

Общество с ограниченной ответственностью «ЯНЭНЕРГО»

Юридический адрес: 197227, Санкт-Петербург, Комендантский пр., д. 4, лит. А, офис 407

ОГРН 5067847117850 ИНН/КПП 7813351008/781401001 Р/с № 40702810310000309756

АО «Тинькофф Банк» К/с № 30101810145250000974

БИК 044525974 Тел./факс: (812) 449-00-26

УДК 656

УТВЕРЖДАЮ

ОКПД2 30.9

\_\_\_\_\_

№ госрегистрации 5067847117850

\_\_\_\_\_

Инв. №30–2021

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ ПО «РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНОЙ  
СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОЧКОВСКОГО  
РАЙОНА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Этап 2. Разработка моделей ключевых транспортных узлов

муниципального образования

Генеральный директор

\_\_\_\_\_

А. Ю. Никифоров

ООО «ЯНЭНЕРГО»

подпись, дата

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_

А. В. Соколов

подпись, дата

Санкт-Петербург

2021

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта

Руководитель отдела  
транспортного планирования

\_\_\_\_\_

А. В. Соколов

подпись, дата

Исполнители работы:

Инженер по организации и  
безопасности дорожного  
движения

\_\_\_\_\_

А. Я. Таслунов

подпись, дата

## СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОТЧЕТА

- 1) Титульный лист
- 2) Список исполнителей
- 3) Реферат
- 4) Содержание
- 5) Введение
- 6) Основная часть
- 7) Заключение

## РЕФЕРАТ

Отчет 48 с., 9 ч, 22 рис., 15 табл.

Данный отчет отражает процесс разработки транспортных микромоделей ключевых транспортных узлов Кочковского района Новосибирской области.

В ходе выполнения 2-го этапа работ по разработке комплексной схемы организации дорожного движения на территории Кочковского района Новосибирской области:

- ввод параметров транспортных потоков и объектов транспортной инфраструктуры;
- разработка вариантов мероприятий по организации движения (вариантов проектирования) на расчетный период в увязке с документами территориального планирования и документации по планировке территории, документами стратегического планирования, включающих принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям ОДД в соответствии с задачами, обозначенными в п. 5. настоящего Технического задания для УДС;
- проведение укрупненной оценки предлагаемых вариантов проектирования на основании оценки транспортного эффекта по результатам прогнозирования транспортного спроса и параметров дорожного движения с использованием моделирования (с вариантом без реализации предлагаемых в рамках КСОДД мероприятий);
- расчет времени в пути, а также распределение средней скорости транспортного потока в моделируемых ключевых транспортных узлах;
- анализ полученных результатов с определением оптимального варианта организации дорожного движения в ключевых транспортных узлах.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Выбор транспортных узлов на территории Кочковского района для осуществления микромоделирования.....	10
2. Проведение дополнительного обследования интенсивности и состава транспортных потоков в ключевых транспортных узлах.....	12
3. Ввод параметров транспортных потоков и объектов транспортной инфраструктуры .....	16
3.1 Ввод дорожной сети .....	16
3.2 Ввод транспортного движения.....	19
3.3 Регулирование движения.....	20
3.4 Зоны малоскоростного движения .....	23
3.5 Ввод светофорных циклов.....	24
4. Определение проблем и причин недостаточности пропускной способности в ключевых транспортных узлах.....	25
5. Разработка вариантов мероприятий по организации движения (вариантов проектирования) на расчетный период в увязке с документами территориального планирования и документации по планировке территории, документами стратегического планирования, включающих принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям ОДД.....	26
6. Проведение укрупненной оценки предлагаемых вариантов проектирования на основании оценки транспортного эффекта по результатам прогнозирования транспортного спроса и параметров дорожного движения с использованием моделирования.....	28
7. Расчет перераспределения транспортных потоков в ключевых транспортных узлах на основании планов развития улично-дорожной сети .....	37

8. Расчет времени в пути, а также распределение средней скорости транспортного потока в моделируемых ключевых транспортных узлах .....	38
9. Анализ полученных результатов с определением оптимального варианта организации дорожного движения в ключевых транспортных узлах .....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость моделирования транспортных потоков возникла уже очень давно. Моделирование, конечно же, не может быть самой целью и выполняется оно для математического описания сложного процесса движения транспортного потока, в результате чего можно получить необходимые данные, прогнозировать и управлять режимом движения на проектируемом отрезке или узле улично-дорожной сети.

Если взглянуть в ретроспективе, то в США с так называемой «транспортной проблемой» столкнулись еще в 30-е годы прошлого века. Европа ощутила ее несколько позже – в 60-х годах, когда экономика оправлялась от последствий Второй мировой войны. Отечественные ученые столкнулись с данной проблематикой гораздо позже зарубежных коллег, очевидно, в силу невысокого уровня автомобилизации в бывшем СССР и плановости его экономики.

PTV VISSIM – программа, развивающаяся уже более 30 лет. Конечно же, на рынке присутствуют и другие подобные средства моделирования, однако функциональности, точности и комплексному подходу VISSIM`а нет равных. Система имитации PTV VISSIM состоит из двух отдельных программ, которые взаимодействуют друг с другом с помощью интерфейса, в котором происходит обмен данными измерений детекторов и данными о состояниях систем регулирования. Результат имитации — это анимация движения транспорта в виде графики в режиме реального времени и последующая выдача всевозможных транспортно-технических параметров, таких как, например, распределение времени в пути и времени ожидания, дифференцированных по группам пользователей.

В модель транспортного потока заложены модель следования за впереди идущим транспортным средством (ТС), с целью отображения движения в колонне за впереди идущим ТС по одной полосе движения и модель смены полосы движения. Зависящая от транспортного движения логика регулирования

моделируется с помощью внешних программ регулирования светосигнальных установок. Программа для логического управления запрашивает параметры детекторов в такте от 1 секунды до 1/10 секунды (в зависимости от настройки и типа светофорных установок). Из полученных значений и временных интервалов программа определяет состояние всех систем регулирования для следующего шага имитации и вносит их в имитацию транспортного потока.

На многополосных проезжих частях водитель в VISSIM-модели учитывает не только впереди идущие транспортные средства, но и транспортные средства на обеих соседних полосах. Особенное внимание у водителя дополнительно вызывает светофор в 100 м перед достижением стоп-линии.

Существенным для точности системы имитации является качество модели потока транспортного движения, т.е. метода, с помощью которого рассчитывается передвижение транспортных средств в сети. В отличие от более простых моделей, в которых за основу берутся постоянные скорости и неизменное поведение следования за впереди идущими транспортными средствами, PTV VISSIM использует психофизиологическую модель восприятия WIEDEMANN'a (1974 г., 1999 г.). Основная идея модели заключается в том, что водитель ТС, движущегося с более высокой скоростью, начинает тормозить при достижении своего индивидуального порога восприятия относительно удаленности от впереди идущего, когда дистанция до него начинает восприниматься им как слишком маленькая. Так как он не может точно оценить скорость впереди идущего ТС, то его скорость будет падать ниже скорости впереди идущего ТС до тех пор, пока он не начнет снова немного ускоряться после достижения своего порога восприятия, когда он начнет воспринимать возникшую между ним и впереди идущим ТС дистанцию как слишком большую. Это ведет к постоянному легкому ускорению и замедлению. С помощью функций распределения для скорости и дистанции имитируется различное поведение водителей.

Имитационное моделирование представляется мощным инструментом для оценки и анализа движения транспортных и пешеходных потоков. Кроме того,

программа уровня PTV VISSIM позволяет в значительной мере упростить работу проектировщика и создает достоверную платформу для проектирования как дорожно-транспортных, так и любых градостроительных объектов.

## 1. Выбор транспортных узлов на территории Кочковского района для осуществления микро моделирования

Транспортные узлы на территории Кочковского района для осуществления микро моделирования были выбраны согласно результатам макро моделирования УДС муниципального образования. Ключевые транспортные узлы определены с учетом уровня загрузки УДС. Помимо результатов макро моделирования, выбор транспортных узлов для микро моделирования обусловлен тем фактом, что на данных узлах наблюдаются наибольшие показатели интенсивности транспортного потока на территории муниципального образования.

Перечень транспортных узлов для осуществления микро моделирования в программном комплексе PTV VISSIM (рисунок 1):

- пересечение а/д К-17Р «Новосибирск – Кочки – Павлодар» и а/д К-09 «Каргат – Кочки», с. Кочки;
- пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова в с. Кочки;
- пересечение ул. Революционная и ул. Пушкинская в с. Кочки.

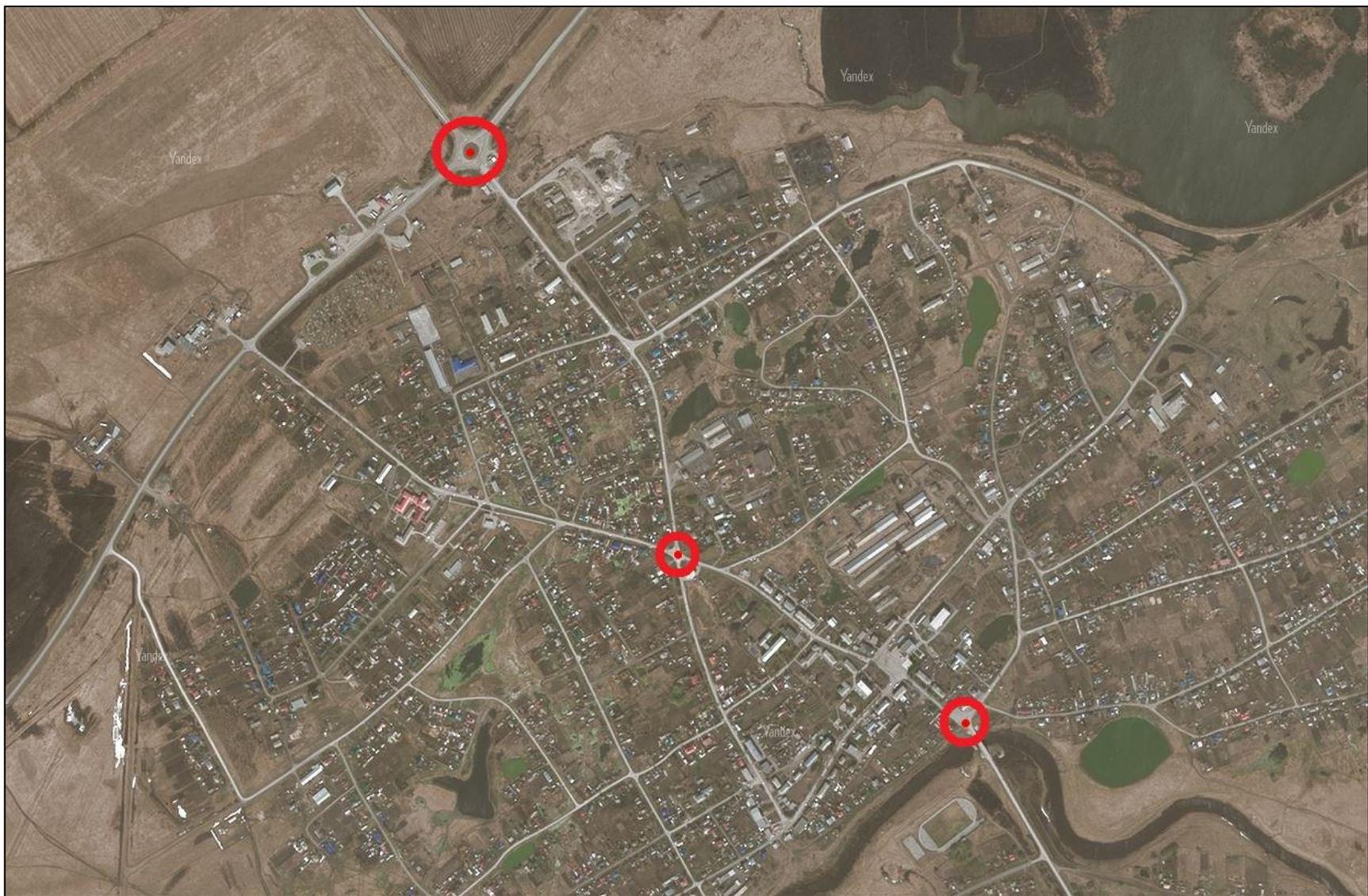


Рисунок 1 – Расположение транспортных узлов для осуществления микро моделирования

