

РАЗРАБОТАНО

Генеральный директор
ООО «ГЕОКОМ-СТРОЙ»

УТВЕРЖДЕНО

Глава
Городского округа Фрязино

Яковлева Ю.Ю.

Воробьев Д.Р.

от « ____ » _____ 2025 года

от « ____ » _____ 2025 года

**КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ФРЯЗИНО
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ТОМ №2

Количество томов 2

СОГЛАСОВАНО

Министерство жилищной политики МО

от « ____ » _____ 2025 года

Министерство экологии и природопользования МО

от « ____ » _____ 2025 года

Комитет по архитектуре и градостроительству МО

от « ____ » _____ 2025 года

**г. Москва
2025 г.**

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ФРЯЗИНО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В соответствии с приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 18 февраля 2025 года №49 «Об установлении требований к составу и содержанию документации по организации дорожного движения» и Федеральным законом от 29 декабря 2017 года № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в редакции от 1 марта 2025 года), комплексная схема организации дорожного движения согласована:

Ф.И.О. лица, согласующего проект	Должность лица согласующего проект	Дата согласования	Результат согласования	Личная подпись

СОДЕРЖАНИЕ

1. Построение базовой макромоделю городского округа Фрязино	7
1.1. Определение размера и границы области моделирования	7
1.2. Транспортное районирование	8
1.3. Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов	12
1.3.1. Ввод данных о видах транспортных средств	12
1.3.2. Ввод узлов транспортного графа	13
1.3.3. Ввод отрезков транспортного графа	14
1.4. Ввод маршрутной сети, остановок и интервалов движения пассажирского транспорта	16
2. Разработка методики и создание модели расчёта транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений	25
3. Расчёт перераспределения транспортных потоков	28
4. Калибровка среднегодовой транспортной модели по показателям интенсивности движения, результатов социологических исследований, результатов замеров пассажиропотока.	30
5. Оценка качества функционирования транспортной системы на прогнозные периоды	31

РЕЕСТР ТАБЛИЦ

Таблица 1.1 – Нумерация, тип и наименование районов	9
---	---

РЕЕСТР РИСУНКОВ

<i>Рисунок 1.1 – Область моделирования</i>	<i>8</i>
<i>Рисунок 1.2 – Разбивка городского округа Фрязино на расчетные зоны (транспортные районы).....</i>	<i>11</i>
<i>Рисунок 1.3 – Системы транспорта</i>	<i>12</i>
<i>Рисунок 1.4 – Сегменты спроса</i>	<i>13</i>
<i>Рисунок 1.5 – Редактирование узла.....</i>	<i>13</i>
<i>Рисунок 1.6 – Типы узлов</i>	<i>14</i>
<i>Рисунок 1.7– Редактирование отрезка</i>	<i>15</i>
<i>Рисунок 1.8 – Граф улично-дорожной сети городского округа Фрязино.....</i>	<i>16</i>
<i>Рисунок 1.9 – Остановочные пункты, зоны остановок и остановки</i>	<i>17</i>
<i>Рисунок 1.10 – Пример расписания движения общественного транспорта</i>	<i>19</i>
<i>Рисунок 1.11 – Маршрут № 13 регулярных перевозок</i>	<i>20</i>
<i>Рисунок 1.12 – Маршрут № 13Б регулярных перевозок</i>	<i>21</i>
<i>Рисунок 1.13– Маршрут № 13А (1) регулярных перевозок</i>	<i>22</i>
<i>Рисунок 1.14 – Маршрут №13А (2) регулярных перевозок</i>	<i>23</i>
<i>Рисунок 1.15 – Маршрут № 14 регулярных перевозок</i>	<i>24</i>
<i>Рисунок 4.1 - Объекты калибровки транспортной модели</i>	<i>30</i>
<i>Рисунок 5.1 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта, существующее положение.....</i>	<i>32</i>
<i>Рисунок 5.2 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта, существующее положение</i>	<i>33</i>
<i>Рисунок 5.3 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта (Вариант 1 – Консервативный, долгосрочный период).....</i>	<i>34</i>
<i>Рисунок 5.4 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта (Вариант 1 – Консервативный, долгосрочный период).....</i>	<i>35</i>
<i>Рисунок 5.5 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта (Вариант 2 – Базовый, долгосрочный период)</i>	<i>36</i>
<i>Рисунок 5.6 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта (Вариант 2 – Базовый, долгосрочный период)</i>	<i>37</i>

Обозначения и сокращения

ГПТ	–	городской пассажирский транспорт
КСОДД	–	комплексная схема организации дорожного движения
ТП	–	транспортный поток
ТС	–	транспортное средство
УДС	–	улично-дорожная сеть

1. Построение базовой макромодели городского округа Фрязино

1.1. Определение размера и границы области моделирования

В процессе районирования проводится процедура определения размера и границы области моделирования и определения кордонных районов, расположенных на границе моделируемой пространственной области и аккумулирующих все перемещения между ней и «внешним миром». Под областью моделирования типового городского округа 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 городского округа, указанные в геоинформационных и картографических службах.

На рисунке 1.1 показана область моделирования после задания ограничивающего полигона по границе городского округа Фрязино.

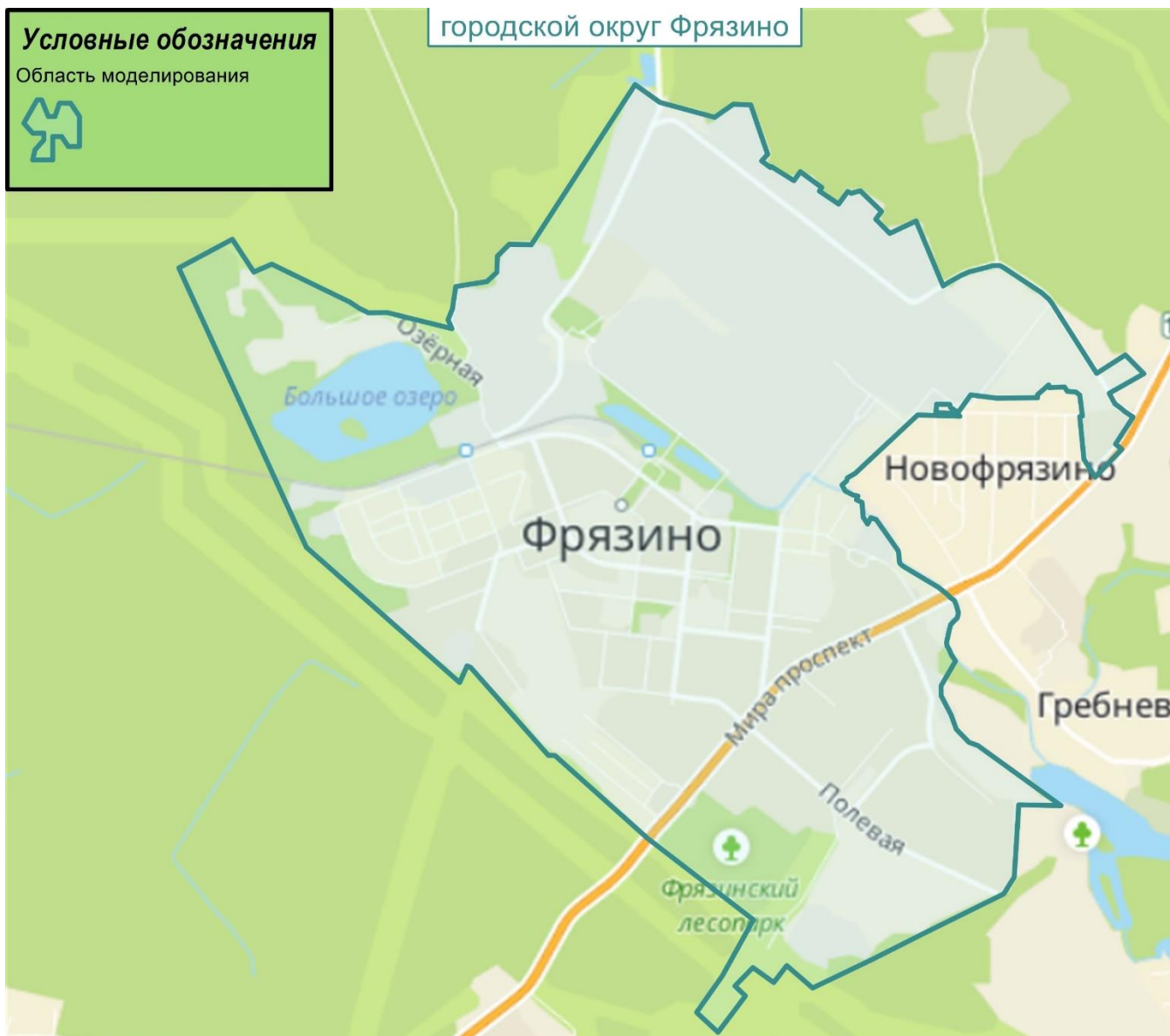


Рисунок 1.1 – Область моделирования

1.2. Транспортное районирование

Транспортные районы – элементарные единицы пространственной структуры области планирования.

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.

На границах области моделирования создаются специальные кордонные транспортные районы, которые описывают взаимное влияние исследуемой области и прилегающих к ней

территорий. При помощи кордонных районов задаются граничные условия на автомобильные и пассажирские потоки на всех автомобильных и железных дорогах, а также прочих транспортных связях, пересекающих границу исследуемой области.

При районировании территории были учтены и обозначены кордонные районы на транзитных автомобильных дорогах. Нумерация, тип и наименование районов представлены в таблице 1.1.

В результате было выделено 36 внутренних транспортный район и 5 внешних (кордонных) транспортных районов.

