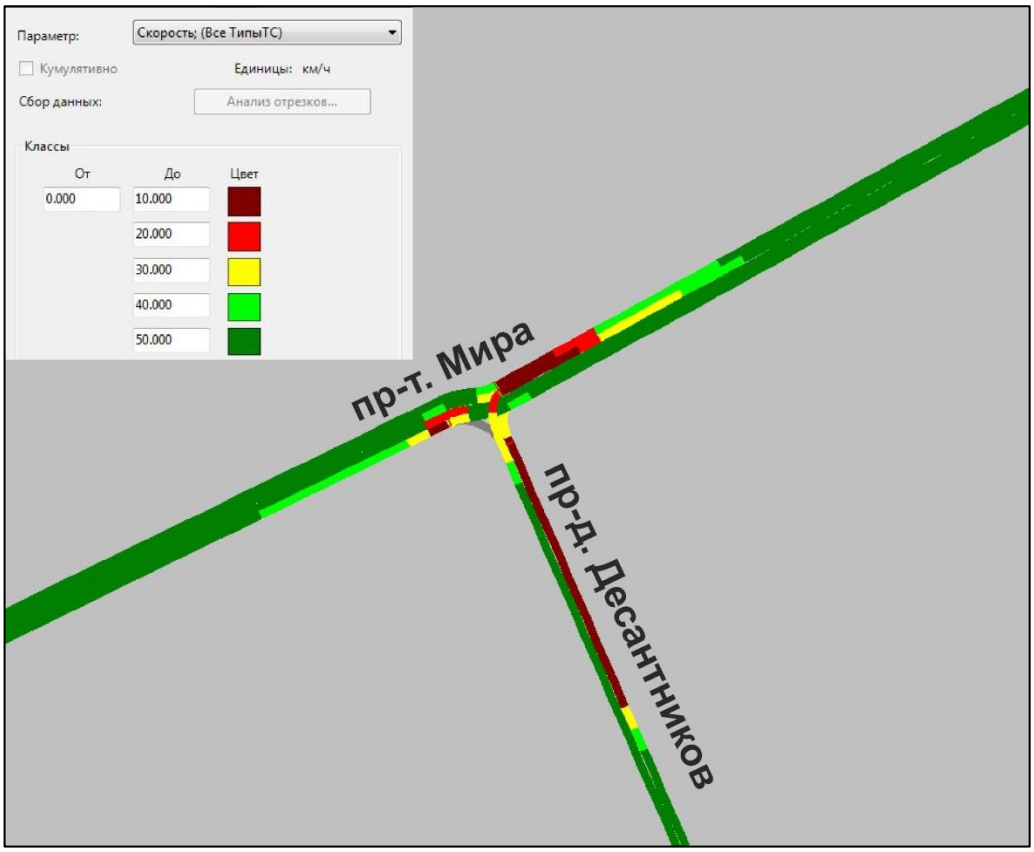


Рисунок 2.2.10 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Рисунок 2.2.11 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

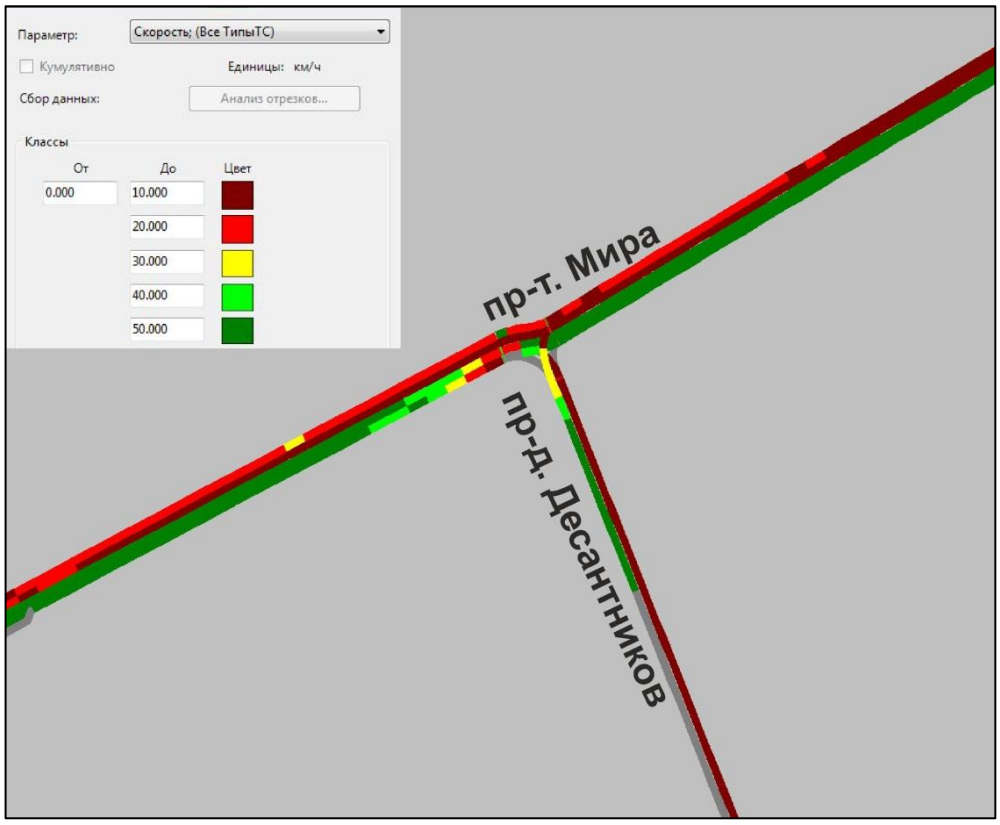


Рисунок 2.2.12 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

Рисунок 2.2.13 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

В таблицах 2.2.6 2.2.7 представлены существующие характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.4 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	385	330	823
ул. Школьная, движение от ул. Центральная до ул. Московская	449	423	391

Таблица 2.2.5 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель		
	Время в пути между перекрестками, с	Средняя задержка в пути между перекрестками, с	Длина очереди затора перед перекрестком, м
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	336	280	644
ул. Школьная, движение от ул. Центральная до ул. Московская	360	344	388

Средняя скорость движения в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик» составляет 14 км/ч, в вечерний час «пик» составляет 13 км/ч.

На рисунках 2.2.14 – 2.2.17 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний и вечерний часы «пик».

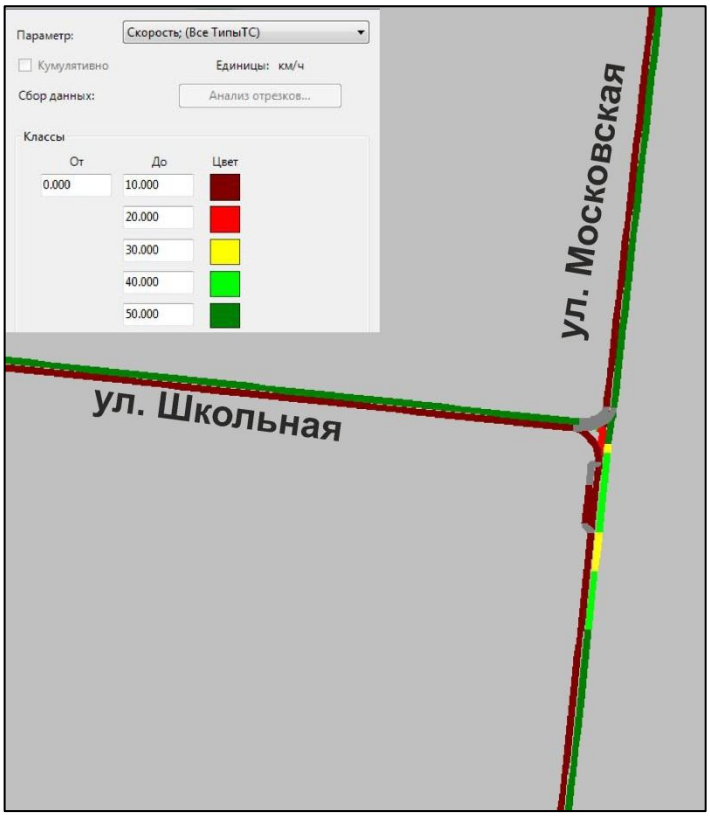


Рисунок 2.2.14 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик»

