



РАЗРАБОТЧИК
ООО «ДорМостПроект»
Генеральный директор

_____ А.В. Дьячков

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ДОЛЖАНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Этап 2. Разработка транспортной модели Должанского муниципального района

Руководитель проекта _____ А.В. Паршков



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

Воронеж – 2018 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Пахомов А.Н. – зам. начальника отдела Эксплуатации автомобильных дорог;
2. Салыков Е.С. – ведущий инженер;
3. Тузиков А.А. – инженер;
4. Тюленева С.А. – техник.

ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования является транспортная система Должанского муниципального района Орловской 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 Должанского муниципального района.

Для разработки транспортных прогнозных макромоделей в работе использовалось программное обеспечение PTV Vision® VISUM 10.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Разработка транспортной макромоделей муниципального образования	5
1.1 Проведение транспортного районирования на базе социально-экономической статистики.....	5
1.2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов	7
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	11
1.5 Калибровка мультимодальной макромоделей по интенсивности потоков	16
1.6 Разработка вариантов транспортной макромоделей прогнозных лет на основании существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования.....	19
1.6.1 Разработка варианта транспортной модели на краткосрочную перспективу до 2023 года.....	19
1.6.2 Разработка варианта транспортной модели на перспективу до 2032 года	24
ВЫВОДЫ ПО ВТОРОМУ ЭТАПУ	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

1 Разработка транспортной макромодел 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 Должанского муниципального района соблюдены следующие принципы транспортного районирования:

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

Для описания распределения объектов, порождающих передвижения, Должанский муниципальный район был разделен на 73 района (Рисунок 1).

Каждый район включается в граф как узел и полигон, соединенный с обычными узлами графа специальными дугами-связями (Рисунок 2).

В описание системы районов входят:

- границы районов;
- условные центры районов;
- дуги-связи, соединяющие условные центры районов с узлами сети.

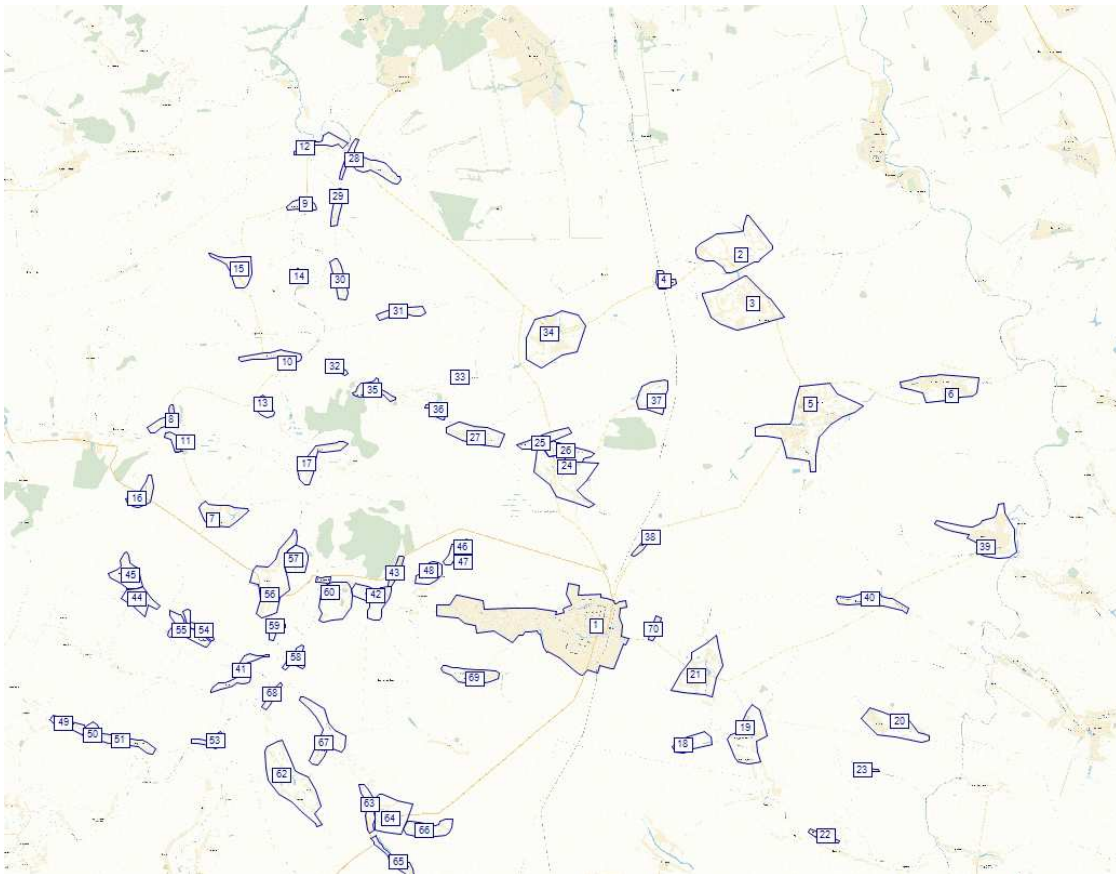


Рисунок 1 – Транспортное районирование
Должанского муниципального района

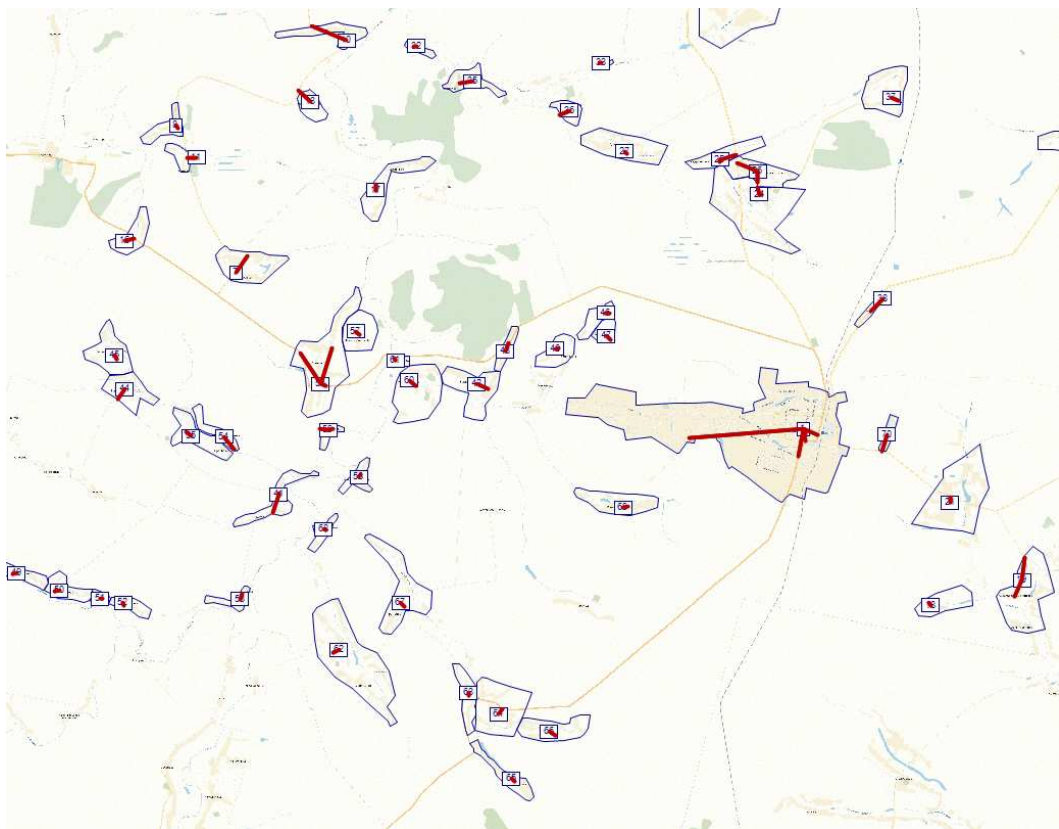


Рисунок 2 – Дуги связи (красным) в модели Должанского района

Границы транспортных районов были уточнены в модели Должанского муниципального района специальными атрибутами, которые описывают различные объекты, попадающие на территорию района, а также была оценена емкость районов по прибытию и отправлению.

