



# Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий

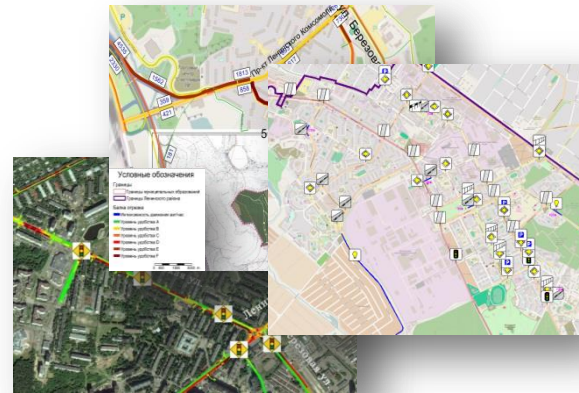
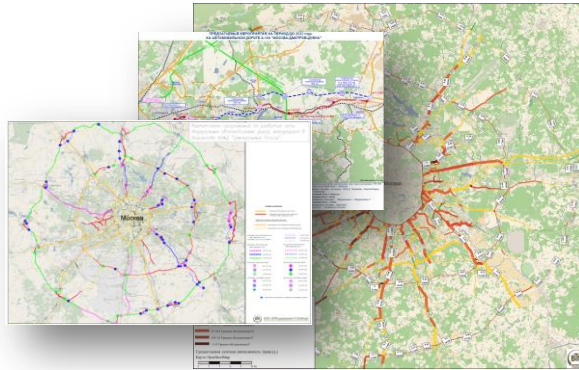
Прудников Константин

Отдел моделирования транспортных потоков

ООО «ВТМ дорпроект Столица»



Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.



**Стратегический** – макроскопический уровень транспортного планирования, на уровне транспортных систем

Применение:

- Стратегии развития транспортного комплекса региона;
- Комплексная транспортная схема региона;
- Комплексные схемы ОДД регионов.

**Операционный** – мезоскопический уровень транспортного планирования, на уровне совокупного взаимодействия транспортных узлов внутри транспортной системы или подсистемы

Применение:

- Комплексная транспортная схема муниципальных образований;
- Комплексные схемы ОДД муниципальных образований;
- Схемы транспортного обслуживания районов муниципальных образований;
- Оценка принимаемых проектных решений с учетом развития транспортной сети при титульном проектировании.

**Тактический** – микроскопический уровень моделирования, на уровне совокупного взаимодействия транспортных средств в системе ВАДС

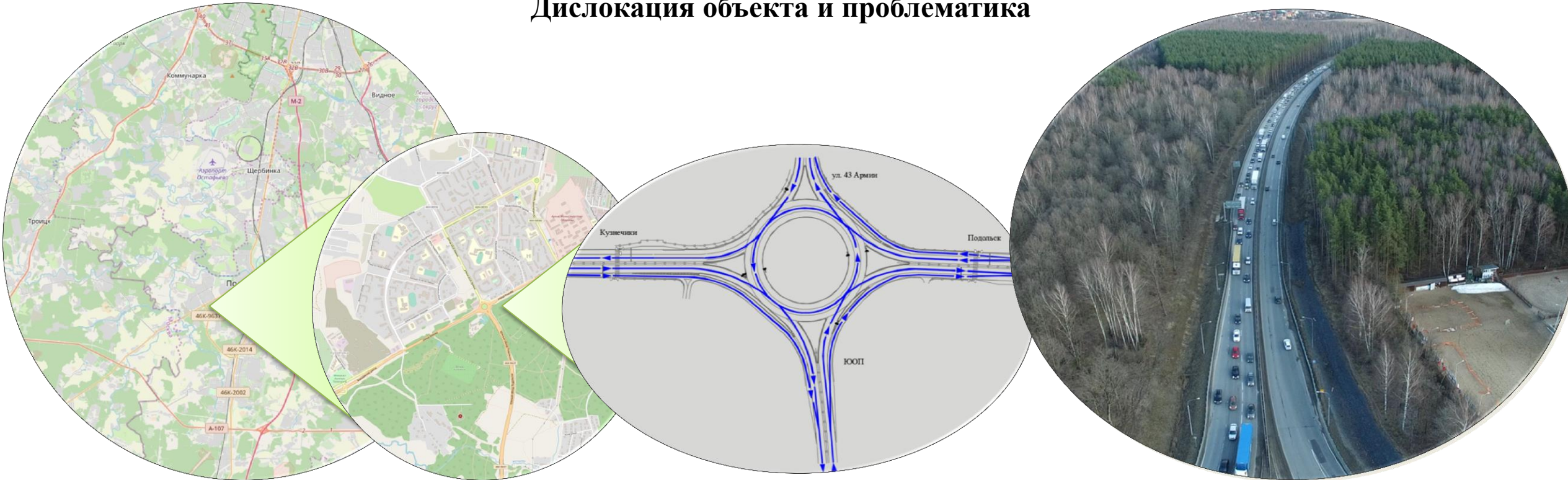
Применение:

- Тактическое принятие решений при назначении реконструктивно-планировочных и организационных мероприятий;
- Выбор вариантов проектных решений с применением имитационного моделирования.



Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.

## Дислокация объекта и проблематика



Рассматриваемый объект находится в городском округе Подольск Московской области  
Пересечение автомобильной дороги «Южный обход г. Подольска», ул. Кирова и ул. 43  
армии.

На пересечении организовано круговое движение с тремя полосами для движения и  
радиусом центрального островка 40 метров.

Подходы к кругу с трех сторон трехполосные, со стороны ул. 43 Армии двухполосный.