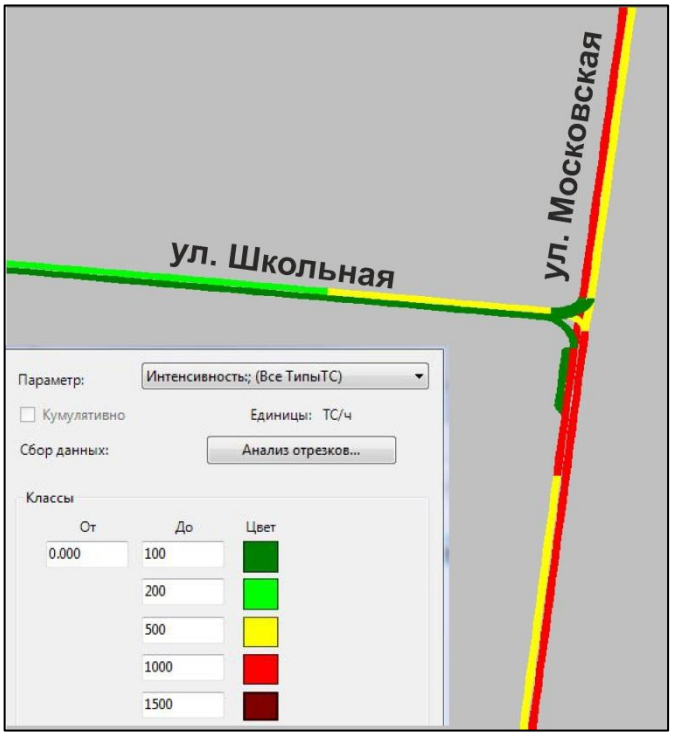


Рисунок 2.2.15 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик»

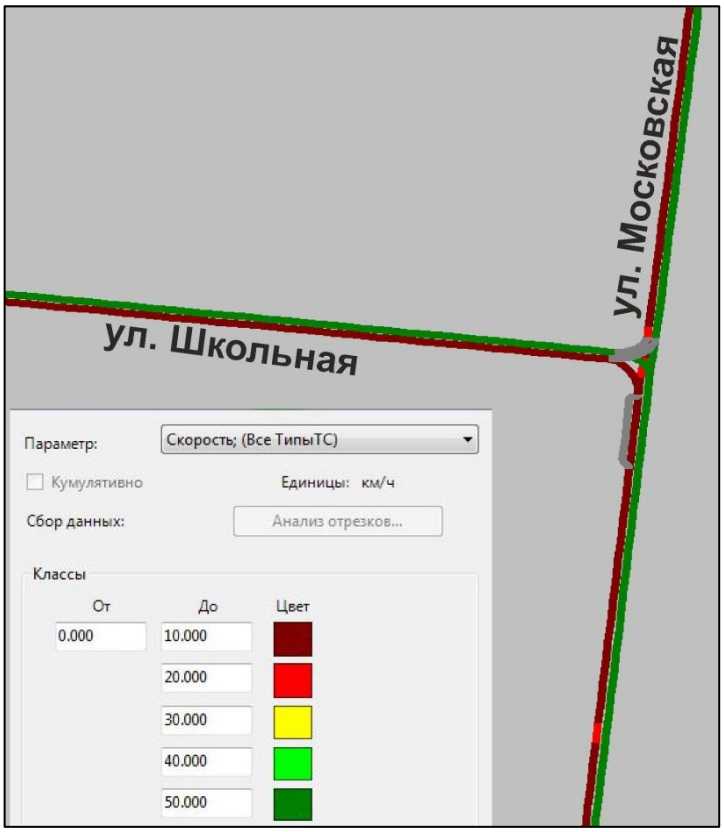


Рисунок 2.2.16 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 3 в вечерний час «пик»

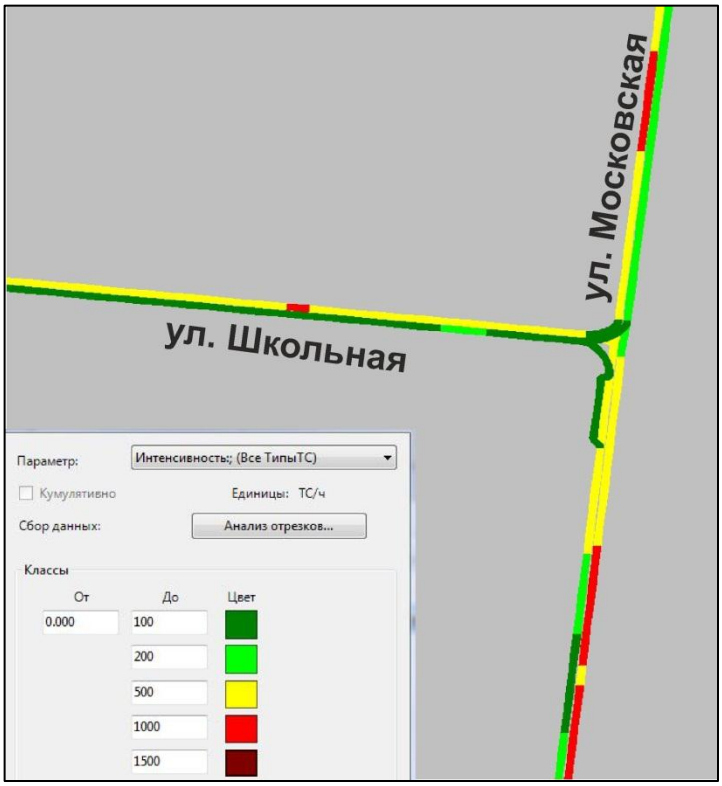


Рисунок 2.2.17 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в вечерний час «пик»

2.2.5 Анализ полученных результатов с определением оптимального варианта организации дорожного движения в ключевых транспортных узлах

В ключевом транспортном узле № 1 предлагается:

1) Отмена левых поворотов на пересечении пр-т. Мира и ул. Московская. В микромоделировании было учтено перераспределение левопоротных ТП с пр-т. Мира и ул. Московская на ул. Советская;

2) Строительство правоповоротного кармана на ул. Советская;

3) Перенос ООТ «Полевая улица, д.2»;

4) Демонтаж нерегулированного пешеходного перехода на ул. Полевая;

5) Организация левоповоротного кармана на ул. Полевая.

Предлагаемые мероприятия по изменению в ОДД в ключевом транспортном узле № 1 представлены на рисунке….