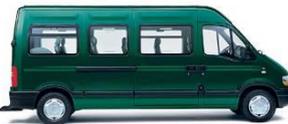
## 2. Проведение дополнительного обследования интенсивности и состава транспортных потоков в ключевых транспортных узлах

Для разработки моделей ключевых транспортных узлов были выполнены камеральные обследования интенсивностей на основе транспортной модели Кочковского района. Состав транспортных потоков также был определен на основе транспортной модели муниципального образования и проведенных камеральных обследований интенсивности транспортных потоков.

Деление транспортного потока на группы, а также коэффициенты приведения интенсивности транспортных потоков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Группы транспортных средств

№	Группы транспортных средств	Изображение	Коэффициент приведения
1	Легковой автомобиль (седан, хэтчбек, универсал, минивэн, джип, пикап), легковой автомобиль с прицепом		1,00
2	Грузовой а/м малой грузоподъемности (<2т) (включая цельнометаллические фургоны Газель, Соболь, Форд-Транзит и т.п.)		1,50
3	Грузовой а/м средней грузоподъемности (2-8т) (типа ГАЗ-3309 и т.д.)		1,90

№	Группы транспортных средств	Изображение	Коэффициент приведения
4	Грузовой а/м большой грузоподъемности (>8т) или автопоезд		2,50
5	Автобус малой вместимости (микроавтобус)		1,20
6	Автобус средней вместимости		2,00
7	Автобус большой вместимости		3,00

Составы транспортных потоков, на рассматриваемых участках:

1 Пересечение а/д К-17Р и а/д К-09:

- легковые автомобили – 81 %;
- грузовые автомобили – 16 %, из них:
  - легкий грузовой транспорт – 3 %;
  - средний грузовой транспорт – 5 %;
  - тяжелый грузовой транспорт – 8 %;
- общественный транспорт – 3 %, из них:
  - автобус малой вместимости – 0,5 %;
  - автобус средней вместимости – 1,5 %;
  - автобус большой вместимости – 1 %.

2 Пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова:

- легковые автомобили – 93 %;

грузовые автомобили – 5 %, из них:

- легкий грузовой транспорт – 2,2 %;

- средний грузовой транспорт – 2 %;

- тяжелый грузовой транспорт – 0,8 %;

общественный транспорт – 2 %, из них:

- автобус малой вместимости – 0,5 %;

- автобус средней вместимости – 1,5 %;

- автобус большой вместимости – 0 %.

### 3 Пересечение ул. Революционная и ул. Пушкинская:

- легковые автомобили – 86 %;

грузовые автомобили – 10 %, из них:

- легкий грузовой транспорт – 5,1 %;

- средний грузовой транспорт – 4,1 %;

- тяжелый грузовой транспорт – 0,8 %;

общественный транспорт – 4 %, из них:

- автобус малой вместимости – 1 %;

- автобус средней вместимости – 3 %;

- автобус большой вместимости – 0 %.

Интенсивности транспортных потоков (значения входящих потоков)  
представлены в таблицах 2 – 4.

Таблица 2 – Интенсивности движения ТС на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09

№ п/п	Направление	Интенсивность движения, ТС/час
1	а/д К-17Р в направлении от г. Карасук	96
2	а/д К-09	13
3	а/д К-17Р в направлении от г. Новосибирск	110
4	а/д в с. Кочки	80

Таблица 3 – Интенсивности движения ТС на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова

№ п/п	Направление	Интенсивность движения, ТС/час
1	ул. Революционная от а/д К-17Р в направлении автостанции	124
2	ул. Некрасова от а/д К-17Р в направлении р. Карасук	93
3	ул. Революционная от автостанции в направлении а/д К-17Р	125
4	ул. Некрасова от р. Карасук в направлении а/д К-17Р	81

Таблица 4 – Интенсивности движения ТС на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская

№ п/п	Направление	Интенсивность движения, ТС/час
1	ул. Революционная от с. Красная Сибирь в направлении а/д К-17Р	79
2	ул. Пушкинская	67
3	ул. Революционная от а/д К-17Р в направлении с. Красная Сибирь	83

### 3. Ввод параметров транспортных потоков и объектов транспортной инфраструктуры

Для выполнения работы были разработаны 3 транспортные микромодели на каждый транспортный узел по отдельности по нижеприведенному алгоритму.

#### 3.1 Ввод дорожной сети

Ввод дорожной сети подразумевает под собой отрисовку улично-дорожной сети, состоящей из отрезков и соединительных отрезков.

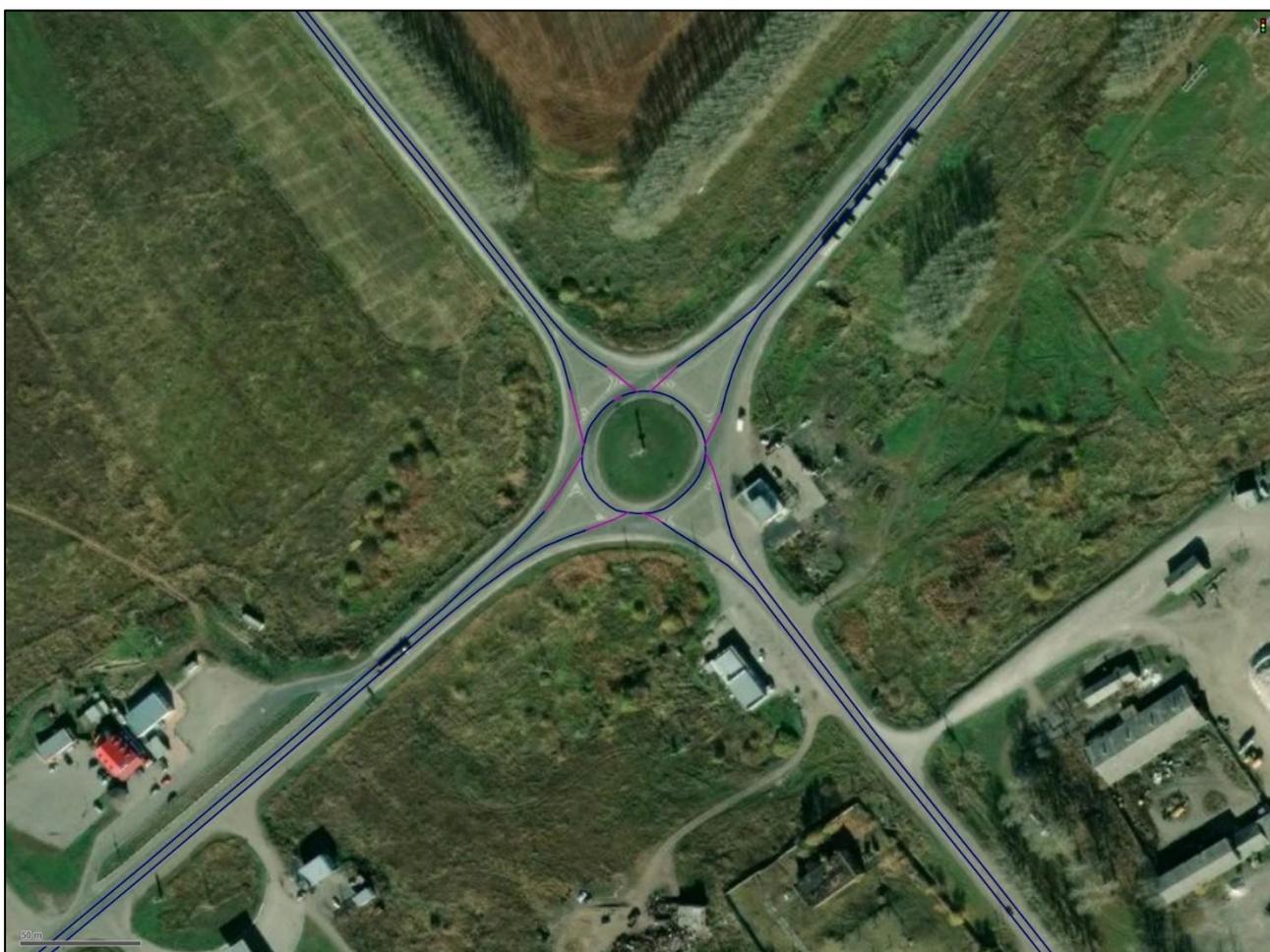


Рисунок 2 - Пример ввода УДС на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09  
(отображение осей отрезков)

