

ООО "СПБ-Энерготехнологии"

«Согласовано»

Временно исполняющий обязанности
заместителя министра, начальника
управления по транспорту и дорожному
хозяйству Министерства строительства,
транспорта, жилищно-коммунального
хозяйства Алтайского края

_____ Д.Н. Коровин

«Согласовано»

Первый заместитель главы администрации
города Барнаула по дорожно-
благоустроительному комплексу

_____ А.Ф. Воронков

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Разработка комплексной схемы организации дорожного движения

городского округа – города Барнаула Алтайского края

по теме:

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КЛЮЧЕВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ
АСУДД НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛА.**

2 этап

Председатель комитета по дорожному хозяйству,
благоустройству, транспорту и связи

_____ А.А.Шеломенцев

Генеральный директор
ООО «СПБ-Энерготехнологии»

_____ Д.В.Миронов

Санкт-Петербург 2018

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Генеральный директор	_____ Д.В. Миронов
Технический директор	_____ А.В. Ардашев
Главный инженер проекта	_____ А.Е. Галкин
Инженер-проектировщик	_____ К.М. Шаврукова

Санкт-Петербург
2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. РАЗРАБОТКА МИКРОМОДЕЛЕЙ КЛЮЧЕВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛА ДЛЯ УТРЕННЕГО И ВЕЧЕРНЕГО ПИКОВОГО ПЕРИОДОВ	5
2. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РАССМАТРИВАЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ С ПРОРАБОТКОЙ НА МИКРОМОДЕЛЯХ	7
3. ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРОВ (ВКЛЮЧАЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ АСУДД)	13
4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МИКРОМОДЕЛИРОВАНИЯ	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32

ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе выполнено микро моделирование существующей и перспективной транспортной ситуации в ключевых транспортных узлах. Перспективная транспортная ситуация смоделирована на основе выполненных в Этапе 3 КСОДД расчётов перспективной интенсивности движения с использованием макромодели г. Барнаул.

1. РАЗРАБОТКА МИКРОМОДЕЛЕЙ КЛЮЧЕВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛА ДЛЯ УТРЕННЕГО И ВЕЧЕРНЕГО ПИКОВОГО ПЕРИОДОВ

Разработка транспортных микромоделей производилась в соответствии с положениями Отраслевого дорожного методического документа (ОДМ) «Методические рекомендации по использованию программных продуктов математического моделирования транспортных потоков при оценке эффективности проектных решений в сфере организации дорожного движения»

Для построения транспортной модели участка УДС, были использованы следующие исходные данные:

- топографическая основа,
- данные по интенсивностям движения транспортных потоков на прилегающей УДС,
- параметры ОДД на прилегающей УДС,
- характеристики маршрутов НТОП.

Процесс построения модели состоял из следующих этапов:

1. Нанесение на основу элементов УДС с соблюдением геометрических особенностей и пространственного расположения.
2. Отражение существующей схемы ОДД.
3. Ввод данных о параметрах циклов светофорного регулирования.
4. Ввод данных о параметрах транспортных потоков.
5. Ввод в модель данных о маршрутах и параметрах работы НТОП.
6. Калибровка модели.

Процесс калибровки является наиболее важным этапом в ходе построения модели. Он заключается в настройке различных параметров с целью обеспечить высокую степень совпадения ситуации воспроизводимой в модели и реальной. Степень совпадения определяется не столько визуальной «похожестью», сколько численными характеристиками. Оцениваемыми параметрами являются: длины очередей на регулируемых перекрестках на момент включения разрешающего сигнала, количество автомобилей проезжающих перекресток за один цикл регулирования, скорости проезда перегонов, времена проезда определенных участков и сравнение с реально измеренными (метод плавающего автомобиля) и т.д. В калибровке модели используется настройка следующих основных групп параметров:

- параметры ТС (динамические характеристики, габаритные размеры);
- параметры настройки встроенных математических моделей (следования за лидером, смены полосы и выбора безопасного промежутка);
- параметры поведения водителя (время реакции, склонность к превышению скорости и др.);
- параметры модели выбора маршрута движения;
- параметры участков УДС (учет наличия различных помех движению).

В рамках данного проекта предполагалось микромоделирование 4 транспортных узлов:

1. перекресток ул. Власихинская - ул. Лазурная
2. перекресток пр-кт Красноармейский - пр-кт Строителей - ул. Площадь Победы
3. перекресток Павловский тракт - ул. Попова
4. перекресток пр-кт Космонавтов - ул. Попова.

Обследование интенсивностей движения на рассматриваемых узлах проводилось в период ноябрь-декабрь 2017г. Замеры производись в утренний и вечерний час пик методом натурного наблюдения. Для сбора и анализа более детальных параметров движения потоков производилась видеосъемка с воздуха с использованием радиоуправляемых летательных аппаратов.

Для моделирования использовалось широко известное специализированное ПО PTV Vissim. Для выбора ПО не проводилось специального анализа, выбор был обусловлен требованиями заказчика.

Границы моделирования указанных объектов составляют зону в 150 м от стоп-линии в каждом направлении.

