



ИНН 3702569869 КПП 370201001 Р/сч 40702810617000090324

Ивановское Отделение №8639 ПАО Сбербанк БИК 042406608 л/с 30101810000000000608

ОКАТО 24401370000 / ОКПО 88003221, 153007, г. Иваново, ул 7-я Минеевская, д. 87/10

Менеджер: 8-800-775-42-23 (звонок бесплатный) Тел.8(4932) 57-56-91

Сайт: www.alfadorproekt2008.ru e-mail: AlfaDorProekt@mail.ru



КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧУДОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Этап 2. Разработка транспортной модели Чудовского муниципального района

Заказчик: Администрация Чудовского
муниципального района Новгородской области.

Разработчик:
ООО «АльфаДорПроект»

Утверждено: Постановлением Администрации
Чудовского муниципального района № _____

Директор: _____ И. Б. Панов

от « _____ » _____ 2019 г..

« _____ » _____ 2019 г.

Иваново 2019 г

Содержание

Введение	3
1 Разработка транспортной макромоделю муниципального образования ...	4
1.1 Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики	4
1.2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов	6
1.3 Разработка методики и создание модели расчёта транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений на основе результатов опроса и других полученных данных.....	10
1.4 Расчёт перераспределения транспортных и пассажирских потоков, создание матрицы корреспонденции	12
1.5 Калибровка мультимодальной макромоделю по интенсивности потоков.....	17
1.6 Разработка вариантов транспортной макромоделю прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования	20
1.6.1 Разработка варианта транспортной модели на краткосрочную перспективу до 2022 года	20
1.6.2 Разработка варианта транспортной модели на среднесрочную перспективу до 2027 года	25
1.6.3 Разработка варианта транспортной модели на долгосрочную перспективу до 2032 года	29
Заключение	33
Список используемых источников.....	34

Введение

Объектом исследования является транспортная система Чудовского муниципального района Новгородской области.

Цель этапа – разработка транспортной модели муниципального образования и ее вариантов на перспективу.

В результате выполнения этапа:

- проведено транспортное обследование с целью установления параметров транспортных потоков в ключевых транспортных узлах;
- разработана базовая макро модель муниципального образования;
- произведен расчет перераспределения транспортных потоков с учетом планов развития Чудовского муниципального района.

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

1 Разработка транспортной макромоделли муниципального образования

1.1 Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики

Замена пространственно распределенных районов на точечные центры вносит в модель неизбежные искажения. Чем мельче районы – тем меньше эти искажения. Однако, количество районов – это критический параметр с точки зрения затрат вычислительных ресурсов. Для уменьшения искажений при ограниченном числе районов модели Чудовского муниципального района соблюдены следующие принципы транспортного районирования:

- важные магистрали и пересечения являются границами районов;
- границы районов проходят по естественным преградам, таким как лесная полоса, река, а также на «водоразделах» областей притяжения крупных дорог;
- система районов согласована с административным делением территории Чудовского муниципального района.

Для описания распределения объектов, порождающих передвижения, Чудовский муниципальный район был разделен на 7 районов (Рисунок 1).

В описание системы районов входят границы районов и условные центры районов.

1.2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

В ходе работы была собрана следующая информация о параметрах улично-дорожной сети Чудовского муниципального района:

- геометрия сети: данные о дорогах и улицах вводились в графическом редакторе в программе PTV Vision Visum (Рисунок 2а);
- характеристики автомобильных дорог (Рисунок 2б);
- организация движения на перекрестках: схема разрешенных поворотов (Рисунок 3).

К числу характеристик автомобильных дорог относятся:

- скорость движения при свободном потоке, км/ч;
- пропускная способность, приведенные транспортные единицы в час;
- количество полос движения в каждом направлении;
- признаки разрешения или запрета для движения отдельных видов транспортных средств;
- категория дороги.

Указанные параметры для автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения брались на основе правил классификации автомобильных дорог в РФ и их отнесения к категориям автомобильных дорог, утвержденных постановлением Правительства РФ от 28 сентября 2009г. №767, СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги, улично-дорожной сети – классификации» и СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство».

Типы отрезков

Типы ☒ Надтипы

00 IA Автомагистраль (4 п.)
01 IA Автомагистраль (6 п.)
02 IA Автомагистраль (8 п.)
03 IB Скоростная дорога (4 п.)
04 IB Скоростная дорога (6 п.)
05 IB Скоростная дорога (8 п.)
06 Обычная дорога IB (4 п.)
07 Обычная дорога IB (6 п.)
08 Обычная дорога IB (8 п.)
09 Обычная дорога II (2 п.)
10 Обычная дорога II (4 п.)
11 Обычная дорога III (2 п.)
12 Обычная дорога IV (2 п.)
13 Обычная дорога V (1 п.)

Имя: IA Автомагистраль (4 полосы)
Ранг: 1
☒ Строго

Значения по умолчанию
v0 ИТ: 150км/ч ПропСнос ИТ: 4000
vМин ИТ: 50км/ч Полосы: 2

Системы транспорта

Доп. (Стандарт)	ИТ - СисТр	Макс. скор.
☒	FTM Freight transport heavy	90км/ч
☒	FTL Freight transport light	100км/ч
☒	FTM Freight transport middle	120км/ч
☒	PtT Car	150км/ч

Доп. (Стандарт)	ИТ - СисТр	Станд. скор.	Затраты 1	Затраты 2	Затраты 3
☒	PtT Bus	90км/ч	0.00	0.00	0.00
☐	W Walk	4км/ч			

OK Отмена

а) ввод данных о геометрии сети

Редактировать отрезок

Номер: 992 Тип: 11 Обычная дорога III (2 полосы)
Из узла: 992 В узел: 919 СисТр: FTM,FTL,FTM,...

База: ИТ-СисТр | ОТ-СисТр | Затр | DUE | Ограниченные по времени атр.

ДлВоздЛин: 0.436km v0 ИТ: 100км/ч
Длина: 2.403km Полосы движения: 1
ДЗнач 1: 0 ПропСнос ИТ: 2000
ДЗнач 2: 0 Доля ГРУЗТР [%]: 0
ДЗнач 3: 0
НПлана: 0
Надпись балки: ☒
Нагрузка ОТПеш: 0

Имя:

Туда/Обрат. OK Отмена

б) ввод данных о характеристиках дорог и улиц

Рисунок 2 – Ввод данных при построении модели Чудовского муниципального района в PTV Visum

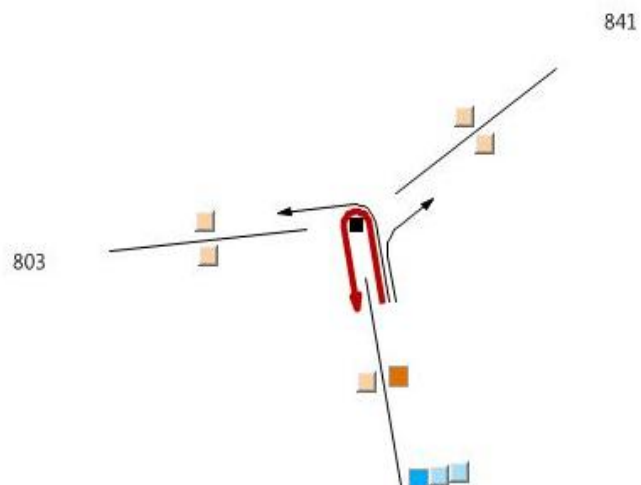


Рисунок 3 – Ввод данных о разрешенных поворотах Чудовского района в PTV Visum

Вся собранная информация была введена в программу для транспортного моделирования PTV Vision Visum (Рисунок 4).