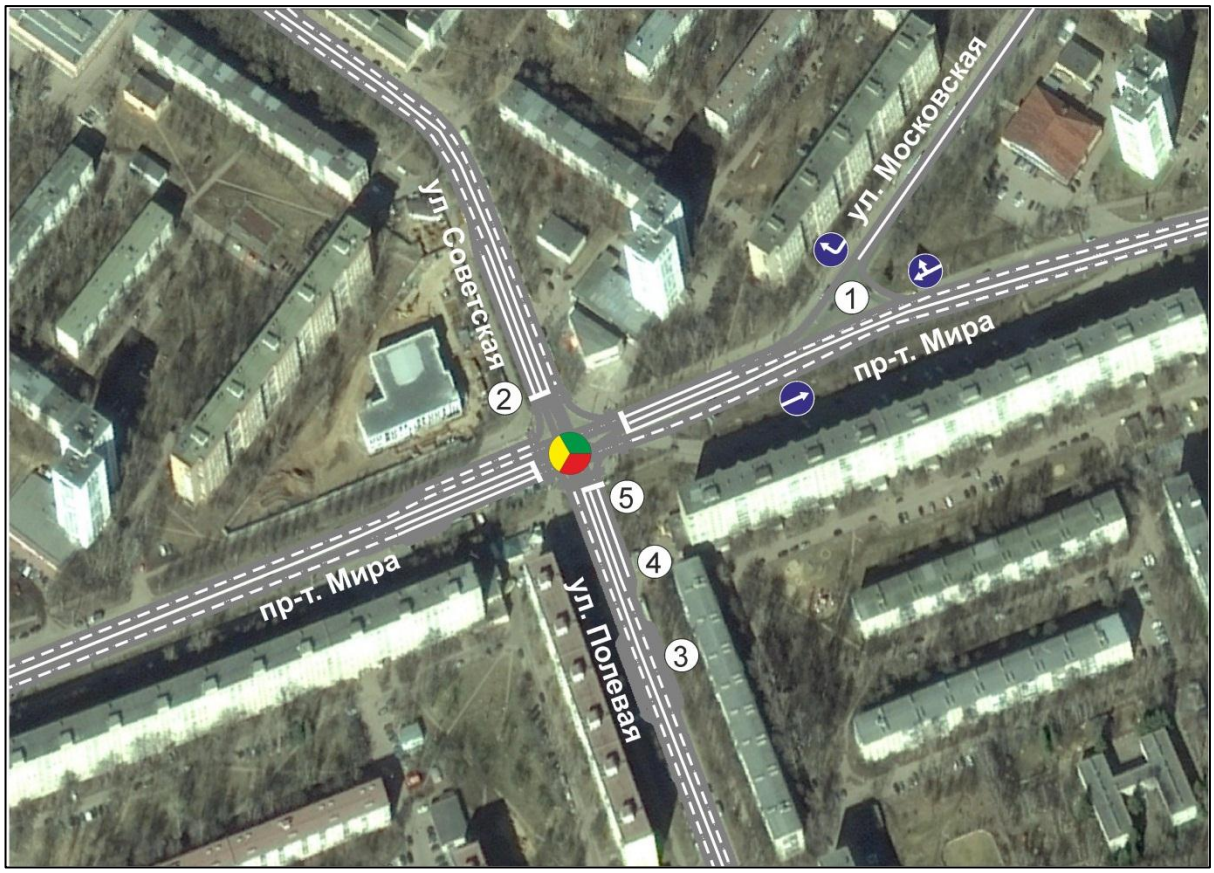


Рисунок 2.2.12 – Предлагаемые изменения в ООД в ключевом транспортном узле № 1

Предлагается изменение режима светофорного регулирования на пересечении пр-т. Мира и ул. Полевая.

На рисунке … представлен предлагаемый цикл светофорного регулирования и пофазный разъезд на пересечении пр-т. Мира и ул. Полевая.

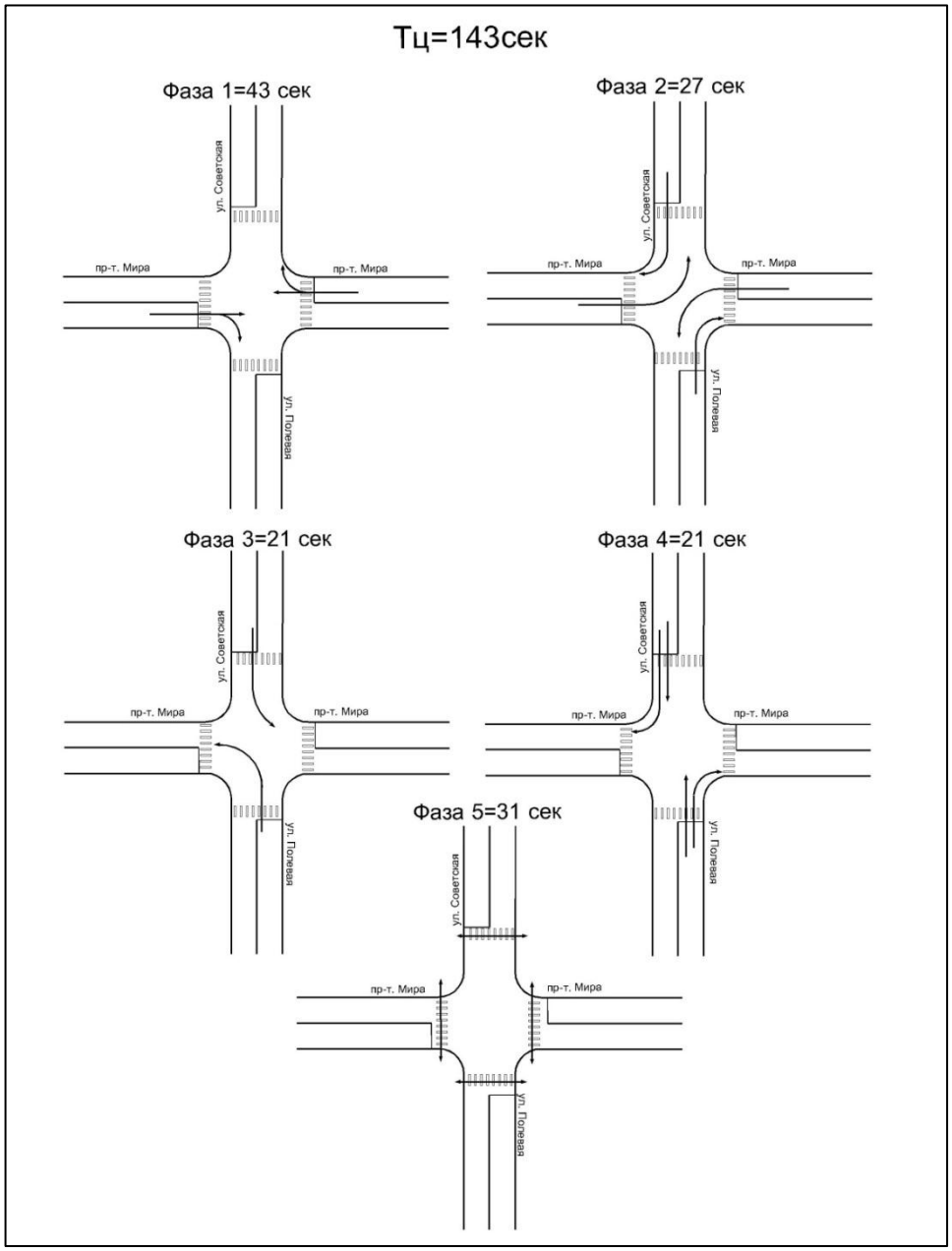


Рисунок 2.2.12 – Предлагаемый цикл светофорного регулирования и пофазный разъезд на пересечении пр-т. Мира и ул. Полевая

На рисунке…представлена визуализация ТП в ключевом транспортном узле № 1 после введения предлагаемых мероприятий.