Таблица 1.1 – Нумерация, тип и наименование районов

1	Внутренний	1-й квартал
2		14-й квартал
3		13-й квартал
4		11-й квартал
5		2-й квартал
6		3-й квартал
7		4-й квартал
8		5-й квартал
9		12-й квартал
10		10-й квартал
11		9-й квартал
12		6-й квартал
13		7-й квартал
14		18-й квартал
15		19-й квартал
16		20-й квартал
17		21-й квартал
18		аллея Героев
19		22-й квартал
20		15-й квартал
21		2-й мкрн
22		3-й мкрн
23		4-й мкрн
24		1-й мкрн
25		6-й мкрн
26		деревня Чижово
27		ул. Рабочая (МКД)
28		частный сектор
29		ул. Вокзальная (МКД)

30		<i>ул. Ленина (школы, детский сад)</i>
31		<i>культурный центр</i>
32		<i>школа №1</i>
33		<i>поликлиника</i>
34		<i>восход</i>
35		<i>тер. Восточная заводская промышленная</i>
36		<i>кадетская школа-интернат</i>
37	Внешний (кордон)	<i>деревня Сабурово</i>
38		<i>Город Щёлково</i>
39		<i>деревня Назимиха</i>
40		<i>деревня Новofрязино</i>
41		<i>деревня Ново</i>

На рисунке 1.2 представлено транспортное районирование на территории городского округа Фрязино.

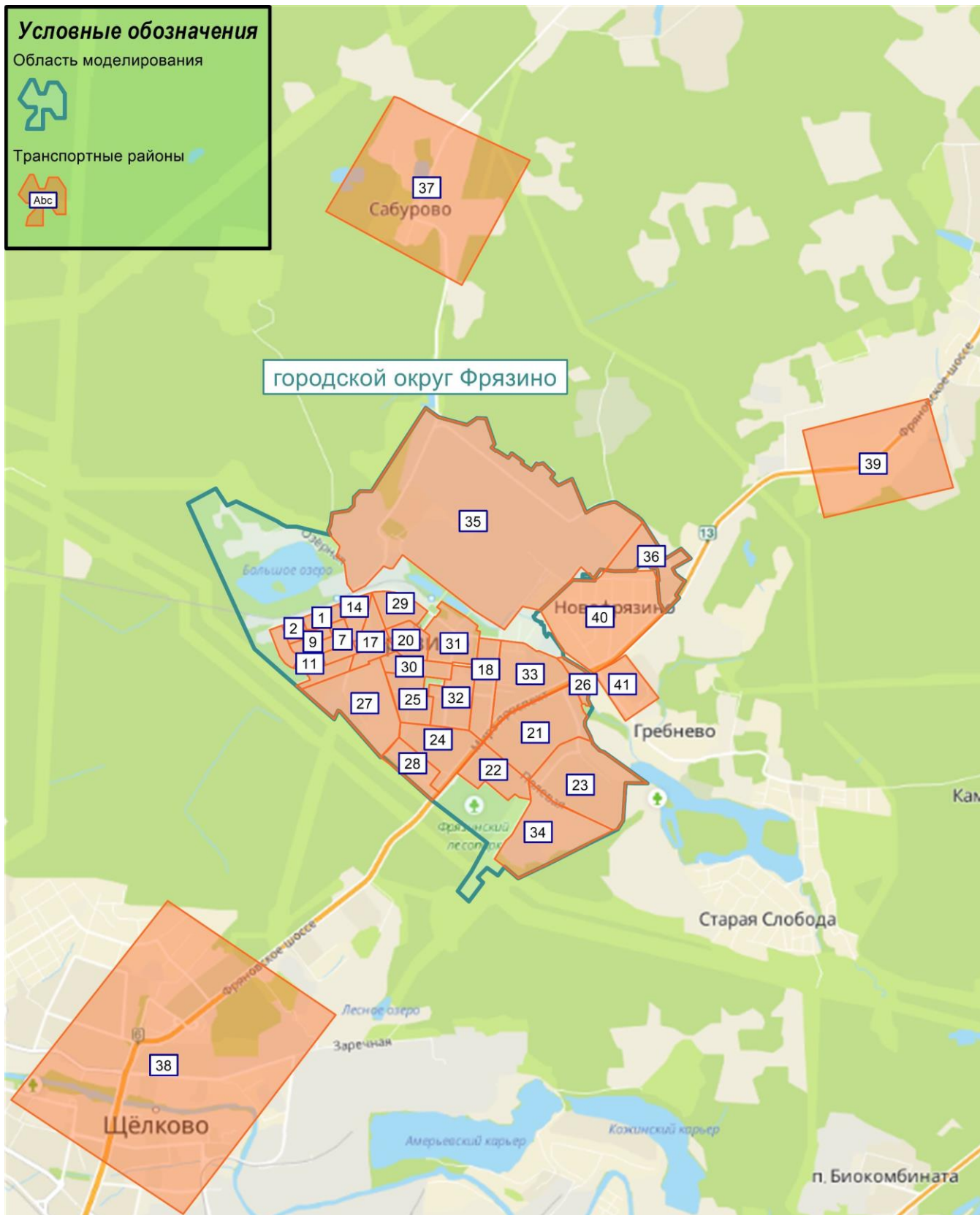


Рисунок 1.2 – Разбивка городского округа Фрязино на расчетные зоны (транспортные районы)

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. Полученные данные были проанализированы, введены в модель и откалиброваны при первичной калибровке модели.

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).

1.3. Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

1.3.1. 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 1.3.

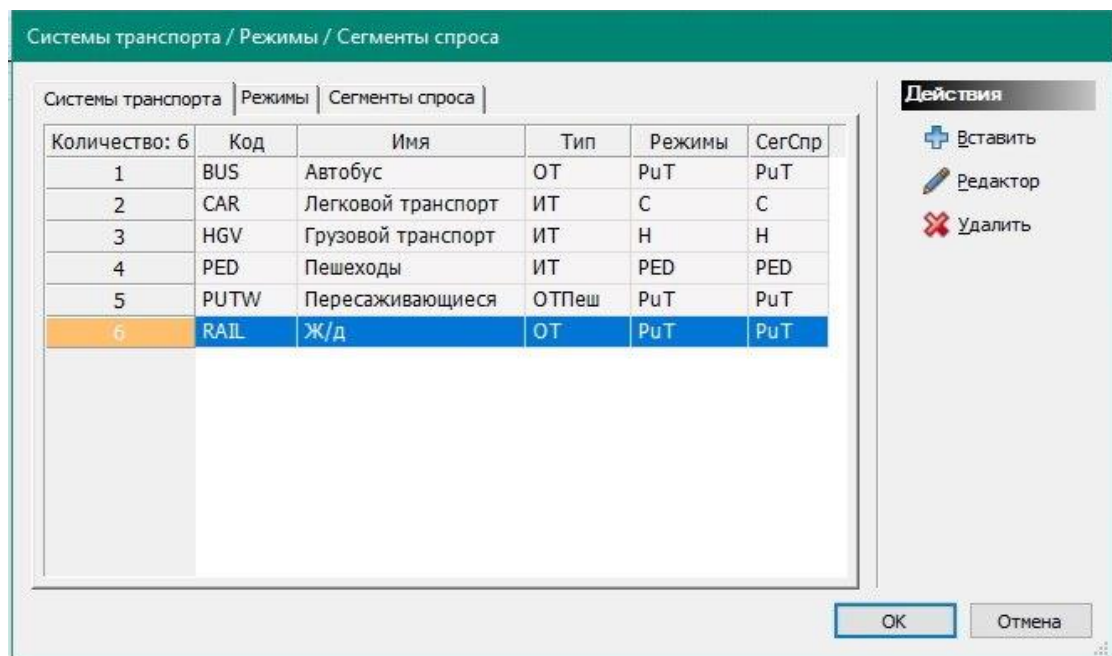


Рисунок 1.3 – Системы транспорта

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

сегменту спроса соответствует ровно одна матрица корреспонденций. Иллюстрация сегментов спроса показана на рисунке 1.4.

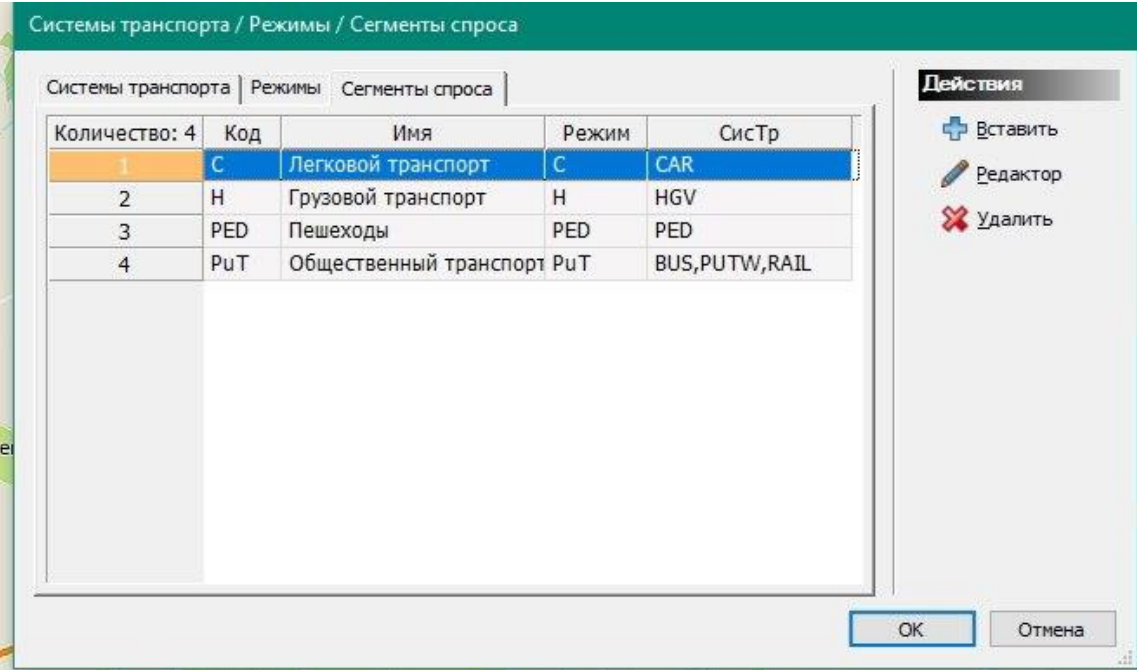


Рисунок 1.4 – Сегменты спроса

1.3.2. Ввод узлов транспортного графа

Для определения положения перекрестков и пересечений в транспортной модели используются узлы транспортного графа. Данные по узлам включают в себя запрещенные и разрешенные маневры, тип перекрестка, главную и второстепенную дорогу. В редакторе узлов, изображенном на рисунке 1.5, были заданы приоритеты движения и способ регулирования перекрестков.