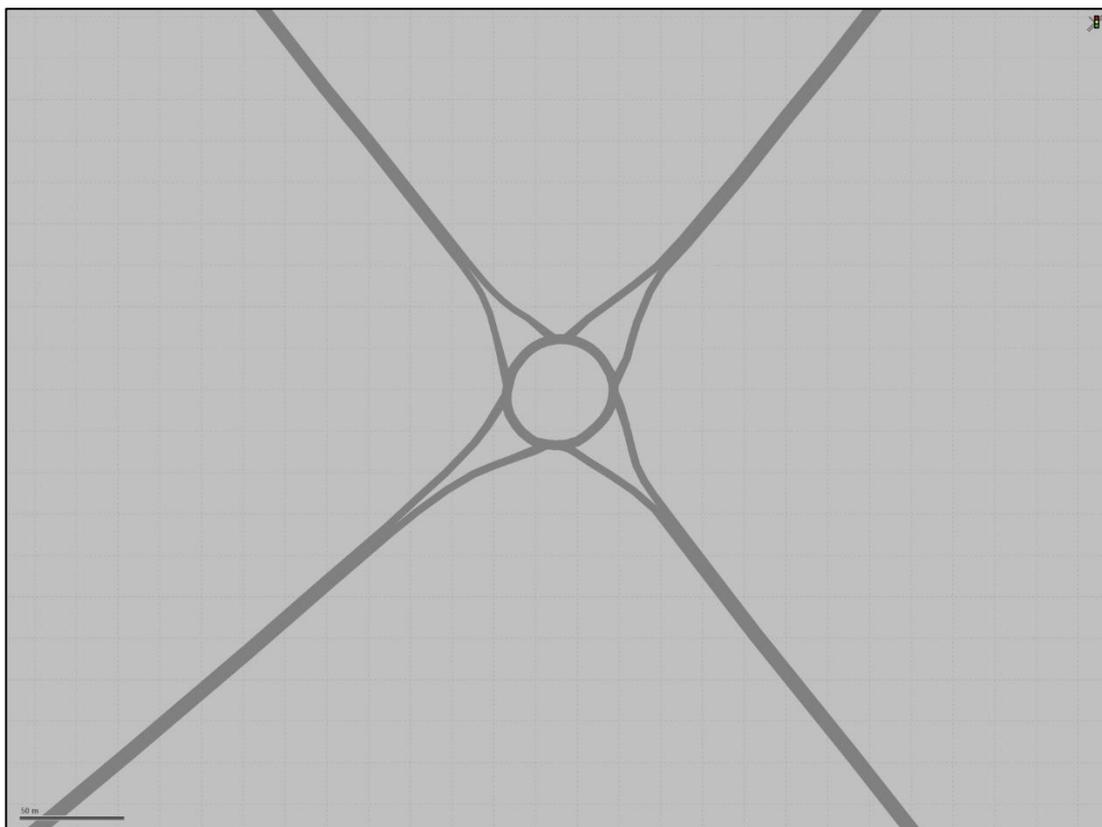


Рисунок 3 – Пример ввода УДС на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09



Рисунок 4 - Пример ввода УДС на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова (отображение осей отрезков)

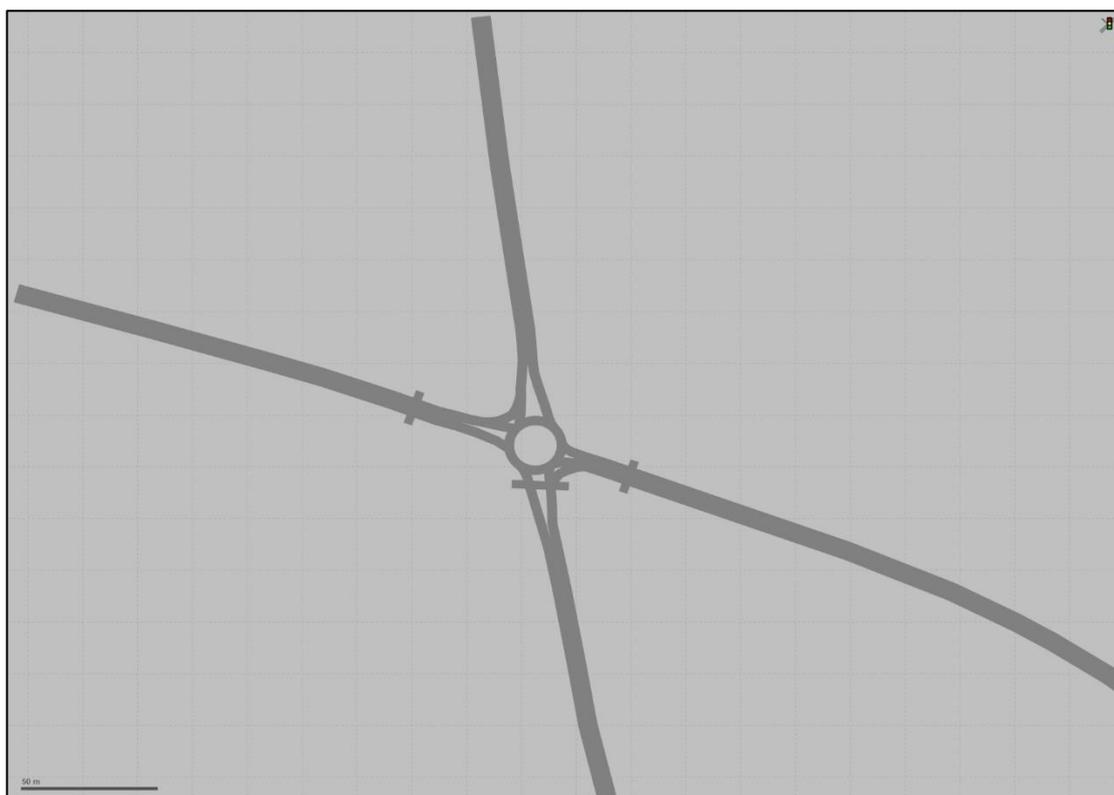


Рисунок 5 - Пример ввода УДС на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова



Рисунок 6 - Пример ввода УДС на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская (отображение осей отрезков)

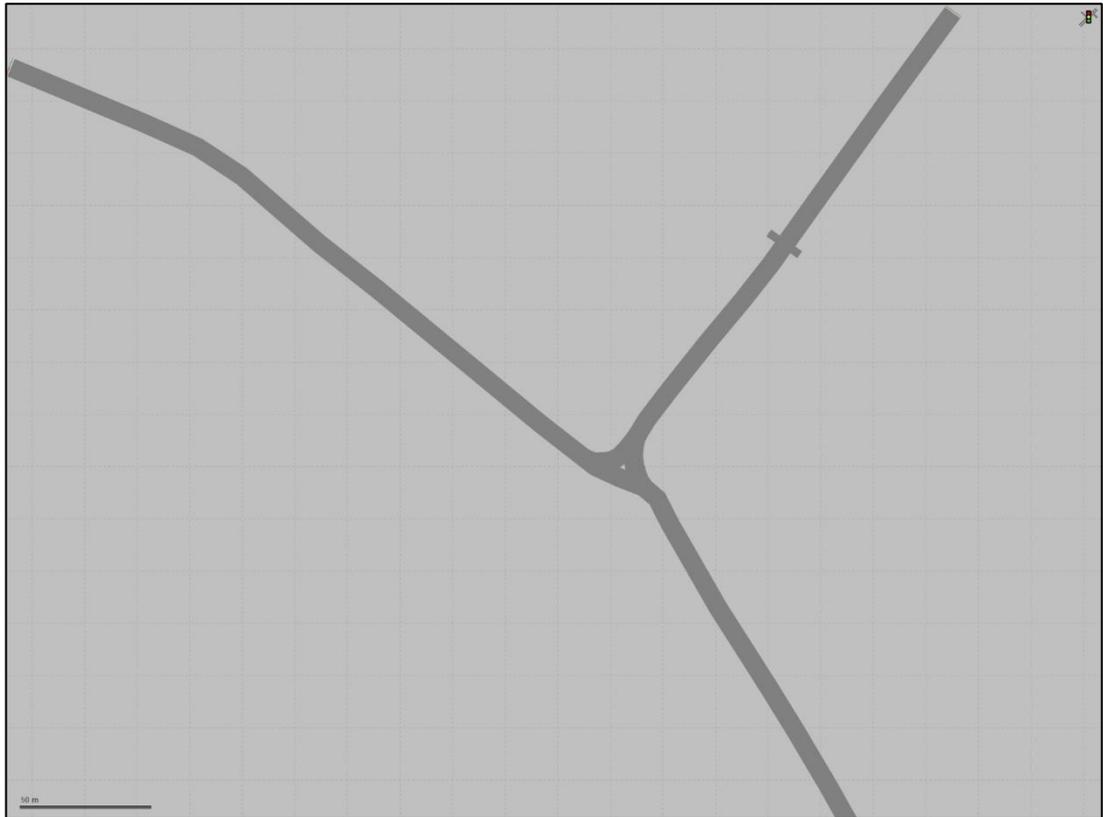


Рисунок 7 - Пример ввода УДС на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская

### 3.2 Ввод транспортного движения

Подразумевает определение состава транспортного потока и ввод интенсивностей входящих потоков ТС.

Процесс определения интенсивностей и состава входящих потоков ТС на моделируемом участке описан в разделе 2 настоящего отчета. На рисунке 8 представлено окно выбора состава ТС в программном комплексе PTV Vissim.

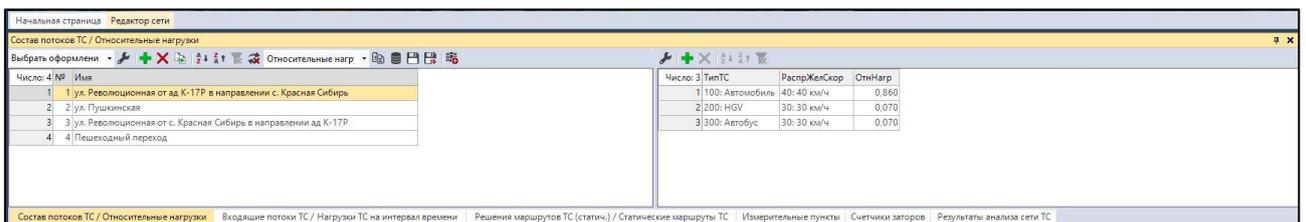


Рисунок 8 – Выбор состава ТС

### 3.3 Регулирование движения

Ввод решений маршрутов движения ТС. Маршрут движения ТС – это фиксированная последовательность отрезков и соединительных отрезков от места решения маршрута до места назначения. Каждое место решения маршрута может иметь множественных мест назначения. Маршрут может иметь любую длину - от маршрута, определяющего движение транспортных средств на перекрестке, до маршрута, который простирается через всю Vissim сеть. Пример решения маршрутов представлен на рисунках 9–11.