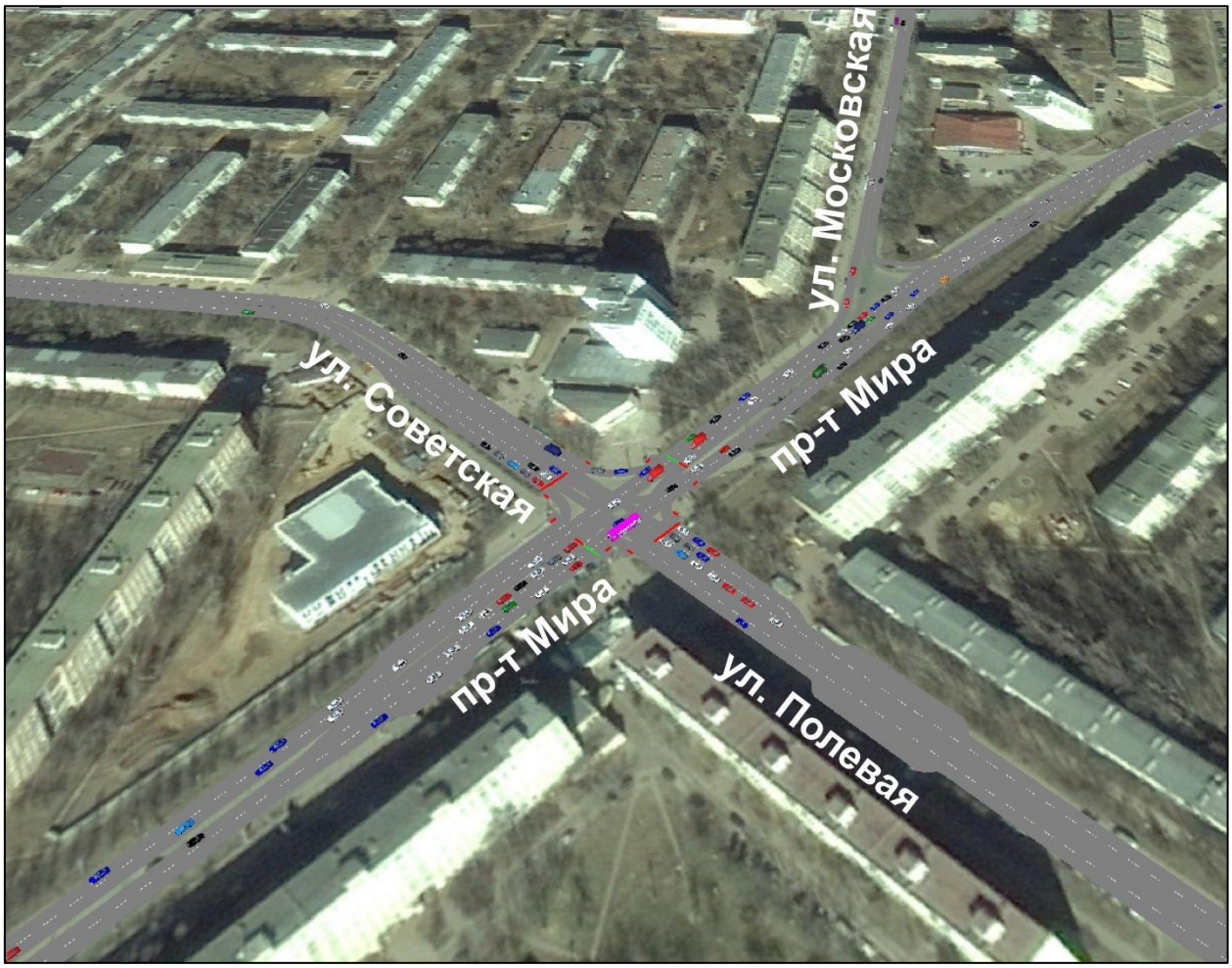


Рисунок 2.2.2 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 1 после введения предлагаемых мероприятий

Предлагаемые проектные решения значительно улучшили параметры ТП. При анализе статистических данных были определены направления, на которых был зафиксирован максимальный эффект улучшения показателей от введенных мероприятий:

- сократилось время в пути по ул. Полевая (от ул. 60 лет СССР до пр-та Мира) на 87%;

- сократилась средняя задержка в пути по пр-ту Мира (от ул. Полевая до ул. Московская) на 100% (из-за отмены левых поворотов с/на пр-т Мира, что позволило убрать задержки при движении на данном участке), аналогичная ситуации на ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира;

- сократилось число неоправданных остановок в процессе движения.

В таблицах 2.2.6 2.2.7 представлены существующие и проектные характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.6 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
пр-т. Мира, движение от ул. Луговая до ул. Полевая	327	82	-75%	287	43	-85%	592	164	-73%
ул. Полевая движение от ул. 60 лет СССР до пр-т. Мира	590	82	-87%	552	46	-92%	512	123	-76%
ул. Советская, движение от ул. Центральная до пр-т. Мира	423	56	-87%	395	29	-93%	416	85	-80%
пр-т. Мира, движение от ул. Полевая до ул. Московская	40	10	-75%	10	0	-100%	57	0	-100%
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до ул. Полевая	67	56	-17%	45	39	-14%	150	146	-3%
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	385	60	-85%	330	2	-99,4%	823	0	-100%

Таблица 2.2.7 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
пр-т. Мира, движение от ул. Луговая до ул. Полевая	238	79	-67%	199	40	-80%	584	126	-79%
ул. Полевая движение от ул. 60 лет СССР до пр-т. Мира	513	70	-87%	474	33	-94%	356	68	-81%
ул. Советская, движение от ул. Центральная до пр-т. Мира	415	69	-84%	387	41	-90%	418	73	-83%
пр-т. Мира, движение от ул. Полевая до ул. Московская	33	10	-70%	27	0	-100%	138	0	-100%
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до ул. Полевая	188	60	-69%	165	40	-76%	743	120	-84%
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	336	58	-83%	280	1	-99,7%	644	0	-100%

На рисунках 2.2.13 – 2.2.14 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний и вечерний часы «пик.

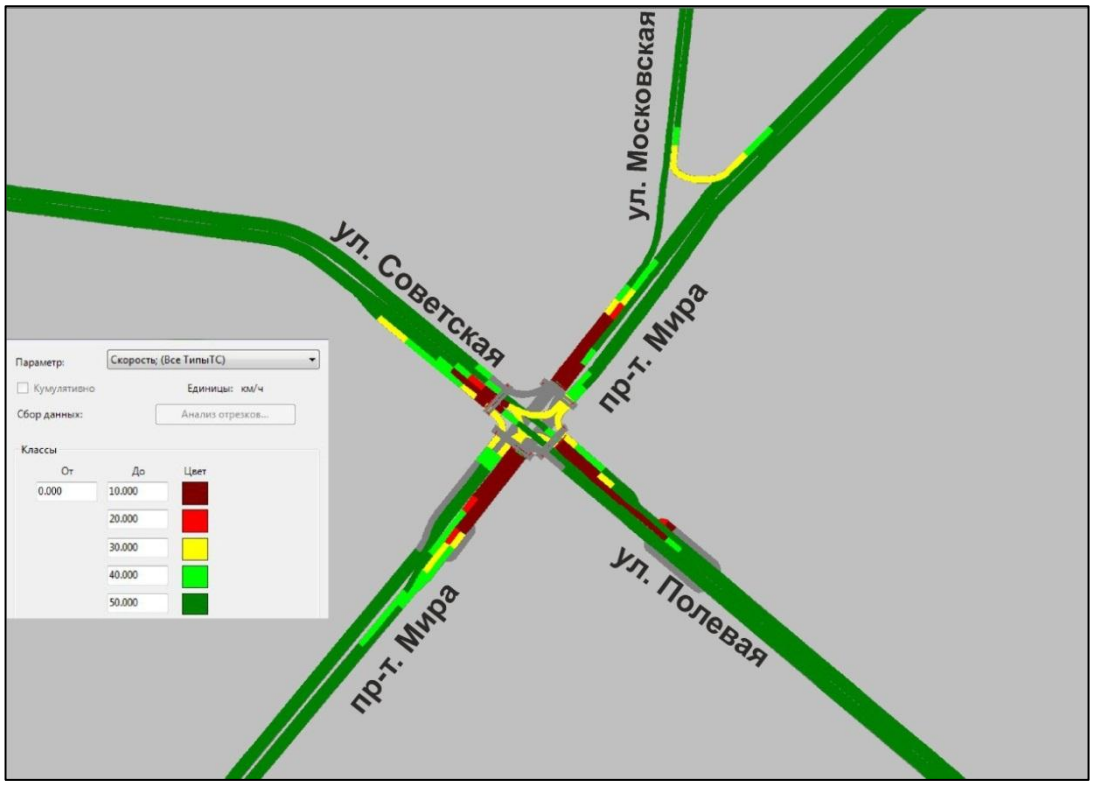


Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

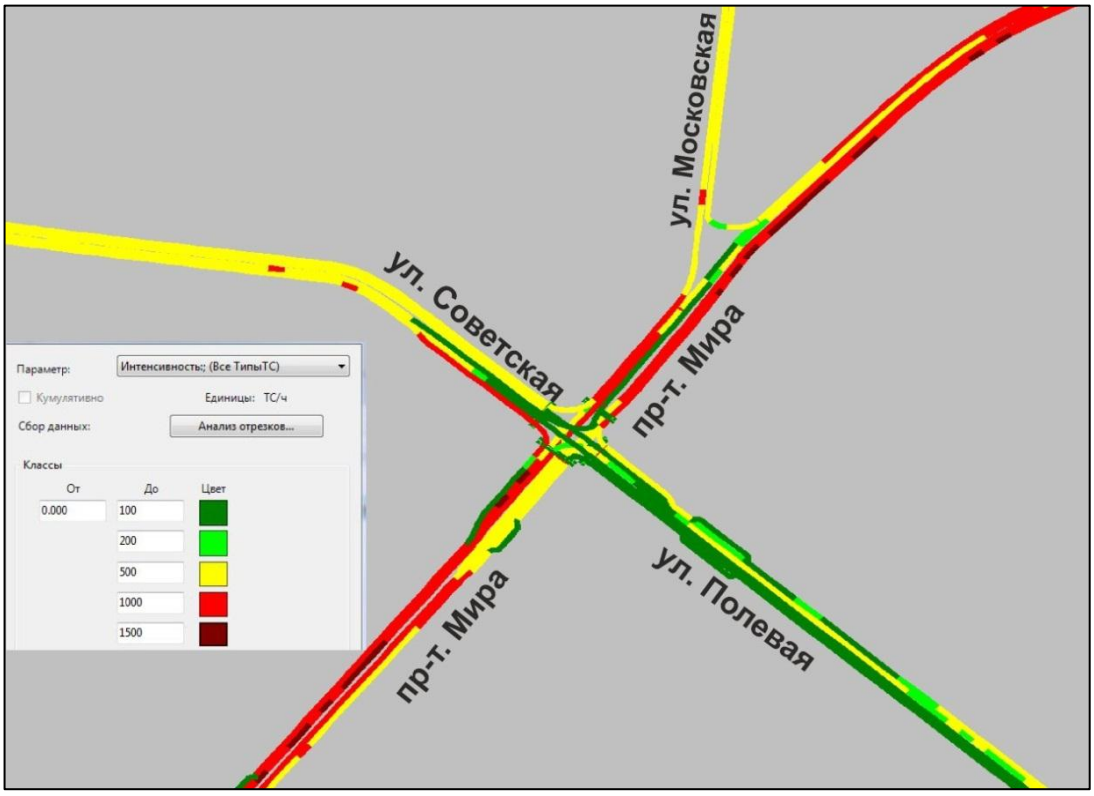


Рисунок 2.2.14 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в утренний час «пик»