Количество узлов в модели –206.

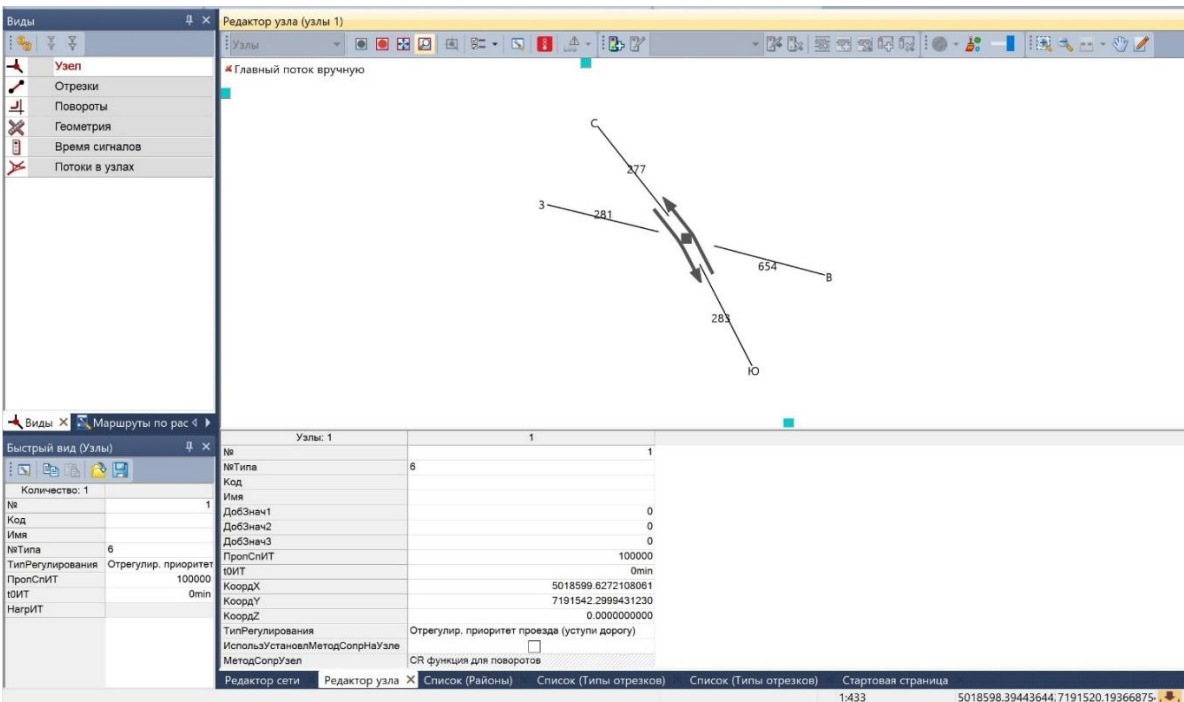


Рисунок 1.5 – Редактирование узла

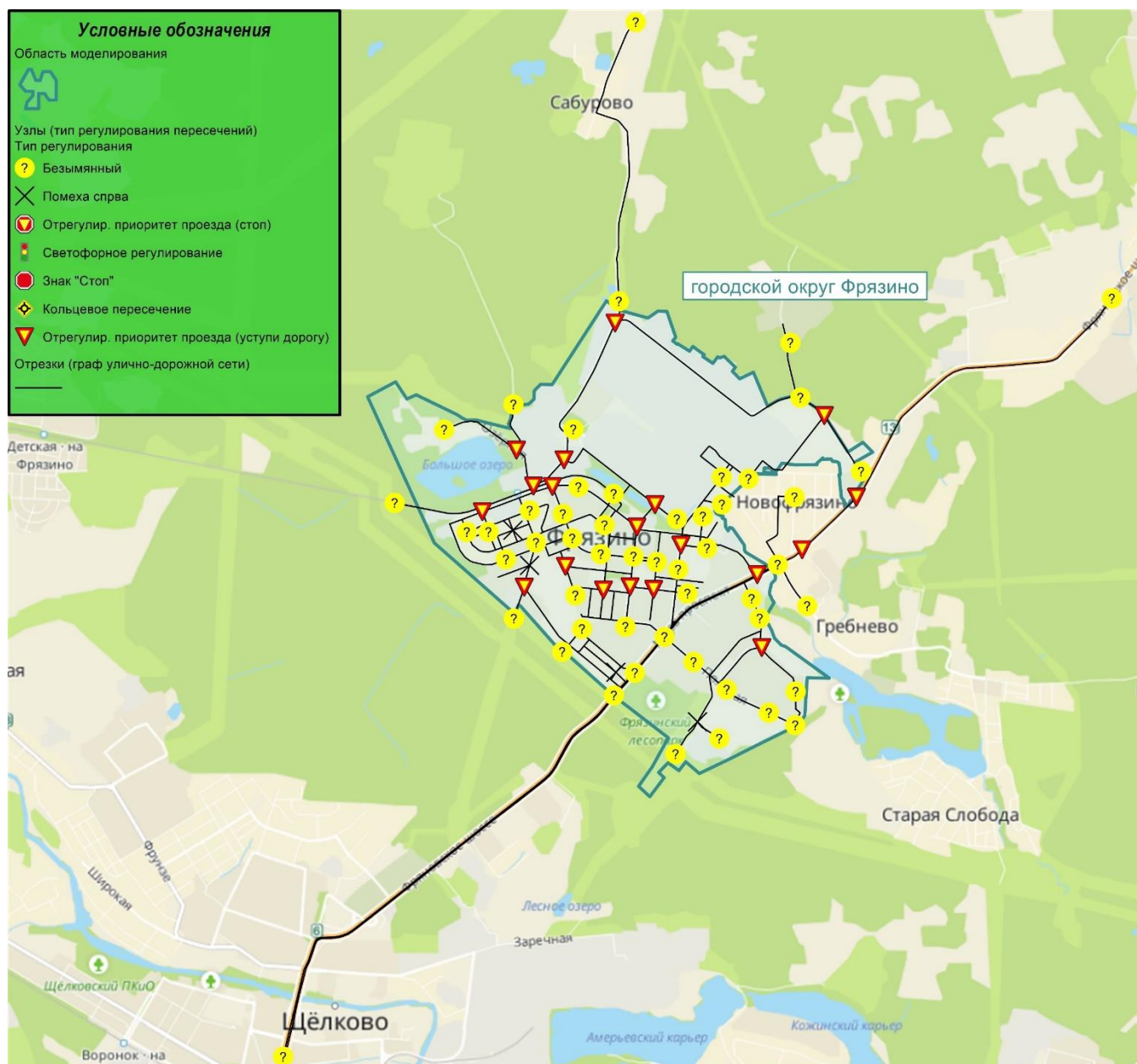


Рисунок 1.6 – Типы узлов

1.3.3. Ввод отрезков транспортного графа

При описании улично-дорожной сети и соединении узлов используются отрезки транспортного графа. Для них в редакторе отрезков, изображенном на рисунке 1.7, были заданы следующие характеристики: длина, допустимая скорость различных видов транспорта при свободном транспортном потоке, пропускная способность, количество полос, название.

Результатом создания и редактирования отрезков, соединяющих узлы, является граф улично-дорожной сети, изображенный на рисунке 1.8. При этом учтены дороги, прилегающие к городскому округу Фрязино и аккумулирующие транзитные потоки транспорта.

Количество отрезков в модели – 522.

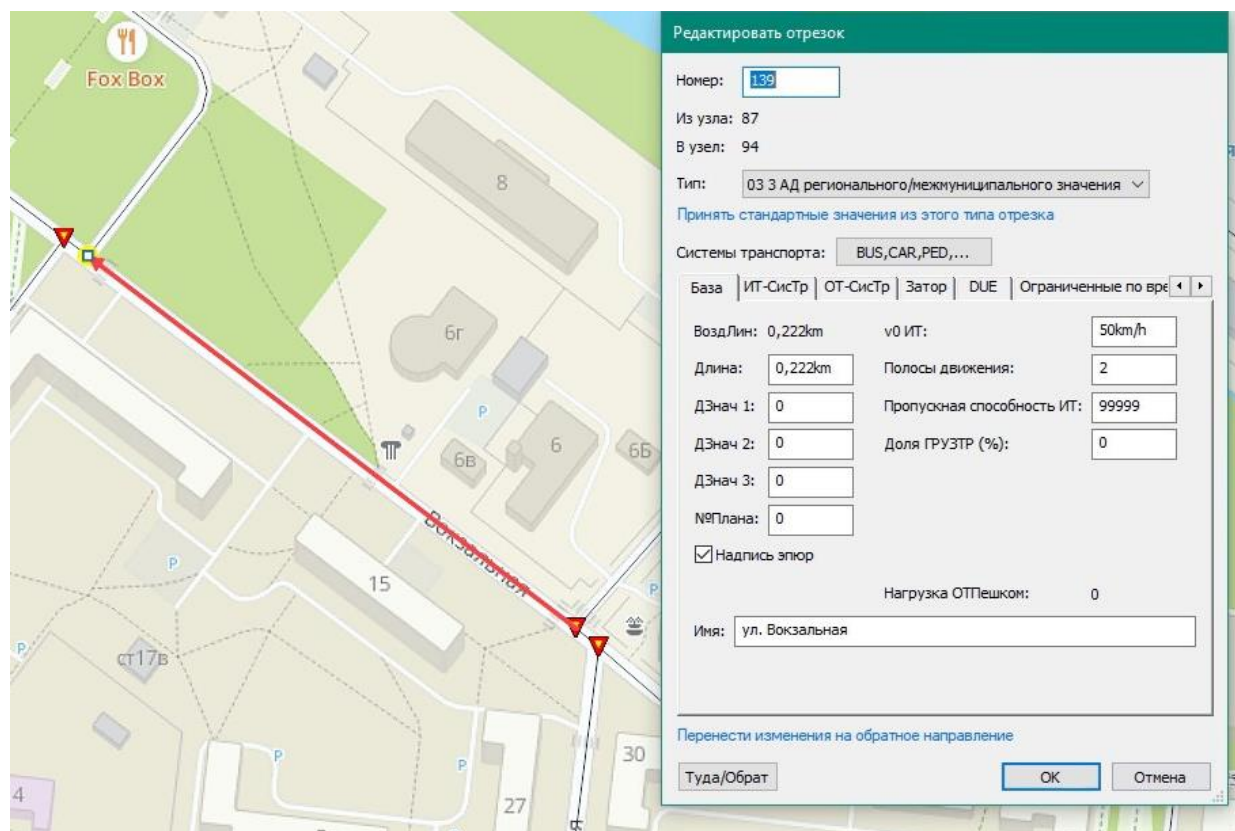


Рисунок 1.7– Редактирование отрезка

Результатом создания и редактирования отрезков, соединяющих узлы, является граф УДС, изображенный на рисунке 1.8. При этом учтены, дороги, прилегающие к области моделирования и аккумулирующие транзитные потоки транспорта.