По результатам построения и калибровки микромоделей было принято решение о не достаточном их соответствии реальной ситуации в рассматриваемые периоды.

2. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РАССМАТРИВАЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ С ПРОРАБОТКОЙ НА МИКРОМОДЕЛЯХ

По результатам микромоделирования существующей транспортной ситуации в пиковые периоды были разработаны мероприятия по повышению пропускной способности и безопасности движения. Ниже представлены реконструктивные мероприятия и фрагменты микромоделирования рассматриваемых транспортных узлов.

Мероприятия по оптимизации условий движения в транспортном узле «пр. Строителей – Красноармейский пр. – пл. Победы» представлены на рисунке 2.1.

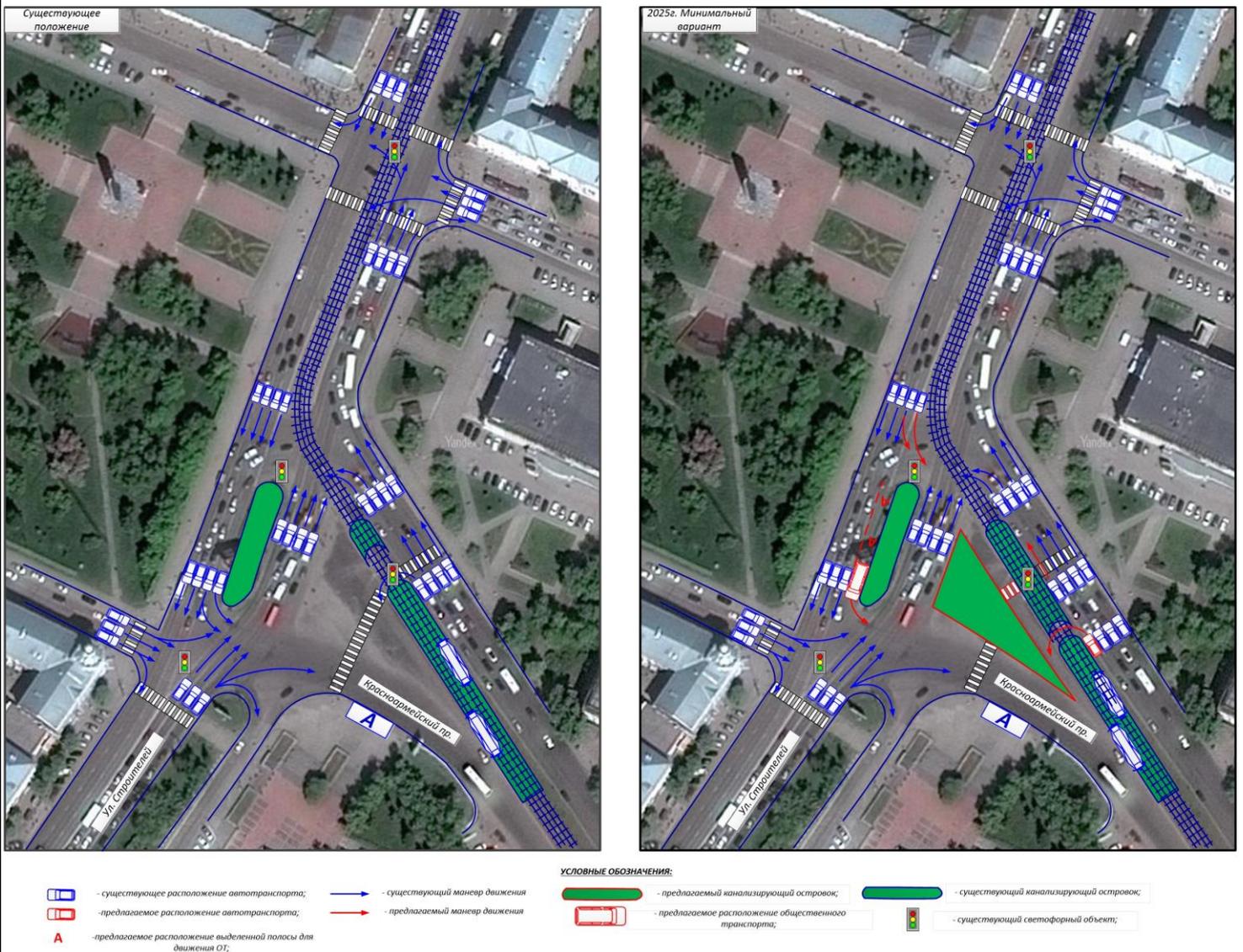


Рисунок 2.1 – Предлагаемые реконструктивные мероприятия в транспортном узле (Красноармейский пр. – пр. Строителей – пл. Победы, 2025г. утренний час пик, будни).

Целью модельного анализа является оценка мероприятий предложенных в рамках разработки КСОДД г. Барнаула. Фрагмент микромоделирования перспективной транспортной ситуации в транспортном узле «Красноармейский пр. – пр. Строителей» на 2025г. представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Фрагмент моделирования перспективной транспортной ситуации (Красноармейский пр. – пр. Строителей – пл. Победы, 2025г. утренний час пик, будни).