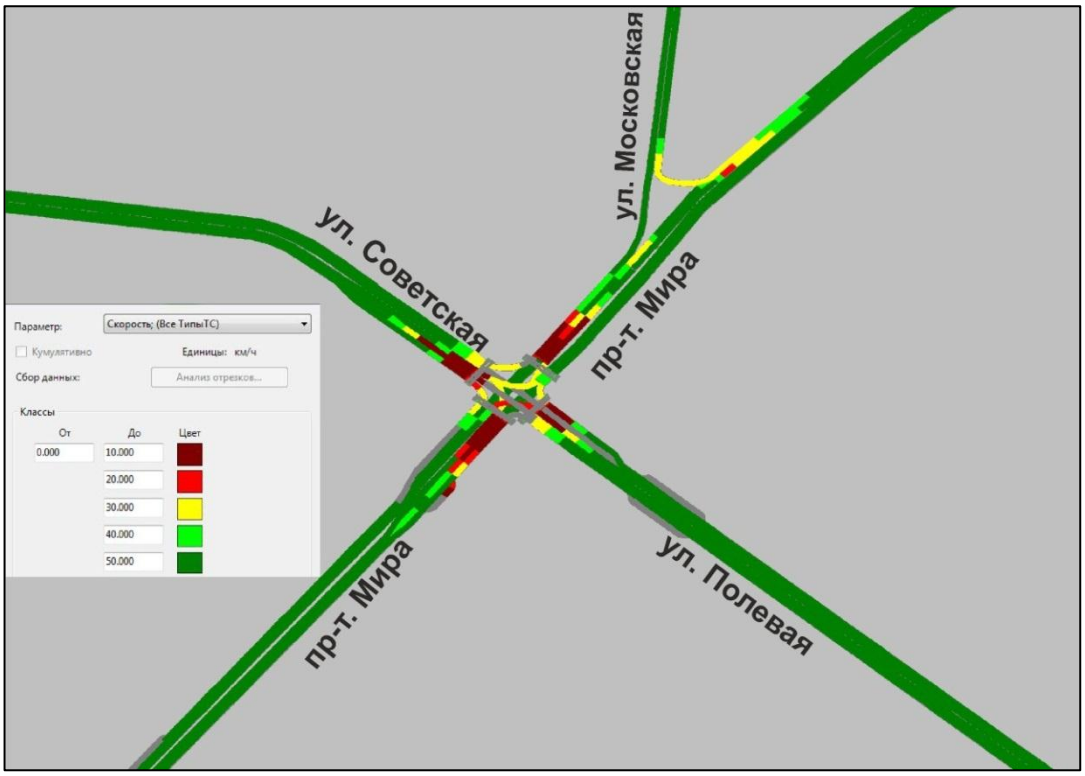


Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

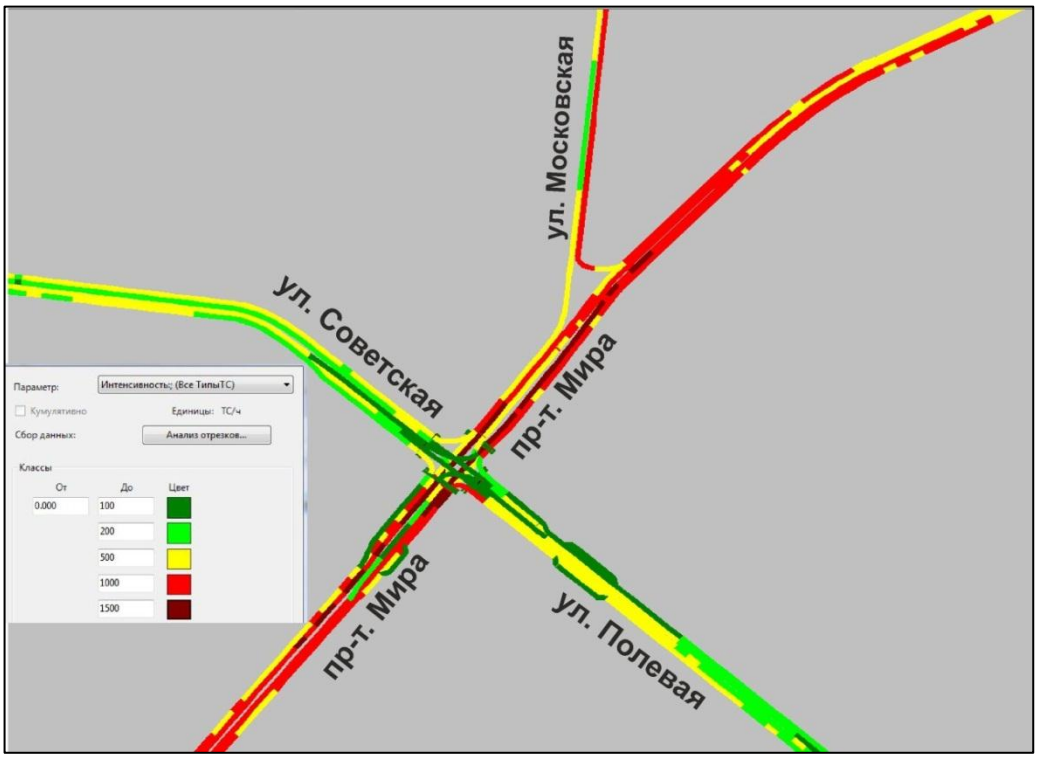


Рисунок 2.2.14 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 1 в вечерний час «пик»

В ключевом транспортном узле № 2 предлагается: изменение режимов светофорного регулирования с целью предотвращения возникновений заторовых и предзаторовых ситуаций, а также для увеличения средней скорости движения. На рисунке … представлен предлагаемый цикл светофорного регулирования и пофазный разъезд в ключевом транспортном узле № 2.