1.2 Ввод параметров улично-дорожной сети, транспортных инфраструктурных объектов

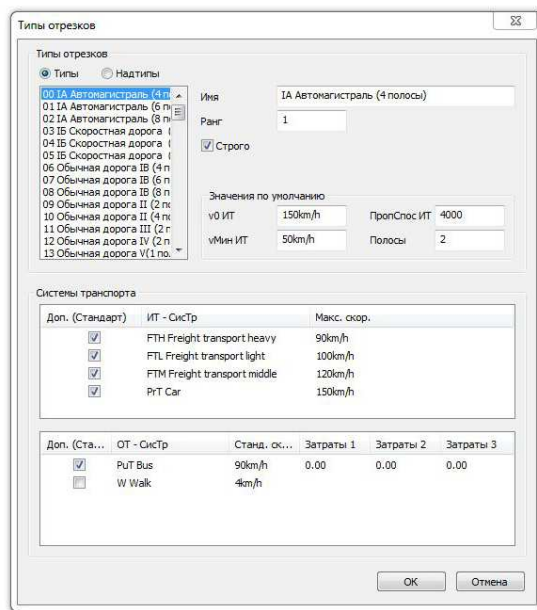
В ходе работы была собрана следующая информация о параметрах улично-дорожной сети Должанского муниципального района:

- геометрия сети: данные о дорогах и улицах вводились в графическом редакторе в программе PTV Vision Visum 10 (Рисунок 3а);
- характеристики автомобильных дорог (Рисунок 3б);
- организация движения на перекрестках: схема разрешенных поворотов, наличие светофорного регулирования (Рисунок 4).

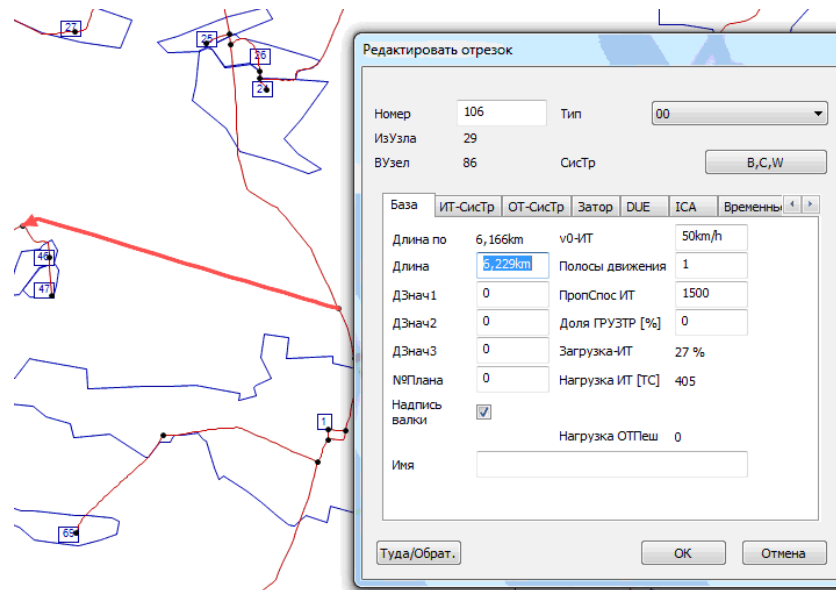
К числу характеристик автомобильных дорог относятся:

- 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 федерального, регионального, межмуниципального и местного значения брались на основе правил классификации автомобильных дорог в РФ и их отнесения к категориям автомобильных дорог, утвержденных постановлением Правительства РФ от 28 сентября 2009 г. № 767, СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги», улично-дорожной сети – классификации СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» или городских строительных норм, принятых в крупных городах (например, МГСН).



а) ввод данных о геометрии сети



б) ввод данных о характеристиках дорог и улиц

Рисунок 3 – Ввод данных при построении модели Должанского муниципального района в PTV Visum 14



Рисунок 4 – Ввод данных о разрешенных поворотах Должанского района в PTV Visum

Вся собранная информация была введена в программу для транспортного моделирования PTV Vision Visum 10 (Рисунок 5).

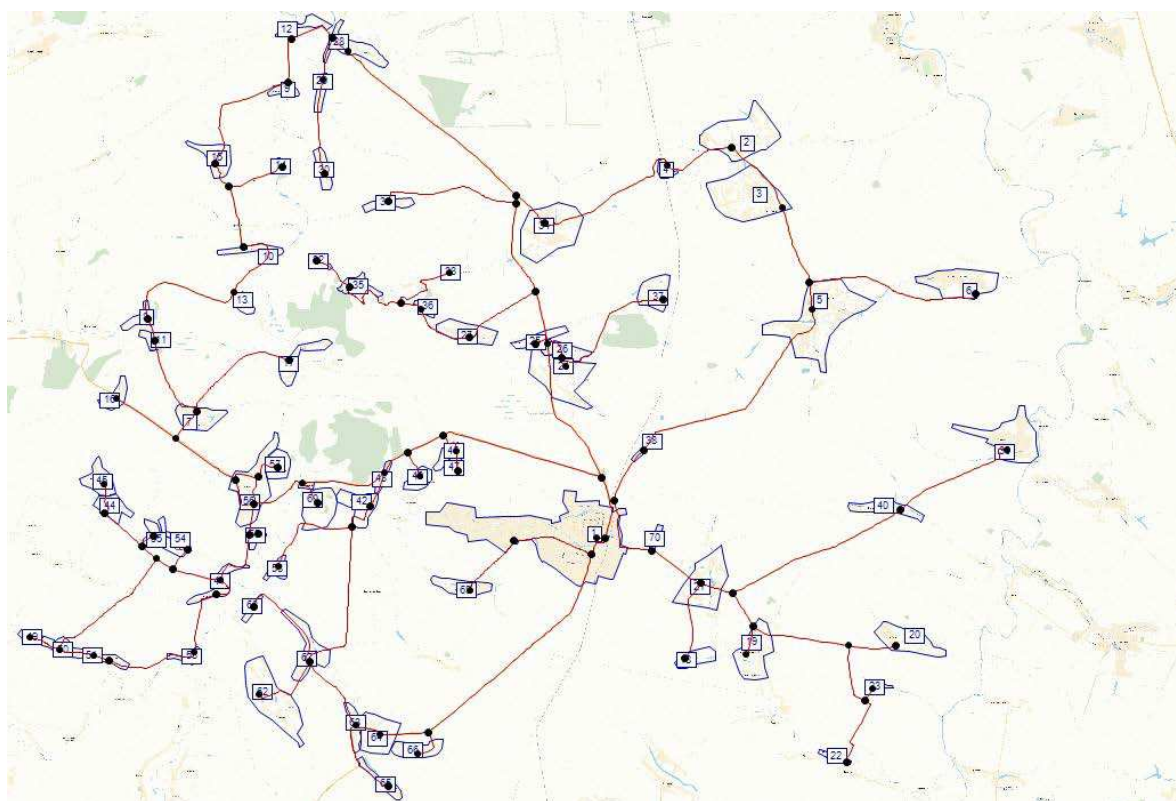


Рисунок 5 – Модель основной сети дорог Должанского района в PTV Visum 10

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 Должанского муниципального района основана на использовании классической 4-хстадийной схемы моделирования транспортных потоков, которая является данный момент наиболее распространенной в мировой практике.

Указанная схема включает в себя следующие шаги:

- оценка общих объемов передвижений (Trip generation);
- расчет матриц межрайонных корреспонденций (Trip distribution);
- расщепление корреспонденций по видам транспорта (Modal split);
- распределение корреспонденций по сети и расчет интенсивности транспортных потоков (Trip assignment).