Мероприятия по оптимизации условий движения в транспортном узле «Власихинская ул. – Лазурная ул.» представлены на рисунке 2.3.

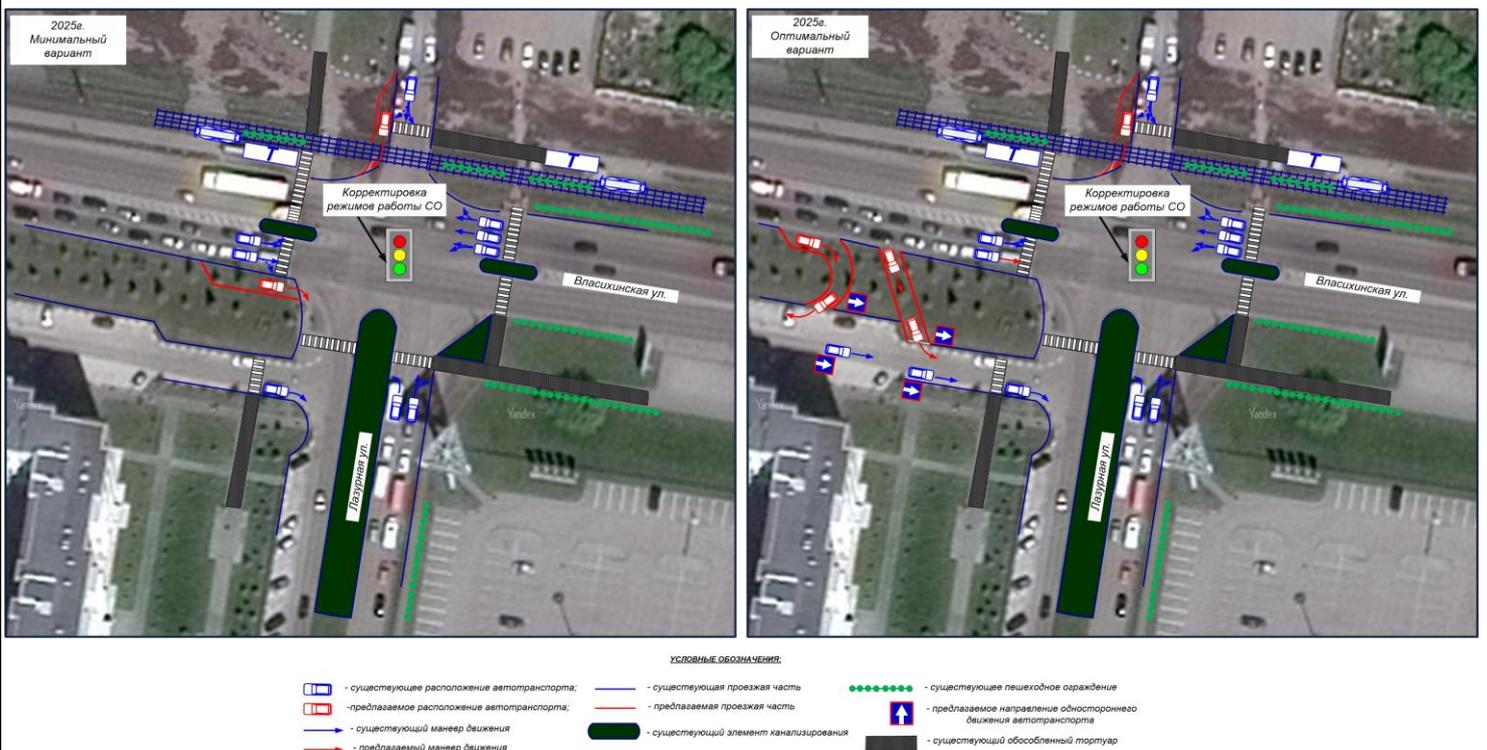


Рисунок 2.3 – Предлагаемые реконструктивные мероприятия в транспортном узле (Власихинская ул. – ул. Лазурная, 2025г. утренний час пик, будни).

Фрагмент микромоделирования перспективной транспортной ситуации в транспортном узле «Власихинская ул. – Лазурная ул.» на 2025г. представлен на рисунке 2.4.