С ростом интенсивности  
движения в вечерний пик  
образуется транспортный затор на  
въезде на круг со стороны  
Южного обхода г. Подольска  
протяженностью до 2 км



*Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.*

## Сбор данных об интенсивности движения



**Ручной метод  
При помощи учётчиков**

**Полуавтоматический метод  
Посредством БПЛА и  
соответствующих программ**



**Автоматический метод  
Детекторами транспорта**



## Видеоматериал и условия его получения для исходных данных по интенсивности движения



Съемка произведена с высоты 120 метров в разрешении 4К

### Необходимые условия при выполнении съемки с воздуха для получения качественного результата

Высота съемки	Рекомендуемое разрешение
Менее 50 м	Ниже 1280×720
От 50 м до 150 м	1280×720
От 150 м до 250 м	Full HD (1920×1080)
От 250 м до 400 м	2K
Более 400 м	4K

Угол съемки относительно горизонта: 90 ° - 45 °

Ясная, несолнечная погода

Скорость ветра не более 10 м/с

Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.



## Обработка видеоматериала в программе TrafficData Air

Управление файлами

Текущий баланс: 9991 мин.  
Будет списано: 113 мин.

Имя	Разрешение	Время обработки	Статус
<input type="checkbox"/> Кольцо_1.MOV	4096 x 2160	FullHD	34.4 мин. Изменить Не известно
<input checked="" type="checkbox"/> Кольцо_1_FullHD.MOV	1920 x 1080	8 мин.	Изменить Не известно
<input type="checkbox"/> Кольцо_2.MOV	4096 x 2160	FullHD	43 мин. Изменить Не известно
<input checked="" type="checkbox"/> Кольцо_2_FullHD.MOV	1920 x 1080	10 мин.	Изменить Не известно

Добавить файл  
Добавить папку  
Очистить список  
Загрузить и обработать

TrafficData Air 1.0.5.402 Кольцо\_2\_FullHD.MOV

Загрузить Обработать Сохранить Построить таблицы Создать видео обработки Управление файлами 30.03.2020 19:03:58 Сообщить об ошибке

Качество: 94,2 %  
Тип автомобиля с Id

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	
14	15	16	17	18		

Снять тип

ID ТИП

1. Легковой автомобиль
1. Легковой автомобиль
5. Грузовой до 2т
1. Легковой автомобиль
1. Легковой автомобиль
16. Автобус большой вместимости
15. Автобус средней вместимости
12. Автопоезд 20 – 30т
5. Грузовой до 2т
1. Легковой автомобиль
14. Автобус малой вместимости
5. Грузовой до 2т
1. Легковой автомобиль

Скрыть автомобили и треки (Ctrl + H)  
Скрыть треки  
Скрыть инструменты улучшения качества

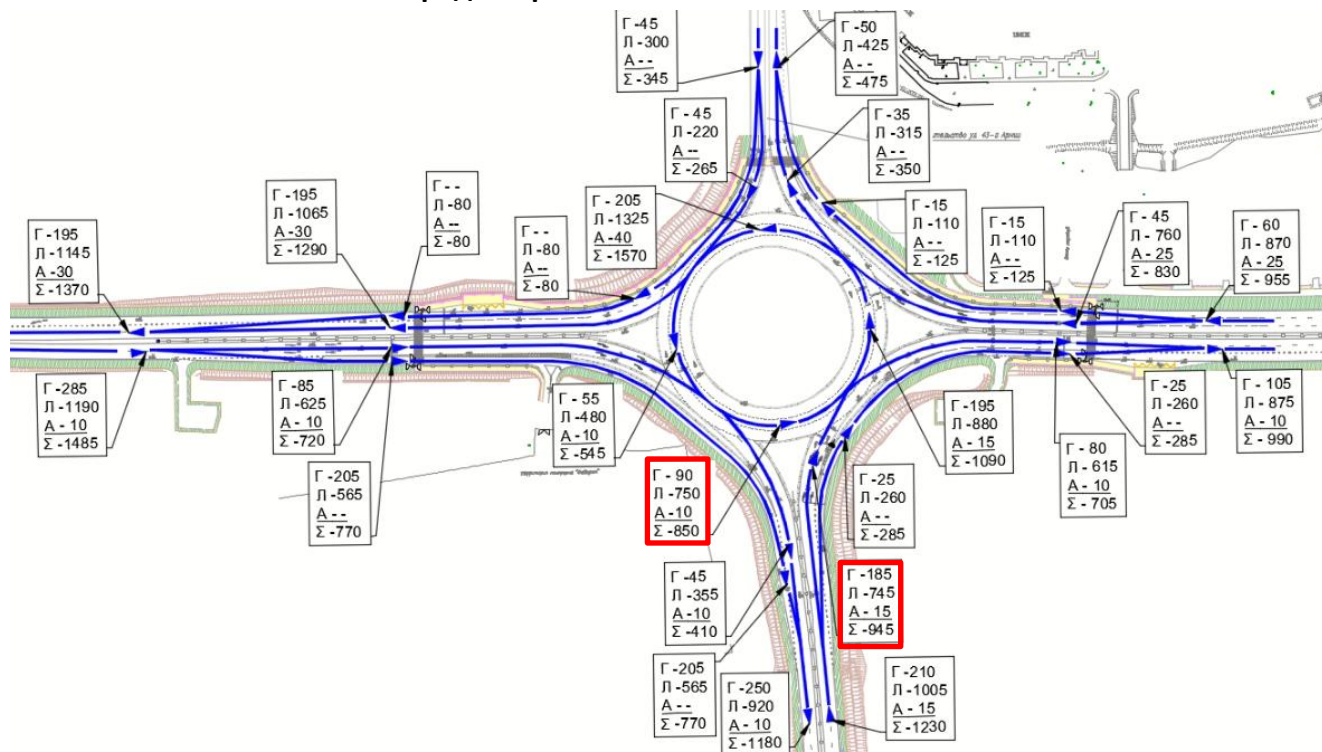
О/Д матрица

	Створ 2	Створ 4	Створ 6	Створ 8
Створ 1	5	28	102	7
Створ 3	42	0	115	53
Створ 5	104	61	25	32
Створ 7	24	43	9	3