Программное обеспечение PTV Vision Visum позволяет реализовать указанную схему моделирования транспортного спроса. На рисунке 6 представлен алгоритм расчета 4-шаговой схемы в рабочем окне ПО PTV Visum.

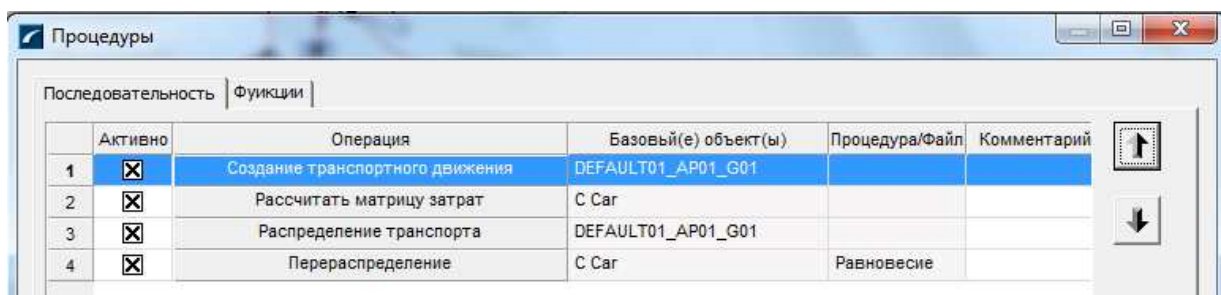


Рисунок 6 – Алгоритм расчета 4-шаговой схемы в рабочем окне PTV Visum

Данная методика прогнозирования интенсивности движения с использованием специализированного программного обеспечения PTV Vision Visum 10:

- 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 7).

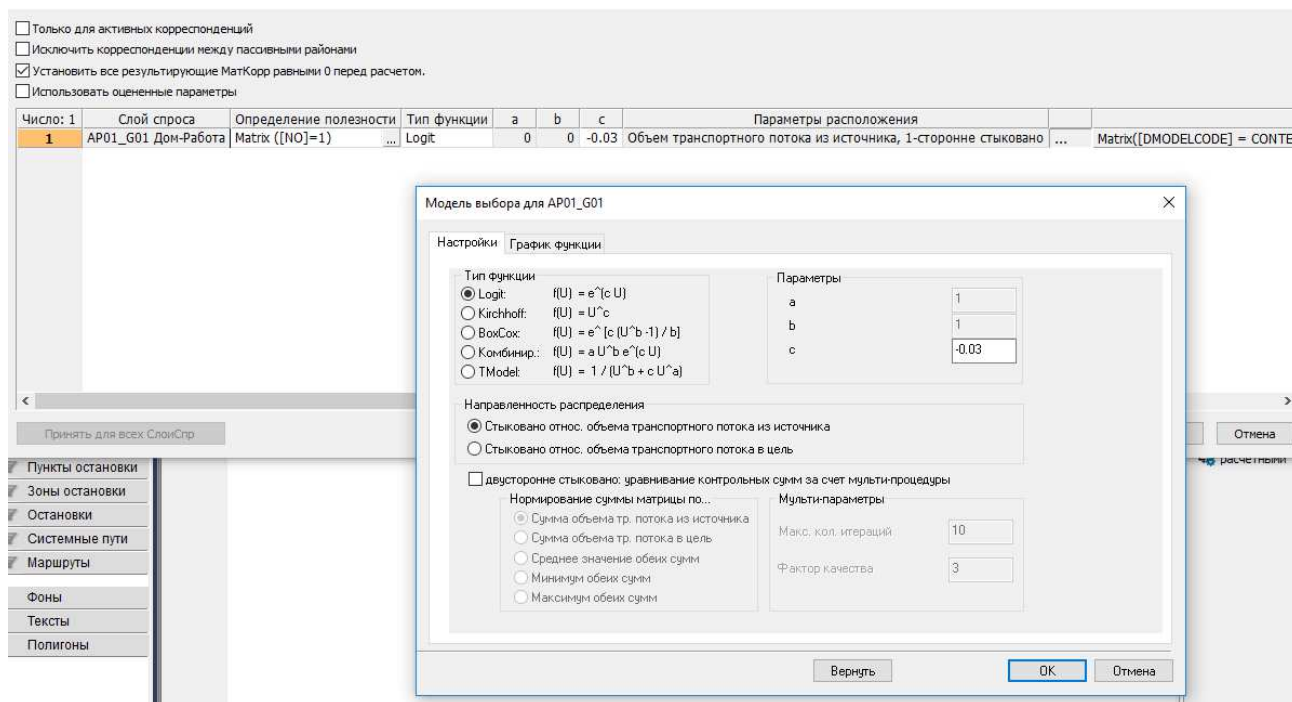


Рисунок 7 – Алгоритм расчета матрицы корреспонденций
в рабочем окне PTV Visum

Распределение транспортных потоков по моделируемой УДС является завершающим шагом в задаче прогноза. В модели Должанского 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 транспортных средств 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.

В распределении участвуют только автомобильные классы пользователей, однако вклад автобусов в загрузку дуг учитывается.

Моделирование распределения общественного транспорта по сети основывается на расписании движения различных систем общественного транспорта. В случае с Должанским муниципальным районом общественный транспорт отсутствует. На рисунке 8 графически представлено распределение потоков индивидуального транспорта по улично-дорожной сети Должанского муниципального района, а также приведена картограмма уровня загрузки УДС дорожным движением.

Из схемы загрузки видно, что в целом УДС Должанского муниципального района загружена менее чем на 50%, и проблема образования заторов на территории отсутствует. Наибольшая загрузка УДС наблюдается в административном центре – поселке городского типа Долгом на ул. Октябрьской, ул. Орджоникидзе, но и там она в «часы пик» не превышает 50%.