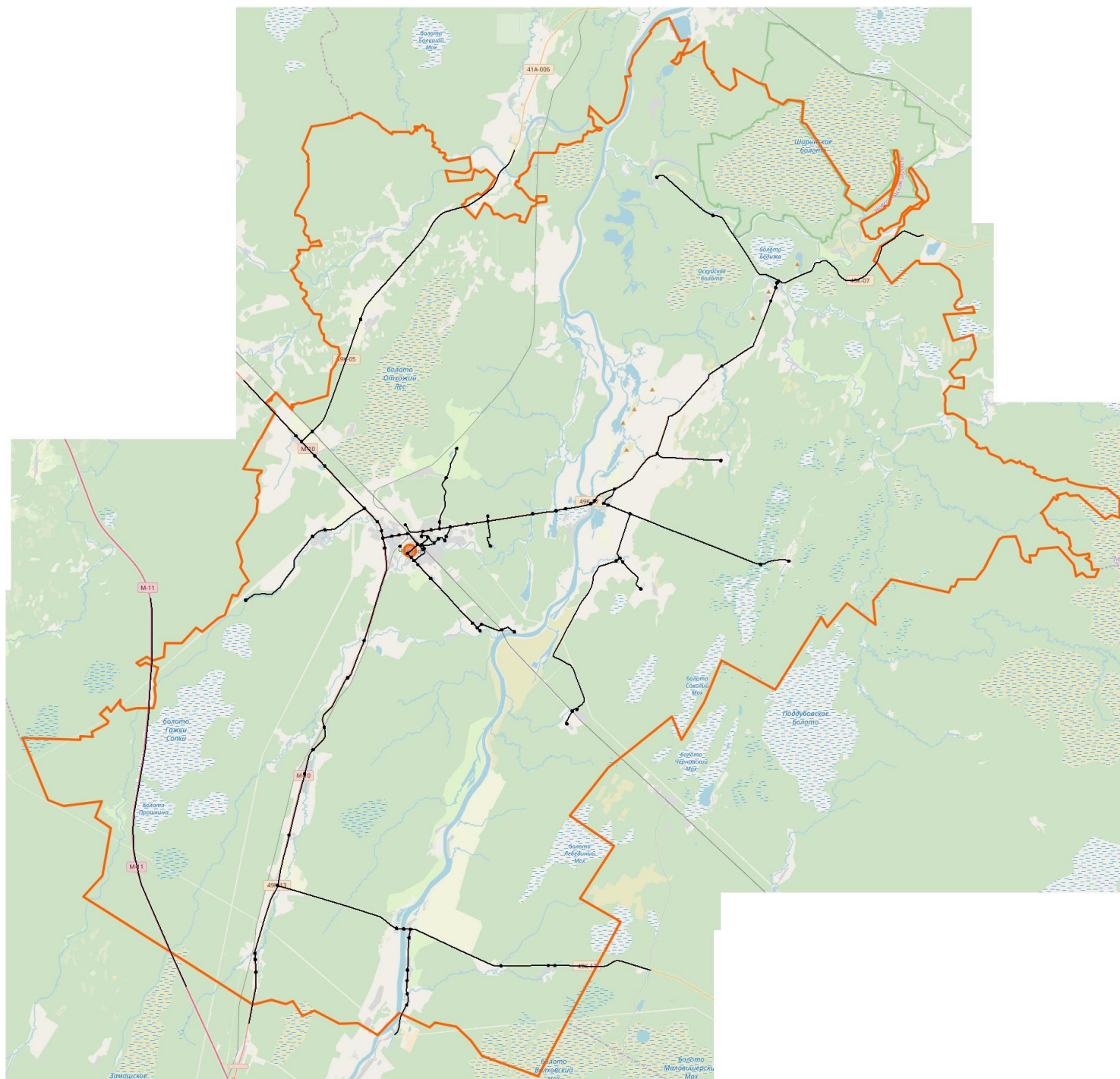


Рисунок 4 – Модель основной сети дорог Чудовского района в PTV Visum

1.3 Разработка методики и создание модели расчёта транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений на основе результатов опроса и других полученных данных

В соответствии с мировым опытом для прогнозирования транспортного спроса для транспортных и пассажирских перемещений необходимо использование комплексных математических моделей, включающих описание всех этапов формирования транспортных потоков.

Настоящая модель Чудовского муниципального района основана на использовании классической 4-х стадийной схемы моделирования транспортных потоков, которая является на данный момент наиболее распространенной в мировой практике.

Указанная схема включает в себя следующие шаги:

- оценка общих объемов передвижений;
- расчет матриц межрайонных корреспонденций;
- расщепление корреспонденций по видам транспорта;
- распределение корреспонденций по сети и расчет интенсивности транспортных потоков.

Программное обеспечение PTV Vision Visum позволяет реализовать указанную схему моделирования транспортного спроса. На рисунке 5 представлен алгоритм расчета 4-шаговой схемы в рабочем окне ПО PTV Visum.



Число: 7	Исполнение	Активно	Процедура	Базовый(е) объект(ы)	Вариант/файл	Комментарий	ас
1		☒	Иниц. перераспределение		Все		
2		☒	Создание транспортного движения	AP01_G01 Дом-Работа			
3		☒	Рассчитать матрицу затрат ИТ	C Car			
4		☒	Распределение транспортного движения	AP01_G01 Дом-Работа			
5		☒	Перераспределение ИТ	C Car	Равновесное перераспределение		
6		☒	Обусловленный обратный скачок	Процедура 3			
7		☒	Перераспределение ОТ	PuT PuT	По системе транспорта		

Рисунок 5 – Алгоритм расчета 4-шаговой схемы в рабочем окне PTV Visum

Данная методика прогнозирования интенсивности движения с использованием специализированного программного обеспечения PTV Vision Visum:

- соответствует современному уровню развития зарубежных технологий в данной сфере;
- применяется всеми крупными научными коллективами в РФ;
- рекомендована крупными финансовыми институтами для принятия положительного решения об инвестициях в крупные инфраструктурные проекты.

1.4 Расчёт перераспределения транспортных и пассажирских потоков, создание матрицы корреспонденции

Базовым положением для расчета матриц корреспонденций является следующее: корреспонденция из одного района в другой будет тем больше, чем больше емкости районов прибытия и отправления, и чем ближе друг к другу расположены эти районы. Здесь близость или дальность районов понимается не в географическом, а в транспортном смысле, как некоторая комплексная оценка быстроты и удобства передвижения по транспортной сети. В рамках данной методики рекомендуется в качестве численной меры дальности использовать обобщенную цену передвижения из района в район по оптимальному пути. Тем самым обеспечивается согласованность расчета корреспонденций с процедурой расщепления корреспонденций по видам транспорта, а также с распределением корреспонденций по путям в сети.

Таким образом, первым шагом в расчете матриц корреспонденций является расчет матриц обобщенных цен передвижений между районами. Для решения этой задачи используются специальные быстродействующие алгоритмы поиска оптимальных путей по графу, которые входят в состав программы для моделирования PTV Vision Visum.

Расчет матриц обобщенных цен передвижений производится отдельно для всех видов легкового и грузового транспорта. Типовой математической моделью для расчета межрайонных корреспонденций является гравитационная модель. В рамках этой модели матрица корреспонденций рассчитывается отдельно для каждого слоя передвижений специальным алгоритмом, встроенным в программное обеспечение PTV Vision Visum (Рисунок 6).

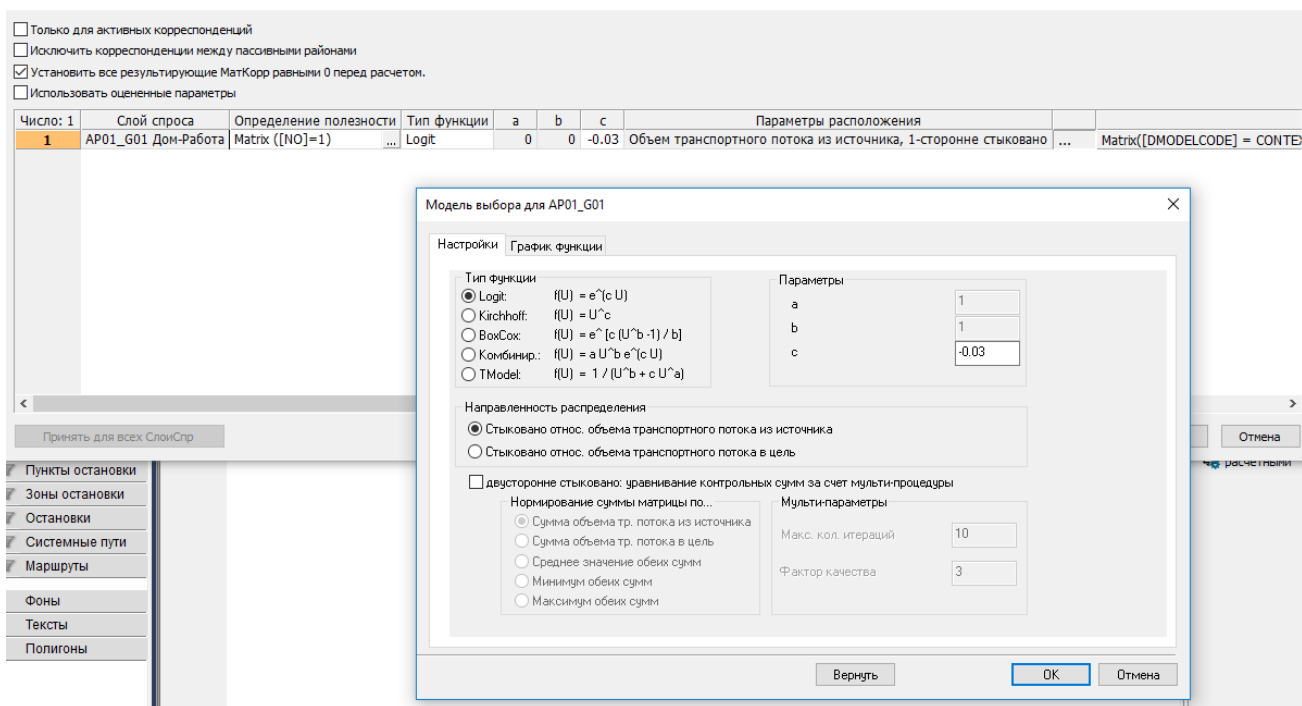


Рисунок 6 – Алгоритм расчета матрицы корреспонденций в рабочем окне PTV
Visum

Распределение транспортных потоков по моделируемой УДС является завершающим шагом в задаче прогноза. В модели Чудовского муниципального района использован наиболее распространенный в мировой практике подход к моделированию распределения потоков в транспортной сети, основанный на концепции «равновесного распределения потоков».