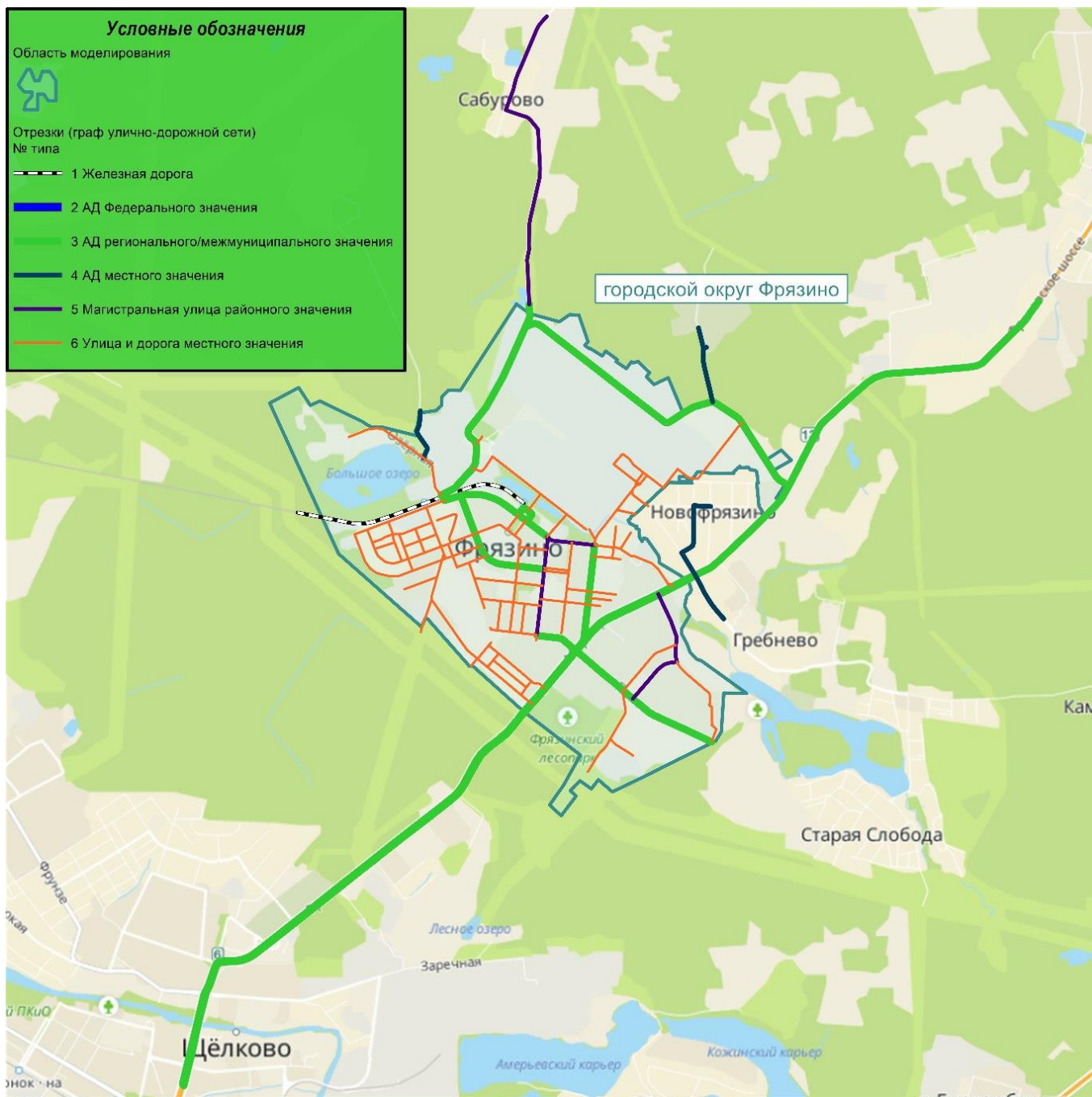


Рисунок 1.8 – Граф улично-дорожной сети городского округа Фрязино

1.4. 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.

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

«Зона остановки» привязана к «Остановке». 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 1.9 представлены АО общественного транспорта в модели.

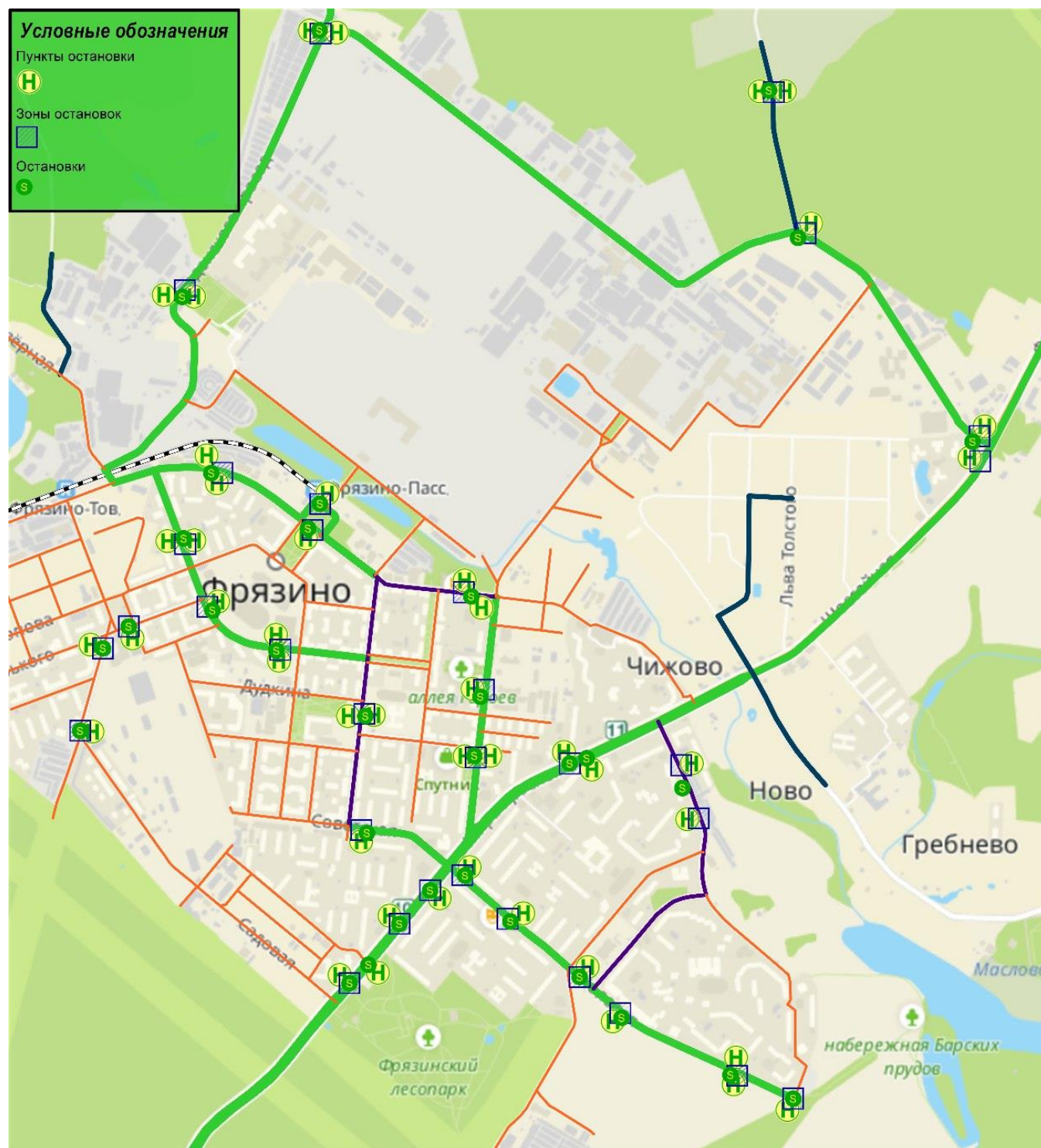


Рисунок 1.9 – Остановочные пункты, зоны остановок и остановки

Модель транспортной сети пассажирского транспорта состоит из набора отрезков графа УДС, по которым разрешено движение городского пассажирского транспорта (далее – ГПТ).

Данные о маршрутах движения содержат информацию о номере маршрута, расписании движения, вместимости единиц подвижного состава.

Прохождение трассы каждого маршрута привязывается к конкретным отрезкам и остановкам в соответствии с паспортом маршрута. Подобное описание системы пассажирского транспорта позволяет производить расчеты пассажиропотоков, как с учетом конкретного расписания движения, так и в целом по системам транспорта, что дает возможность производить оценку системы пассажирского транспорта общего пользования на текущий момент времени и на перспективу.

На рисунке 1.10 представлен пример ввода расписания движения маршрутных транспортных средств в системе PTV VISUM.