## Полученный результат

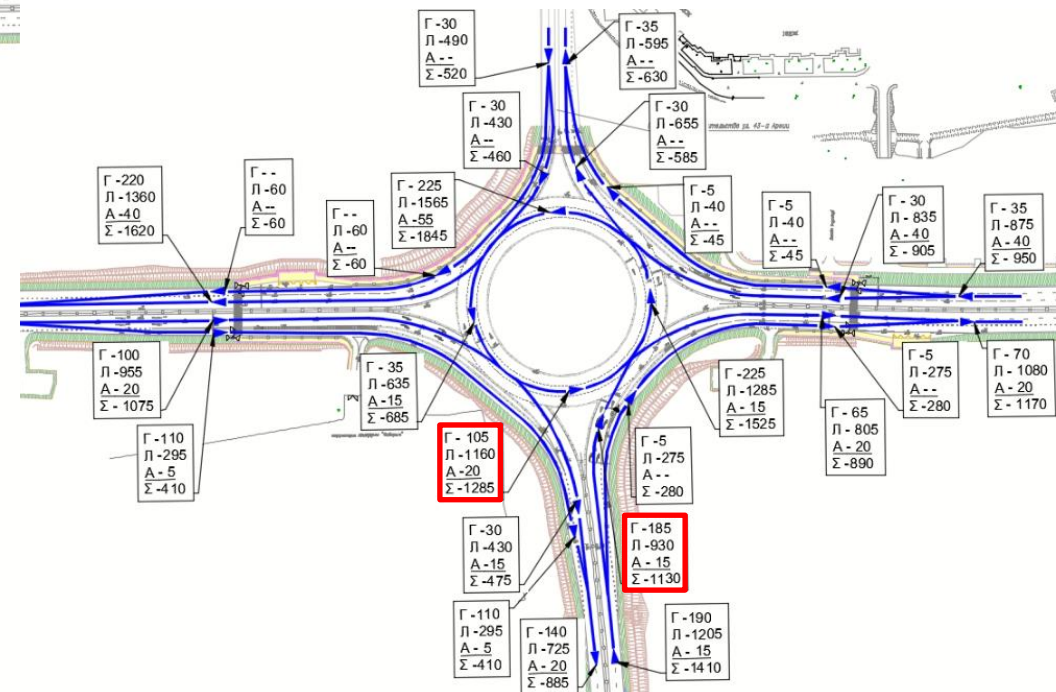
Интенсивность в предзаторовый час



Увеличение интенсивности движения на рассматриваемых конфликтующих направлениях:

- по кругу + 435 авт/ч
- на подходе + 185 авт/ч

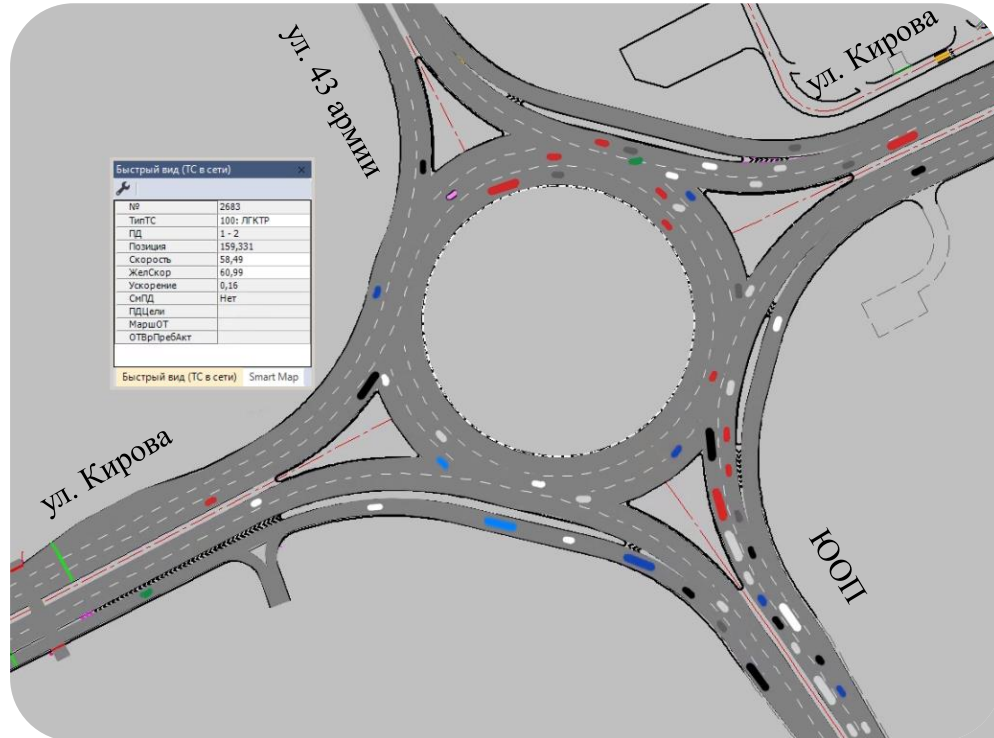
Интенсивность в заторовый час



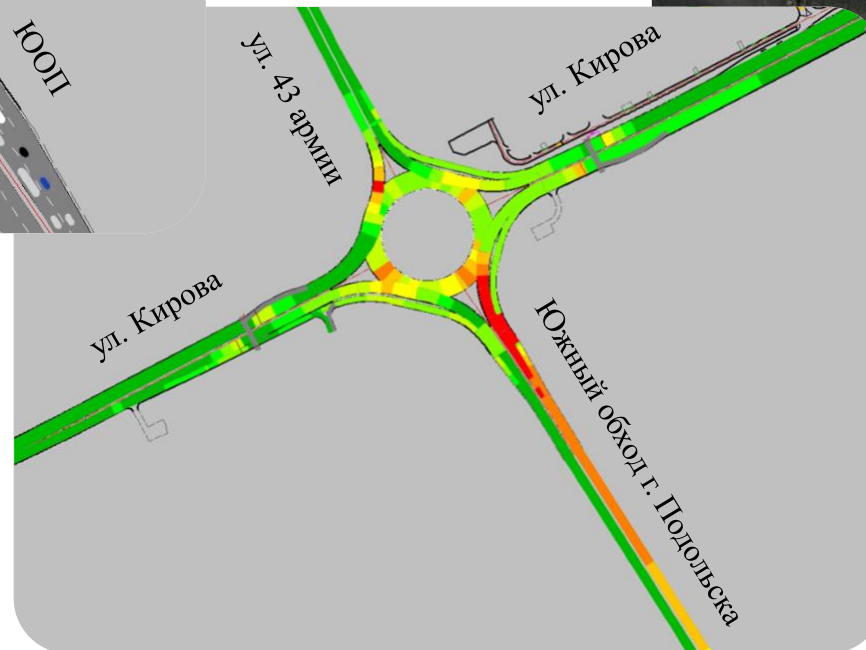
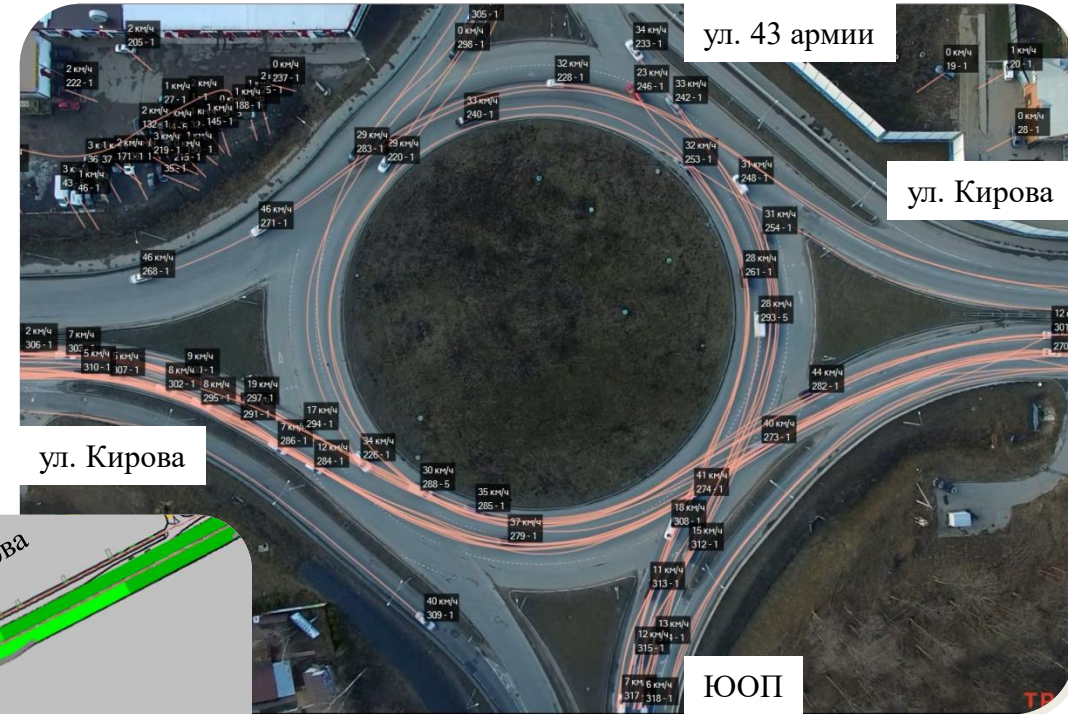
	Предзатор	Затор
Уровень загрузки въезда с ЮОП	0,7	>1



Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.



## Сравнение



При построении имитационной модели по проекту организации движения въезд на круговое движение осуществляется в правую и среднюю полосы, приоритет для движения по улице Кирова, небольшие затруднения на въезде на круг с Южного обхода Подольска.

Скорость движения транспортных средств на круге достигает 58-60 км/ч.

Фактически съезд на круговое движение осуществляется в среднюю и левую полосы, транспорт, движущийся по ул. Кирова со стороны Подольска, уступает дорогу транспорту на круге, значительные затруднения на въезде на круг с Южного обхода Подольска.

Скорость движения транспортных средств на круге не достигает и 45 км/ч.