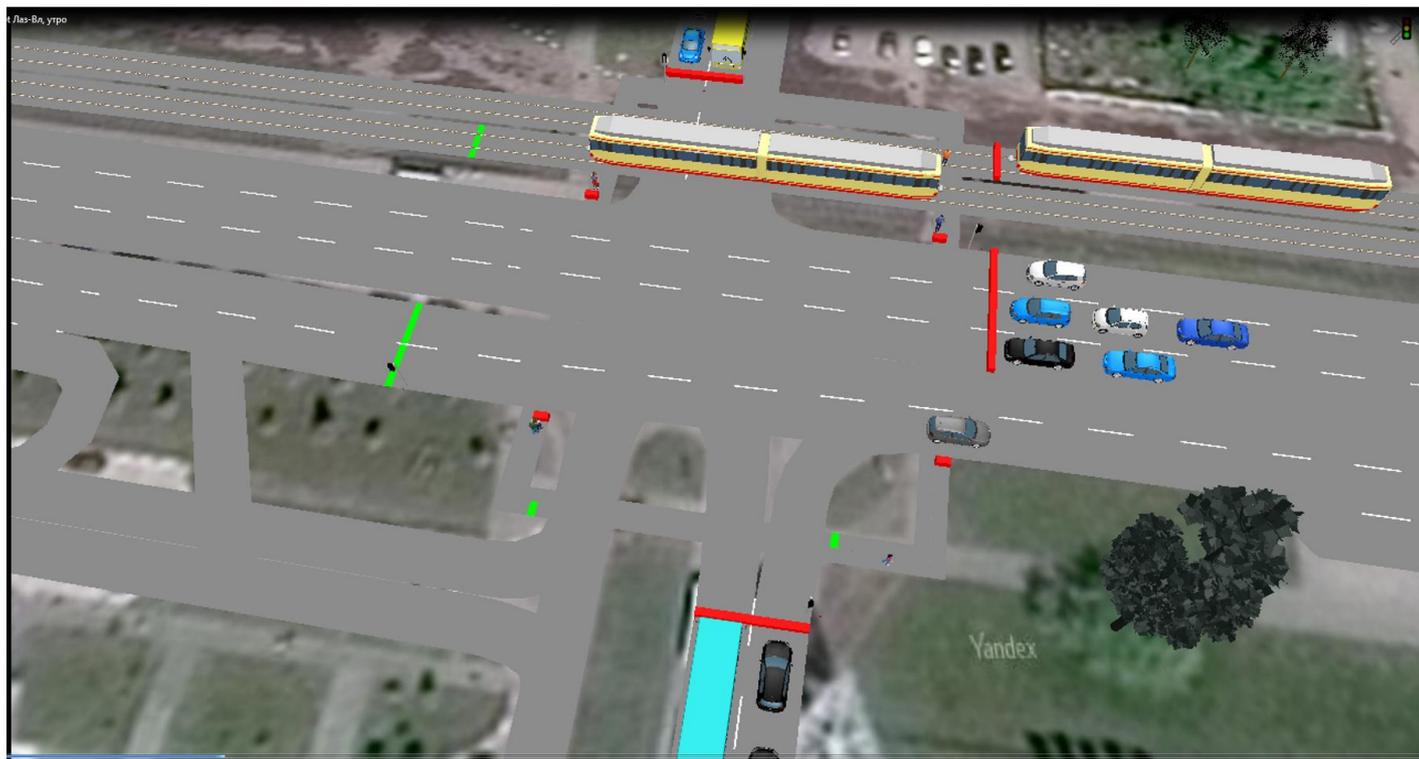


Рисунок 2.4 – Фрагмент моделирования перспективной транспортной ситуации (Власихинская ул. – Лазурная ул., оптимальный вариант, утренний час пик, будни).

Мероприятия по оптимизации условий движения в транспортном узле «Павловский тракт – ул. Попова» представлены на рисунке 2.5.

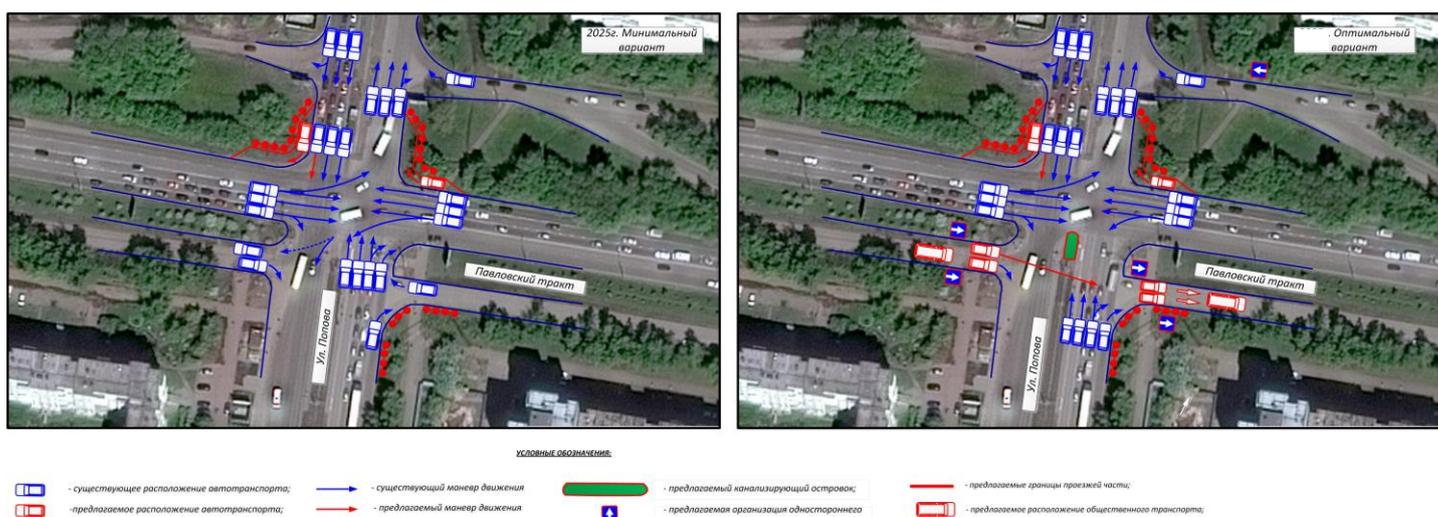


Рисунок 2.5 – Предлагаемые реконструктивные мероприятия в транспортном узле (Павловский тракт – ул. Попова, 2025г., оптимальный вариант, утренний час пик, будни).