Равновесное распределение – это распределение автомобильных потоков по различным альтернативным путям в сети, возникающее в результате стремления всех участников движения уменьшить обобщенную цену своей поездки в сети с ограниченной пропускной способностью. В результате выбора всеми участниками движения (на основании предшествующего опыта) оптимальных путей, возникает распределение, в котором уже ни один участник не может так изменить свой путь, чтобы уменьшить его обобщенную цену. Именно такое распределение называется равновесным. Данная модель является в настоящее время общепринятым в мировой практике инструментом расчета загрузки УДС в условиях большой плотности потока.

Для учета взаимного влияния разных типов ТС необходимо использовать алгоритм поиска равновесного распределения, одновременно осуществляющий распределение потоков нескольких классов пользователей. На входе в алгоритм для каждого класса пользователей указывается (предварительно рассчитанная) матрица корреспонденций.

На рисунках 7, 8 графически представлено распределение потоков общественного и индивидуального транспорта по улично-дорожной сети Чудовского муниципального района, а также приведена картограмма уровня загрузки УДС дорожным движением.

Из схемы загрузки видно, что в целом УДС Чудовского муниципального района загружена примерно на 70-80%, и проблема образования заторов на территории отсутствует.

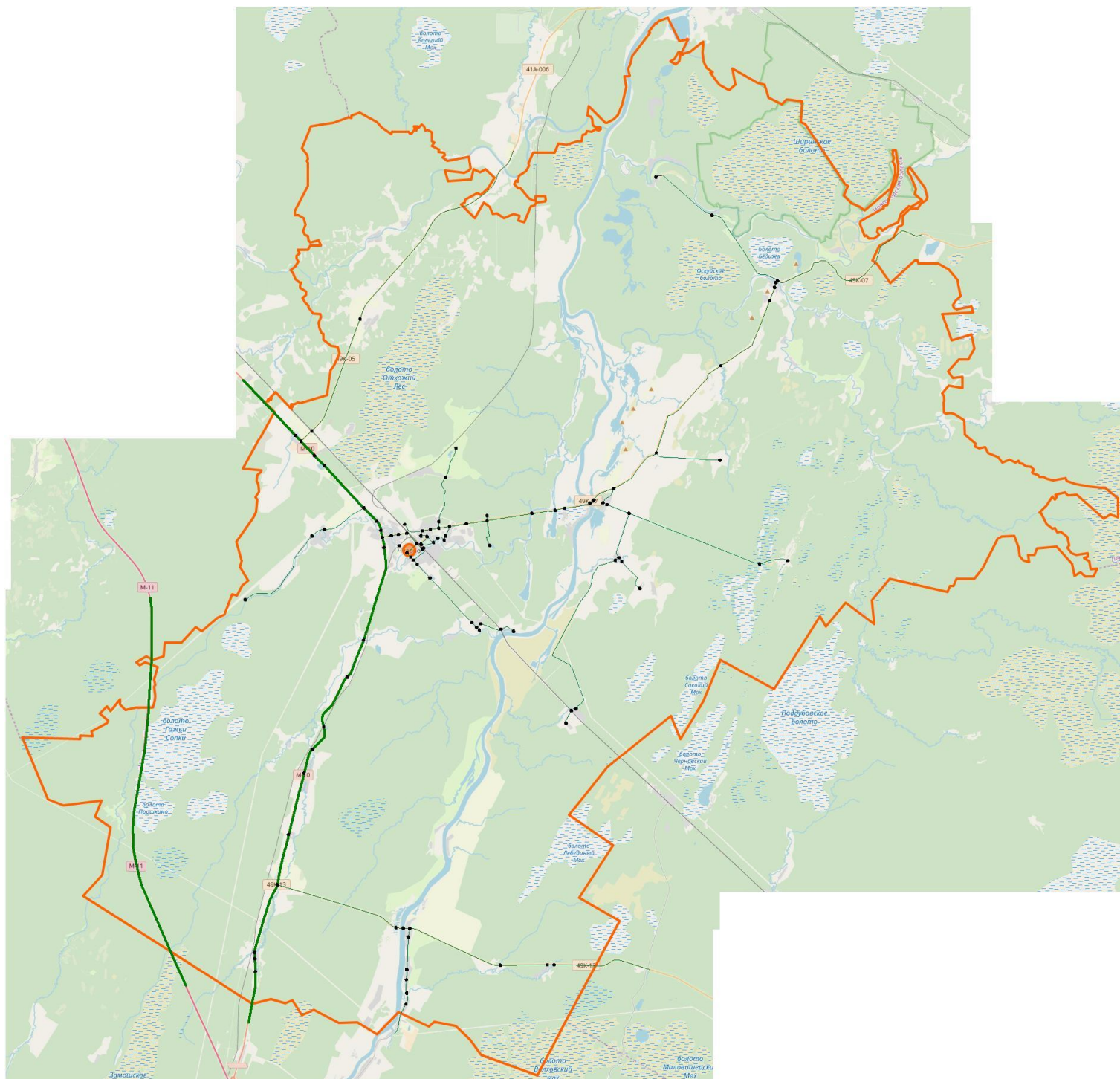


Рисунок 8 – Рассчитанная нагрузка УДС в базовой модели Чудовского муниципального района

1.5 Калибровка мультимодальной макромоделю по интенсивности потоков

После ввода всех исходных данных в модель Чудовского муниципального района и проведения расчета транспортных потоков по 4-х шаговой методике производится валидация модели, т.е. проверяется соответствие результатов моделирования имеющимся фактическим данным. При наличии значительных отклонений заранее определенных показателей от допустимой нормы вносятся необходимые коррекции в значения параметров модели и исходных данных и расчеты повторяются. Этот процесс называется калибровкой модели.

Основные данные, которые используются для оценки качества модели – это замеры интенсивности транспортного потока в отдельных сечениях.

В рамках 1 этапа КСОДД Чудовского муниципального района были проведены замеры транспортных потоков, эти данные были введены в модель (рисунок 9).

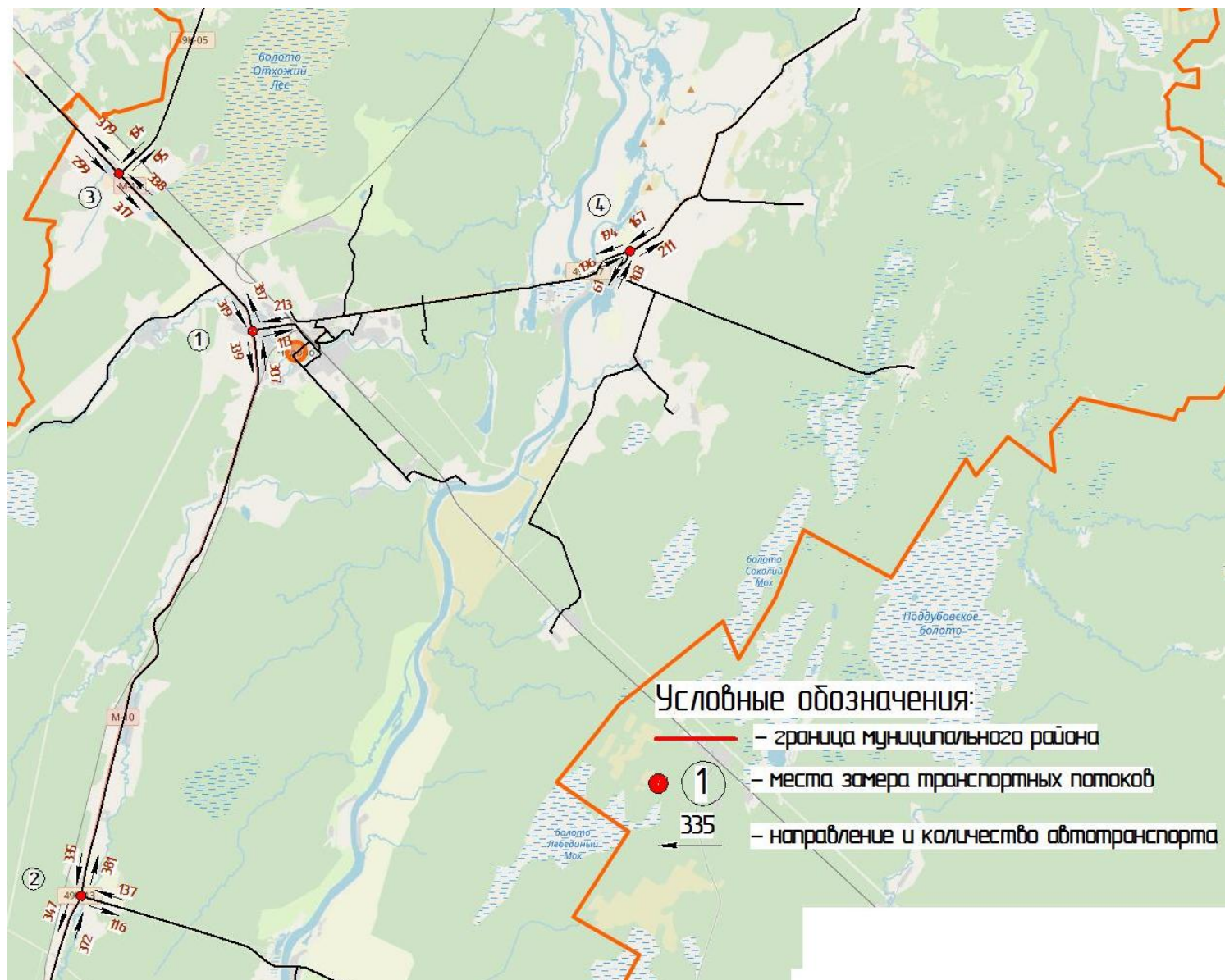


Рисунок 9 – Места проведения замеров транспортных потоков на УДС
Чудовского муниципального района