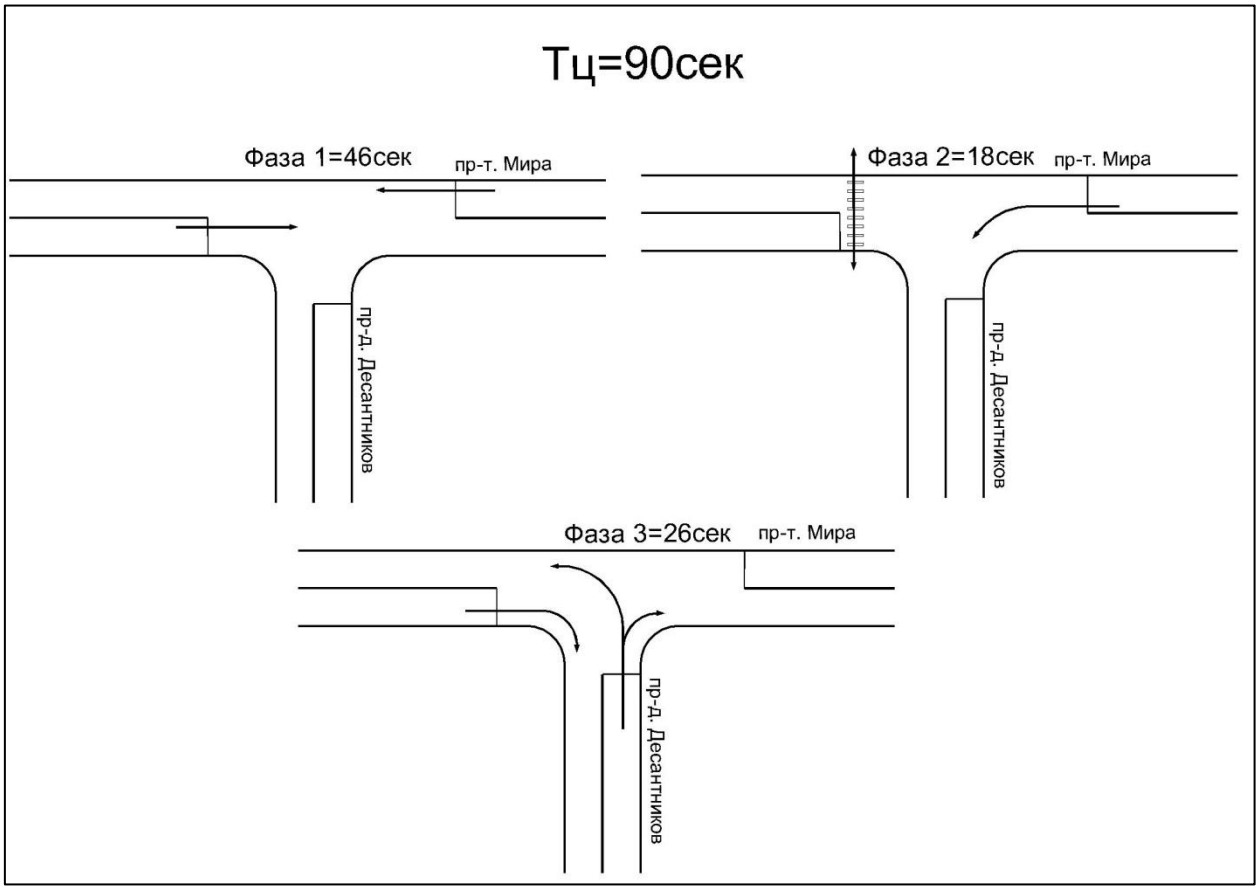


Рисунок 2.2.12 – Предлагаемый цикл светофорного регулирования и пофазный разъезд на пересечении пр-т. Мира и пр-д. Десантников

На рисунке…представлена визуализация ТП в ключевом транспортном узле № 2 после введения предлагаемых мероприятий.

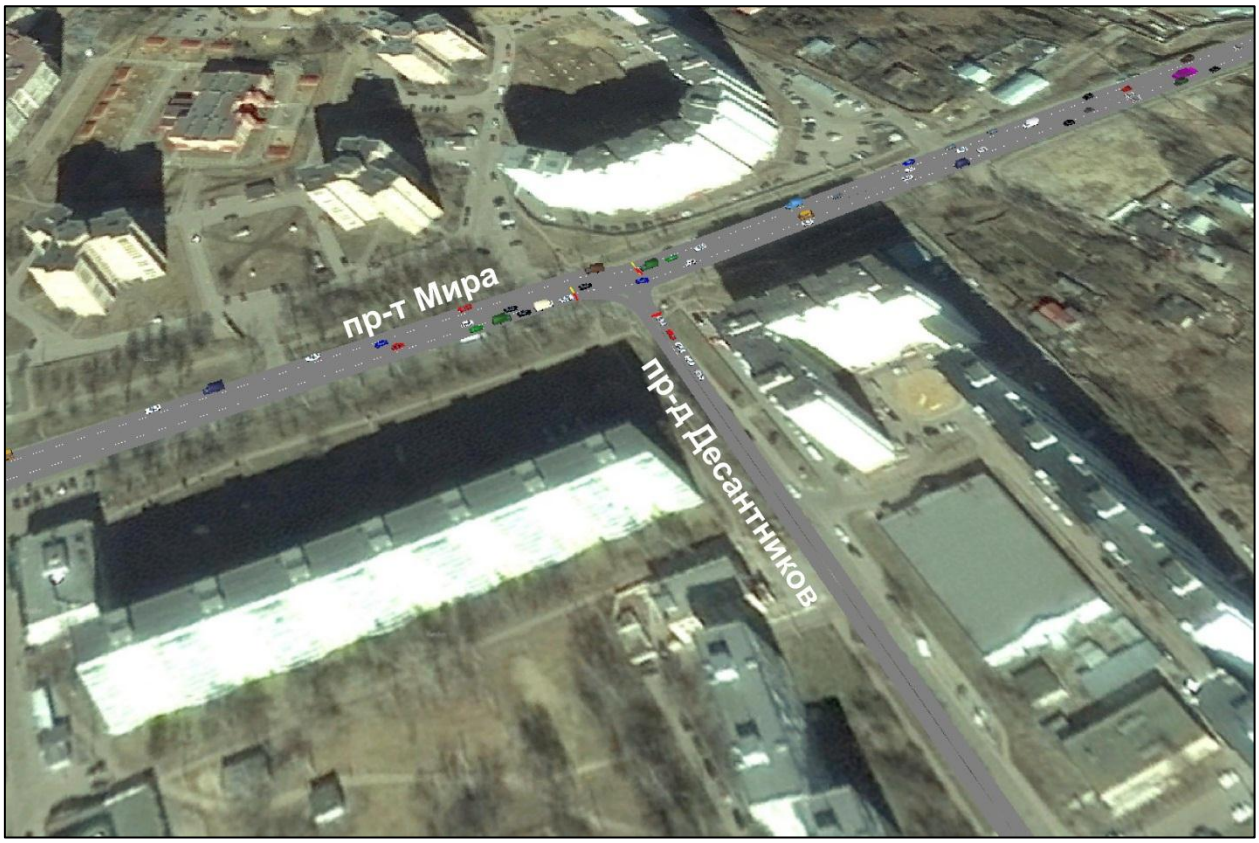


Рисунок 2.2.2 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 2 после введения предлагаемых мероприятий

Предлагаемые проектные решения значительно улучшили параметры ТП. При анализе статистических данных были определены направления, на которых был зафиксирован максимальный эффект улучшения показателей от введенных мероприятий:

- сократилось время в пути по пр-ту Мира (от ул. Ново до пр-да Десантников) на 64%;

- сократилась средняя задержка в пути по пр-ту Мира (от ул. Ново до пр-да Десантников) на 76%;

- сократилось число неоправданных остановок в процессе движения.

В таблицах 2.2.8 2.2.9 представлены существующие и проектные характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.8 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до пр-д. Десантников	75	65	-14%	30	25	-17%	96	80	-17%
пр-т. Мира, движение от ул. Ново до пр-д. Десантников	60	41	-32%	25	17	-32%	122	88	-28%
пр-д. Десантников движение от ООТ «Проезд Десантников» до пр-т. Мира	90	53	-42%	50	29	-42%	122	88	-28%

Таблица 2.2.9 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
пр-т. Мира, движение от ООТ «Чижово» до пр-д. Десантников	90	59	-35%	50	28	-44%	94	80	-15%
пр-т. Мира, движение от ул. Ново до пр-д. Десантников	151	55	-64%	127	31	-76%	325	140	-57%
пр-д. Десантников движение от ООТ «Проезд Десантников» до пр-т. Мира	100	51	-49%	50	22	-56%	124	94	-25%

На рисунках 2.2.13 – 2.2.14 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний и вечерний часы «пик.

Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Рисунок 2.2.13 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в утренний час «пик»

Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

Рисунок 2.2.13 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 2 в вечерний час «пик»

При движении с ул. Школьная на ул. Московскую в сторону пр-та Мира, выявлены затруднения в движении общественного транспорта, связанные с малым радиусом на выезде с ул. Школьная, из-за чего автобус вынужден совершать маневр частично выезжая на встречную полосу по ул. Московская пересекая попутный и встречный потоки транспорта, что не благоприятно сказывается не только на безопасности дорожного движения, но и создает не обоснованные задержки в движении ОТ и личного транспорта.

В ключевом транспортном узле № 3 предлагается введение одностороннего движения на участке ул. Школьная и ул. Дудкина от Институтской ул. до Московской ул. с организацией выделенной полосы на встречу одностороннему движению по ул. Школьная с изменением радиуса поворота на ул. Московская (компенсируется отменой движения легкового транспорта), переносом парковочных карманов вдоль ТЦ «Третий РИМ» и ТЦ «Спутник» на противоположную сторону ул. Школьная на всю длину участка одностороннего движения, организацией дополнительного пешеходного перехода на середине указанного участка с дополнительным мероприятием по успокоению движения в парковочном кармане (раздел совершенствование движение пешеходов), а также установкой пешеходных ограждений на подходах к нерегулируемым пешеходным переходам. На рисунке…представлены проектные изменения в ОДД в ключевом транспортном узле № 3.