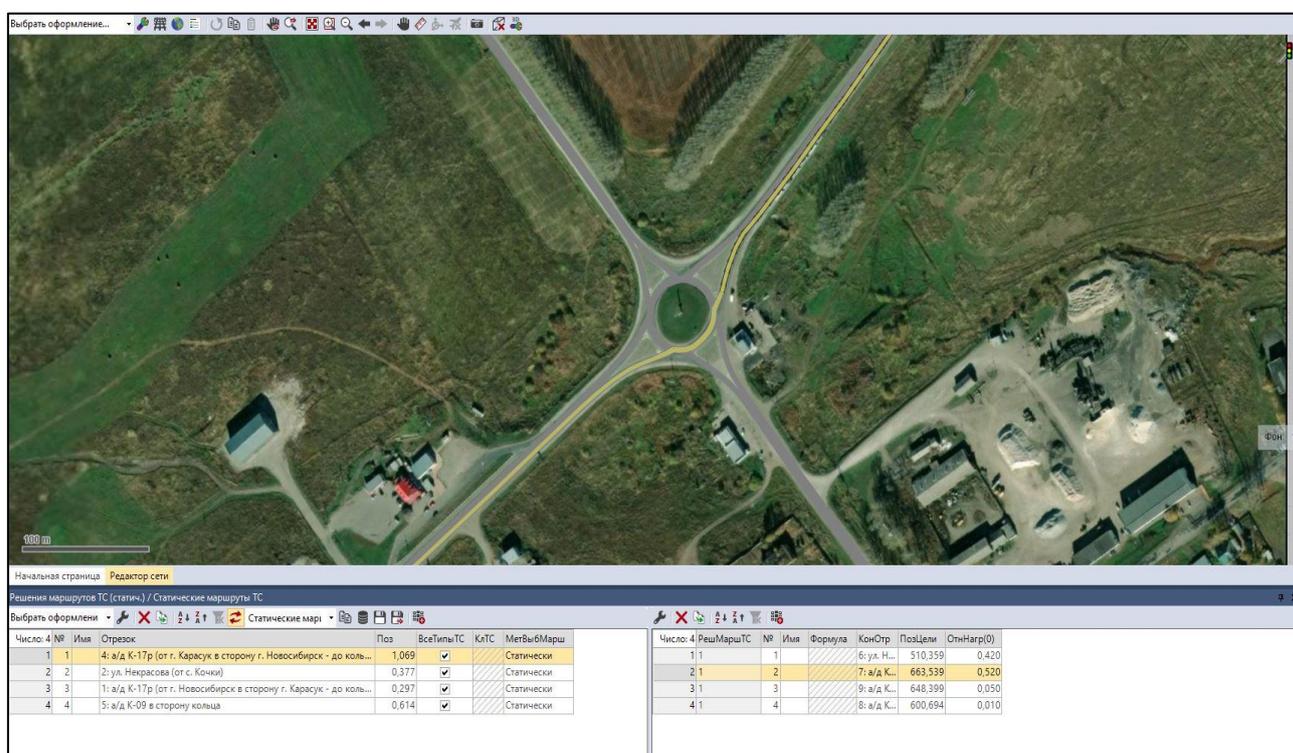


Рисунок 9 – Пример ввода решения маршрута на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09

Редактор сети

Выбрать оформление...

Начальная страница Редактор сети

Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС

Выбрать оформлени... Статические маршруты

Число: 10	№	Имя	Отрезок	Поз	ВсеТипыТС	КлТС	МетВыбМарш
1	1		2: ул. Революционная - от ад К-17Р до коль...	0,285	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
2	2		6: ул. Некрасова - от ад К-17Р до кольца	0,262	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
3	3		1: ул. Революционная - от автостанции до...	0,221	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
4	4		9: ул. Некрасова - от р. Карасук до кольца	0,205	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
5	5		13	0,246	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
6	6		12	0,242	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
7	7		11	0,283	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически

Число: 4	РешМаршТС	№	Имя	Формула	КонОтр	ПозЦели	ОтнНагр(0)
1	1	1			8: ул. Н...	131,860	0,430
2	1	2			4: ул. Р...	242,286	0,480
3	1	3			7: ул. Н...	152,759	0,080
4	1	4			3: ул. Р...	177,149	0,010

Состав потоков ТС / Относительные нагрузки    Входящие потоки ТС / Нагрузки ТС на интервал времени    Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС    Измерительные пункты    Счетчики заторов    Результаты анализа сети ТС

Рисунок 10 – Пример ввода решения маршрута на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова

Редактор сети

Выбрать оформление...

Начальная страница Редактор сети

Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС

Выбрать оформлени

Число	№	Имя	Отрезок	Поз	ВсеТипыТС	КлТС	МетВыбМарш
1	1		2: ул. Революционная от ад К-17Р в направлении с. Красная Сиб...	0,275	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
2	2		3: ул. Пушкинская в направлении ул. Революционная	0,196	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
3	3		1: ул. Революционная от с. Красная Сибирь в направлении ад К-...	0,274	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
4	4		5	0,185	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически
5	5		4	0,270	<input checked="" type="checkbox"/>		Статически

Число	РешМаршТС	№	Имя	Формула	КонОтр	ПозЦели	ОтнНарп(0)
1	1	1			2: ул. Революционная от ад К-17Р в направлении с. Красная Сиб...	451,701	0,510
2	1	2			6: ул. Пушкинская в направлении ул. Московская	202,016	0,490

Состав потоков ТС / Относительные нагрузки | Входящие потоки ТС / Нагрузки ТС на интервал времени | Решения маршрутов ТС (статич.) / Статические маршруты ТС | Измерительные пункты | Счетчики заторов | Результаты анализа сети ТС

Рисунок 11 – Пример ввода решения маршрута на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская

### 3.4 Зоны малоскоростного движения

Зоны малоскоростного движения (рисунок 12) рекомендуется применять, когда необходимо смоделировать короткий участок дороги с ограничением скорости (например, на поворотах) т.к. Vissim по-умолчанию не ограничивает скорость на кривых, вне зависимости от их радиуса. При приближении к зоне малоскоростного движения транспортное средство начинает снижать скорость для того, чтобы въехать на участок с уже достигнутой новой желаемой скоростью. Процесс замедления будет проходить согласно выбранному графику замедления. После проезда зоны малоскоростного движения транспортное средство автоматически получает прежнюю желаемую скорость. Ускорение в конце зоны малоскоростного движения определяется характеристиками транспортного средства так же, как и первоначальная желаемая скорость.



Рисунок 12 – Пример ввода зон малоскоростного движения на перекрестке

### 3.5 Ввод светофорных циклов

Сигнальное устройство (ССУ) – это фактическое устройство, которое показывает на экране актуальное состояние группы сигналов. Для каждой полосы движения применяется индивидуальное закодированное сигнальное устройство. Транспортные средства останавливаются примерно за 0.5 м перед сигнальным устройством, если оно показывает красный цвет. Транспортные средства, приближающиеся к желтому сигналу устройства, проезжают его в случае, если не могут обеспечить безопасное торможение перед сигнальным устройством. Результатом ввода ССУ в модель является сигнальная программа (режим светофорной сигнализации), представленная на рисунке 13.

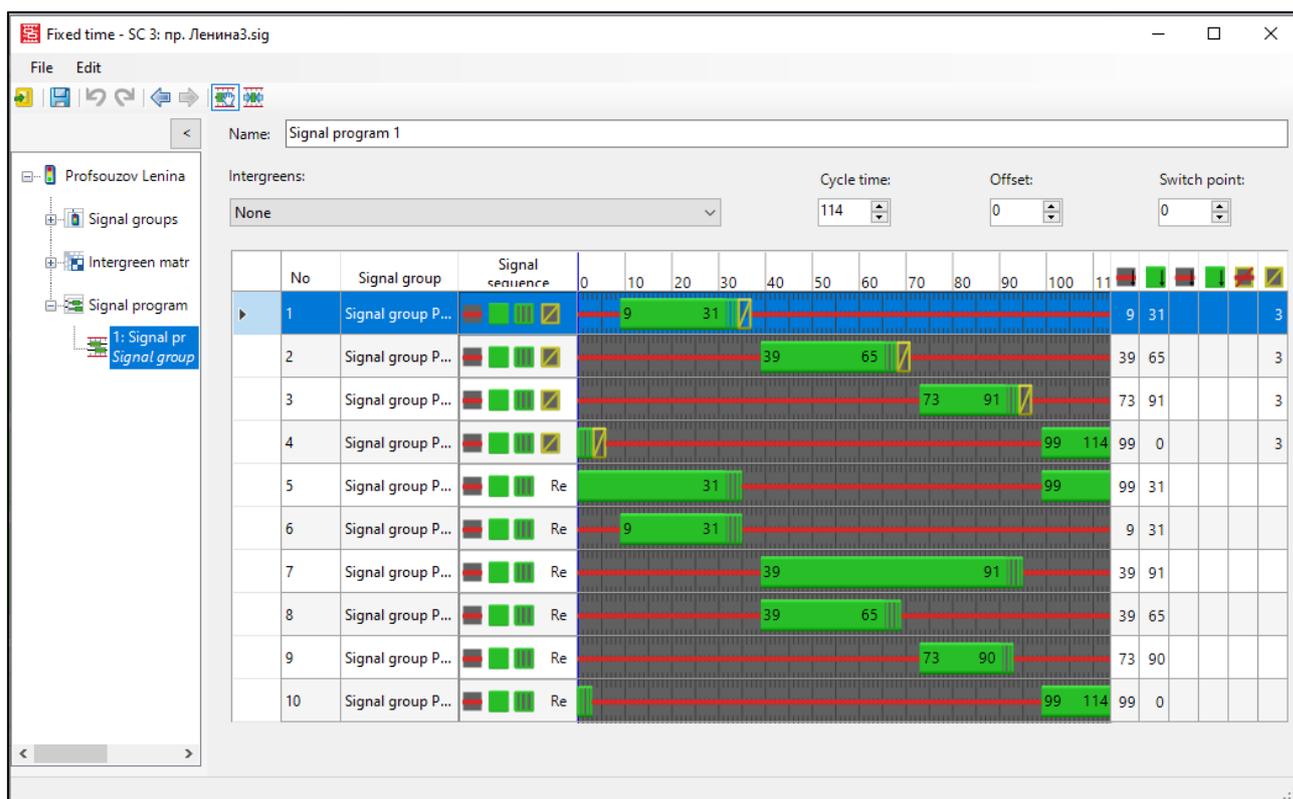


Рисунок 13 – Пример результата ввода ССУ в модель

#### 4. Определение проблем и причин недостаточности пропускной способности в ключевых транспортных узлах

Проблемы и причины недостаточности пропускной способности в ключевых транспортных узлах можно выявить только анализируя транспортную макромодель Кочковского района Новосибирской области.

На основе анализа уровня загрузки улично-дорожной сети Кочковского района было выявлено, что на всех участках улично-дорожной сети уровень загрузки не превышает 25%. Участков и транспортных узлов с недостаточности пропускной способностью на улично-дорожной сети Кочковского района не обнаружено.