В способности транспортной модели Чудовского муниципального района описывать транспортный спрос на участки УДС, служит показатель коэффициента корреляции между совокупностями модельных и фактическими значениями интенсивности потоков на местах подсчета и интенсивности по всем обследованным сечениям. На рисунке 10 представлена диаграмма агрегированной оценки транспортной модели Чудовского муниципального района, полученная в PTV Vision Visum.

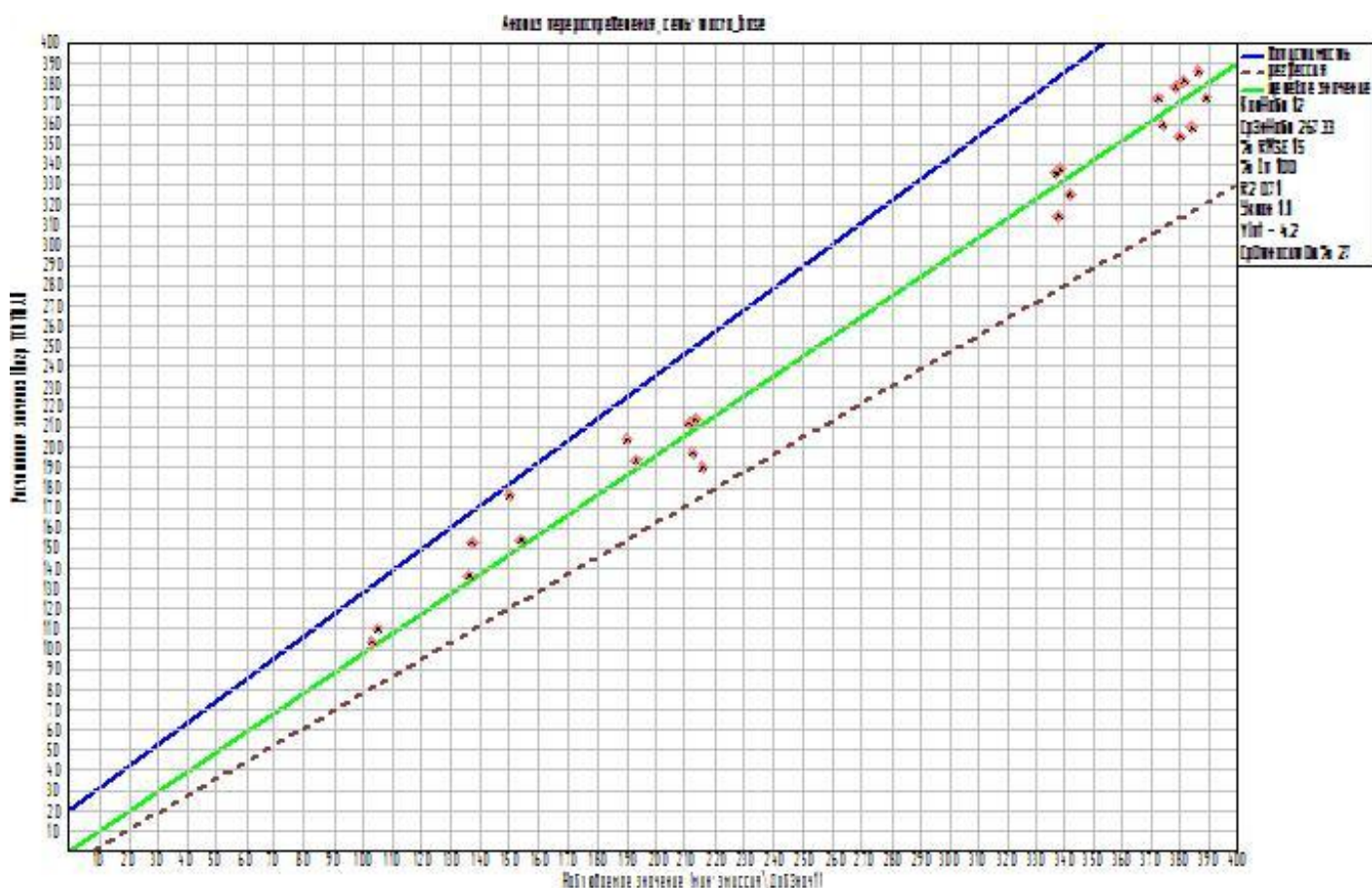


Рисунок 10 – Диаграмма агрегированной оценки транспортной модели Чудовского муниципального района. Таблица в верхнем углу: КолНабл-12, СрЗнНабл-267.33, %RMSE-15, %Ln-100, R2-0.71, Уклон-1.12, YInt -4.14, СрОтноситОш-27%

Разработанная базовая модель Чудовского муниципального района обладает коэффициентом корреляции между совокупностями модельных и фактических значениях интенсивности потоков равным 0,71, что говорит о тесной связи расчетных и измеренных параметров. Средняя относительная ошибка модели не превышает 27%.

Также для базовой модели был рассчитан интегральный показатель эффективности функционирования всей улично-дорожной сети Чудовского муниципального района – это среднее время реализации транспортных корреспонденций по существующей УДС приходящееся на 1 пользователя транспортной системы. Показатель среднего времени реализации корреспонденций в базовой модели Чудовского муниципального района с учетом задержек составил 24 минуты.

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

1.6.1 Разработка варианта транспортной модели на краткосрочную перспективу до 2022 года

Анализ нормативной документации по развитию объектов транспортной инфраструктуры в Чудовском муниципальном районе на перспективу до 2022 г. позволил выделить мероприятия, представленные в таблице 1 и на рисунке 11.

Таблица 1 – Мероприятия по развитию УДС до 2022 года

№ п/п	Мероприятие	Очередь реализации
1	Строительство обхода г.Чудово с юго-восточной стороны (со строительством путепровода). Протяженность 11,0 км (уточняется в процессе проектирования)	2022 г
2	Строительство мостового перехода через р.Осьма на км 41+950 автомобильной дороги общего пользования межмуниципального значения 49 ОП МЗ 49К-1159 «Савино-Селищи». Протяженность 0,17 км (уточняется в процессе проектирования)	2022 г
3	Реконструкция участка автомобильной дороги общего пользования межмуниципального значения 49 ОП МЗ 49Н-2021 «Круг-Рогачи» км 2+500 – км 9+500. Протяженность 6,785 км (уточняется в процессе проектирования)	2022 г
4	Ремонт а/д М10 «Россия» Москва-Тверь-Великий Новгород-Санкт-Петербург на участке км 543+500-км 570+000. Протяженность 26,5 км	2021 г
5	Ремонт а/д М10 «Россия» Москва-Тверь-Великий Новгород-Санкт-Петербург на участке км 570+000-км 585+600. Протяженность 15,6 км	2022 г
6	Строительство надземного пешеходного перехода на а/д М10 «Россия» Москва-Тверь-Великий Новгород-Санкт-Петербург на км 557+510 (д.Спасская Полисть)	2022 г
7	Строительство надземного пешеходного перехода на а/д М10 «Россия» Москва-Тверь-Великий Новгород-Санкт-Петербург на км 565+072	2022 г

	(д.Трегубово)	
8	Строительство надземного пешеходного перехода на а/д М10 «Россия» Москва-Тверь-Великий Новгород-Санкт-Петербург на км 581+740 (д.Успенское)	2022 г
9	Капитальный ремонт, реконструкция существующих дорог и улиц в населенных пунктах района	2022 г
10	Капитальный ремонт, реконструкция существующих дорог вне населенных пунктов района	2022 г

Реализация мероприятий 4-8 (Таблица 1) возможна лишь при наличии финансирования из Федерального бюджета.

Данные мероприятия были введены в прогнозную транспортную модель Чудовского района. На рисунках 13, 14 графически представлено распределение потоков транспорта по УДС Чудовского муниципального района, а также приведена прогнозная картограмма уровня нагрузки дорожным движением до 2020 года.

Показатель среднего времени реализации корреспонденций в перспективной модели Чудовского муниципального района на период до 2022 года с учетом задержек уменьшился и составил 22 минуты.