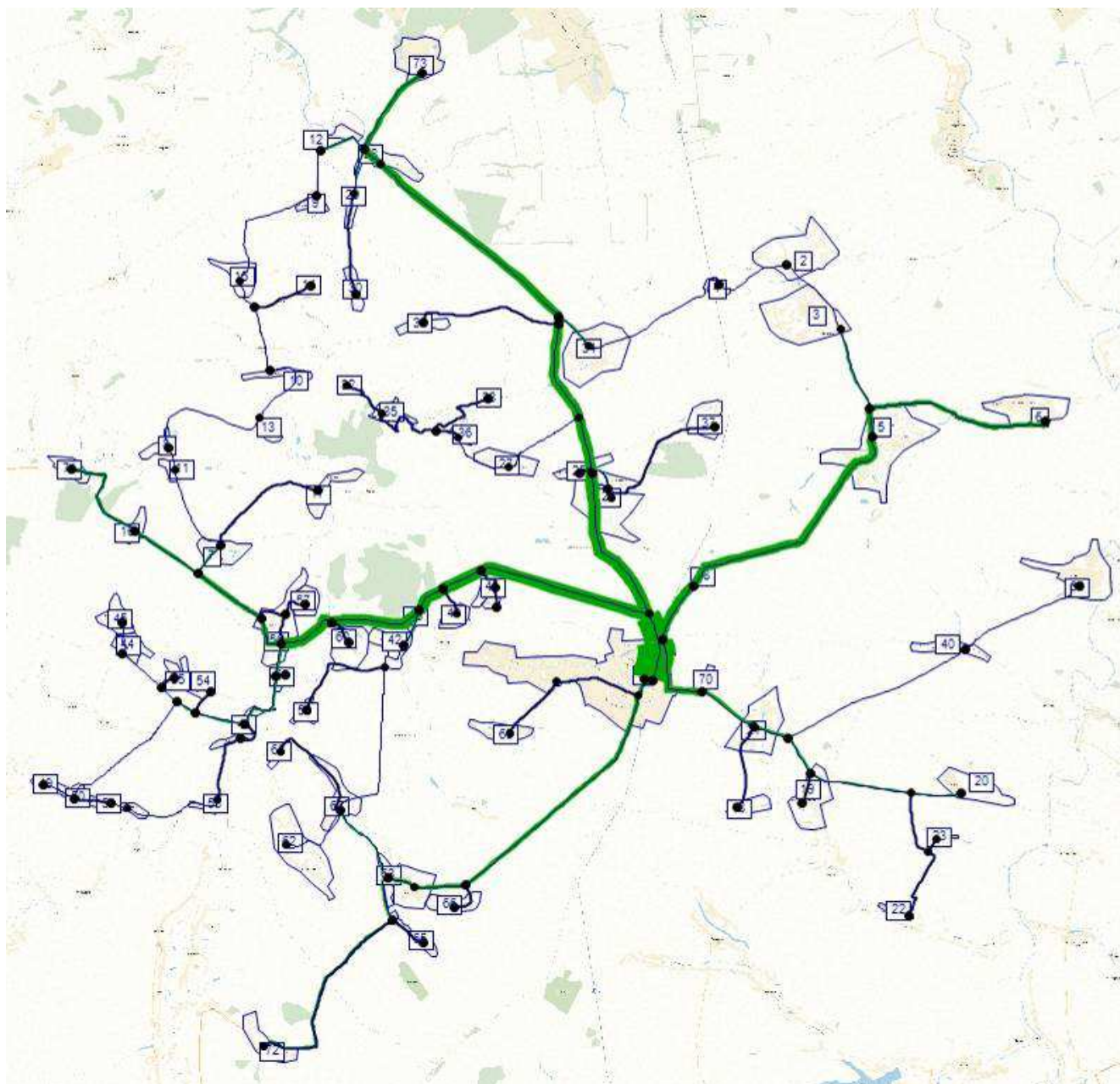


Рисунок 9 – Рассчитанная загрузка УДС в базовой модели
Должанского муниципального района

1.5 Калибровка мультимодальной макромоделю по интенсивности потоков

После ввода всех исходных данных в модель Должанского муниципального района и проведения расчета транспортных потоков по 4-хшаговой 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/или 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 Должанского муниципального района были проведены замеры транспортных потоков на 6 пересечениях, эти данные были введены в модель (рисунок 10).

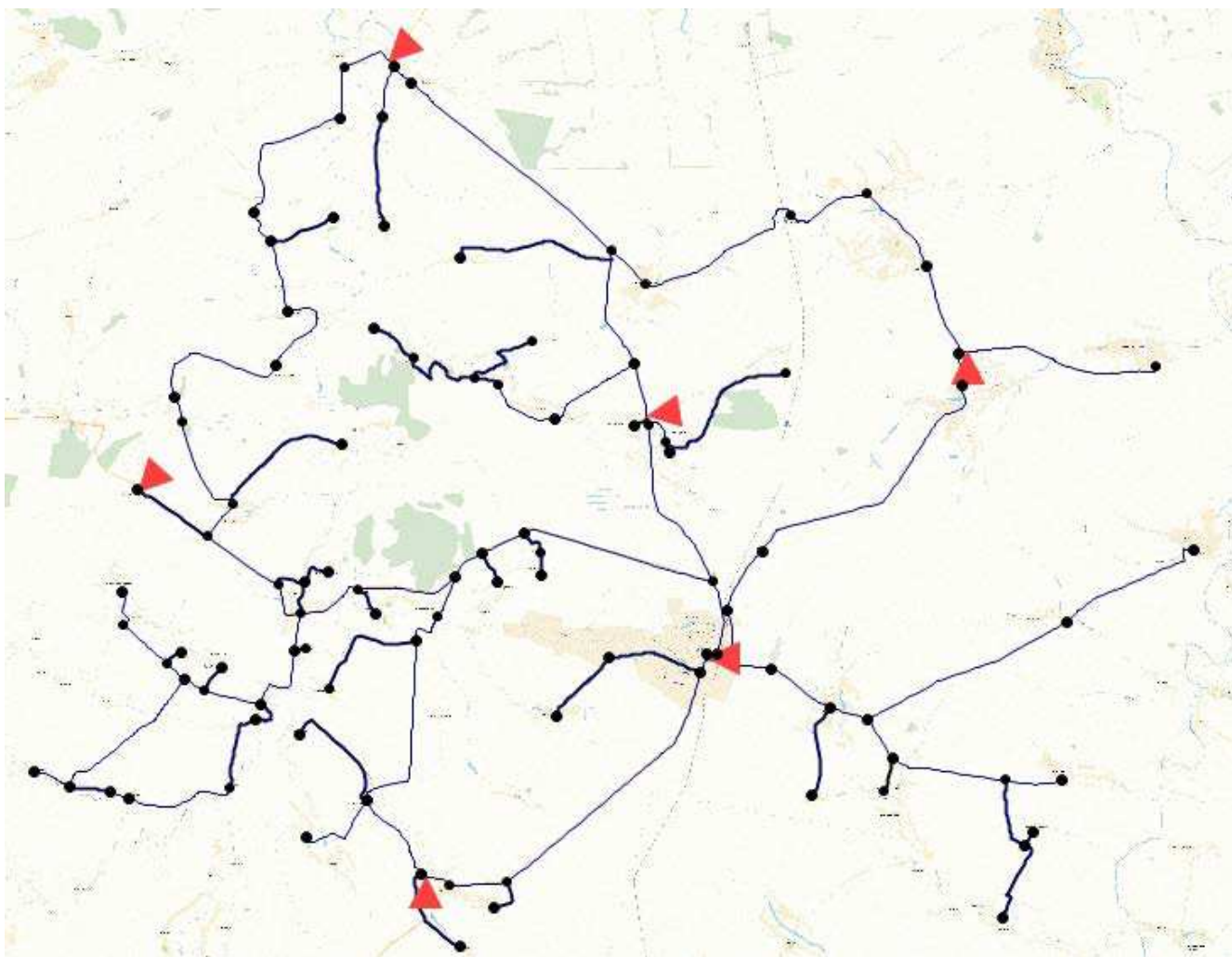


Рисунок 10 – Места проведения замеров транспортных потоков
на УДС Должанского муниципального района

В способности транспортной модели Должанского 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 11 представлена диаграмма агрегированной оценки транспортной модели Должанского муниципального района, полученная в PTV Vision Visum.

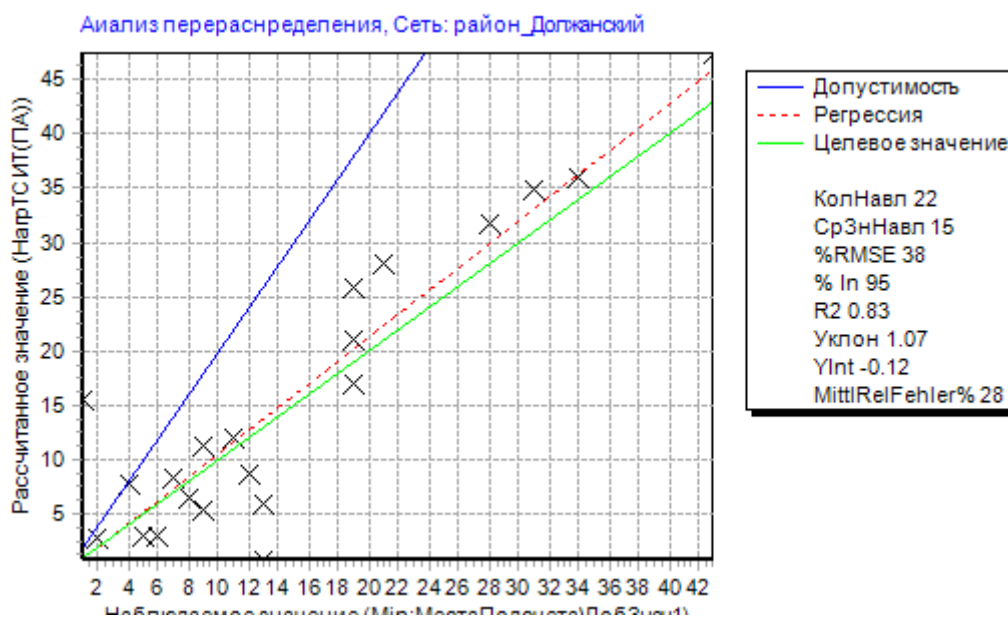


Рисунок 11 – Диаграмма агрегированной оценки транспортной модели Должанского муниципального района

Разработанная базовая модель Должанского муниципального района обладает коэффициентом корреляции между совокупностями модельных и фактических значениях интенсивности потоков равным 0,91, что говорит о тесной связи расчетных и измеренных параметров. Средняя относительная ошибка модели не превышает 27,9%.