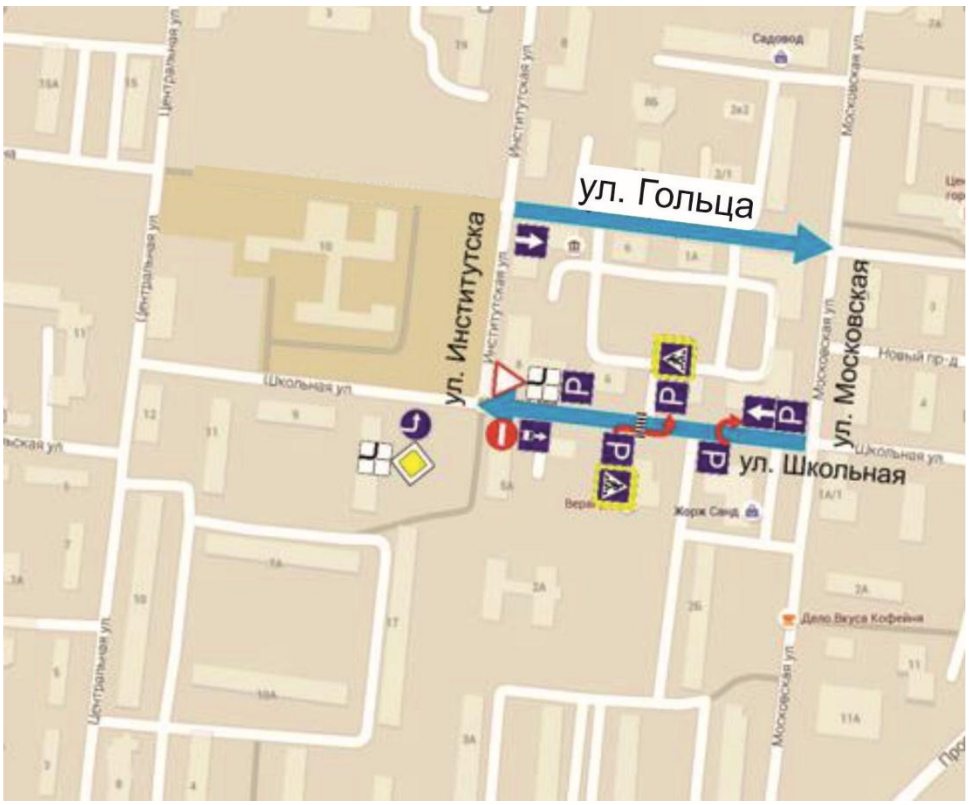


Рисунок 2.2.12 – Предлагаемые изменения в ООД в ключевом транспортном узле № 3

На рисунке…представлена визуализация ТП в ключевом транспортном узле № 3 после введения предлагаемых мероприятий.

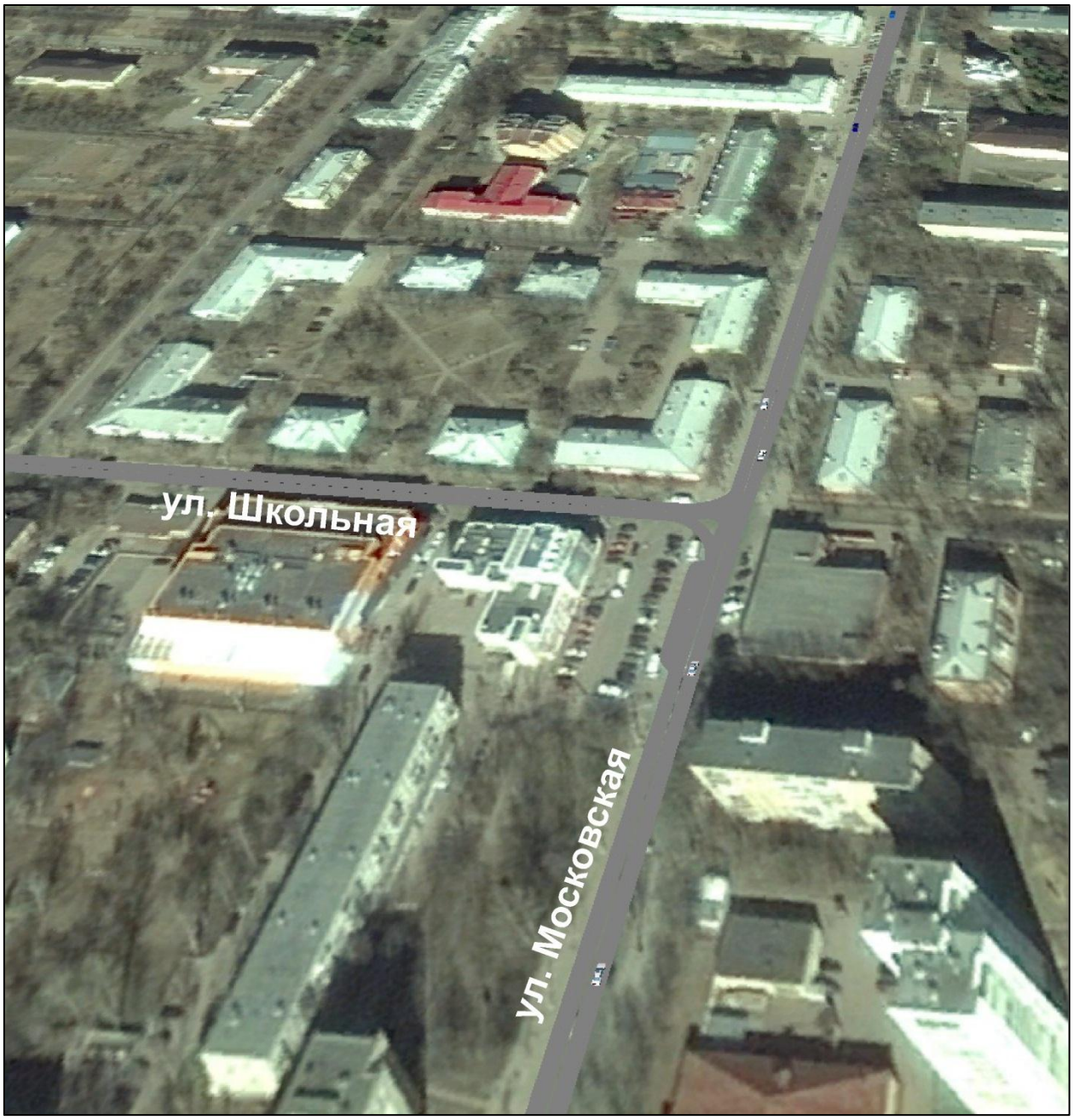


Рисунок 2.2.2 – Визуализация движения ТП в ключевом транспортном узле № 3 после введения предлагаемых мероприятий

Предлагаемые проектные решения значительно улучшили параметры ТП. При анализе статистических данных были определены направления, на которых был зафиксирован максимальный эффект улучшения показателей от введенных мероприятий:

- сократилось время в пути по ул. Школьная (от ул. Центральная до ул. Московская) на 99,3%;

- сократилась средняя задержка в пути по ул. Школьная (от ул. Центральная до ул. Московская) на 100%;

- сократилось число неоправданных остановок в процессе движения.

В таблицах 2.2.10 2.2.11 представлены существующие характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний и вечерний часы «пик».

Таблица 2.2.10 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	385	56	-86%	330	0	-100%	823	21	-99,8%
ул. Школьная, движение от ул. Центральная до ул. Московская	449	35	-99,3%	423	0	-100%	391	0	-100%

Таблица 2.2.11 – Характеристики ТП в ключевом транспортном узле № 3 в вечерний час «пик»

Направление	Показатель								
	Время в пути между перекрестками, с			Средняя задержка в пути между перекрестками, с			Длина очереди затора перед перекрестком, м		
	До	После	Эффект	До	После	Эффект	До	После	Эффект
ул. Московская, движение от ул. Вокзальная до пр-т. Мира	336	58	-83%	280	0	-100%	644	0	-100%
ул. Школьная, движение от ул. Центральная до ул. Московская	360	35	-91%	344	0	-100%	388	0	-100%

На рисунках 2.2.13 – 2.2.14 представлены картограммы скорости и интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний и вечерний часы «пик.