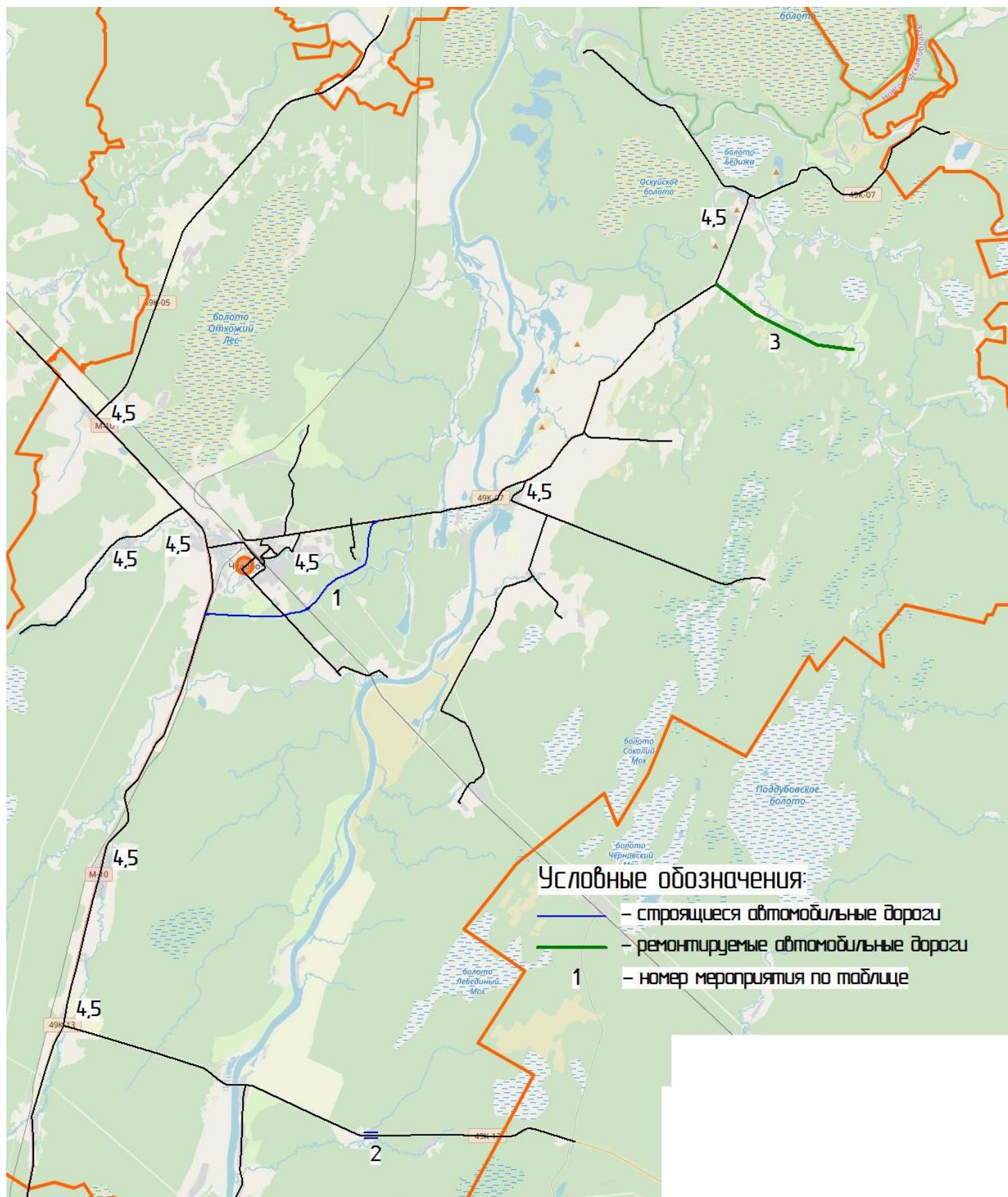


Рисунок 11 – Мероприятия по развитию УДС Чудовского района на 2022 год

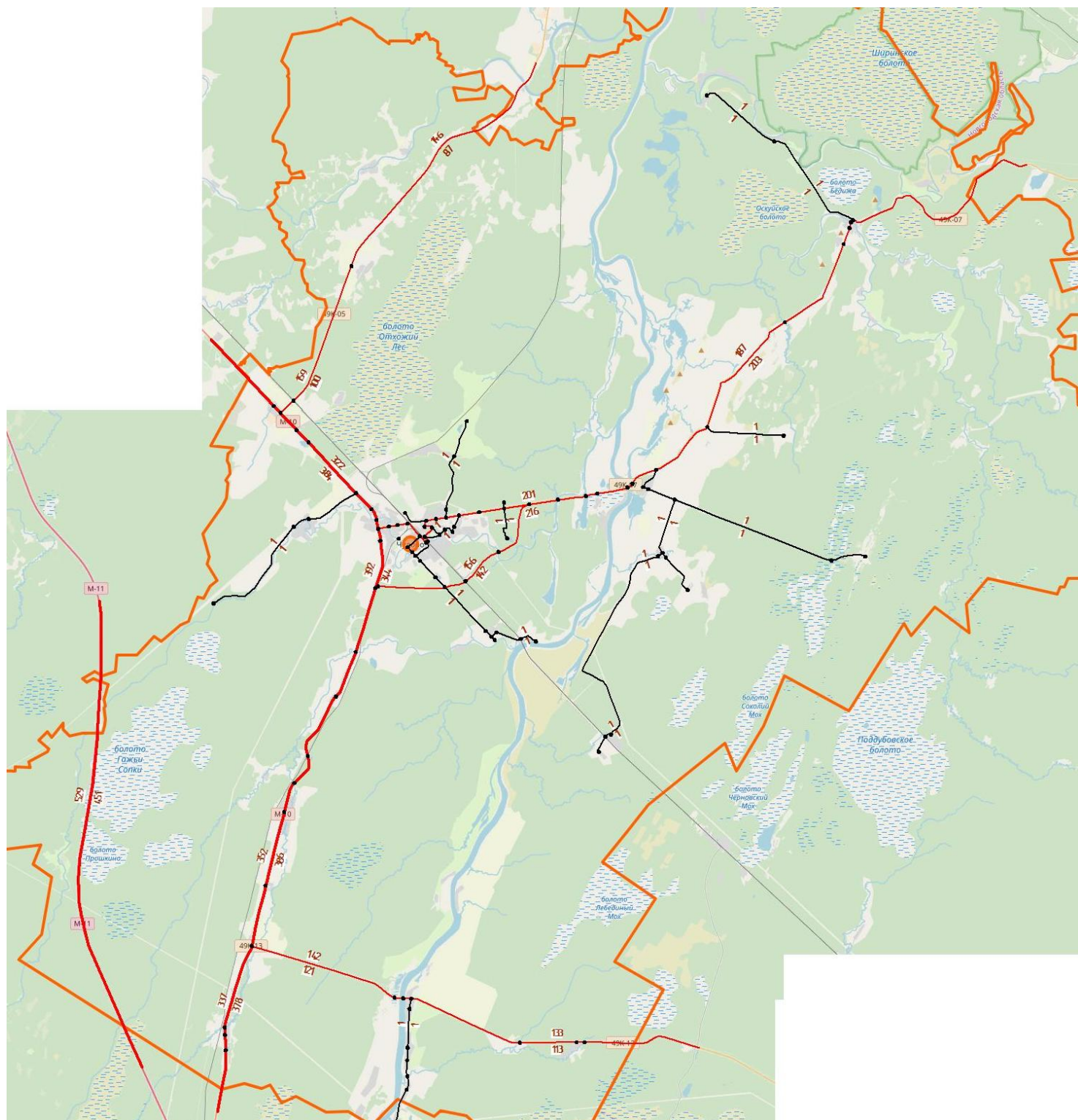


Рисунок 13 – Рассчитанная нагрузка УДС на 2022 год

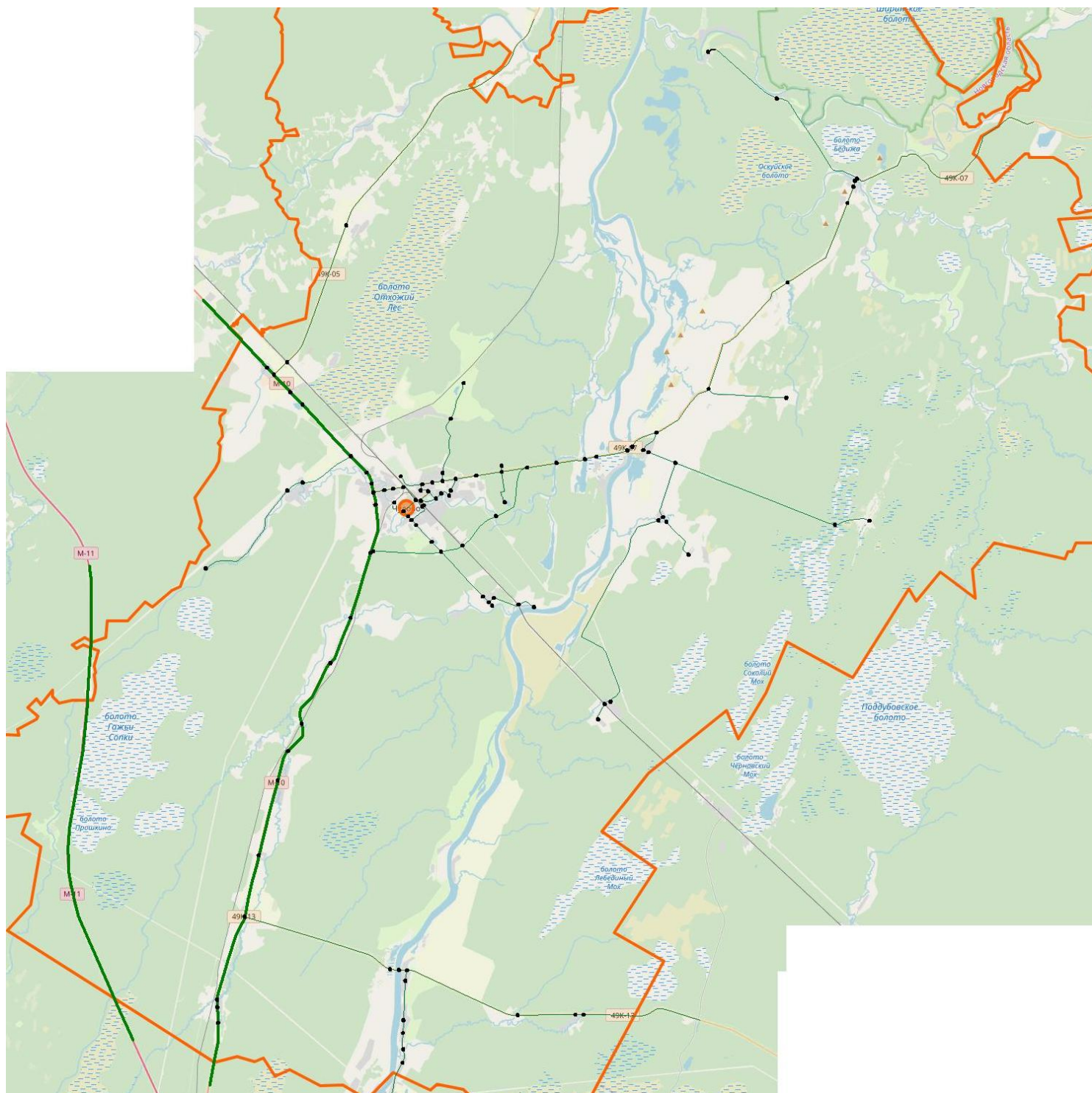


Рисунок 14 – Схема уровня загрузки УДС движением на 2022 г

1.6.2 Разработка варианта транспортной модели на среднесрочную перспективу до 2027 года

Анализ нормативной документации по развитию объектов транспортной инфраструктуры в Чудовском муниципальном районе на перспективу до 2027 г. позволил выделить мероприятия, представленные в таблице 2 и на рисунке 15.

Таблица 2 – Мероприятия по развитию УДС до 2027 года

№ п/п	Мероприятие	Очередь реализации
1	Строительство автодорожного путепровода на станции Чудово-Московское Октябрьской железной дороги в створе улиц Гагарина, Грузинское шоссе. Протяженность 0,5 км (уточняется в процессе проектирования)	2027 г
2	Строительство подъездной дороги к г.Чудово через д. Сябраницы через ул. Загородная с выездом на ул. Гагарина. Протяженность 3 км (уточняется в процессе проектирования)	2027 г
3	Строительство подъездной дороги к г.Чудово в районе ООО «Агрохиминвест» с выездом на ул. Садовая. Протяженность 4 км (уточняется в процессе проектирования)	2027 г

Данные мероприятия были введены в прогнозную транспортную модель Чудовского района. На рисунках 16, 17 графически представлено распределение потоков транспорта по УДС Чудовского муниципального района, а также приведена прогнозная картограмма уровня нагрузки дорожным движением до 2025 года.

Показатель среднего времени реализации корреспонденций в перспективной модели Чудовского муниципального района на период до 2027 года с учетом задержек уменьшился и составил 20 минут.