Также для базовой модели был рассчитан интегральный показатель эффективности функционирования всей улично-дорожной сети Должанского 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 Должанского муниципального района с учетом задержек составило 32 минуты.

Таким образом, была разработана базовая модель Должанского муниципального района с приемлемым уровнем качества, на основе которой, будет производиться оценка существующих планов и прогнозов социально-экономического развития муниципального образования.

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

1.6.1 Разработка варианта транспортной модели на краткосрочную перспективу до 2023 года

Анализ нормативной документации по развитию объектов транспортной инфраструктуры в Должанском муниципальном районе на перспективу до 2023 г. позволил выделить мероприятия, представленные на рисунке 12 и в таблице 1.

Таблица 1 – Мероприятия по реконструкции до 2023 года

№ п/п	Наименование мероприятия	Срок реализации
1	Создание окружного кольца, соединяющего 13 населенных пунктов (Евланово – Кривцово Плота – Нижнее Ольшаное – Рогатик – Знаменское – Александровка – Калиновка – Долгое – Успенское – Русановка – Урынок – Дубровка – Новый Тим) района с целью удобного транспортного сообщения населенных пунктов между собой и с районным центром, для чего предлагается реконструкция участков дороги окружного кольца, прокладываемых по трассе существующих грунтовых и лесных дорог. Протяженность 65 км	2021
2	Реконструкция автомобильной дороги Ливны – Евланово – Долгое. Протяженность 22,92 км.	2021
3	Реконструкция автомобильной дороги Глазуновка – М. Архангельское – Колпны – Долгое. Протяженность 22,23 км	2021
4	Строительство автомобильной дороги Рогатик – Замарайка	2023
5	Строительство автомобильной дороги Успенское – Безобразово (Курская область)	2023

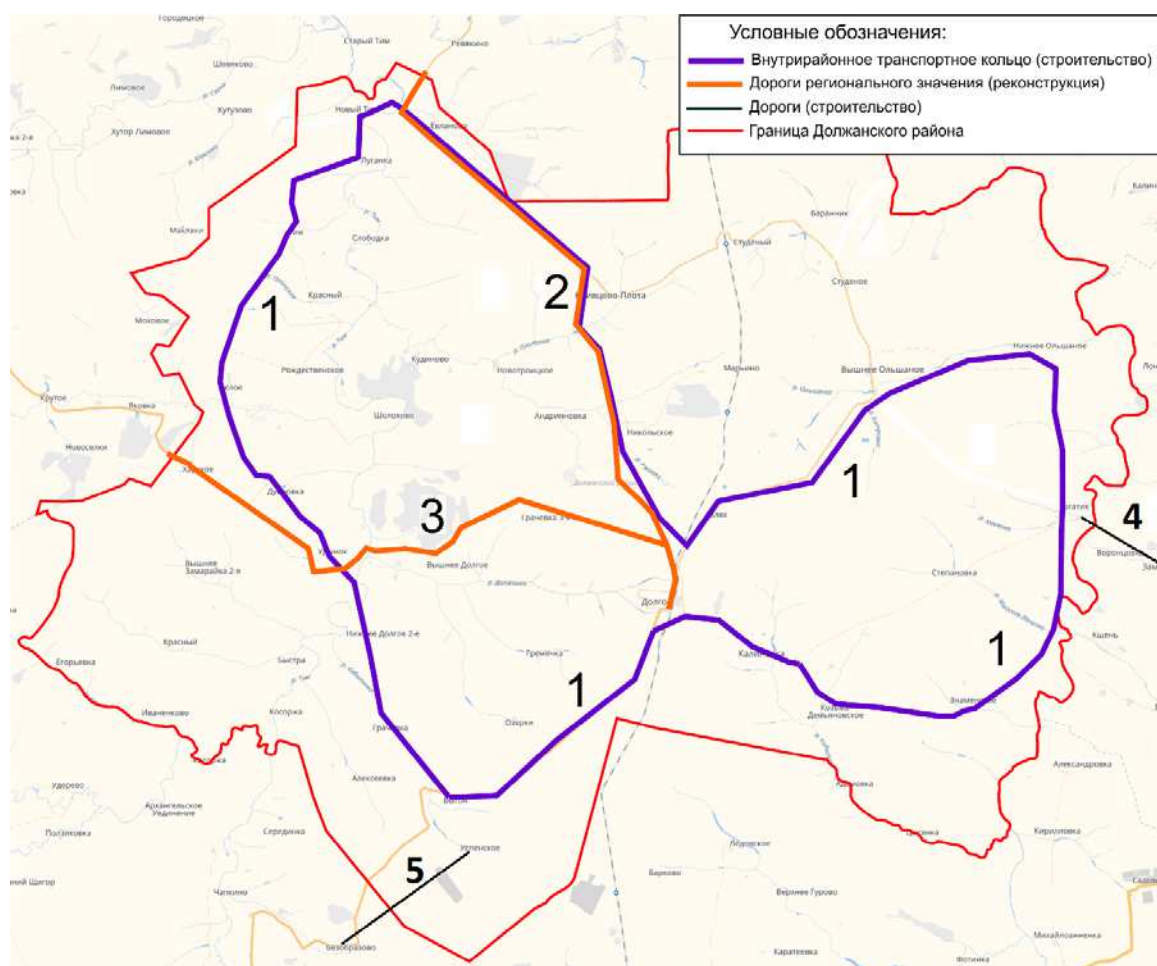


Рисунок 12 – Схема мероприятий по развитию УДС
Должанского района до 2023 года

Данные мероприятия были введены в прогнозную транспортную модель Должанского района. На рисунках 13, 14 графически представлено распределение потоков транспорта по УДС Должанского муниципального района, а также приведена прогнозная картограмма уровня нагрузки дорожным движением до 2023 года.