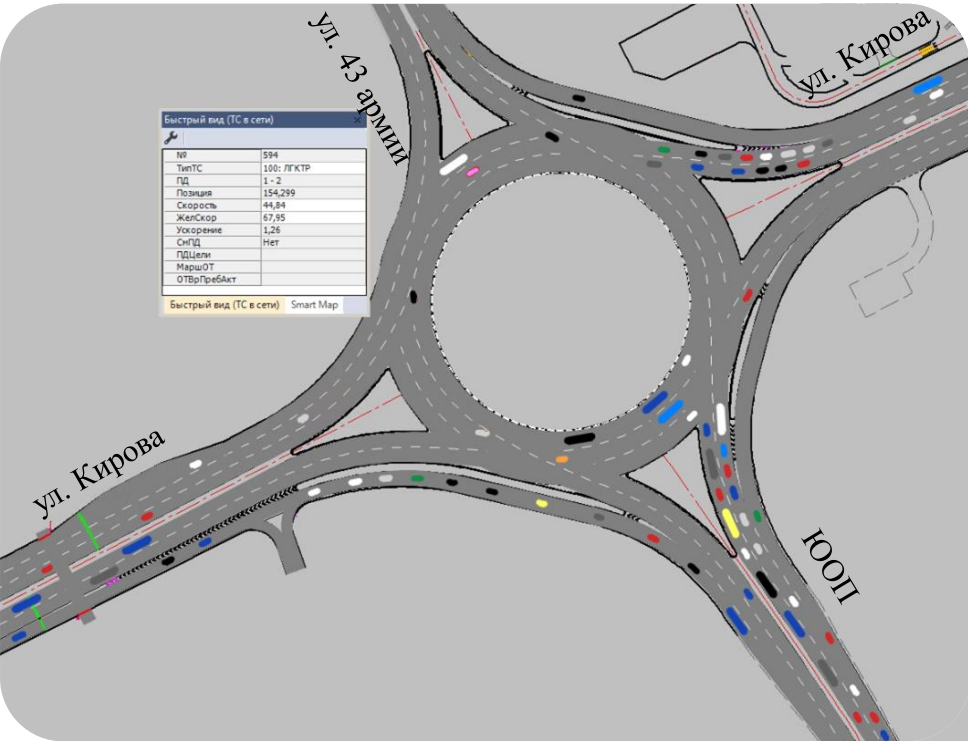
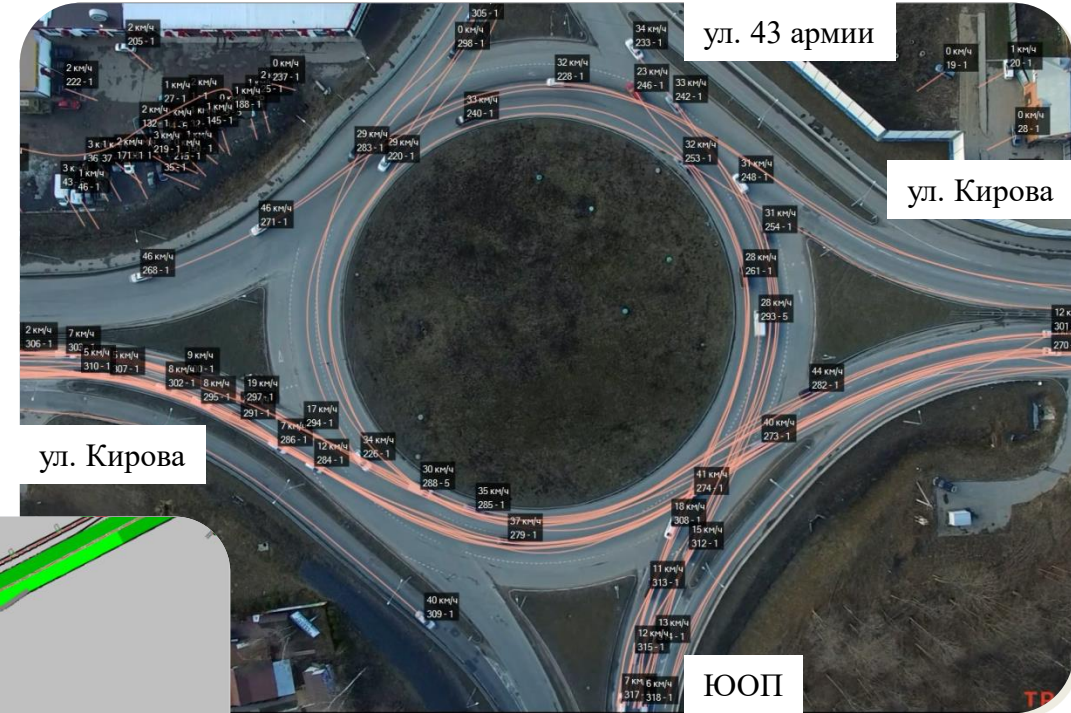
\* кадр из видео результатов обработки в программе Traffic Data Air





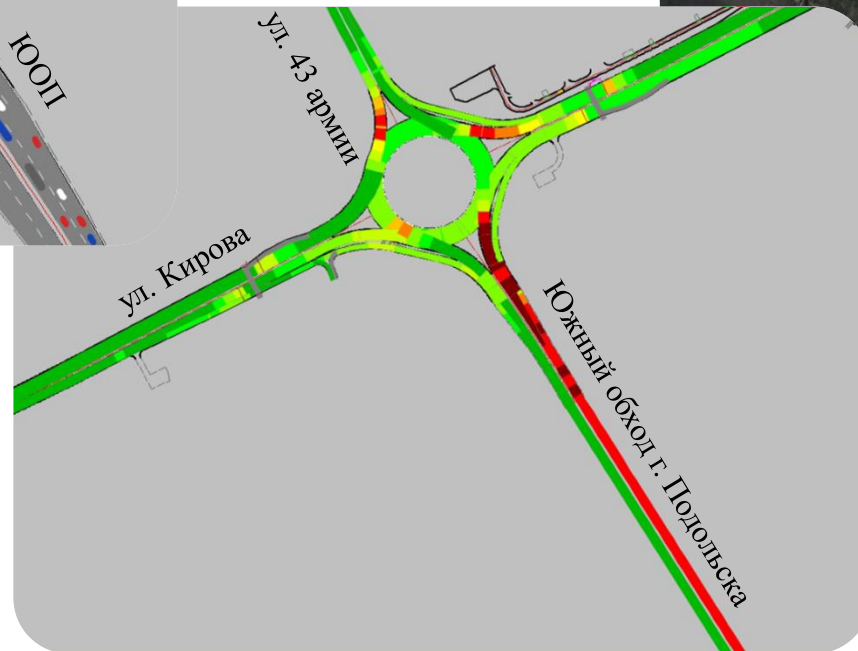
Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.