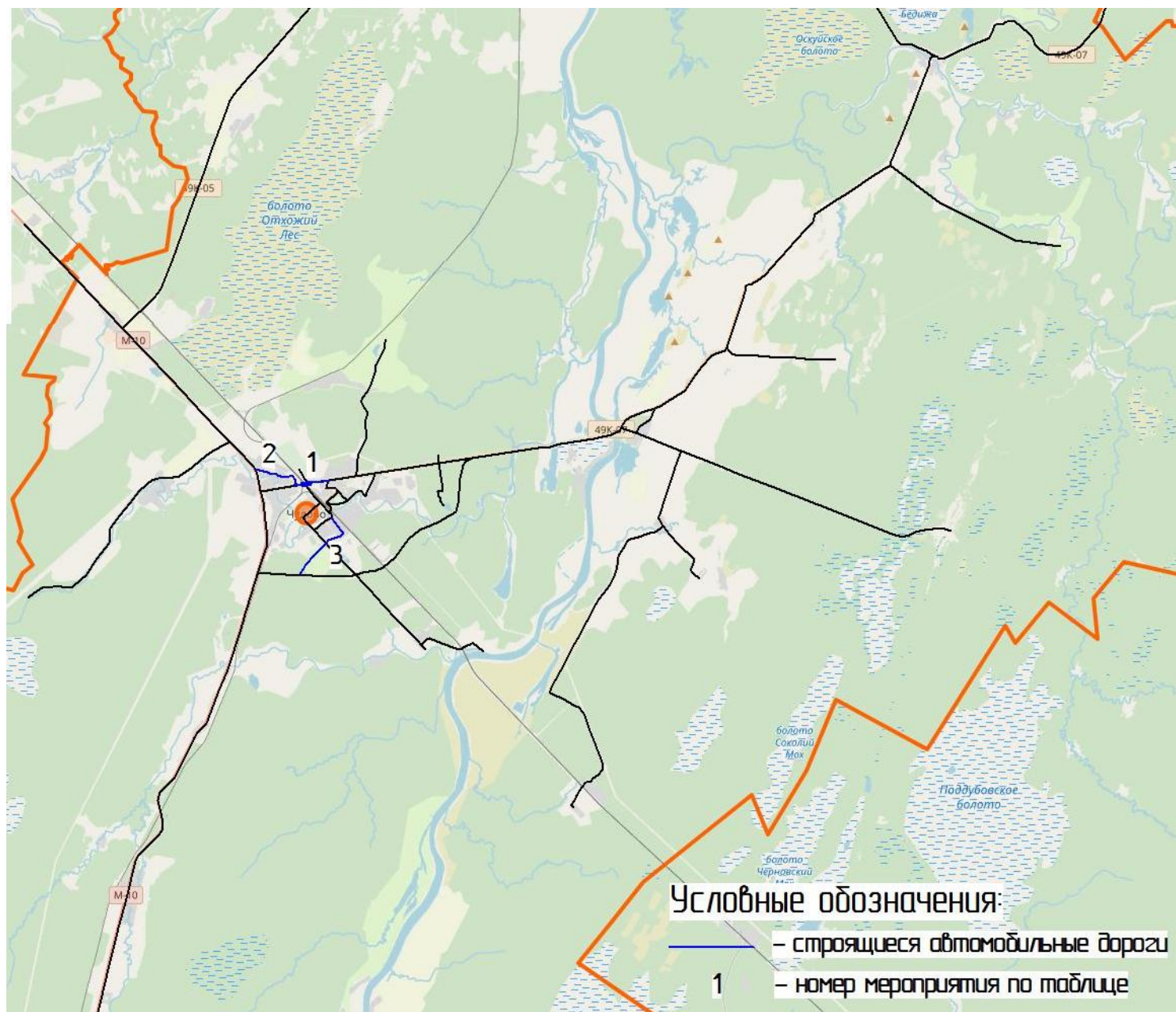


Рисунок 15 – Мероприятия по развитию УДС Чудовского района на 2027 год

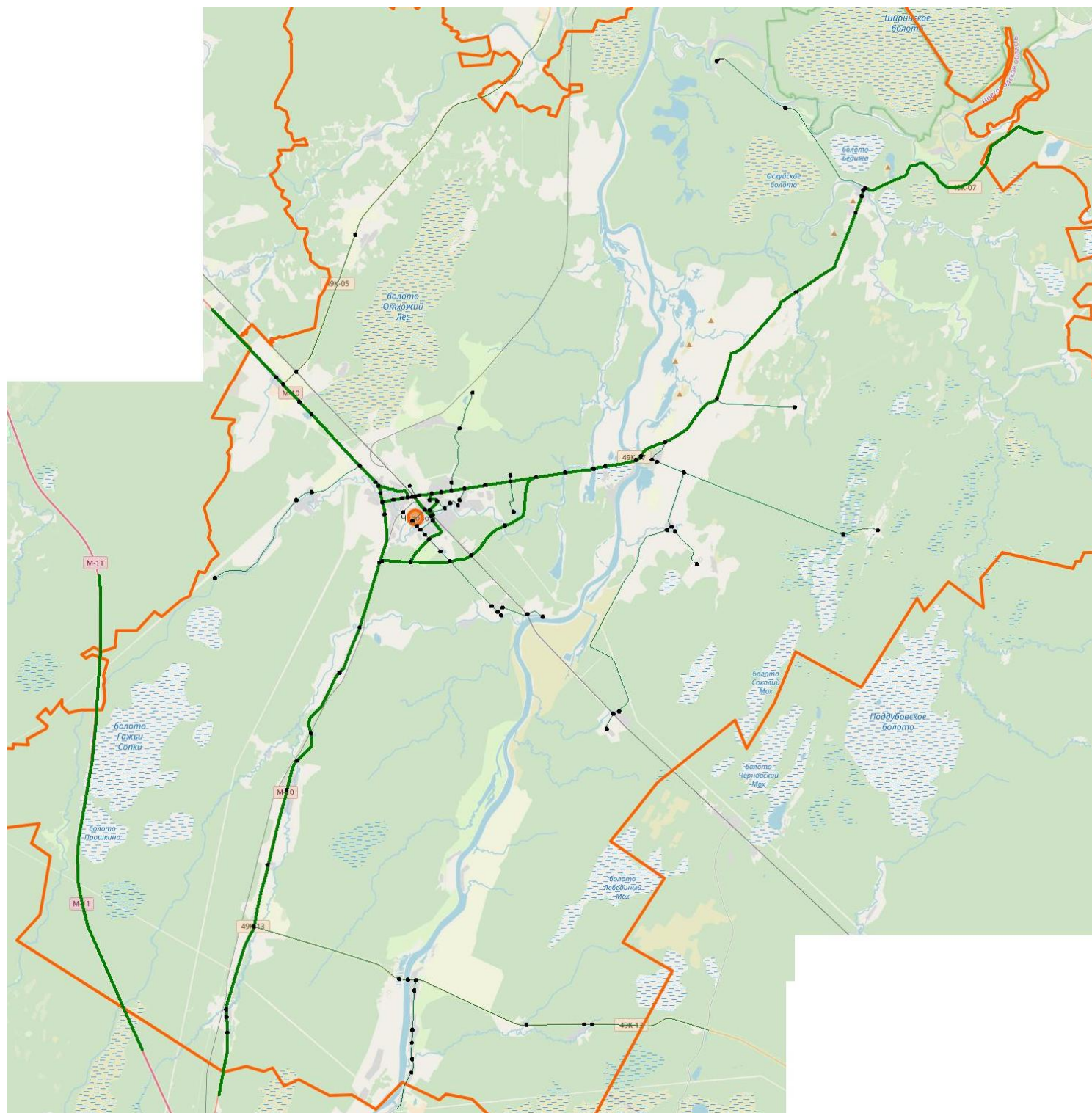


Рисунок 17 – Схема уровня загрузки УДС движением на 2027 г

1.6.3 Разработка варианта транспортной модели на долгосрочную перспективу до 2032 года

Документами планирования в Чудовском районе предусмотрен ряд мероприятий по развитию УДС (Таблица 3 и рисунок 18) до 2032 г.

Таблица 3 – Предложения по развитию УДС Чудовского района до 2032 г.

№ п/п	Мероприятие	Очередь реализации
1	Реконструкция автомобильной дороги общего пользования регионального значения 49 ОП РЗ 49К-07 «Людейное Поле-Тихвин-Будогощь-Чудово». Протяженность 38,7 км (уточняется в процессе проектирования)	2032 г
2	Строительство автомобильных дорог к новым жилым массивам индивидуальной жилой застройки: ул.Щекупленская, пер.Щекупленский, ул.Высокая, ул.Гаражная, ул.Березовая, ул.Восточная, ул.Сиреневая, ул.Тополиная, ул.Черемуховая, ул.Угловая, ул.Весенняя, ул.Осенняя, пер.Тихий, ул.Лядецкое поле, пер.Светлый, ул.Промышленная, пер.Заречный, ул.Новолукинская. Протяженность 25 км (уточняется в процессе проектирования)	2032 г

Показатель среднего времени реализации корреспонденций в перспективной модели Чудовского муниципального района до 2032 года с учетом задержек уменьшился и составил 19 минут. На рисунках 19, 20 графически представлено распределение потоков транспорта по УДС Чудовского муниципального района, а также приведена прогнозная картограмма уровня нагрузки дорожным движением до 2032 года. Общий уровень загруженности, как видно из рисунка 20, остаётся весьма низким не более 80%, что позволяет сделать вывод о большом запасе пропускной способности УДС в будущем.