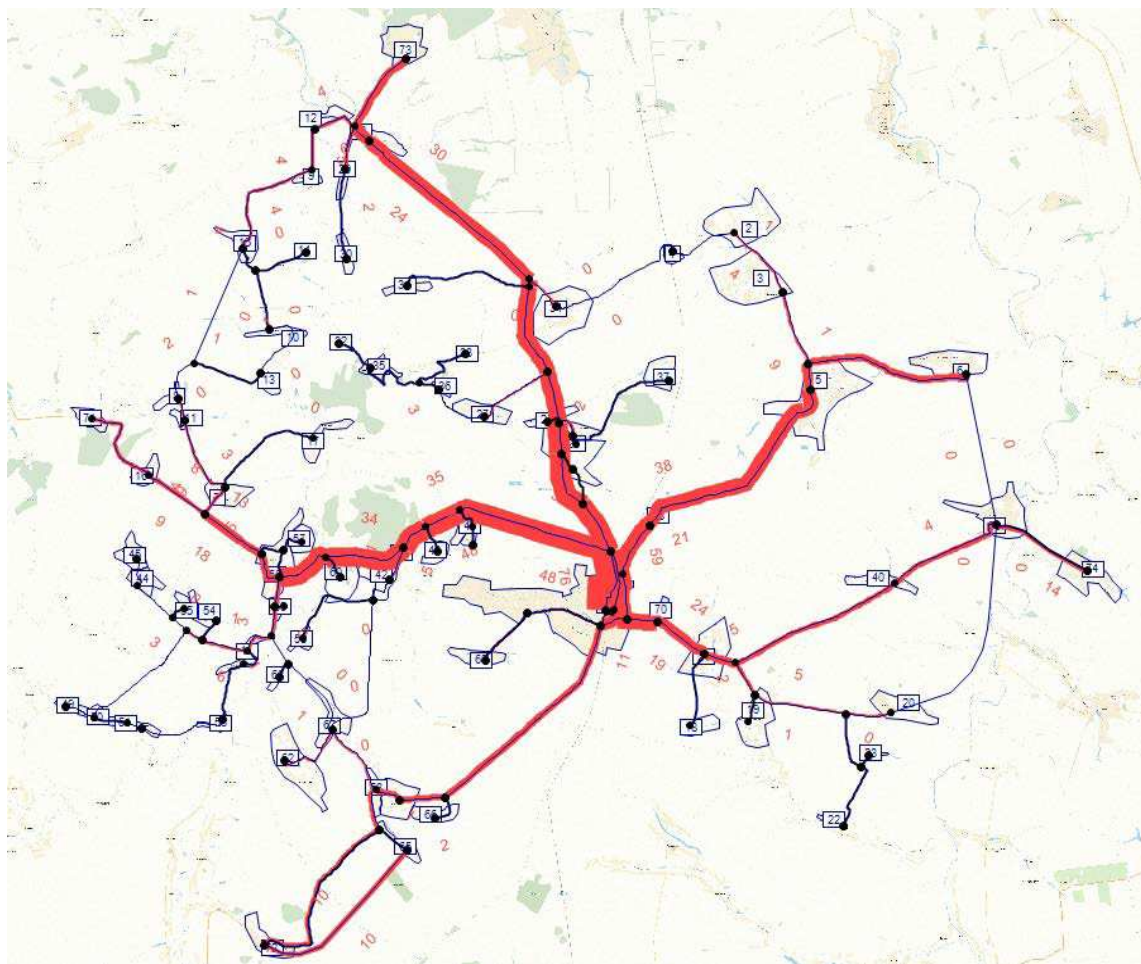


Рисунок 13 – Рассчитанная нагрузка УДС на 2023 год

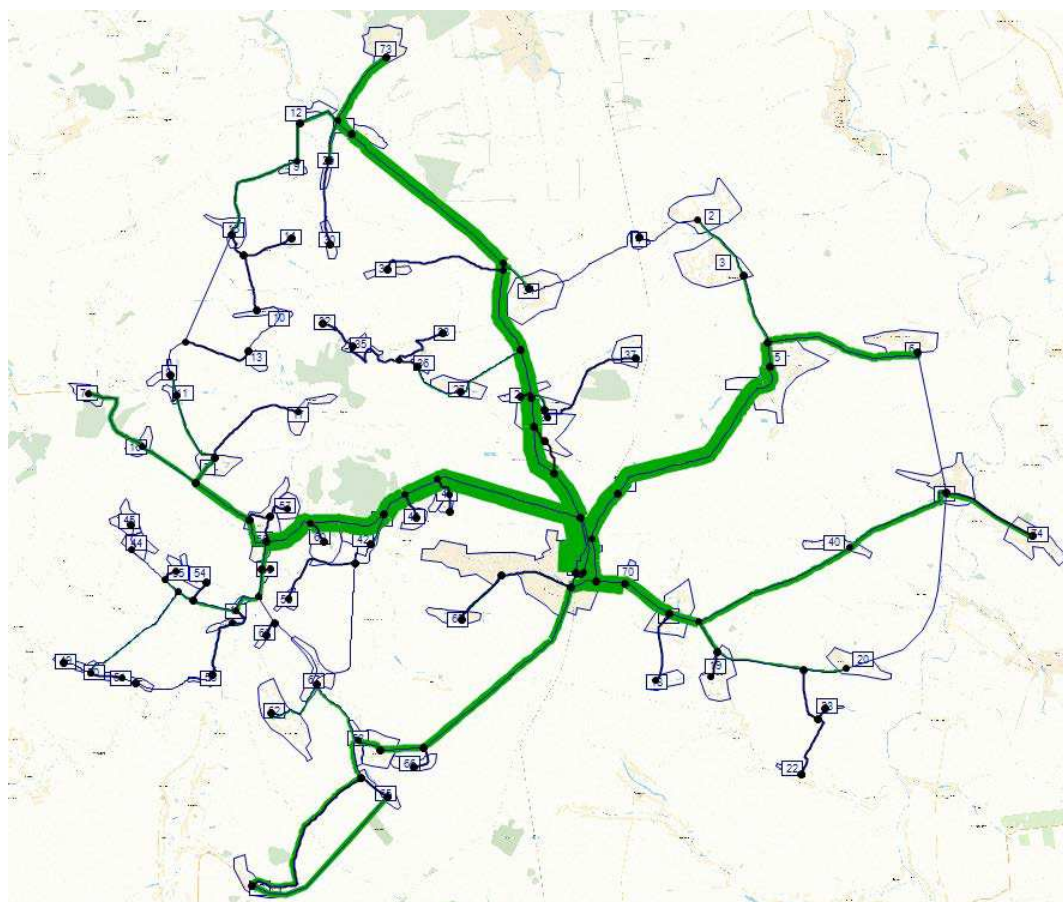


Рисунок 14 – Схема уровня загрузки УДС движением

Показатель среднего времени реализации корреспонденций в перспективной модели Должанского муниципального района на период до 2023 года с учетом задержек составил 31 минуту.

Анализ результатов моделирования показывает снижение среднего времени реализации корреспонденций с 32 до 31 минуты после реализации мероприятий до 2023 года.

Транзитную нагрузку получают построенные участки дорог Рогатик – Замарайка и Успенское – Безобразово.

Из представленных картограмм видно, что общий уровень загрузки не превышает 50%, при этом возникают новые кратчайшие пути, соединяющие следующие населенные пункты: 1) Белое – Тим; 2) Нижнее Ольшаное – Рогатик – Знаменское; 3) Прибыткино – Быстра – Русановка 1-я (Рисунок 15).