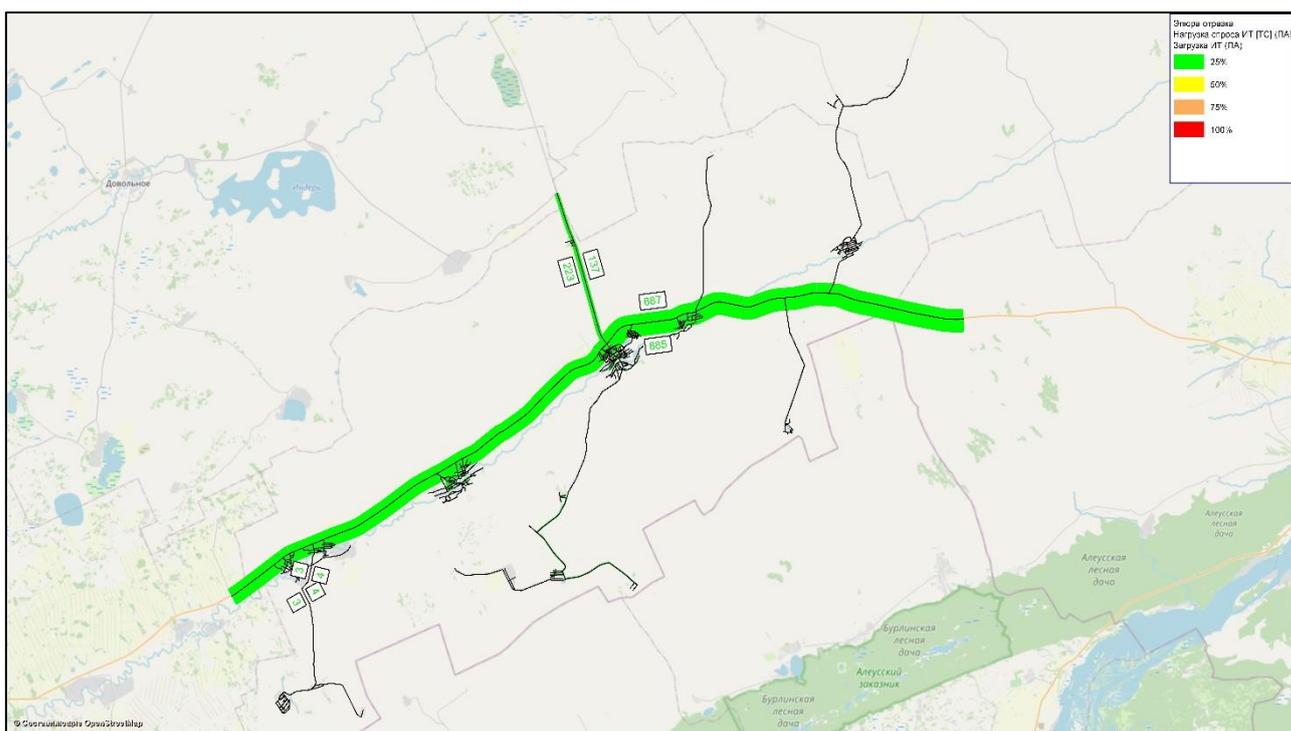


Рисунок 14 – Уровень загруженности улично-дорожной сети  
Кочковского района

5. Разработка вариантов мероприятий по организации движения (вариантов проектирования) на расчетный период в увязке с документами территориального планирования и документации по планировке территории, документами стратегического планирования, включающих принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям ОДД

В качестве мероприятий по ОДД предлагается изменение приоритетов движения, т.е. изменение направления главной дороги на выбранных пересечениях:

1. с. Кочки – пересечение ул. Революционная и ул. Пушкинская

В модель данного узла была введена существующая схема приоритета движения, направление главной дороги – ул. Пушкинская-ул. Революционная в направлении с. Красная Сибирь (рисунок 15).

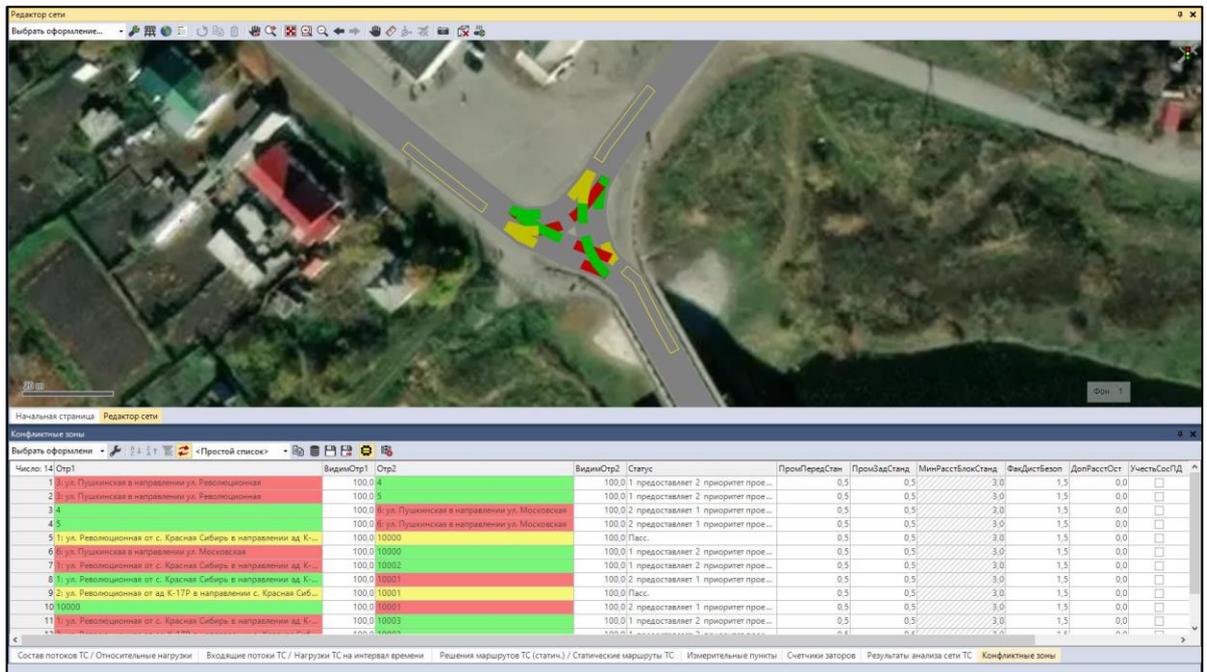


Рисунок 15 – Направление главной дороги на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская в существующем положении

В качестве альтернативного вариантов была рассмотрена схема приоритета движения – главная дорога проходит по ул. Революционная.

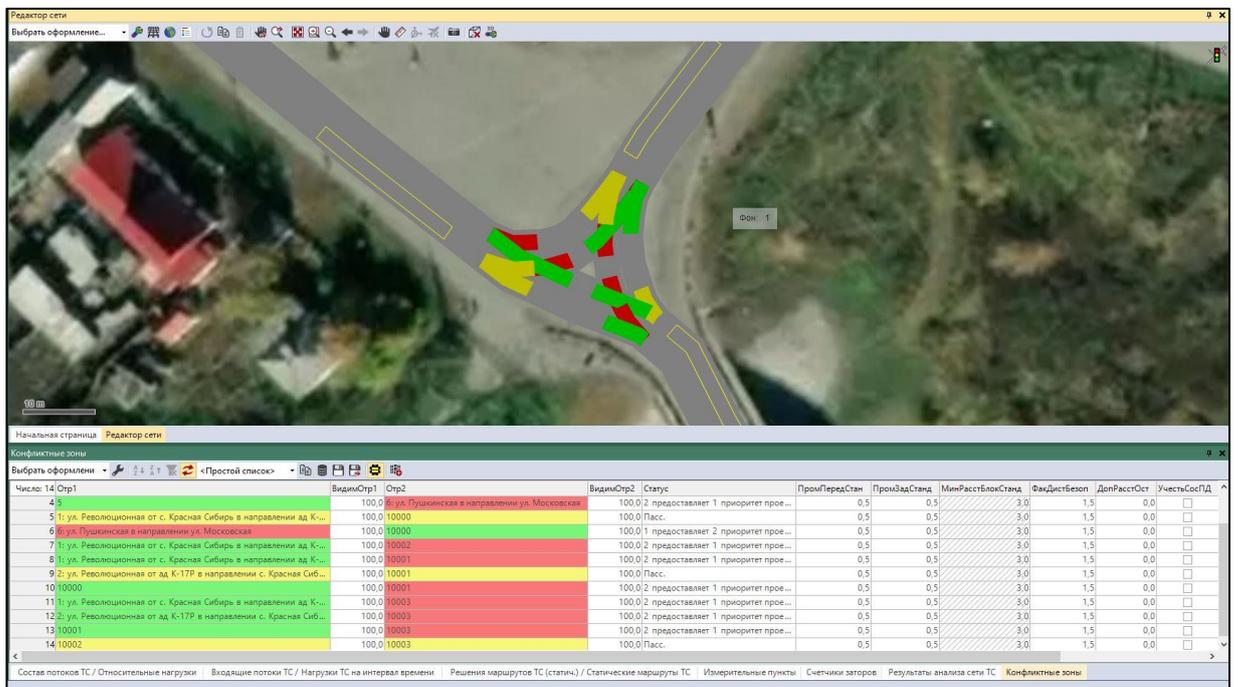


Рисунок 16 – Направление главной дороги на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская в оптимизированном варианте

## 6. Проведение укрупненной оценки предлагаемых вариантов проектирования на основании оценки транспортного эффекта по результатам прогнозирования транспортного спроса и параметров дорожного движения с использованием моделирования

Проведение укрупненной оценки предлагаемых вариантов проектирования осуществлялось на основе разработки принципиальных предложений по основным мероприятиям ОДД для каждого из таких вариантов.

Оценка, сравнение и выбор предлагаемого к реализации варианта осуществляются на основании результатов прогнозирования параметров дорожного движения.

Оценка вариантов проектирования осуществляется на основе существующего и прогнозируемого уровней безопасности дорожного движения, затрат времени на передвижение транспортных средств и пешеходов, уровня загрузки дорог движением, удобства пешеходного движения.

Оценка требуемых объемов финансирования и эффективности мероприятий по ОДД включает: состояние безопасности дорожного движения, стоимость проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ с указанием сроков проведения работ, их очередности, с разбивкой по предполагаемым источникам финансирования, стоимость оборудования, технико-экономические и экологические показатели КСОДД, ожидаемый эффект от внедрения мероприятий (предложений), разработанных в составе КСОДД.

Укрупненная оценка предлагаемых вариантов проектирования КСОДД проведена на основе сравнения целевых показателей, характеризующих состояние ОДД на транспортной сети Кочковского района Новосибирской области с базовыми показателями. За базовые целевые показатели приняты

показатели, характеризующие существующее состояние организации дорожного движения. Результаты оценки отражены в таблицах 5–11.