Фрагмент микромоделирования перспективной транспортной ситуации в транспортном узле «Павловский тракт – ул. Попова.» на 2025г. представлен на рисунке 2.6.

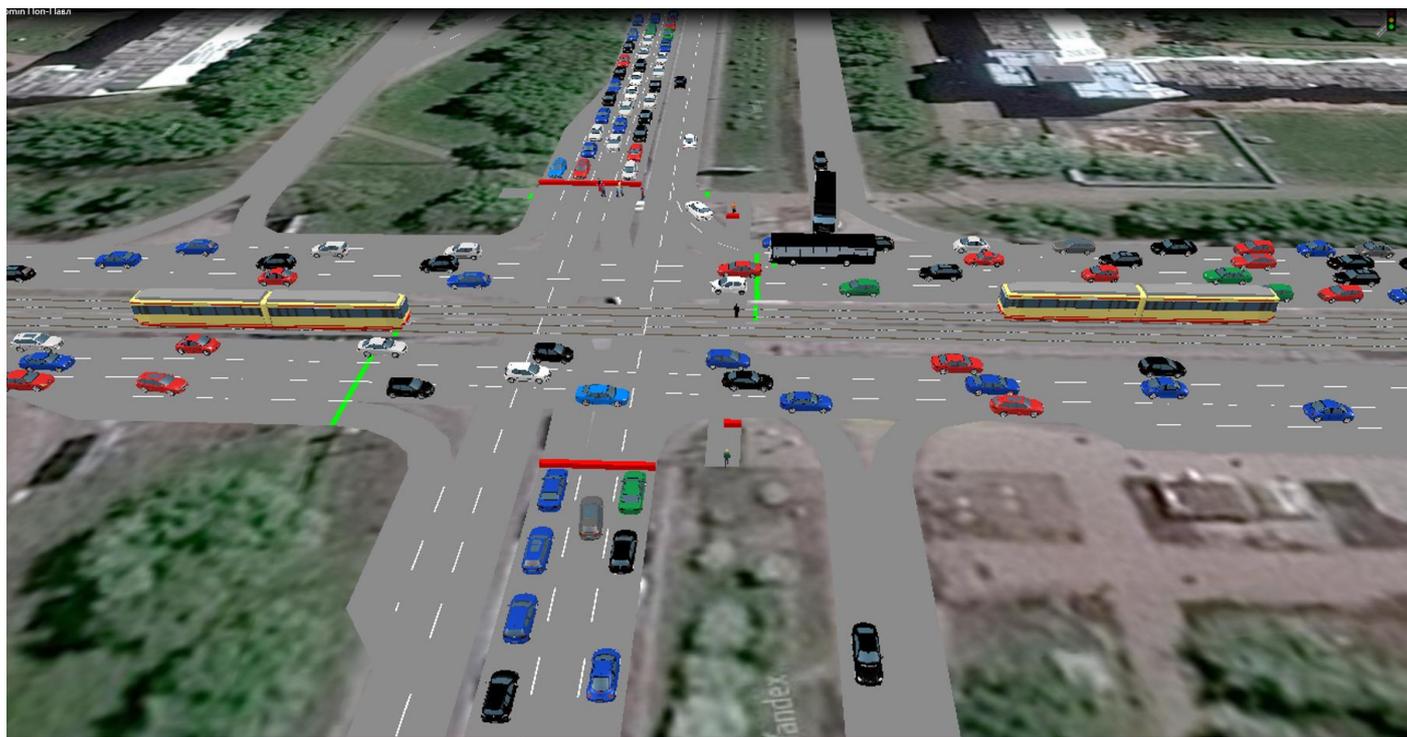
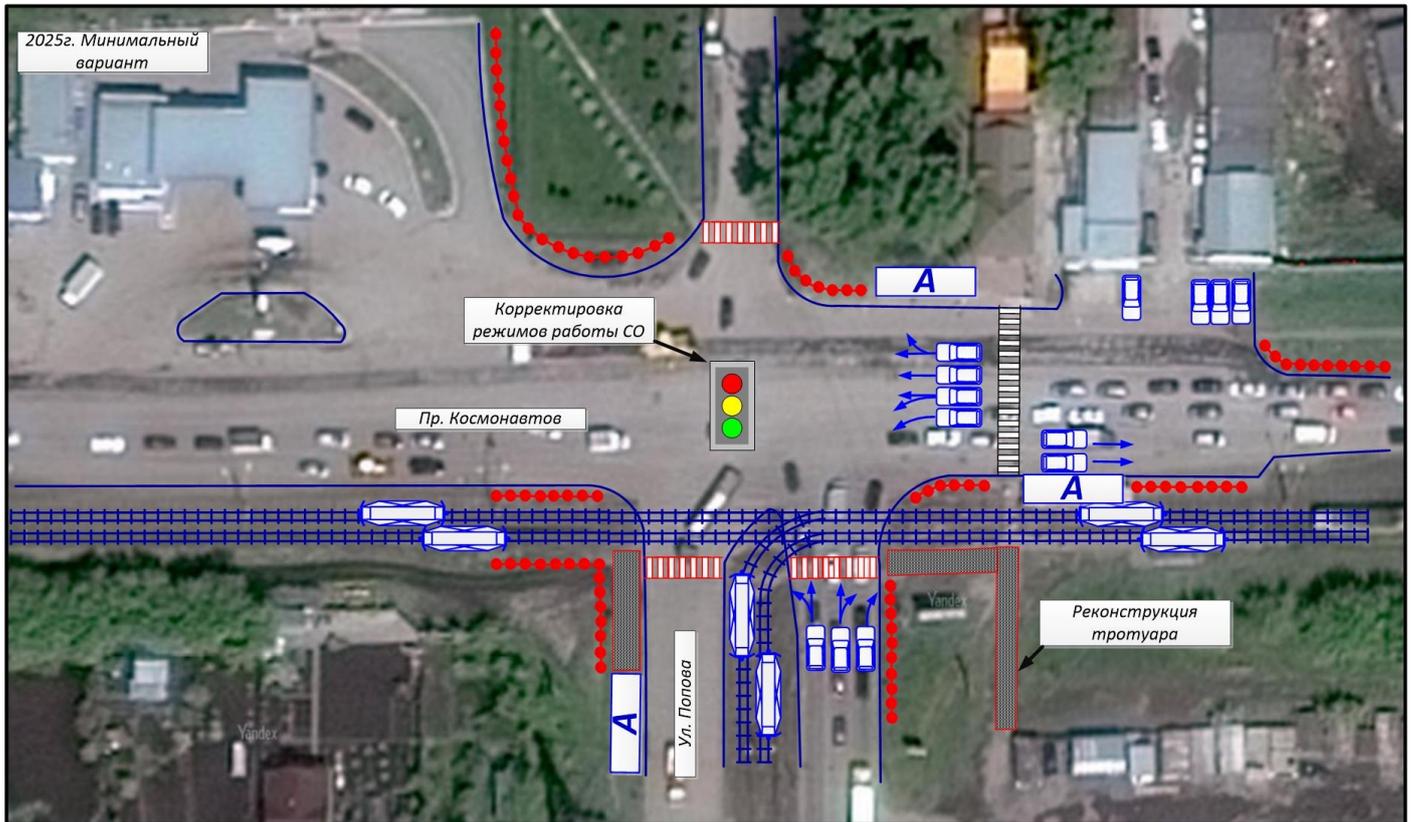