## Калибровка



При калибровке имитационной модели по фактической ситуации учтены следующие нюансы:

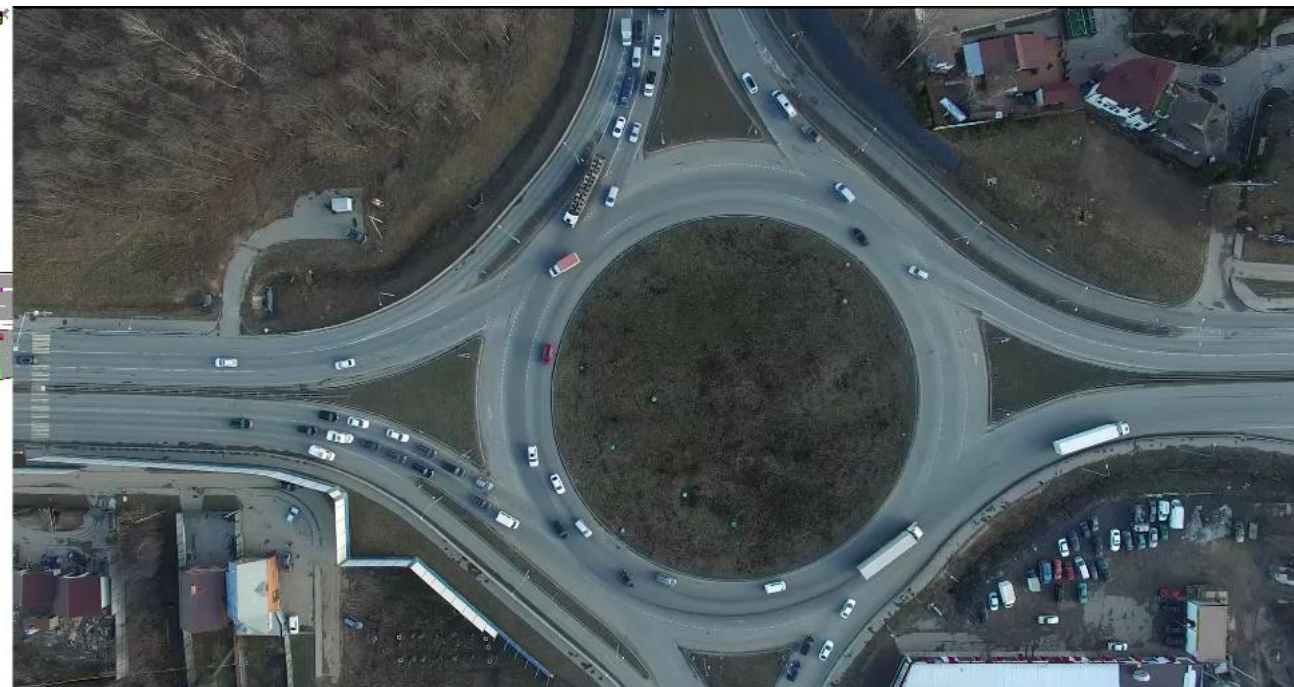
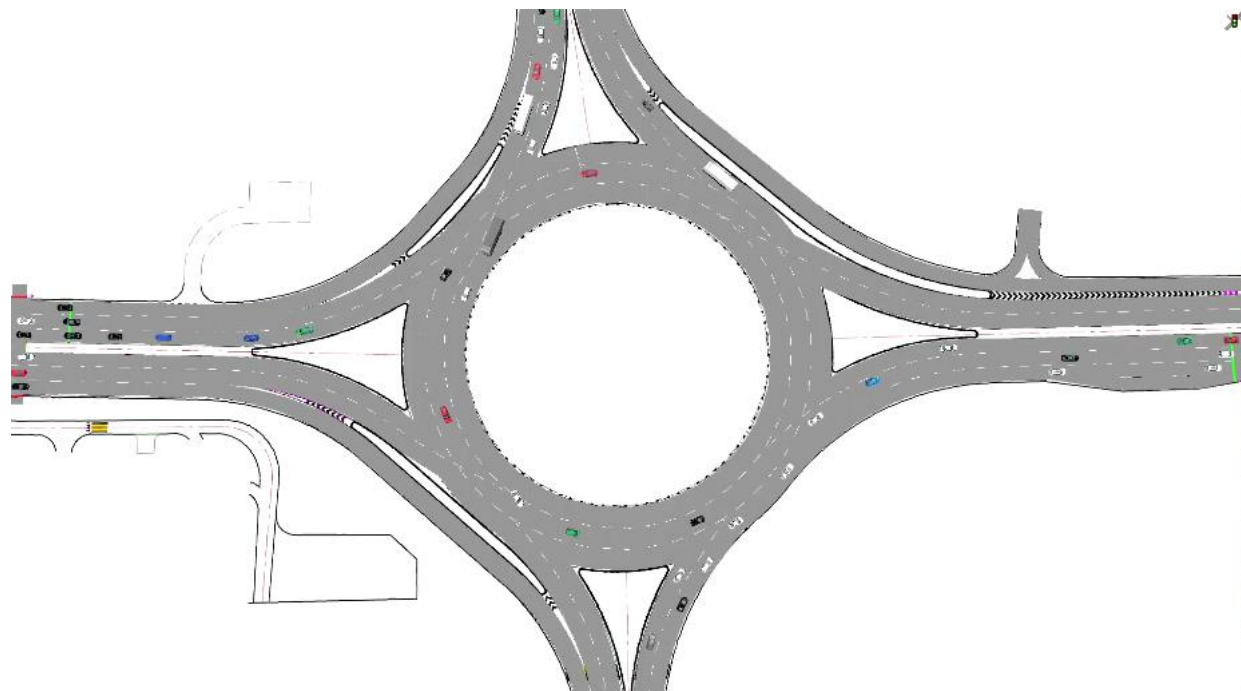
- въезд на круговое движение в среднюю и левую полосы,
- транспорт, движущийся по ул. Кирова со стороны Подольска, уступает дорогу транспорту на круге,
- значительные затруднения на въезде на круг с Южного обхода Подольска.
- скорость движения транспортных средств на круге составляет не более 45 км/ч



Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.