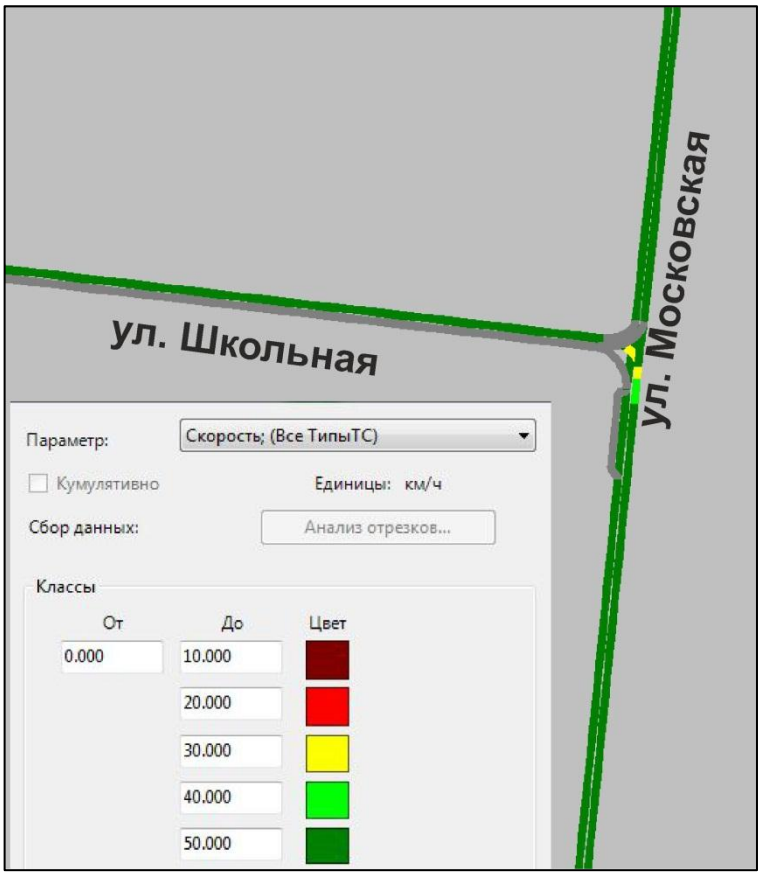


Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик»

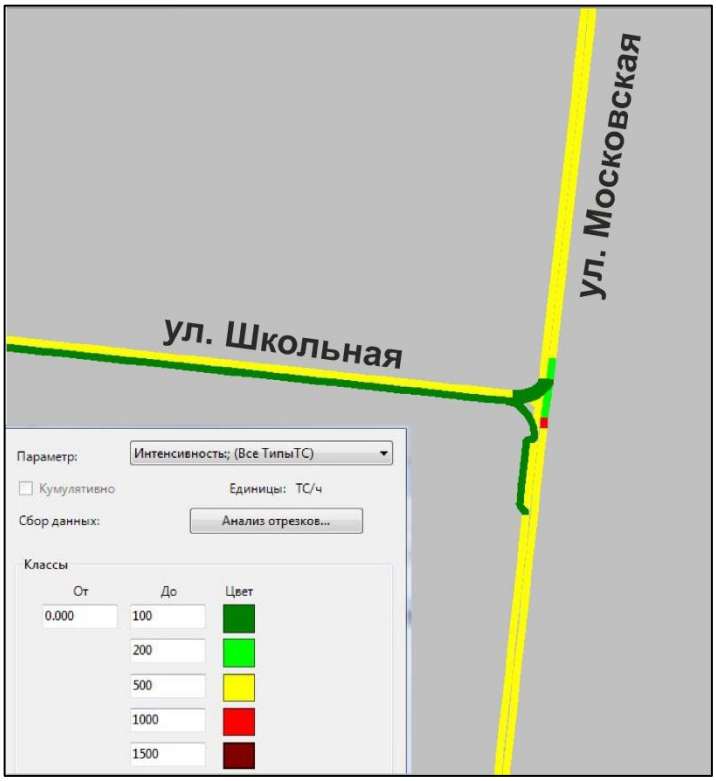


Рисунок 2.2.13 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в утренний час «пик»

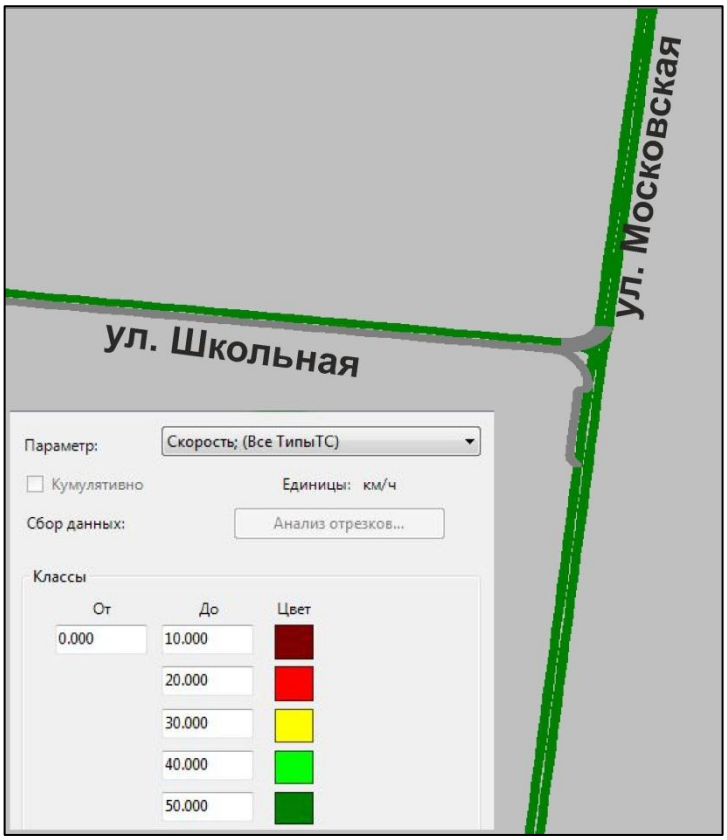


Рисунок 2.2.13 – Картограмма скорости ТП в ключевом транспортном узле № 3 в вечерний час «пик»

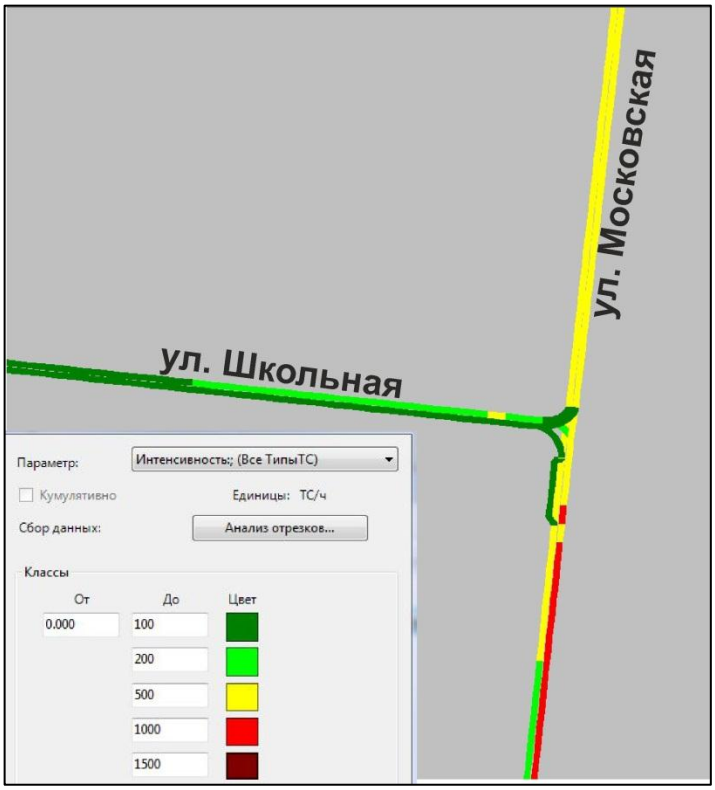


Рисунок 2.2.13 – Картограмма интенсивности ТП в ключевом транспортном узле № 3 в вечерний час «пик»

Результаты микромоделирования участков УДС представлены в виде анимации движения транспорта на графических поверхностях.

После проведения расчета перераспределения ТП в выбранных ключевых транспортных узлах на территории г.о Фрязино можно сделать выводы, что предлагаемые к реализации мероприятия позволят сократить транспортные задержки, число заторовых ситуаций и неоправданные остановки во время движения, а также увеличить среднюю скорость движения.