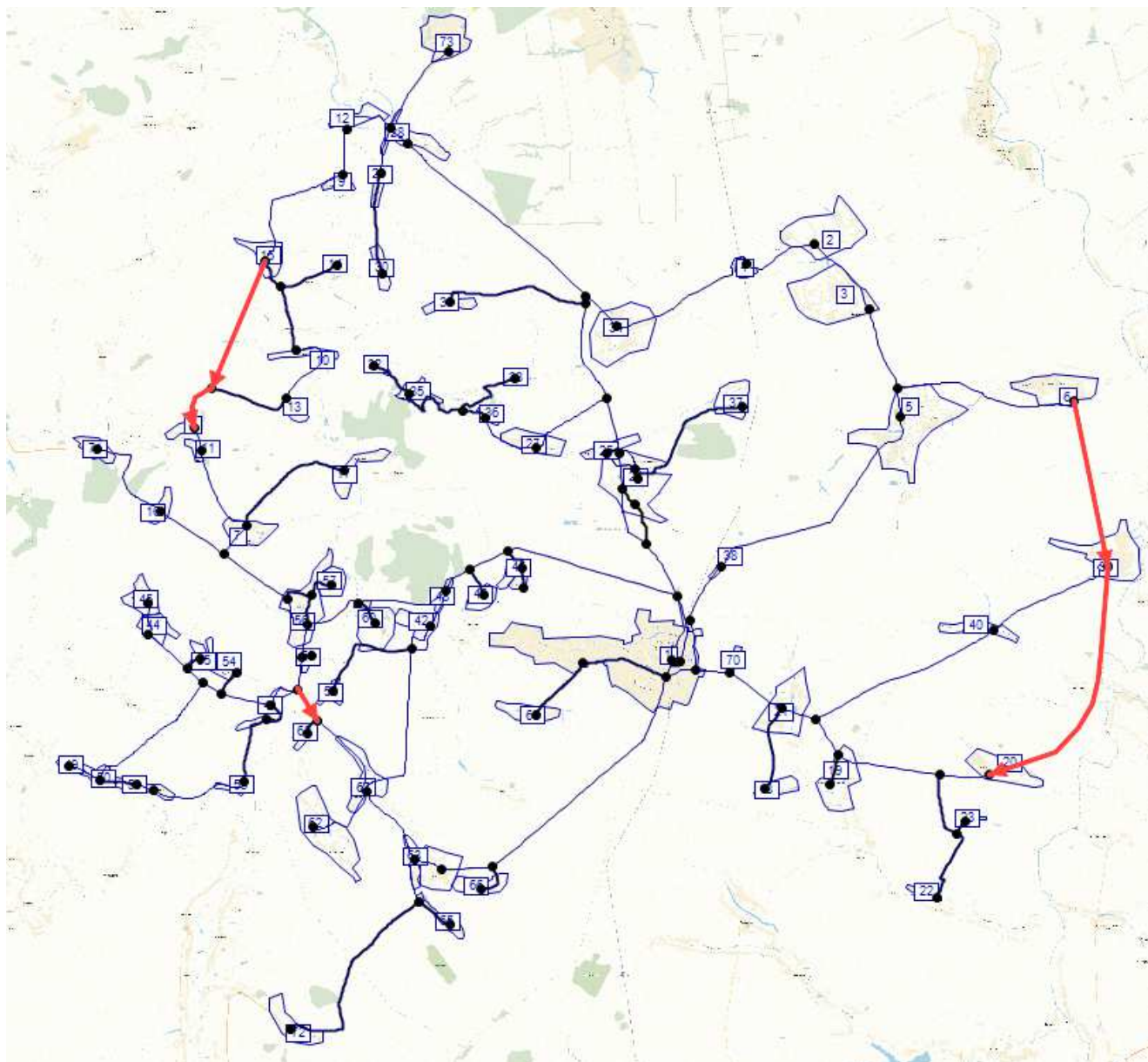


Рисунок 15 – Новые кратчайшие пути

1.6.2 Разработка варианта транспортной модели на перспективу до 2032 года

Документами планирования в Должанском районе предусмотрен ряд мероприятий по развитию УДС (Рисунок 16 и Таблица 2) до 2032 г.

Таблица 2 – Предложения по развитию УДС Должанского района до 2032 г.

№ п/п	Наименование мероприятия	Срок реализации
1	Строительство участков автомобильных дороги Вышнее Ольшаное – Рогатик. Протяженность 6 км.	2028
2	Строительство автомобильной дороги Баранчик – Ивановка. Протяженность 6 км.	2028
3	Строительство автомобильной дороги Новый Тим – Красная Сосна. Протяженность 6 км.	2028

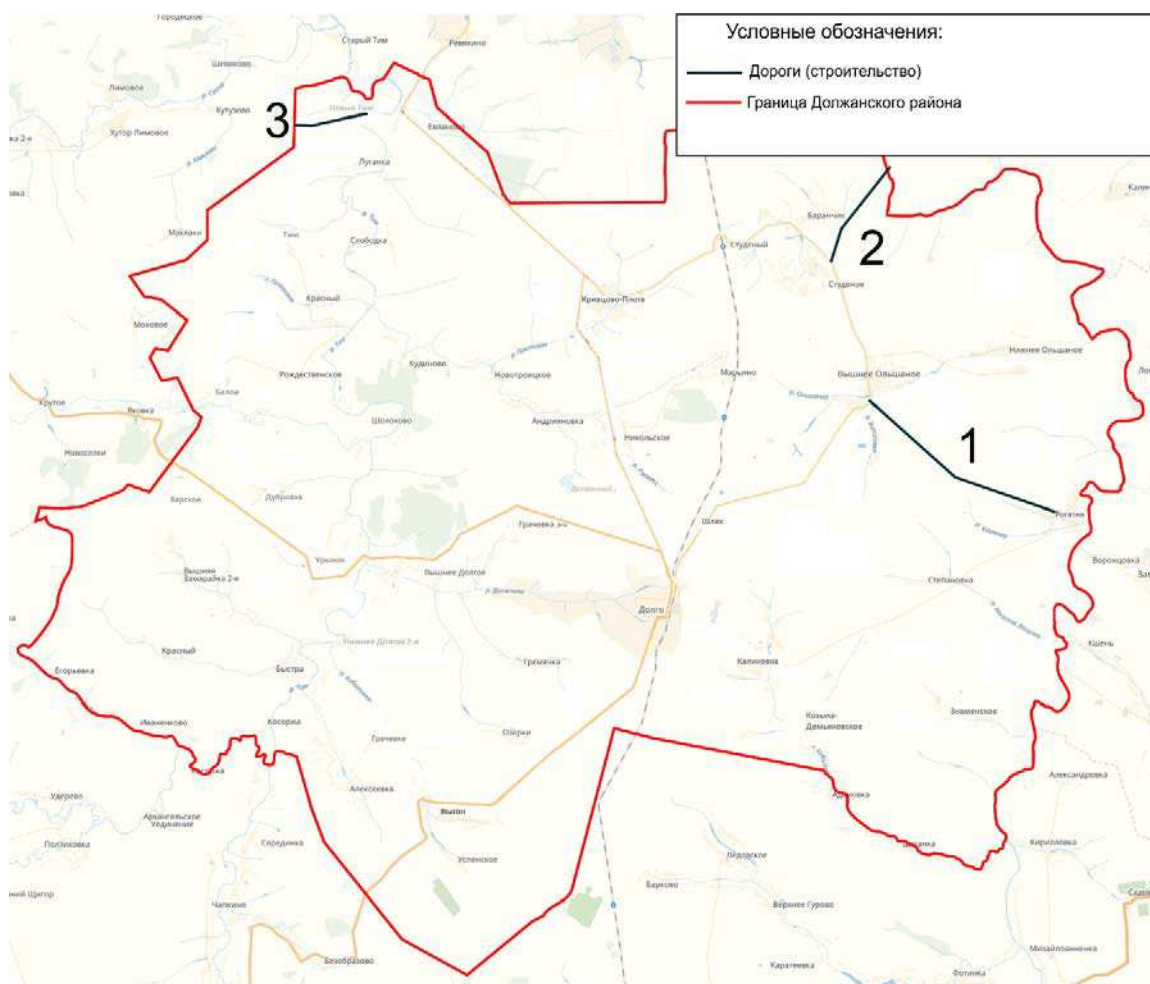


Рисунок 16 – Схема мероприятий по развитию УДС
Должанского района до 2032 года

Показатель среднего времени реализации корреспонденций в перспективной модели Должанского муниципального района до 2032 года с учетом задержек составил 31 минуту.

На рисунках 17, 18 графически представлено распределение потоков транспорта по УДС Должанского муниципального района, а также приведена прогнозная картограмма уровня нагрузки дорожным движением до 2032 года.

На рисунках 17, 18 представлены картограммы нагрузки и загрузки модели со сценарием развития на 2032 год.