Расписание (в табличной форме)																						
тоездок по расписа																						
№	209	210	60	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Имя	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	
ИмяМарш	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	Маршрут	
СодНапр	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	
Прив:УчасткиОбслП	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	Ежедн.	
ОбознИзЭлПрофВрД	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	
Этпр	00:05:00	00:16:00	01:37:00	05:07:00	05:13:00	05:24:00	05:33:00	05:35:00	05:44:00	05:48:00	05:59:00	06:03:00	06:06:00	06:10:00	06:16:00	06:21:00	06:25:00	06:31:00	06:34:00	06:38:00	06:41:00	
Триб	00:40:30	00:51:30	02:12:30	05:42:30	05:48:30	05:59:30	06:08:30	06:10:30	06:19:30	06:23:30	06:34:30	06:38:30	06:41:30	06:45:30	06:51:30	06:56:30	07:00:30	07:06:30	07:09:30	07:13:30	07:16:30	
ОбознВЭлПрофВрД	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	
ОбознПеревозчика	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	2 МАП №1	
Сол:УчасткиОбслП	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Автоматизировано	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ИГриИнтервалПоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Код поездки по рас																						
ОбознСекцТС	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ОбознДняДвиж	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	1 Ежедн.	
ОбознИзЭлПрофВрД	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	1: 944	
Этпр	00:05:00	00:16:00	01:37:00	05:07:00	05:13:00	05:24:00	05:33:00	05:35:00	05:44:00	05:48:00	05:59:00	06:03:00	06:06:00	06:10:00	06:16:00	06:21:00	06:25:00	06:31:00	06:34:00	06:38:00	06:41:00	
Триб	00:40:30	00:51:30	02:12:30	05:42:30	05:48:30	05:59:30	06:08:30	06:10:30	06:19:30	06:23:30	06:34:30	06:38:30	06:41:30	06:45:30	06:51:30	06:56:30	07:00:30	07:06:30	07:09:30	07:13:30	07:16:30	
ОбознВЭлПрофВрД	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	23: 846	
ПодготовПериод	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	
ИГриПоследующОбраб	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	
С																						
№ОстОс	ИмяОст	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	иБ / Ои	
1	Проспект	05:05:00	05:16:00	05:37:00	05:07:00	05:13:00	05:24:00	05:33:00	05:35:00	05:44:00	05:48:00	05:59:00	06:03:00	06:06:00	06:10:00	06:16:00	06:21:00	06:25:00	06:31:00	06:34:00	06:38:00	06:41:00
2	проспект	06:06:00	06:17:00	06:38:00	06:08:00	06:14:00	06:25:00	06:34:00	06:36:00	06:45:00	06:49:00	06:00:00	06:04:00	06:07:00	06:11:00	06:17:00	06:22:00	06:26:00	06:32:00	06:35:00	06:39:00	06:42:00
4	Проспект	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
5	улица Иса	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
6	Станция Б	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
8	МЖК	08:08:00	08:19:00	08:40:00	08:10:00	08:16:00	08:27:00	08:36:00	08:38:00	08:47:00	08:51:00	08:02:00	08:06:00	08:09:00	08:13:00	08:19:00	08:24:00	08:28:00	08:34:00	08:37:00	08:41:00	08:44:00
9	Проспект	10:10:00	10:21:00	10:42:00	10:12:00	10:18:00	10:29:00	10:38:00	10:40:00	10:49:00	10:53:00	10:04:00	10:08:00	10:11:00	10:15:00	10:21:00	10:26:00	10:30:00	10:36:00	10:39:00	10:43:00	10:46:00
10	Проспект	11:11:00	11:22:00	11:43:00	11:13:00	11:19:00	11:30:00	11:39:00	11:41:00	11:50:00	11:54:00	11:05:00	11:09:00	11:12:00	11:16:00	11:22:00	11:27:00	11:31:00	11:37:00	11:40:00	11:44:00	11:47:00
11	Централь	13:13:00	13:24:00	13:45:00	13:15:00	13:21:00	13:32:00	13:41:00	13:43:00	13:52:00	13:56:00	13:07:00	13:11:00	13:14:00	13:18:00	13:24:00	13:29:00	13:33:00	13:39:00	13:42:00	13:46:00	13:49:00
12	улица Каг	14:14:00	14:25:00	14:46:00	14:16:00	14:22:00	14:33:00	14:42:00	14:44:00	14:53:00	14:57:00	14:08:00	14:12:00	14:15:00	14:19:00	14:25:00	14:30:00	14:34:00	14:40:00	14:43:00	14:47:00	14:50:00
13	Станция Г	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
13	Станция Г	15:15:00	15:26:00	15:47:00	15:17:00	15:23:00	15:34:00	15:43:00	15:45:00	15:54:00	15:58:00	15:09:00	15:13:00	15:16:00	15:20:00	15:26:00	15:31:00	15:35:00	15:41:00	15:44:00	15:48:00	15:51:00
14	РКК Энер	16:16:00	16:27:00	16:48:00	16:18:00	16:24:00	16:35:00	16:44:00	16:46:00	16:55:00	16:59:00	16:10:00	16:14:00	16:17:00	16:21:00	16:27:00	16:32:00	16:36:00	16:42:00	16:45:00	16:49:00	16:52:00
42	улица Лей	18:18:00	18:29:00	18:50:00	18:20:00	18:26:00	18:37:00	18:46:00	18:48:00	18:57:00	19:01:00	18:12:00	18:16:00	18:19:00	18:23:00	18:29:00	18:34:00	18:38:00	18:44:00	18:47:00	18:51:00	18:54:00
15	ЦНИИМА	20:20:00	20:31:00	20:52:00	20:22:00	20:28:00	20:39:00	20:48:00	20:50:00	20:59:00	21:03:00	20:14:00	20:18:00	20:21:00	20:25:00	20:31:00	20:36:00	20:40:00	20:46:00	20:49:00	20:53:00	20:56:00
16	Колледж	22:22:00	22:33:00	22:54:00	22:24:00	22:30:00	22:41:00	22:50:00	22:52:00	23:01:00	23:05:00	23:16:00	23:20:00	23:23:00	23:27:00	23:33:00	23:38:00	23:42:00	23:48:00	23:51:00	23:55:00	23:58:00

Рисунок 1.10 – Пример расписания движения общественного транспорта

На территории городского округа действует 4 городских маршрутов регулярных перевозок,
а именно:



Рисунок 1.11 – Маршрут № 13 регулярных перевозок

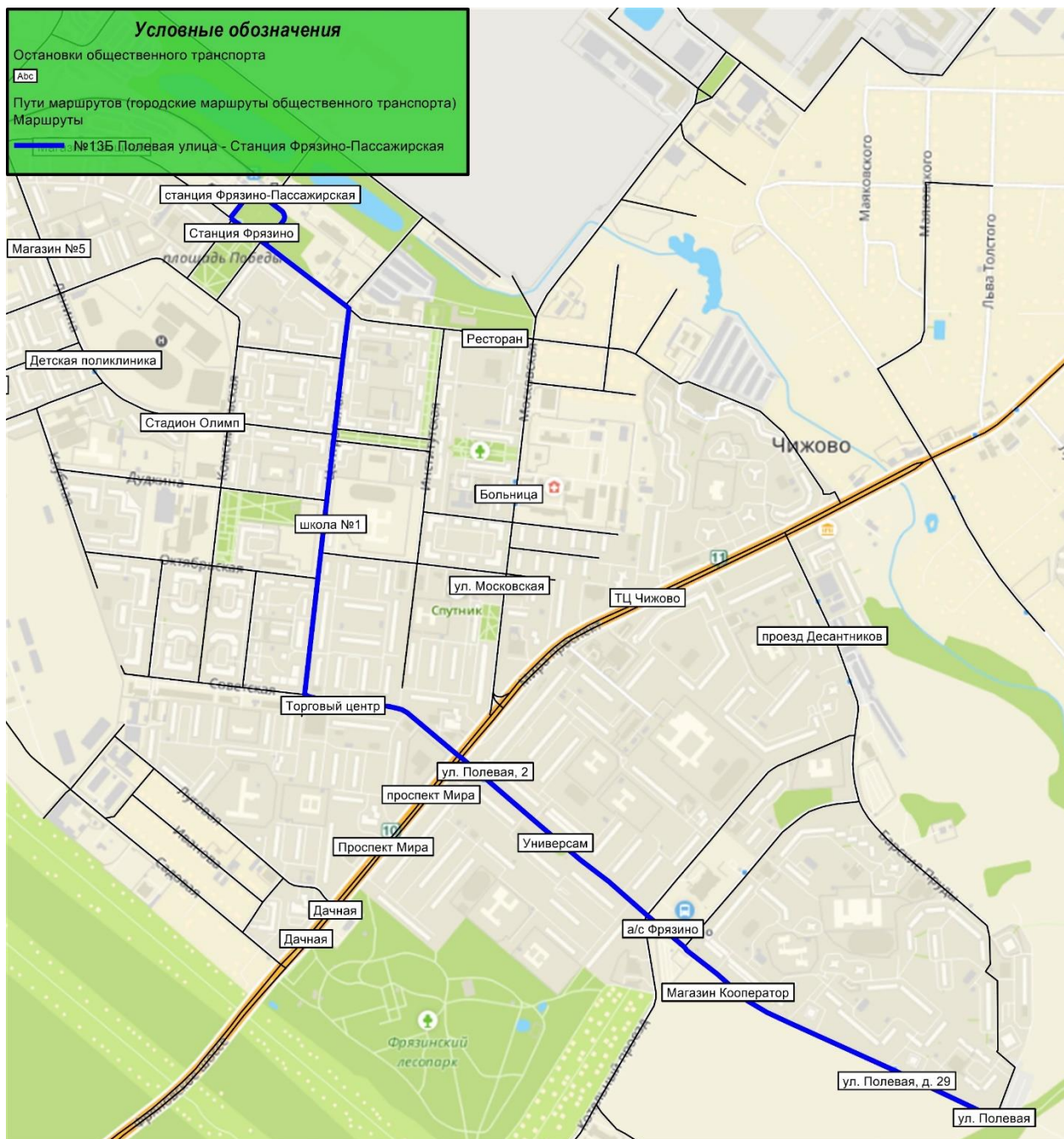


Рисунок 1.12 – Маршрут № 13Б регулярных перевозок

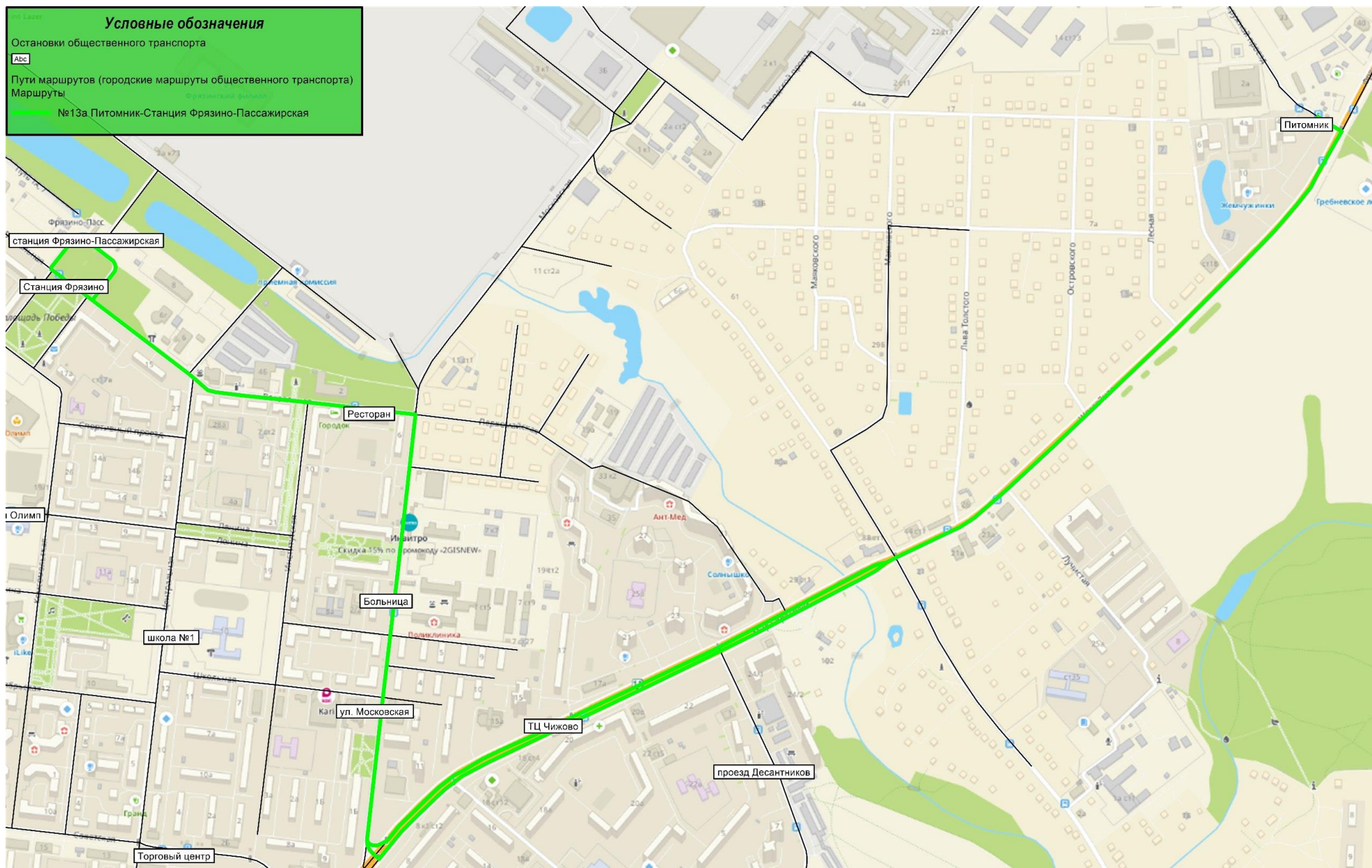


Рисунок 1.13– Маршрут № 13А (1) регулярных перевозок

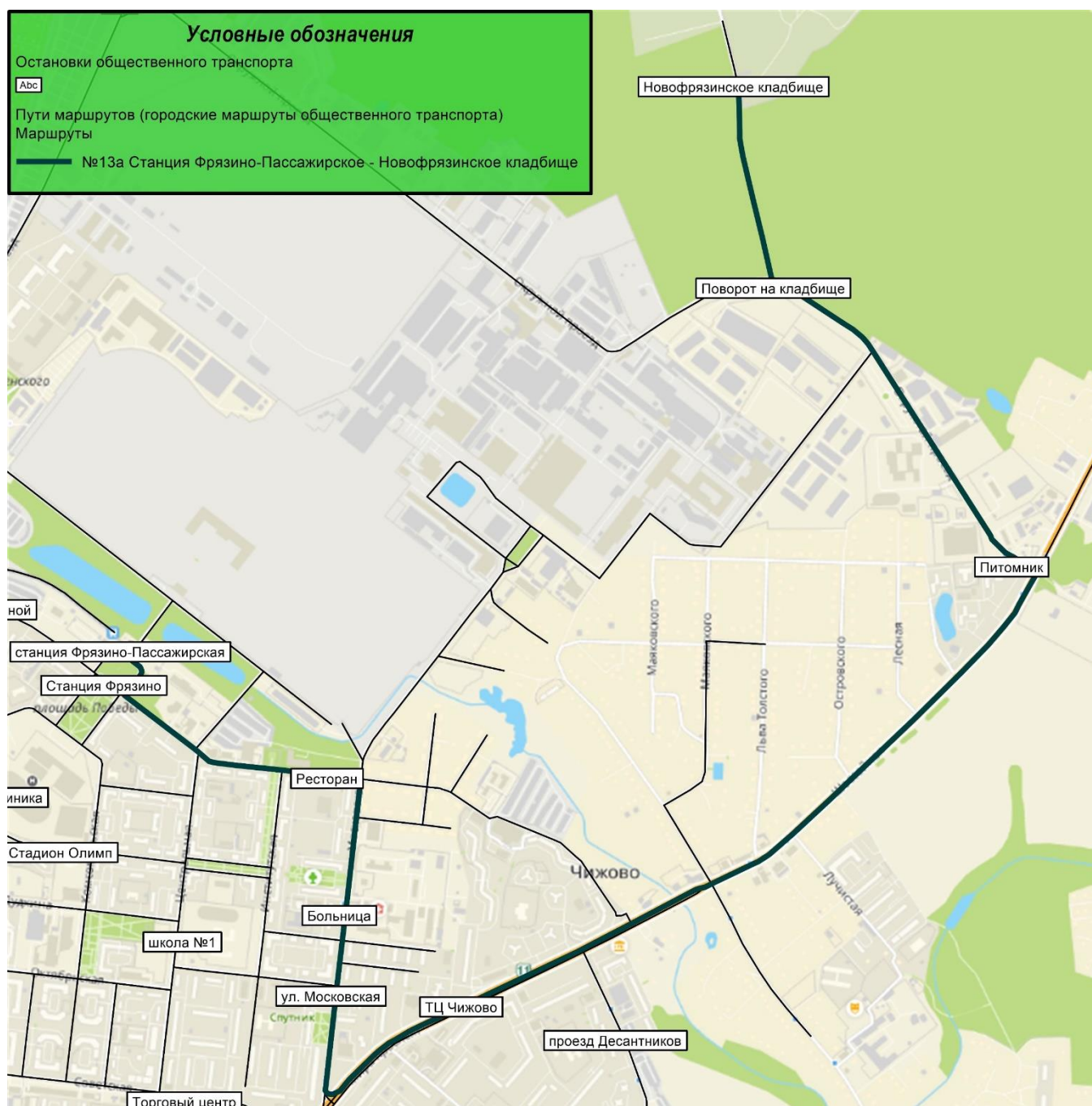


Рисунок 1.14 – Маршрут №13А (2) регулярных перевозок

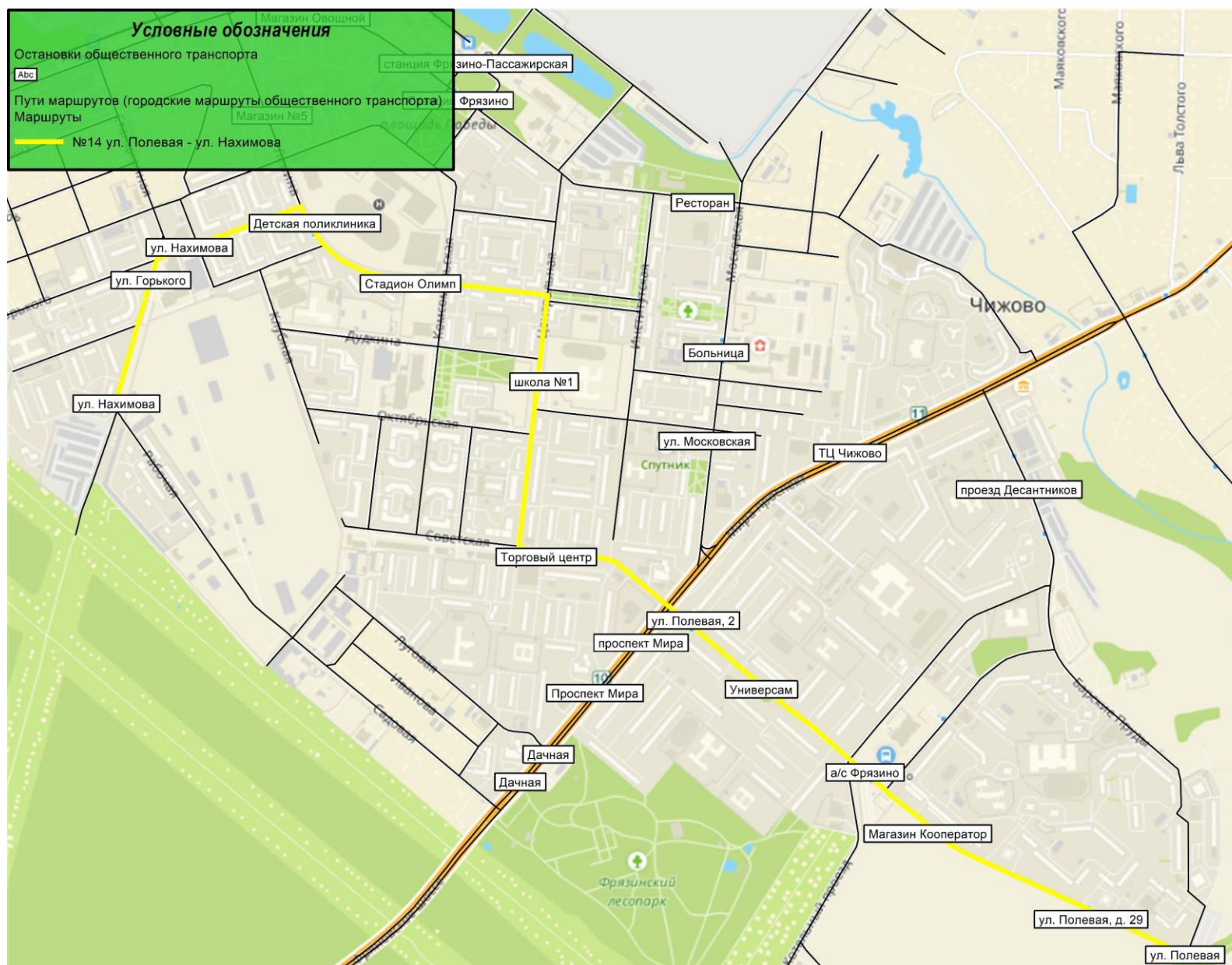


Рисунок 1.15 – Маршрут № 14 регулярных перевозок

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

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

Транспортная модель городского округа 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.