1. с. Кочки – пересечение а/д К-17Р и а/д К-09

Таблица 5 – Результаты анализа транспортной сети на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09

№ п/п	Параметр	Существующее положение
1	Интервал времени	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	4,324268
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,006309
4	Средняя скорость, км/ч	58,734835
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,018132
6	Общее расстояние всех ТС, м	400,534047
7	Общее время поездки всех ТС, сек.	24549,7
8	Полное время задержки всех ТС, сек.	1370,792931
9	Общее кол-во остановок всех ТС	2
10	Общее время остановок всех ТС, сек.	5,747973
11	Общее число ТС в конце имитации	5
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	312
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек.	10,2
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0

Таблица 6 – Параметры транспортной сети, полученные с помощью транспортного моделирования на пересечении а/д К-17Р и а/д К-09 при существующей организации дорожного движения

№ п/п	Направление	Номер пути	Среднее время задержки	Кол-во охваченных ТС	Время в пути	Преодоленный отрезок пути	Среднее время простоя ТС	Среднее кол-во остановок ТС	Уровень обслуживания
1	Карасук - Кочки	1	1,8219	46	71,494426	1155,281216	0	0	LOS_A
2	Карасук - Новосибирск	2	-	54	82,410234	1352,501383			LOS_A
3	Карасук - Каргат	3	1,546422	7	92,396848	1379,773592	0	0	LOS_A
4	Карасук - Карасук	4	0,509818	1	79,000972	1379,63378	0	0	LOS_A
5	Кочки - Новосибирск	5	0,63396	35	73,366768	1203,362509	0	0	LOS_A
6	Кочки - Каргат	6	0,944204	5	70,850769	1230,165956	0	0	LOS_A
7	Кочки - Карасук	7	1,285401	40	76,776918	1229,822763	0	0	LOS_A
8	Кочки - Кочки	8	0,592546	2	82,262196	1163,324432	0	0	LOS_A
9	Новосибирск - Карасук	9	1,464932	57	81,206092	1343,000167	0,052749	0,021739	LOS_A
10	Новосибирск - Каргат	10	1,427179	5	74,073738	1343,289796	0,06151	0,018519	LOS_A
11	Новосибирск - Кочки	11	0,344342	50	79,822668	1276,554257	0	0	LOS_A
12	Новосибирск — Новосибирск	12	1,886007	0	-	-	0	0	LOS_A
13	Каргат - Карасук	13	1,106359	5	73,871892	1302,471322	0	0	LOS_A
14	Каргат - Кочки	14	-	5	70,923113	1236,813328	-	-	LOS_A
15	Каргат - Новосибирск	15	0,775984	0	-	-	0	0	LOS_A
16	Каргат - Каргат	16	-	0	-	-	-	-	LOS_A

2. с. Кочки пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова

Таблица 7 – Результаты анализа транспортной сети на пересечении пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова

№ п/п	Параметр	Существующее положение
1	Интервал времени	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	2,567562
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,127667
4	Средняя скорость, км/ч	34,78311
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,060271
6	Общее расстояние всех ТС, м	174,284121
7	Общее время поездки всех ТС, сек.	18059,7
8	Полное время задержки всех ТС, сек.	1195,900364
9	Общее кол-во остановок всех ТС	62
10	Общее время остановок всех ТС, сек.	27,258814
11	Общее число ТС в конце имитации	4
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	461
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек.	21,55
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0

Таблица 8 – Параметры транспортной сети, полученные с помощью транспортного моделирования на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова при существующей организации дорожного движения

№ п/п	Направление	Номер пути	Среднее время задержки	Кол-во охваченных ТС	Время в пути	Преодоленный отрезок пути	Среднее время простоя ТС	Среднее кол-во остановок ТС	Уровень обслуживания
1	ул. Революционная от ад К-17Р - ул. Некрасова в направлении р. Карасук	1	1,89355	60	37,348552	337,516786	0,0403	0,324324	LOS_A
2	ул. Революционная от ад К-17Р до автостанции	2	0	63	47,650274	462,549088	0	0	LOS_A
3	ул. Революционная от ад К-17Р - ул. Некрасова в направлении ад К-17Р	3	1,76976	12	43,199265	386,109468	0	0	LOS_A
4	ул. Революционная от ад К-17Р - разворот	4	0,840441	1	45,172297	429,636485	0	0	LOS_A
5	ул. Некрасова от ад К-17Р - ул. Революционная в направлении ад К-17Р	5	0,826186	8	34,812099	342,845792	0	0	LOS_A
6	ул. Некрасова от ад К-17Р до р. Карасук	6	1,885753	45	33,209624	316,708336	0,054065	0,047619	LOS_A
7	ул. Некрасова от ад К-17Р - ул. Революционная в направлении автостанции	7	3,132309	41	44,049792	441,77125	0,006618	0,083333	LOS_A
8	ул. Некрасова ад К-17Р - разворот	8	2,366127	2	39,43783	365,403723	0,007001	0,016667	LOS_A
9	ул. Революционная от автостанции - ул. Некрасова в направлении ад К-17Р	9	0,497833	38	44,792907	421,067712	0	0	LOS_A
10	ул. Революционная от автостанции до ад К-17Р	10	1,453973	74	48,70039	464,592287	0,007317	0,04878	LOS_A

Продолжение таблицы 8

№ п/п	Направление	Номер пути	Среднее время задержки	Кол-во охваченных ТС	Время в пути	Преодоленный отрезок пути	Среднее время простоя ТС	Среднее кол-во остановок ТС	Уровень обслуживания
11	ул. Революционная от автостанции - ул. Некрасова в направлении р. Карасук	11	1,898194	11	43,834186	432,276367	0	0	LOS_A
12	ул. Революционная от автостанции - разворот	12	1,435946	0			0,006388	0,022222	LOS_A
13	ул. Некрасова от р. Карасук - ул. Революционная в направлении автостанции	13	1,977001	5	41,65089	386,225792	0,272386	0,259259	LOS_A
14	ул. Некрасова от р. Карасук в направлении ад К-17Р	14	4,537591	47	31,519371	315,61553	0,054967	12,8	LOS_A
15	ул. Некрасова от р. Карасук - ул. Революционная в направлении ад К-17Р	15	1,186941	27	36,056297	359,123726	0	0	LOS_A
16	ул. Некрасова от р. Карасук - разворот	16	0,412942	1	32,970851	326,907868	0	0	LOS_A

### 3. с. Кочки пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова

Таблица 9 – Результаты анализа транспортной сети на пересечении пересечение ул. Революционная и ул. Пушкинская

№ п/п	Параметр	Существующее положение	Оптимизированный вариант
1	Интервал времени	0-3600	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	2,757808	2,626324
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,054348	0,047101
4	Средняя скорость, км/ч	32,571379	32,704445
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,130751	0,088736
6	Общее расстояние всех ТС, м	113,702161	113,689735
7	Общее время поездки всех ТС, сек	12567,1	12514,6
8	Полное время задержки всех ТС, сек	761,155139	724,86538
9	Общее кол-во остановок всех ТС	15	13
10	Общее время остановок всех ТС, сек	36,087282	24,491198
11	Общее число ТС в конце имитации	2	3
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	274	273
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек	13,8	13,8
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0	0

Таблица 10 – Параметры транспортной сети, полученные с помощью транспортного моделирования на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская при существующей организации дорожного движения

№ п/п	Направление	Номер пути	Среднее время задержки	Кол-во охваченных ТС	Время в пути	Преодоленный отрезок пути	Среднее время простоя ТС	Среднее кол-во остановок ТС	Уровень обслуживания
1	ул. Революционная от ад К-17Р - ул. Пушкинская	1	1,603826	47	56,61147	495,784161	0,194061	0,095238	LOS_A
2	ул. Революционная от ад К-17Р в направлении с. Красная Сибирь	2	1,584801	48	45,74627	450,592033	0	0	LOS_A
3	ул. Пушкинская - ул. Революционная в направлении ад К-17Р	3	0,846064	47	52,71482	491,072655	0	0	LOS_A
4	ул. Пушкинская - ул. Революционная в направлении с. Красная Сибирь	4	2,902479	26	45,44302	383,968494	0,444611	0,12766	LOS_A
5	ул. Революционная от с. Красная Сибирь - ул. Пушкинская	5	1,074025	15	42,56001	380,411915	0,022075	0,021277	LOS_A
6	ул. Революционная от с. Красная Сибирь в направлении ад К-17Р	6	1,501904	63	47,61675	452,891205	0	0	LOS_A

Таблица 11 – Параметры транспортной сети, полученные с помощью транспортного моделирования на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская при оптимизированном варианте организации дорожного движения

№ п/п	Направление	Номер пути	Среднее время задержки	Кол-во охваченных ТС	Время в пути	Преодоленный отрезок пути	Среднее время простоя ТС	Среднее кол-во остановок ТС	Уровень обслуживания
1	ул. Революционная от ад К-17Р - ул. Пушкинская	1	0,673658	47	56,08112	495,784161	0	0	LOS_A
2	ул. Революционная от ад К-17Р в направлении с. Красная Сибирь	2	1,504322	48	45,61636	450,592033	0	0	LOS_A
3	ул. Пушкинская - ул. Революционная в направлении ад К-17Р	3	0,831585	46	53,0378	491,072655	0	0	LOS_A
4	ул. Пушкинская - ул. Революционная в направлении с. Красная Сибирь	4	2,457488	26	46,88614	383,968494	0,378851	0,106383	LOS_A
5	ул. Революционная от с. Красная Сибирь - ул. Пушкинская	5	1,522177	15	42,41199	380,411915	0,041428	0,042553	LOS_A
6	ул. Революционная от с. Красная Сибирь в направлении ад К-17Р	6	2,802038	63	46,3101	452,891205	0,10811	0,153846	LOS_A

## 7. Расчет перераспределения транспортных потоков в ключевых транспортных узлах на основании планов развития улично-дорожной сети

Перераспределение – это один из основных методов определения и анализа транспортного предложения. В сложившейся мировой практике существует так называемый принцип равновесных потоков («user equilibrium model»). Из этого принципа следует: затраты времени на поездку зависят от величин транспортных потоков на элементах УДС, следовательно, водители выбирают маршруты движения с учетом этих затрат.

Данный подход позволяет комплексно оценить все особенности существующей транспортной сети, а также учесть задержки в движении, связанные с уровнем существующей загрузки элементов УДС.

Перераспределение помогает рассчитывать:

- нагрузку объектов сети;
- параметры для оценки качества соединения между транспортными районами.

Перераспределение происходит исходя из временных выгод или выгод в пробеге автомобиля или времени поездки в общественном транспорте. Чем короче и менее нагружен путь между двумя районами, тем больше вероятность того, что по нему поедут автомобили при реализации своих транспортных потребностей.

## 8. Расчет времени в пути, а также распределение средней скорости транспортного потока в моделируемых ключевых транспортных узлах

Рассчитанные значения времени в пути суммарно по всем направлениям и средней скорости потока в моделируемых ключевых транспортных узлах представлены в таблице 12. Рассчитанные значения времени в пути по каждому отдельно взятому направлению в ключевых транспортных узлах представлены в таблицах 6, 8 и 10.