## Сравнение после калибровки



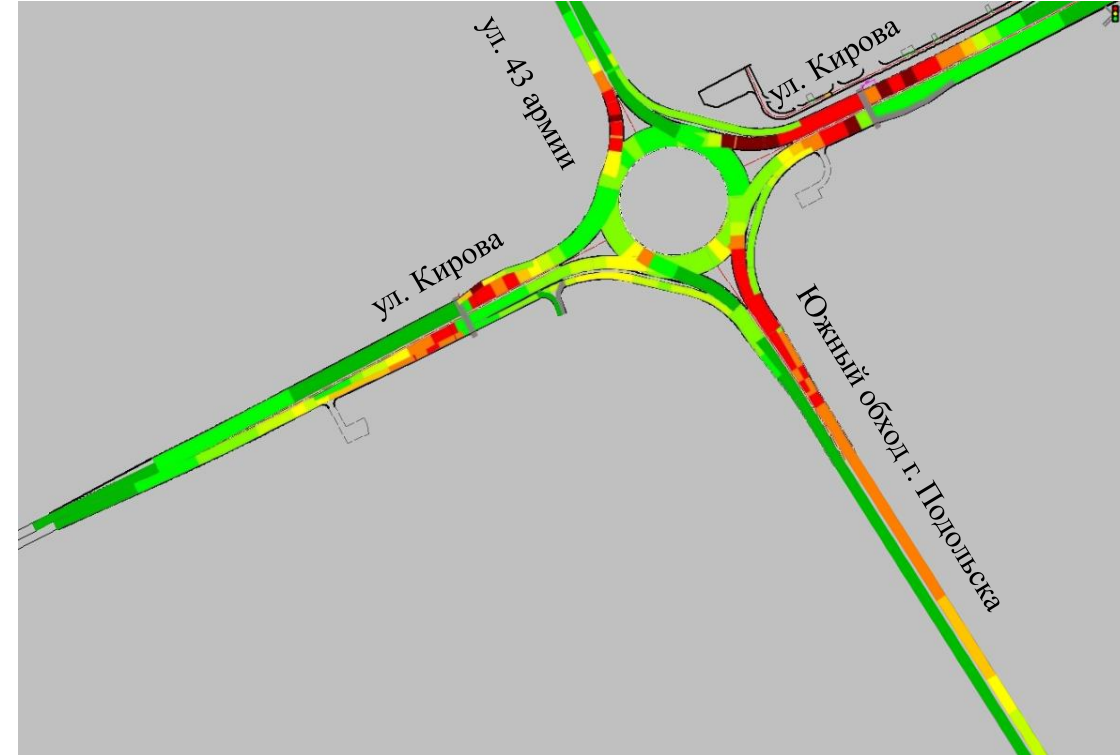
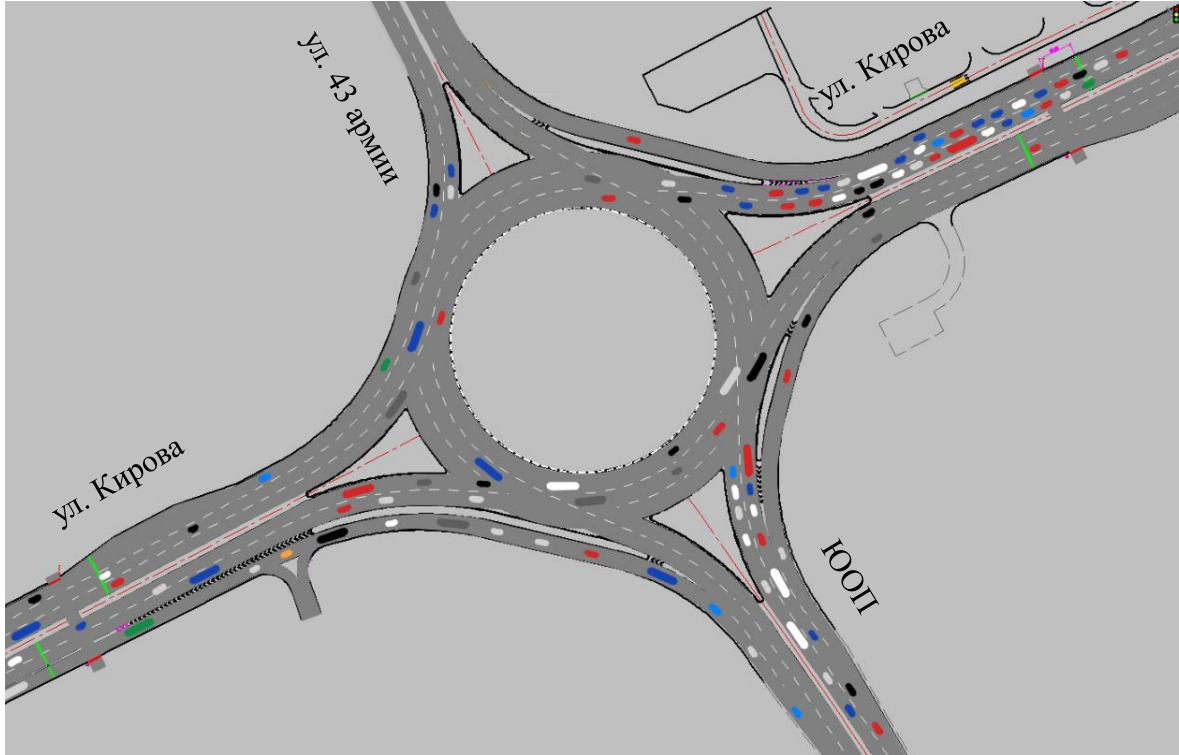


Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.

## Оптимизация

### Вариант 1

Фиксированный цикл регулирования на пешеходных переходах



По результатам калибровки имитационной модели по фактической ситуации проведена оптимизация параметров регулирования светофорных объектов на ул. Кирова путем программирования фиксированного цикла светофорного регулирования с распределением на 2 фазы продолжительностью 56 и 60 секунд вместо светофорного регулирования с вызывной кнопкой. Таким путём удалось равномерно загрузить пересечение и разгрузить подход к круговому движению со стороны Южного обхода г. Подольска.