Рисунок 2.6 – Фрагмент моделирования перспективной транспортной ситуации (Павловский тракти – ул. Попова, 2025г. минимальный вариант, утренний час пик, будни).

Мероприятия по оптимизации условий движения в транспортном узле «пр. Космонавтов – ул. Попова» представлены на рисунке 2.7.



- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**
- существующее расположение автотранспорта;
 - предлагаемое расположение автотранспорта;
 - существующий маневр движения
 - предлагаемый маневр движения
 - предлагаемый (реконструируемый) тротуар
 - предлагаемый пешеходный переход

Рисунок 2.7 – Предлагаемые реконструктивные мероприятия в транспортном узле (пр. Космонавтов – ул. Попова, 2025г., , утренний час пик, будни).

Фрагмент микро моделирования перспективной транспортной ситуации в транспортном узле «пр. Космонавтов – ул. Попова.» на 2025г. представлен на рисунке 2.8.

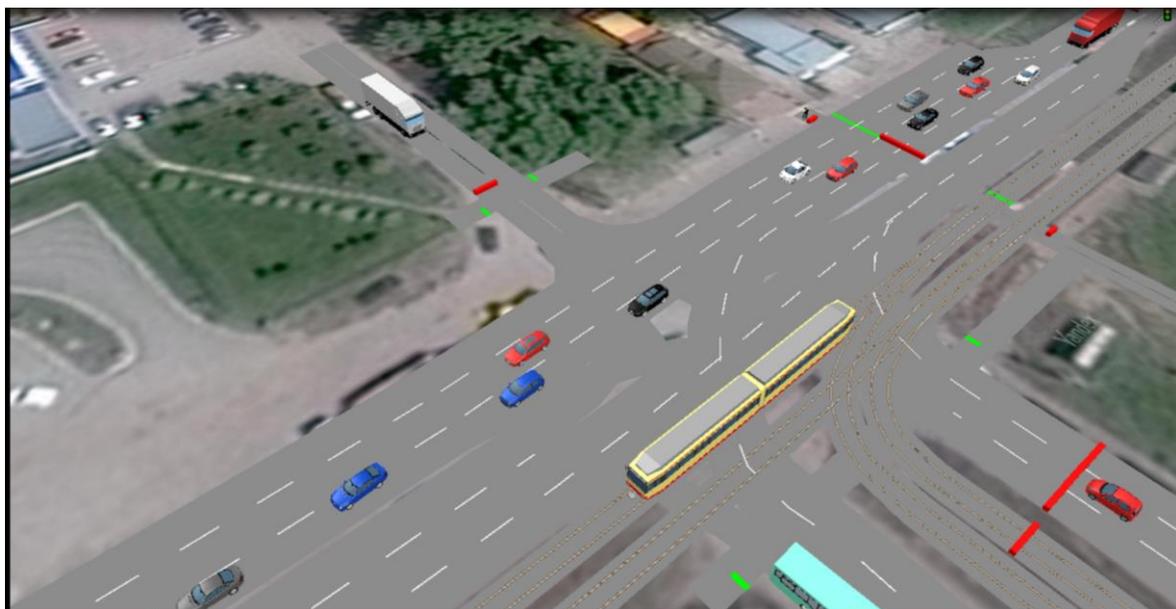


Рисунок 2.8 – Фрагмент моделирования перспективной транспортной ситуации (пр. Космонавтов – ул. Попова, 2025г., утренний час пик, будни).

В результате моделирования были записаны анимационные видеоролики, наглядно отображающие эффект от предложенных мероприятий для всех четырех транспортных узлов с дифференциацией на утренний и вечерний пиковые периоды. Анализ результатов микромоделирования представлен в п. 4 настоящего этапа.

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ СИГНАЛОВ СВЕТОФОРОВ (ВКЛЮЧАЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ АСУДД)

Рекомендации по оптимизации режимов работы СО (в ключевых транспортных узлах на основе микромоделирования)

Перекресток Власихинская ул. – Лазурная ул.

Улица Власихинская имеет по 2 полосы для движения в каждом направлении, на подходе к перекрестку со стороны ул. Малахова проезжая часть имеет уширение до 3 полос. Вдоль ул. Власихинская проходят трамвайные пути на обособленном полотне. Перекресток оборудован пешеходными переходами на всех подходах. Также на одном из подходов вдоль жилой застройки по ул. Власихинская проходит обособленная проезжая часть, которая выполняет роль бокового проезда.

Улица Лазурная имеет по 1 полосе движения в каждом направлении. На одном из подходов к перекрестку (со стороны ул. Шумакова) имеется уширение до 2 полос. На подходе со стороны Северного Власихинского проезда в условиях высокой нагрузки движение фактически также осуществляется в 2 ряда, несмотря на формально 1 полосу движения.

Перекресток является регулируемым, регулирование осуществляется по 3х фазной схеме:

1 фаза – движение автотранспорта по ул. Власихинская со стороны ул. Малахова во всех направлениях. Пешеходы переходят ул. Лазурная. Также осуществляется движение трамваев с данного подхода.

2 фаза – движение автотранспорта по ул. Власихинская со стороны ул. Попова во всех направлениях. Пешеходы переходят ул. Лазурная. Также осуществляется движение трамваев с данного подхода.

3 фаза – движение автотранспорта по ул. Лазурная со всех подходов и во всех направлениях. В данной фазе пешеходам разрешается переход через ул. Власихинская.

Рекомендации:

На среднесрочную перспективу представляется целесообразным сохранить действующую схему пофазного разъезда. По предварительным данным в условиях утреннего часа явной необходимости в изменении режима регулирования не выявлено. В условиях вечернего часа пик необходимо немного (5-10 с) увеличить продолжительность разрешающего сигнала по Власихинской ул. со стороны ул. Малахова (фаза 1).

Перекресток ул. Попова – пр. Космонавтов

Улица Попова имеет 3 полосы для движения в направлении с юга и 1 полосу движения с севера. Транспортные потоки с юга разделяют трамвайные пути на обособленном полотне. Перекресток оборудован пешеходным переходом через пр. Космонавтов со стороны остановки ОТ “Сады”.

Проспект Космонавтов имеет по 1 полосе движения в каждом направлении. На подходе к перекрестку со стороны ул. Малахова имеется уширение до 4 полос. На подходе со стороны ул. Солнечная Поляна имеется уширение до 3 полос. Вдоль пр. Космонавтов проходят трамвайные пути на обособленном полотне.

Перекресток является регулируемым, регулирование осуществляется по 3х фазной схеме:

1 фаза – движение автотранспорта по Пр. Космонавтов прямо и направо с обоих подходов. Также осуществляется движение трамваев с данного подхода.

2 фаза – движение автотранспорта по Пр. Космонавтов налево с обоих подходов. Также осуществляется движение трамваев с ул. Попова направо.

3 фаза – движение автотранспорта по ул. Попова со всех подходов во всех направлениях. В данной фазе пешеходам разрешается переход через пр. Космонавтов.