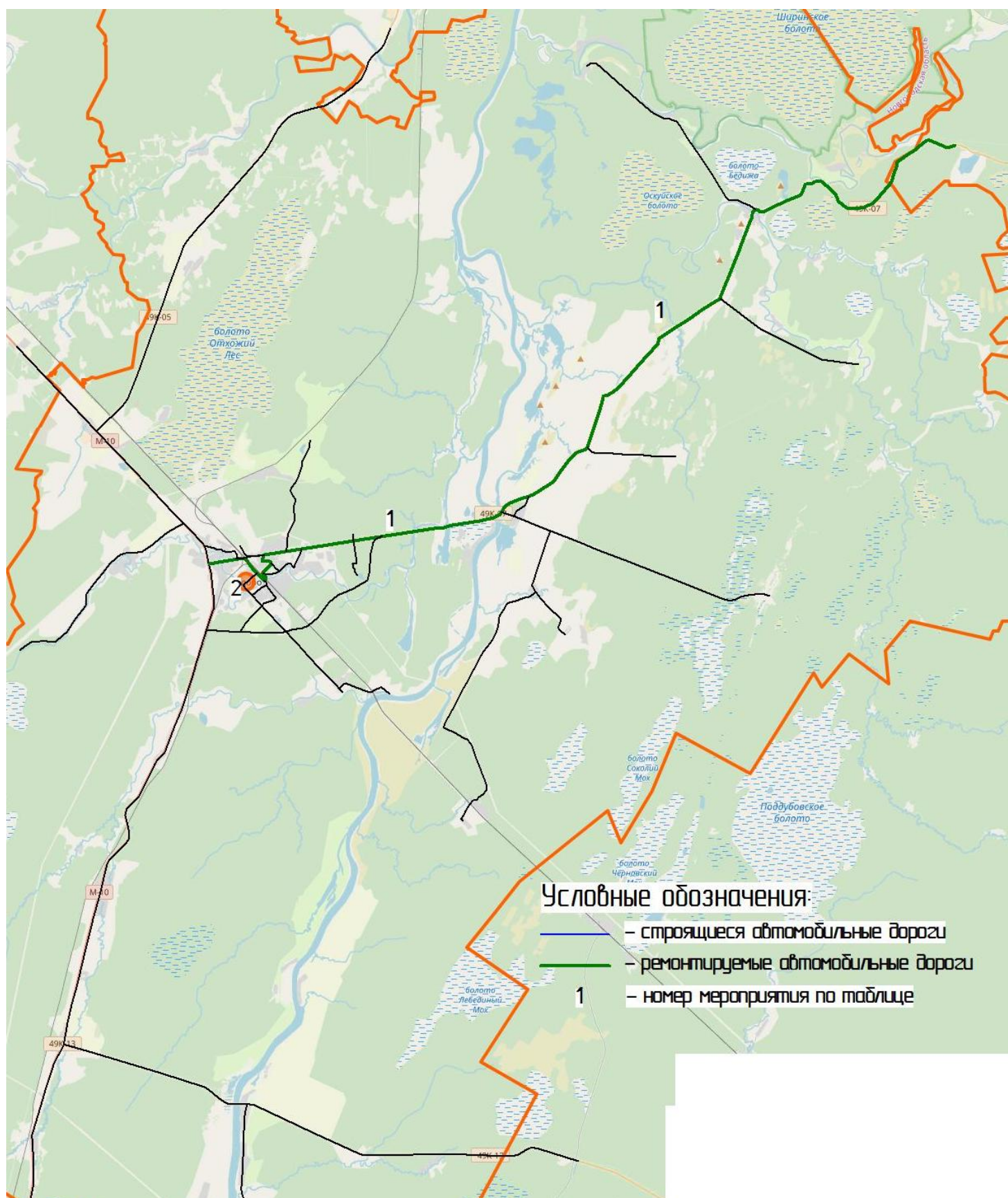


Рисунок 18 – Мероприятия по развитию УДС Чудовского района на 2032 год

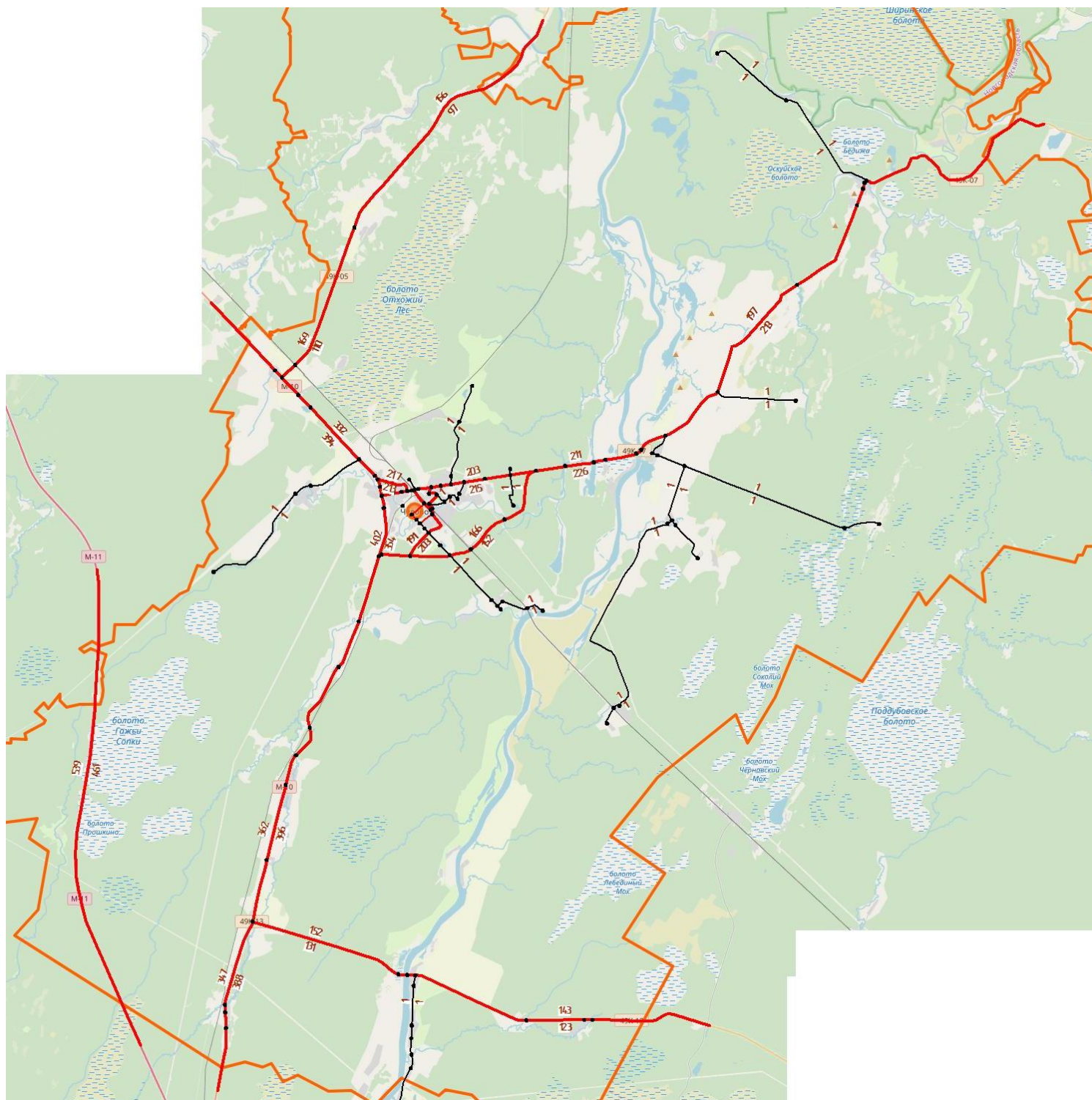


Рисунок 19 – Рассчитанная нагрузка на УДС Чудовского муниципального района
на перспективу до 2032 года

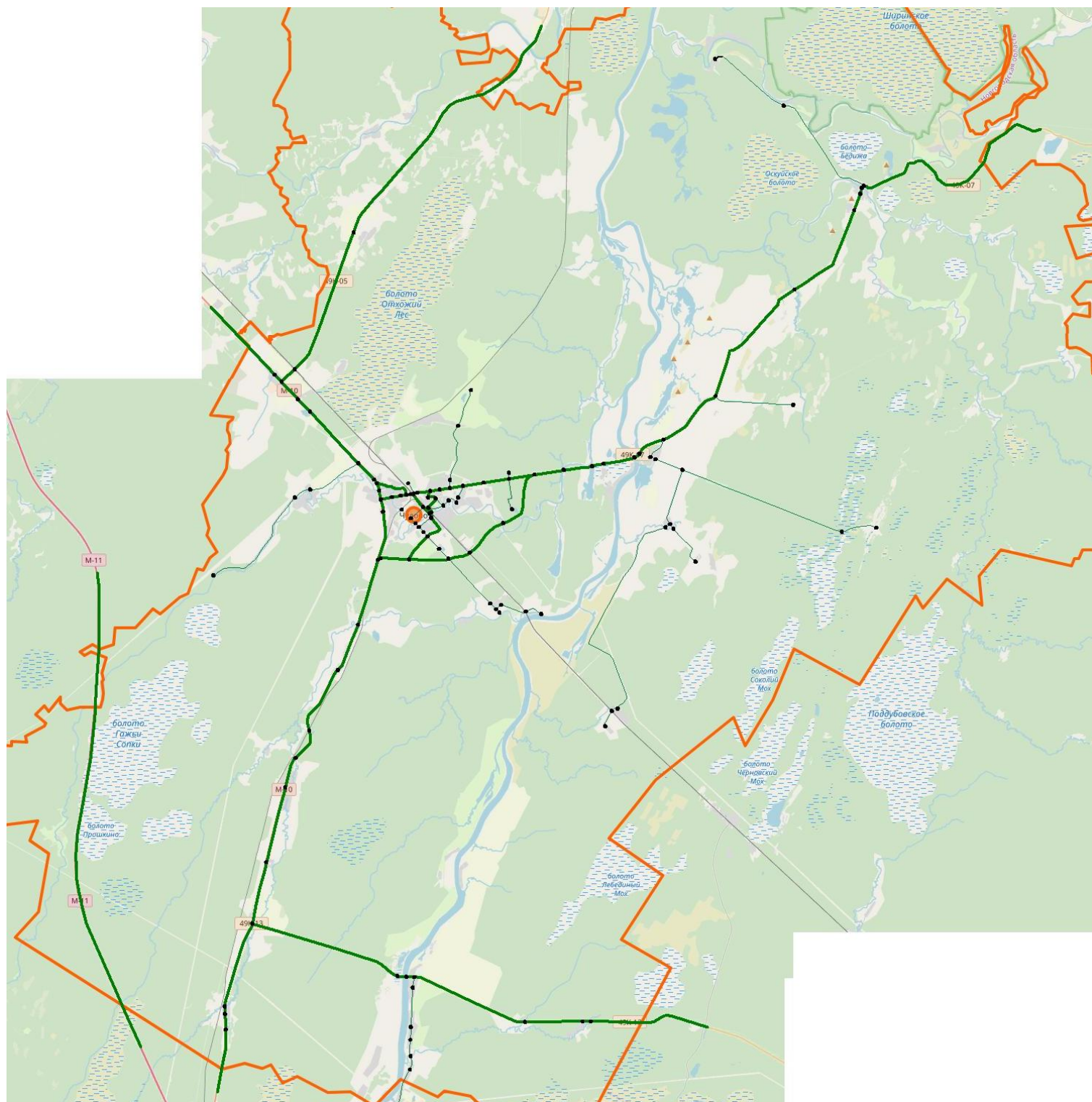


Рисунок 20 – Рассчитанная загрузка УДС Чудовского муниципального района на перспективу до 2032 года

Заключение

В рамках второго этапа Комплексной схемы организации дорожного движения разработана транспортная модель Чудовского муниципального района (коэффициент корреляции 0,71), а также рассмотрены варианты развития транспортной макромодели на краткосрочную до 2022 г., среднесрочную до 2027 г. и долгосрочную до 2032 г. перспективы на основании существующих документов планирования и прогнозов социально-экономического развития Чудовского муниципального района.

В том числе был проведен сравнительный анализ среднего времени реализации транспортных корреспонденций для всех горизонтов планирования (2022 – 2027 – 2032 годы).

Сформулированные на втором этапе задачи проекта были решены в необходимом объеме.

Список используемых источников

1. ВСН 45-68 «Инструкция по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах».
2. РАСПОРЯЖЕНИЕ от 24 июня 2002 года N ОС-557-р «О введении в действие "Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах"».
3. ГОСТ Р 50597-2017. «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
4. ГОСТ Р 52398-2005. «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования».
5. ГОСТ Р 52399-2005. «Геометрические элементы автомобильных дорог».
6. ГОСТ Р 52765-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Классификация».
7. ГОСТ Р 52766-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования».
8. ГОСТ Р 52767-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Методы определения параметров».
9. ГОСТ Р 52607-2006. «Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей».
10. ГОСТ Р 51256-2018. «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования».
11. ГОСТ Р 52282-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы, основные параметры, общие технические требования, методы испытания».
12. ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог». – М.: Информавтодор. - 143 с.
13. ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования».

14. PTV VISSUM Руководство пользователя // А+С Консалт, 2014 г.
15. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.