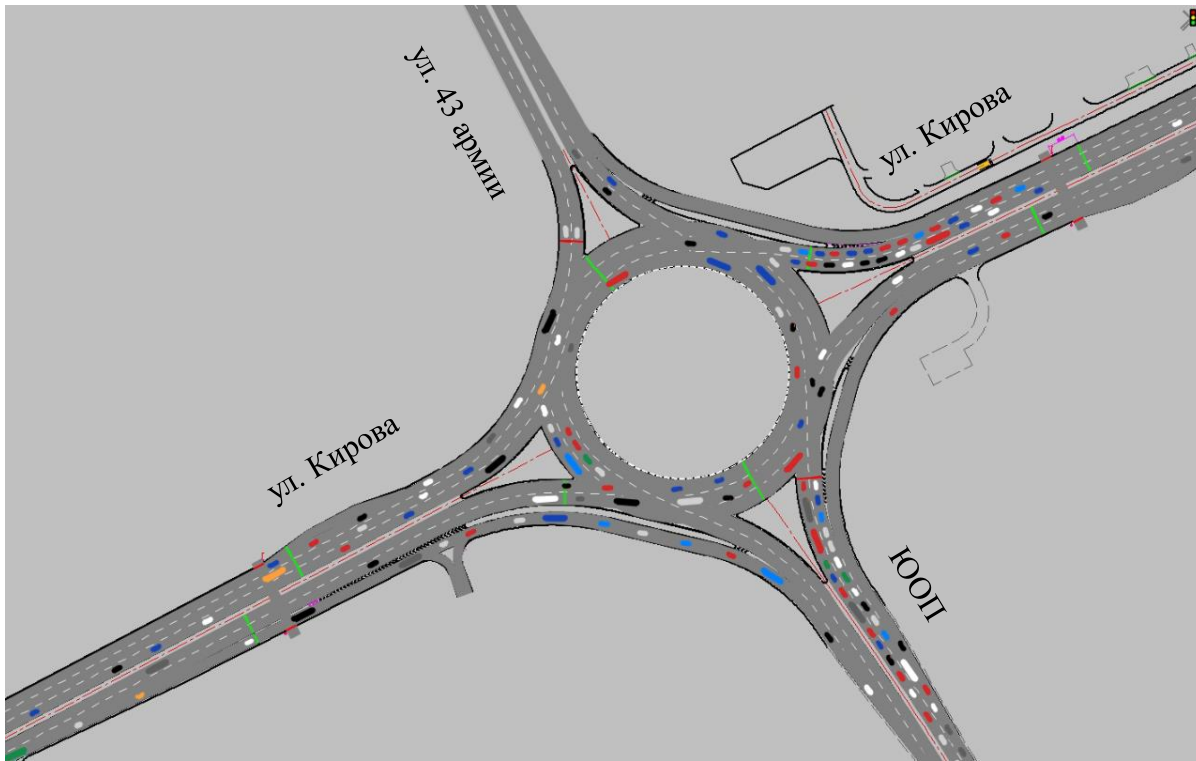


Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.

## Оптимизация

### Вариант 2

Фиксированный цикл регулирования на пешеходных переходах и установка дополнительных колонок на круге и на въездах на круг



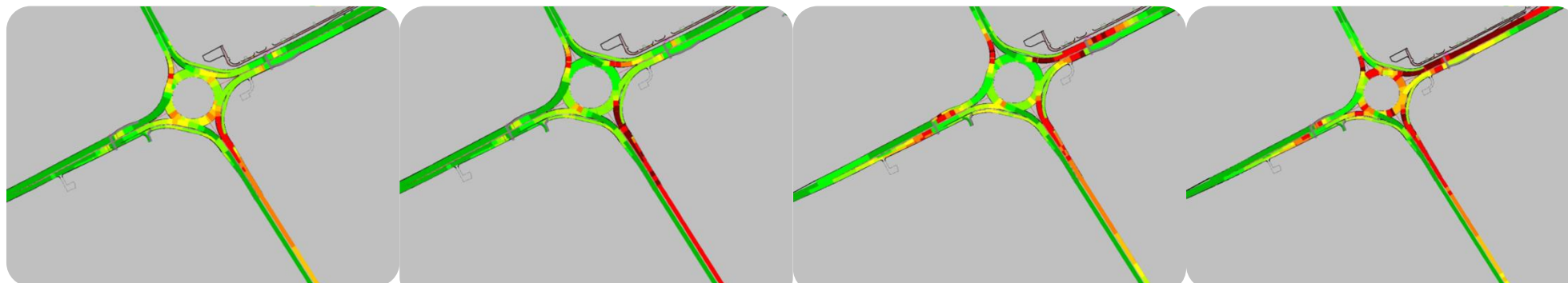
В дополнение к мероприятиям по варианту 1 были установлены светофорные колонки на круге и на въездах на круг.

Разгружая подход к круговому движению со стороны Южного обхода г. Подольска значительно загружаются подходы по улице Кирова и круг.

Прудников Константин. Верификация имитационной модели транспортных потоков на основании применения беспилотных летательных технологий.



### Выводы



	Время задержки / уровень обслуживания			
	ПОДД	Калибровка	Вариант 1	Вариант 2
Кирова из области в Подольск	18/B	8/A	50/D	56/E
ЮОП на 43 армии	158/F	987/F	137/F	215/F
Кирова из Подольска в область	10/A	19/B	174/F	483/F
43 армии на ЮОП	20/B	19/B	70/E	29/C



Благодарю за внимание !

© Компания «ВТМ дорпроект СТОЛИЦА»,  
*апрель 2020 года*

Россия, 115054, г. Москва, Семеновская площадь, д. 1 А  
Тел.: +7 (495) 620-59-94  
E-mail: [info@vtm-dorproekt.ru](mailto:info@vtm-dorproekt.ru)