Таблица 12 – Рассчитанные значения

№ п/п	Наименование узла	Время в пути, сек.	Средняя скорость потока, км/ч
1	Пересечение а/д К-17Р и К-09	24 549,7	58,7
2	Пересечение ул. Революционная и ул. Некрасова	18 059,7	34,8
3	Пересечение ул. Революционная и ул. Пушкинская	12 567,1	32,6

## 9. Анализ полученных результатов с определением оптимального варианта организации дорожного движения в ключевых транспортных узлах

Результаты микромоделирования на пересечении а/д К-17Р и К-09 представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты моделирования на пересечении а/д К-17Р и К-09

№ п/п	Параметр	Существующее положение
1	Интервал времени	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	4,324268
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,006309
4	Средняя скорость, км/ч	58,734835
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,018132
6	Общее расстояние всех ТС, м	400,534047
7	Общее время поездки всех ТС, сек.	24549,7
8	Полное время задержки всех ТС, сек.	1370,792931
9	Общее кол-во остановок всех ТС	2
10	Общее время остановок всех ТС, сек.	5,747973
11	Общее число ТС в конце имитации	5
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	312
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек.	10,2
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0

Анализируя результаты моделирования при существующей организации дорожного движения на указанном пересечении вычислен уровень обслуживания – А (наивысший уровень обслуживания). Столь высокий уровень обслуживания объясняется крайне низкой интенсивностью транспортного потока на данном пересечении и составляет менее 300 единиц транспортных средств в час. 67% всего транспортного потока проходит по направлению главной дороги. При таких показателях интенсивности транспортного потока не

рекомендуется изменять организацию дорожного движения на пересечении а/д К-17Р и К-09.

По результатам транспортного моделирования определено, что существующий вариант организации дорожного движения является оптимальным и эффективным.

На рисунках 17–18 отражен процесс имитации оптимального варианта ОДД на перекрестке.

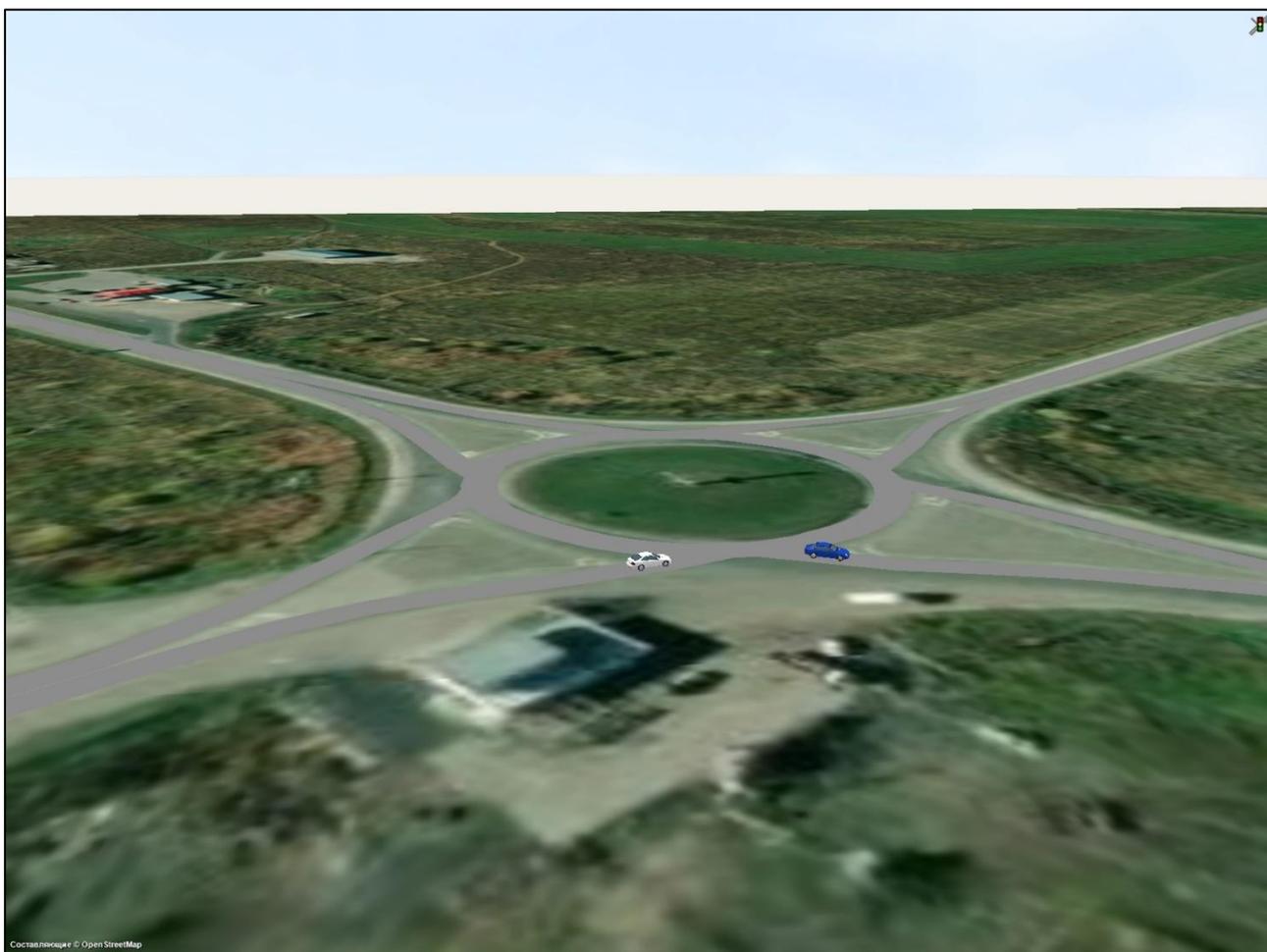


Рисунок 17 - Процесс имитации существующего варианта ОДД на пересечении а/д а/д К-17Р и К-09

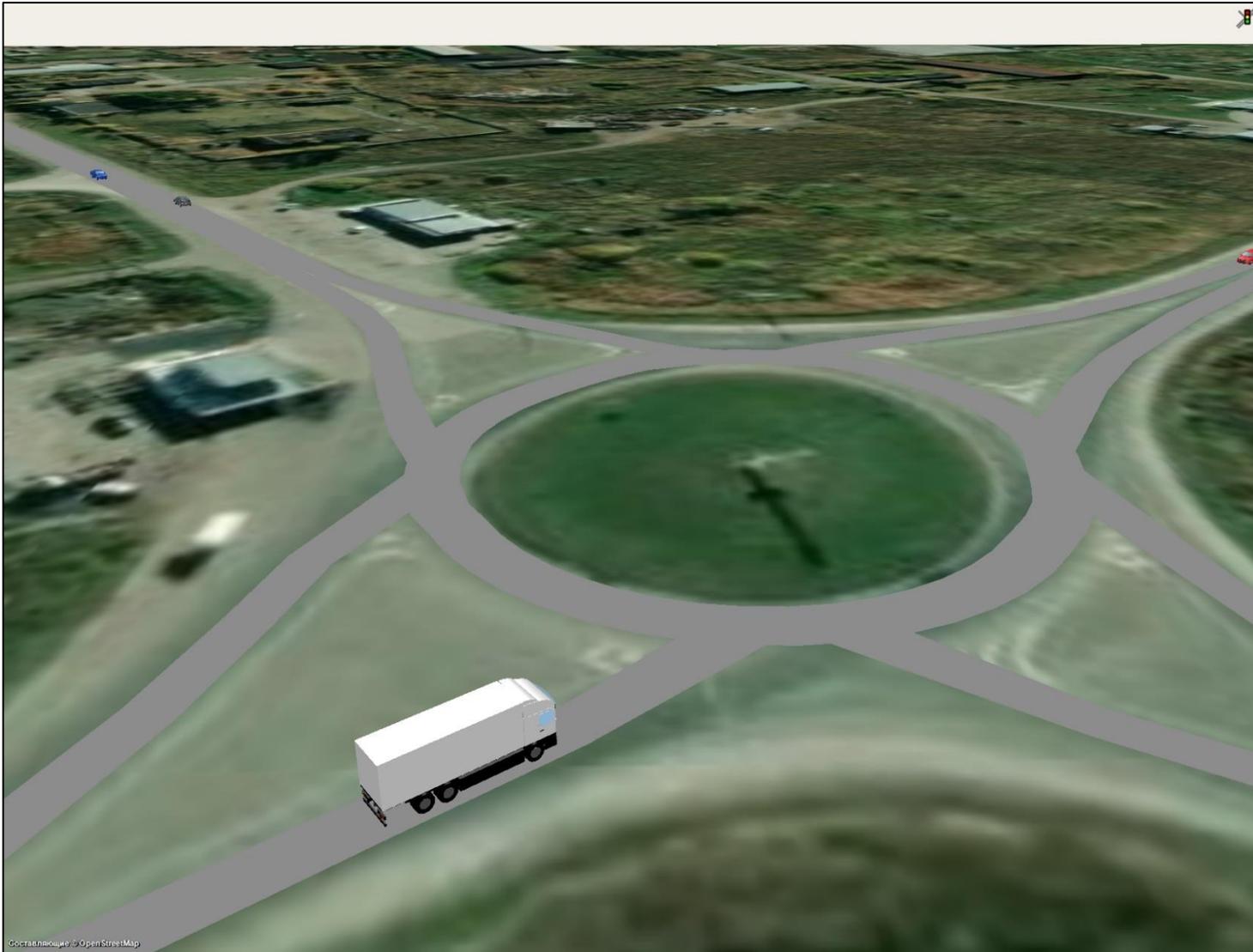


Рисунок 18 - Процесс имитации существующего варианта ОДД на пересечении а/д а/д К-17Р и К-09

Результаты микромоделирования на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты моделирования ул. Революционная и ул. Некрасова

№ п/п	Параметр	Существующее положение
1	Интервал времени	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	2,567562
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,127667
4	Средняя скорость, км/ч	34,78311
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,060271
6	Общее расстояние всех ТС, м	174,284121
7	Общее время поездки всех ТС, сек	18059,7
8	Полное время задержки всех ТС, сек	1195,900364
9	Общее кол-во остановок всех ТС	62
10	Общее время остановок всех ТС, сек	27,258814
11	Общее число ТС в конце имитации	4
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	461
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек	21,55
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0

Анализируя результаты моделирования при всех вариантах организации дорожного движения на указанном пересечении вычислен уровень обслуживания – А (наивысший уровень обслуживания). Столь высокий уровень обслуживания объясняется низкой интенсивностью транспортного потока на данном пересечении и составляет 423 единиц транспортных средств в час. 56% всего транспортного потока движется по ул. Революционная. При таких показателях интенсивности транспортного потока не рекомендуется изменять

организацию дорожного движения на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова.

По результатам транспортного моделирования определено, что существующий вариант организации дорожного движения является оптимальным и эффективным.

На рисунках 19–20 отражен процесс имитации оптимального варианта ОДД на перекрестке.