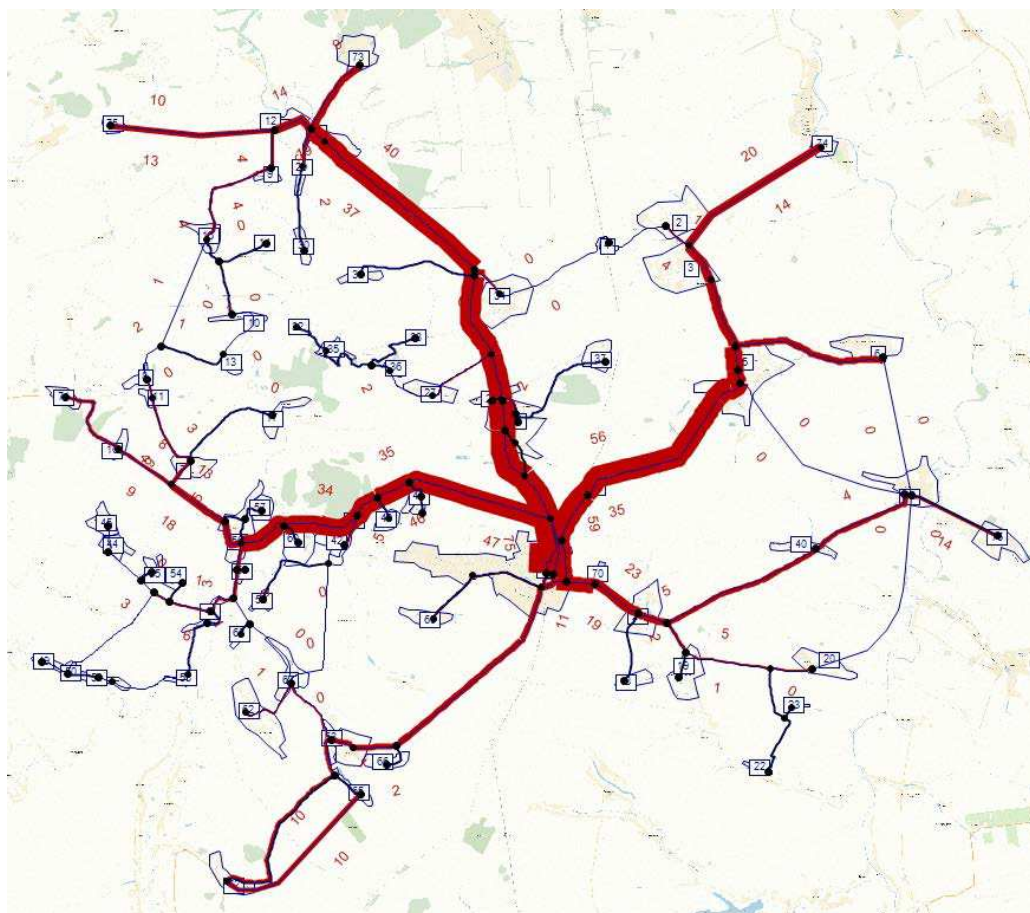


Рисунок 17 – Рассчитанная нагрузка на УДС Должанского муниципального района на перспективу до 2032 года

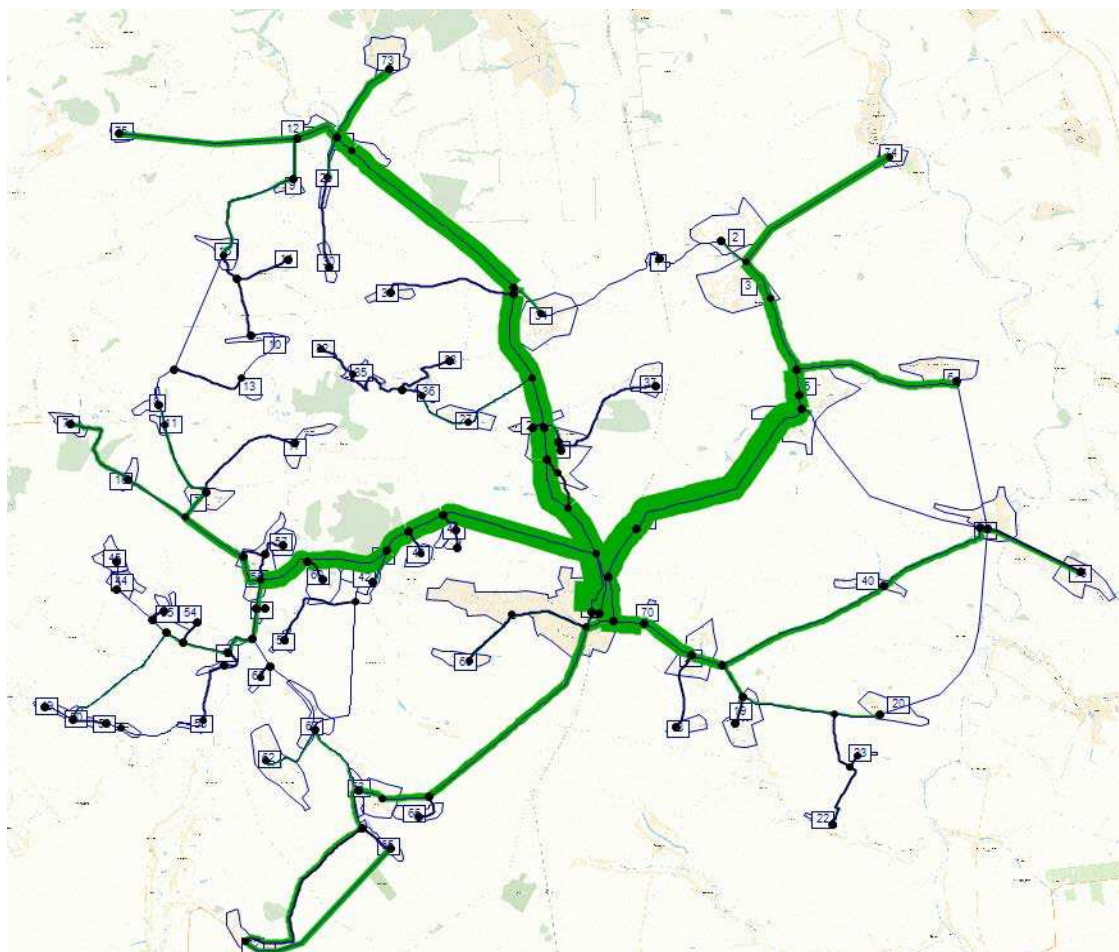


Рисунок 18 – Рассчитанная загрузка УДС

Должанского муниципального района на перспективу до 2032 года

Анализ картограмм распределения транспортных потоков показывает, что значимого перераспределения транзитных потоков на планируемые к строительству участки УДС, представленные в таблице 2, не происходит, в силу чего можно сделать вывод о малой целесообразности указанного дорожного строительства. В пользу данного вывода свидетельствует и сохранение среднего времени реализации корреспонденций на том же уровне.

Общий уровень загруженности, как видно из рисунка 18, остается весьма низким не более 50%, что позволяет сделать вывод о большом запасе пропускной способности УДС в будущем.

ВЫВОДЫ ПО ВТОРОМУ ЭТАПУ

В рамках второго этапа Комплексной схемы организации дорожного движения разработана транспортная модель Должанского муниципального района (коэффициент корреляции 0,91), а также рассмотрены варианты развития транспортной макромоделли на краткосрочную до 2023 г. и долгосрочную до 2032 г. перспективы на основании существующих документов планирования и прогнозов социально-экономического развития муниципального района.

В том числе был проведен сравнительный анализ среднего времени реализации транспортных корреспонденций для всех горизонтов планирования (2023 - 2032 годы).

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ВСН 45-68 «Инструкция по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах».
2. ОДН 218.0.006-2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог».
3. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» №ОС-557-р от 24.06.2002 г.
4. ГОСТ Р 50597-93. «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
5. ГОСТ Р 52398-2005. «Классификация автомобильных дорог. Параметры и требования».
6. ГОСТ Р 52399-2005. «Геометрические элементы автомобильных дорог».
7. ГОСТ Р 52765-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Классификация».
8. ГОСТ Р 52766-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования».
9. ГОСТ Р 52767-2007. «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Методы определения параметров».
10. ГОСТ Р 52607-2006. «Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей».
11. ГОСТ Р 51256-2011. «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования».
12. ГОСТ Р 52282-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы, основные параметры, общие технические».
13. ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог». – М.: Информавтодор. - 143 с.

14. ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования».
15. PTV VISSUM 14 Руководство пользователя // А+С Консалт, 2014 г.
16. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.