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 четырёхшаговая 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 Показатели матриц корреспонденций;

Этап 2 - Модель распределения транспортного движения по районам

На этапе распределения транспортного движения по районам рассчитываются объемы транспортного потока (далее – 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.

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 транспортные средства (далее – ТС) делят на транзитный трафик, который проходит УДС городской округ 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 городского округа, 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 городском округе, анализировать их эффективность и сравнивать возможные последствия от различных сценариев развития транспортной инфраструктуры.

3. Расчёт перераспределения транспортных потоков

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.

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.

4. Калибровка среднегодовой транспортной модели по показателям интенсивности движения, результатов социологических исследований, результатов замеров пассажиропотока.

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.

Объекты калибровки транспортной модели.

В результате были вычислены значения стандартного набора показателей, характеризующих точность модели. Общие параметры, используемые при калибровке транспортной модели, представлены на рисунке 4.1.

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 количества 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
транспортного района-источника/района-цели	изменение путей при перераспределении

Рисунок 4.1 - Объекты калибровки транспортной модели

Карточки учета интенсивностей, данные из которых использовались при калибровке модели, представлены в приложении 2 первого тома КСОДД.

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.

В качестве результатов расчета модели рассмотрены основные показатели, характеризующие транспортные потоки. Наиболее загруженными участками сети являются пересечения с пр. Мира, ул. Московская, на которых в периоды час пик загрузка транспортом может превышать 100% на некоторых участках..

5. Оценка качества функционирования транспортной системы на прогнозные периоды

Разработка транспортной модели включает в себя множество этапов. На каждом этапе закладывается набор данных по транспортному предложению и спросу, которые в свою очередь отвечают за качество и точность прогнозирования дорожно-транспортной ситуации в транспортной модели в зависимости от детализации сети и объема исходных данных.

Фактором, влияющим на точность прогнозирования, также является выбор метода расчета транспортного спроса, фактические данные интенсивности движения транспорта и результат калибровки транспортной модели. Выбранный метод расчета транспортного спроса будет формировать распределение транспорта по сети с учетом особенностей, заложенных в него, а результат калибровки транспортной модели будет прямо зависеть от замеров интенсивности движения транспорта.

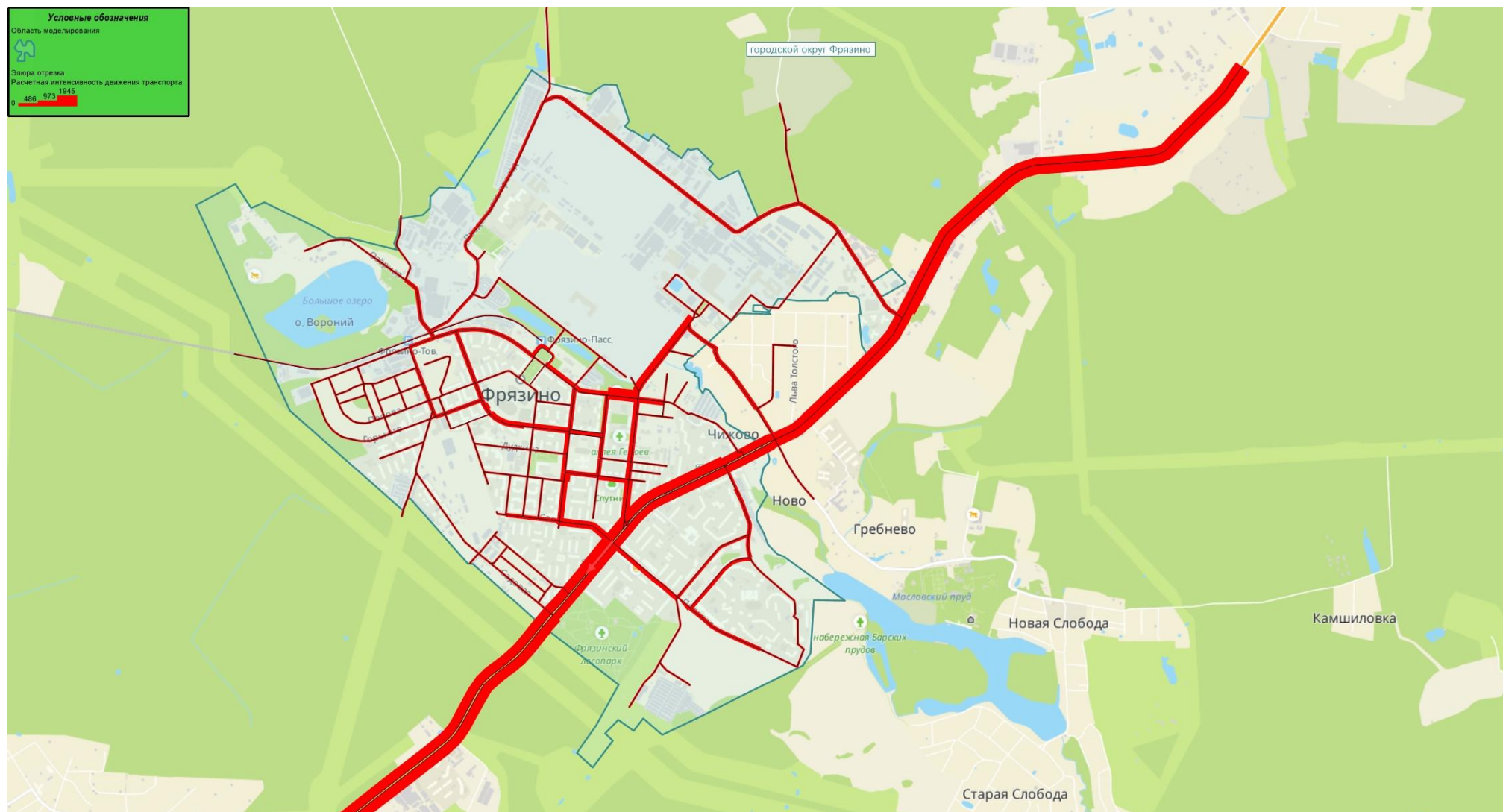


Рисунок 5.1 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта, существующее положение

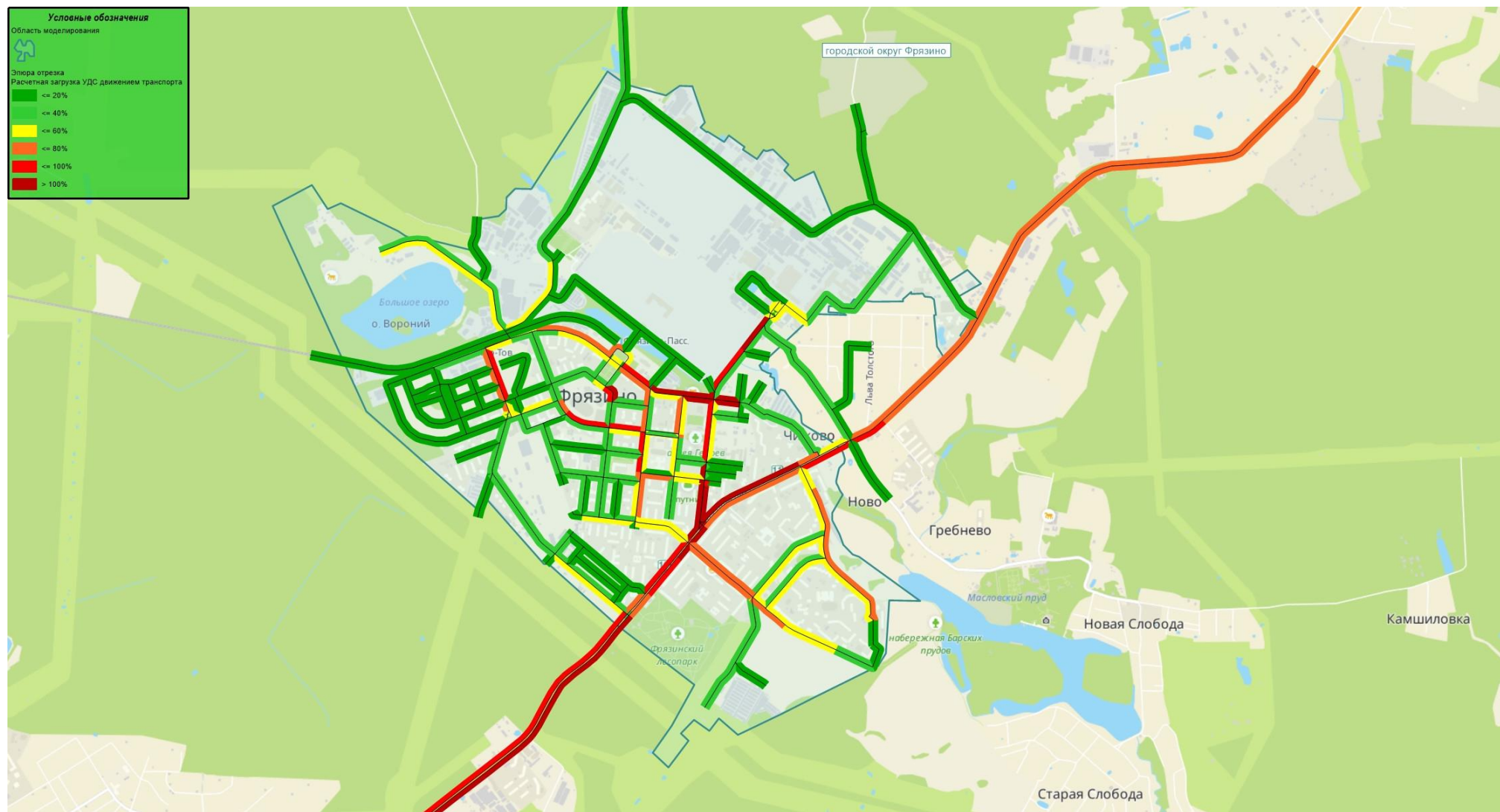


Рисунок 5.2 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта, существующее положение