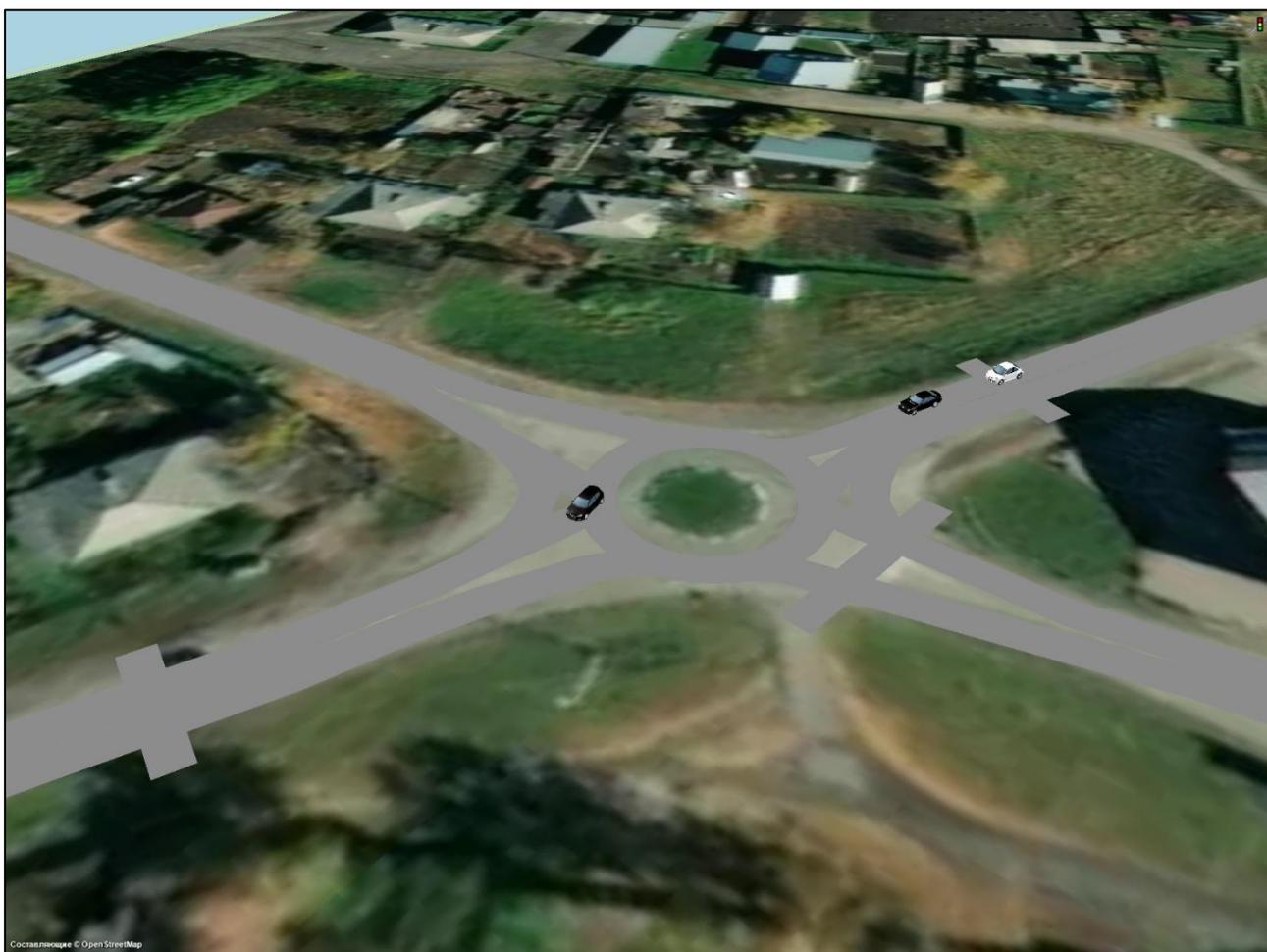


Рисунок 19 - Процесс имитации существующего варианта ОДД на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова



Рисунок 20 - Процесс имитации существующего варианта ОДД на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова

Результаты микромоделирования на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты моделирования ул. Революционная и ул. Пушкинская

№ п/п	Параметр	Существующее положение	Оптимизированный вариант
1	Интервал времени	0-3600	0-3600
2	Среднее время задержки на 1 ед. ТС, сек.	2,757808	2,626324
3	Ср. кол-во остановок на 1 ед. ТС	0,054348	0,047101
4	Средняя скорость, км/ч	32,571379	32,704445
5	Среднее время простоя на 1 ед. ТС, сек.	0,130751	0,088736
6	Общее расстояние всех ТС, м	113,702161	113,689735
7	Общее время поездки всех ТС, сек	12567,1	12514,6
8	Полное время задержки всех ТС, сек	761,155139	724,86538
9	Общее кол-во остановок всех ТС	15	13
10	Общее время остановок всех ТС, сек	36,087282	24,491198
11	Общее число ТС в конце имитации	2	3
12	Общее число ТС, достигших своей цели до конца имитации	274	273
13	Общее время задержки ТС, которые не смогли быть использованы, сек	13,8	13,8
14	Кол-во ТС, которые не смогли въехать в сеть до конца имитации	0	0

Анализируя результаты моделирования при всех вариантах организации дорожного движения на указанном пересечении вычислен уровень обслуживания – А (наивысший уровень обслуживания). Столь высокий уровень обслуживания объясняется низкой интенсивностью транспортного потока на данном пересечении и составляет 229 единиц транспортных средств в час. 71% всего транспортного потока движется по ул. Революционная. При таких

показателях интенсивности транспортного потока рекомендуется изменить организацию дорожного движения на пересечении ул. Революционная и ул. Некрасова, а именно изменить направление главной дорогой – «по всей улице Революционная».

При изменении направления главной дороги снижаются такие показатели как среднее время задержки всех ТС на 5%, среднее количество остановок ТС на 13%, увеличивается средняя скорость движения ТС на 0,4%.

По результатам транспортного моделирования определено, что оптимизированный вариант организации дорожного движения является наиболее оптимальным и эффективным.

На рисунках 21–22 отражен процесс имитации оптимального варианта ОДД на перекрестке.

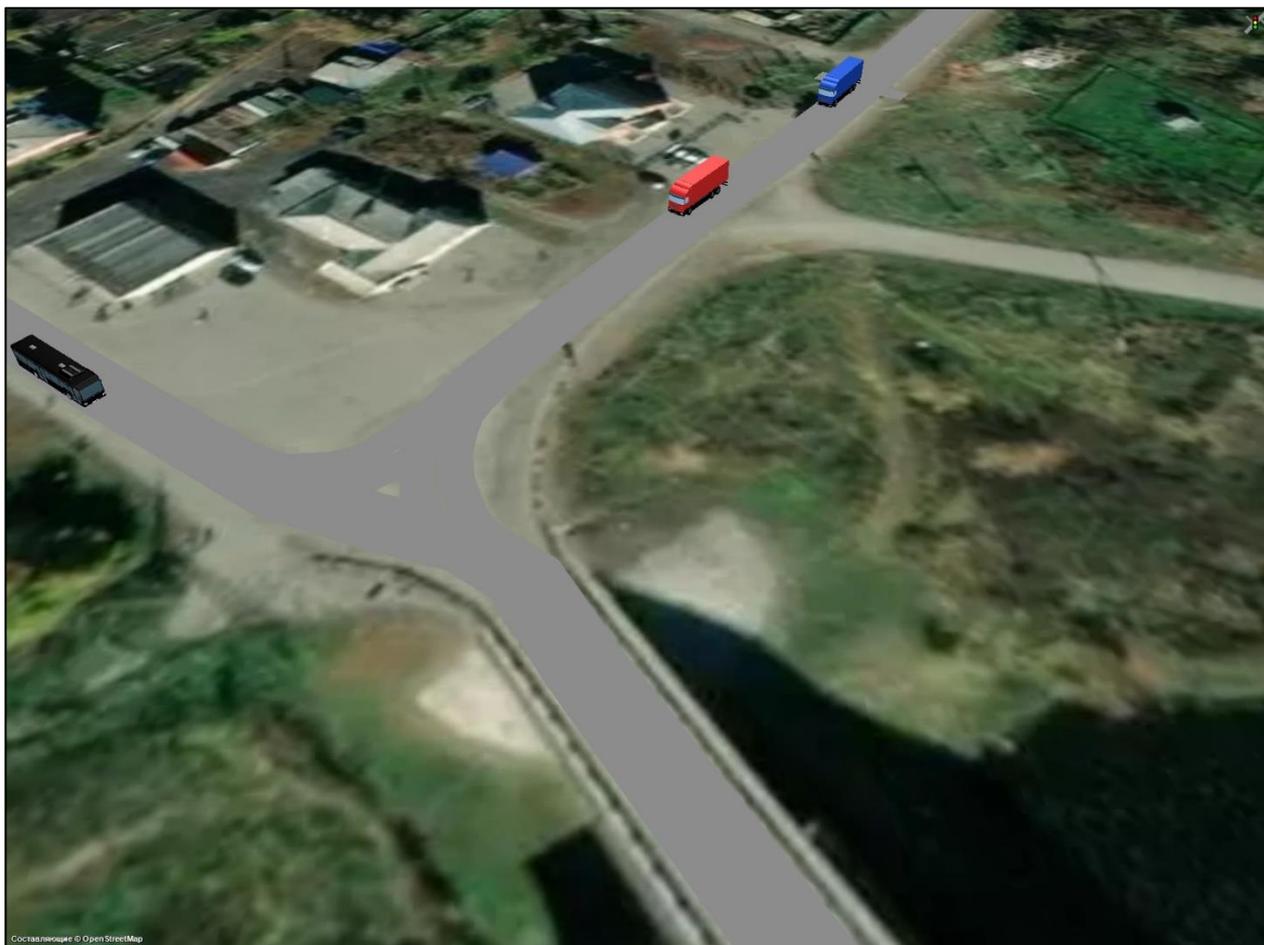


Рисунок 21 - Процесс имитации оптимизированного варианта ОДД на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская



Рисунок 22 - Процесс имитации оптимизированного варианта ОДД на пересечении ул. Революционная и ул. Пушкинская

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе представлено подробное описание технологии создания информационной транспортной модели муниципального образования с учетом существующей и планируемой транспортной сети. Приведены результаты успешной реализации технологии для построения транспортной модели Кочковского района Новосибирской области.

Среди основных практических применений разработанной модели можно выделить следующие:

Моделирование транспортных потоков в ключевых местах УДС для оценки транспортной нагрузки и возможного образования заторов с последующей выдачей рекомендаций по их устранению или уменьшению с целью улучшения транспортной ситуации;

Оценка перераспределения транспортных потоков при проведении планируемых изменений УДС муниципального образования;

Предварительный расчет интенсивности движения перед проведением реконструкции имеющихся, а также строительством новых транспортных объектов для определения их параметров (например, ширины дорог и путепроводов, в т.ч. платных, количества полос для движения транспорта), соответствующих транспортной нагрузке;

Прогнозирование транспортных потоков на расчетный срок при планируемом вводе в эксплуатацию новых транспортных объектов.

Было проведено моделирование на пересечениях а/д К-17Р и К-09, ул. Революционная и ул. Некрасова, ул. Революционная и ул. Пушкинская, проанализировав результаты моделирования, были выявлены оптимальные варианты ОДД на данных узлах.

Применение данной технологии создания модели транспортной системы муниципального образования, реализованной на основе самых современных информационных продуктов и апробированной на практике, позволит решать задачу оптимизации управления транспортными системами на лучшем мировом уровне.