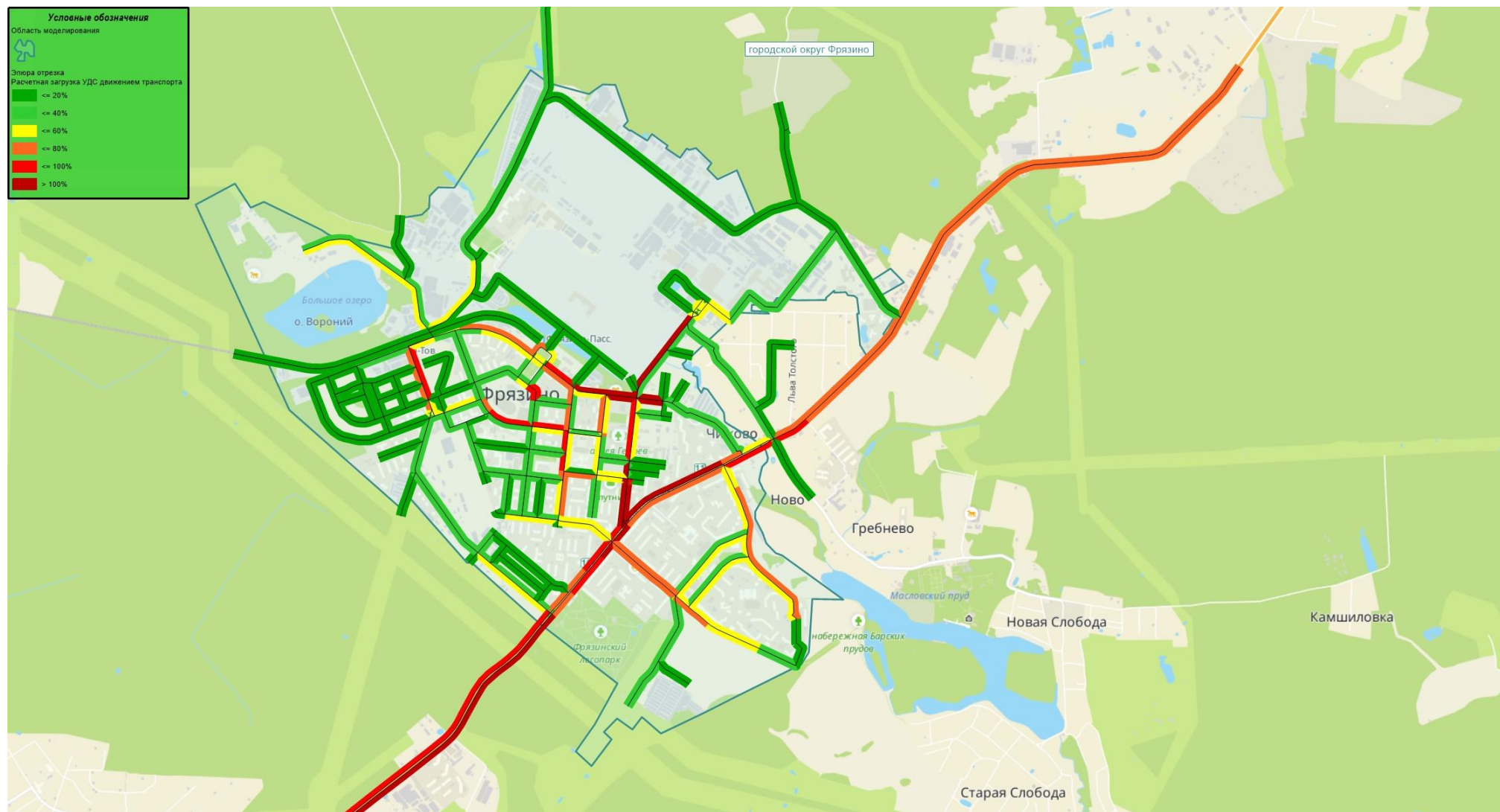


Рисунок 5.4 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта (Вариант 1 – Консервативный, долгосрочный период)



Рисунок 5.5 – Картограмма расчетной интенсивности движения транспорта (Вариант 2 – Базовый, долгосрочный период)

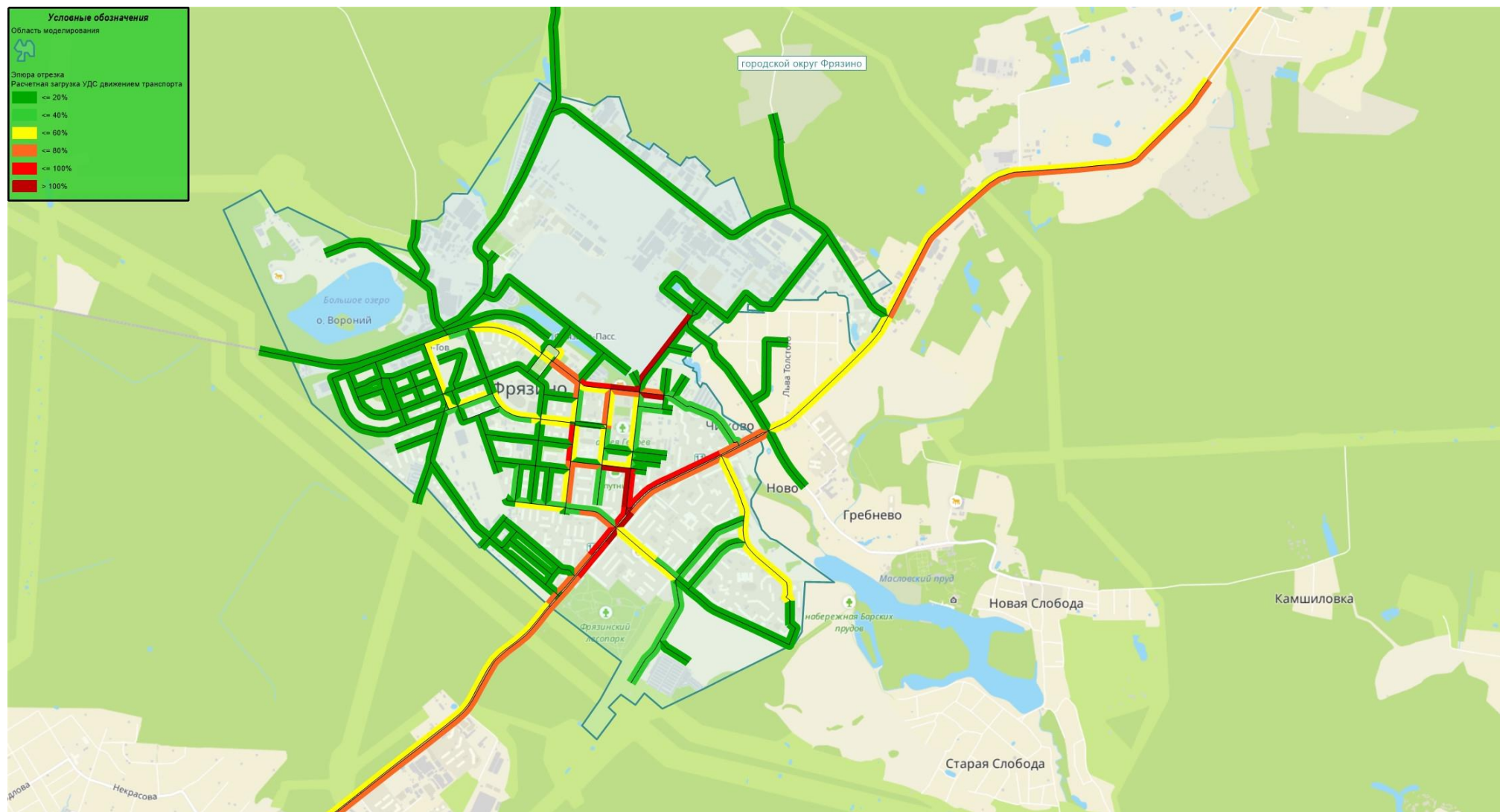


Рисунок 5.6 – Картограмма расчетной загрузки УДС движением транспорта (Вариант 2 – Базовый, долгосрочный период)

По итогам макро моделирования текущего проекта была проделана следующая работа.

- 1) Разработаны и согласованы транспортное районирование области исследования, методики создания модели расчет спроса на транспорт для пассажирских перемещений и кордонных районов;
- 2) Разработана транспортная модель текущей ситуации городского округа Фрязино, включающая в себя 36 внутренних и 5 кордонных районов городского округа;
- 3) Выполнен расчет социально-экономической статистики по транспортным городскому округам городского округа Фрязино к на базовый и прогнозные годы;
- 4) Введены изменения по УДС городского округа Фрязино и маршрутной сети общественного транспорта в прогнозную модель, составлены сценарии расчета прогнозных лет;
- 5) Выполнен расчет перераспределения транспортных и пассажирских потоков на базовый и прогнозные год.