Рекомендации:

На среднесрочную перспективу представляется целесообразным сохранить действующую схему пофазного разъезда. Для повышения качества работы перекрестка после внедрения мероприятий рекомендуется произвести актуализацию режимов светофорного регулирования по текущему состоянию транспортной нагрузки для различных периодов. По предварительным данным в условиях утреннего часа пик необходимо увеличить продолжительность разрешающего сигнала по ул. Попова на 10-15 секунд. В условиях вечернего часа пик необходимо увеличить продолжительность разрешающего сигнала по фазе 1 (пр. Космонавтов) на 10 секунд.

Перекресток ул. Попова – Павловский тракт

Улица Попова имеет по 3 полосы для движения в каждом направлении. На подходе к перекрестку со стороны ул. Взлётная проезжая часть имеет уширение до 4 полос. Транспортные потоки разделяют трамвайные пути на обособленном полотне. Перекресток оборудован пешеходным переходом через ул. Попова со стороны ул. Взлётная и переходом через Павловский тракт со стороны ул. Шумакова. Также на обоих подходах вдоль жилой застройки по Павловскому тракту проходит обособленная проезжая часть, которая выполняет роль бокового проезда.

Павловский тракт имеет по 3 полосы движения в каждом направлении. Перекресток является регулируемым, регулирование осуществляется по 3х фазной схеме:

1 фаза – движение автотранспорта по Павловскому тракту прямо и направо. Пешеходы переходят ул. Попова.

2 фаза – движение автотранспорта по ул. Попова прямо и направо. Пешеходы переходят Павловский тракт. Также осуществляется движение трамваев с данного подхода.

3 фаза – движение автотранспорта по ул. Попова направо (подход со стороны ул. Взлётная) и по Павловскому тракту налево с обоих подходов.

Рекомендации:

На среднесрочную перспективу представляется целесообразным сохранить действующую схему пофазного разъезда. Для повышения качества работы перекрестка после внедрения мероприятий рекомендуется произвести актуализацию режимов светофорного регулирования по текущему состоянию транспортной нагрузки для различных периодов. Однако, стоит отметить, что возможности светофорного регулирования при данной транспортной нагрузке практически исчерпаны. На перспективу следует предусмотреть меры по устройству развязки в разных уровнях. На краткосрочную перспективу рекомендуется произвести более детальный анализ и корректировку режимов регулирования, что затруднительно сделать на данной стадии разработки из-за неполноты исходных данных.

Перекресток пр. Строителей – Красноармейский пр. – Социалистический пр.

Проспект Строителей имеет по 3 полосы для движения на подходе к перекрестку с Социалистическим пр. со стороны пр. Ленина. Проезжая часть со стороны Красноармейского пр. имеет уширение до 4 полос. Транспортные потоки разделяют трамвайные пути на обособленном полотне. Перекресток оборудован пешеходными переходами на всех подходах. Социалистический пр. имеет 3 полосы движения на подходе к пр. Строителей. Проспект Строителей имеет 3 полосы движения при подходе со стороны Павловского тракта и 4 полосы со стороны Социалистического пр. Красноармейский пр. имеет 3 полосы движения, и уширение до 5 полос на подходе к пр. Строителей. С пл. Победы имеется 3 полосы движения на подходе к пр. Строителей. Транспортные потоки разделяют трамвайные пути на обособленном полотне. Перекресток оборудован пешеходными переходами через Красноармейский пр., Пл. Победы и пр. Строителей (со стороны Павловского тракта)

Перекресток является регулируемым, регулирование осуществляется по 4х фазной схеме:

1 фаза – движение автотранспорта по пр. Строителей во всех направлениях. Пешеходы переходят пл. Победы. Также осуществляется движение трамваев с данного подхода.

2 фаза – движение автотранспорта по пр. Строителей на перекрестке с пр. Строителей во всех направлениях. Также осуществляется движение трамваев на перекрестке пр. Строителей и Красноармейского пр. в обоих направлениях. Пешеходы переходят пл. Победы.

3 фаза – движение автотранспорта по пр. Строителей с подхода к Красноармейскому пр. (со стороны Социалистического пр.) во всех направлениях. Движение автотранспорта по Социалистическому пр. во всех направлениях. Также осуществляется движение трамваев на перекрестке пр. Строителей и Красноармейского пр. в обоих направлениях. Пешеходы переходят пл. Победы.

4 фаза – движение автотранспорта по Красноармейскому пр. во всех направлениях. Движение автотранспорта по пл. Победы во всех направлениях. Пешеходы переходят перекресток пр.

Строителей – Социалистический пр. на всех подходах и пр. Строителей со стороны Павловского тракта.

Рекомендации:

На среднесрочную перспективу представляется целесообразным незначительно скорректировать действующую схему пофазного разъезда (с учетом переноса левого поворота). Для повышения качества работы перекрестка на краткосрочную перспективу рекомендуется произвести актуализацию режимов светофорного регулирования по текущему состоянию транспортной нагрузки для различных периодов. На среднесрочную перспективу на данном перекрестке рекомендуется ввести локальное адаптивное регулирование, а также координацию с соседними светофорными объектами по пр. Строителей.

В рамках разработки КСОДД были определены светофорные объекты, требующие изменения режимов работы светофорной сигнализации. Основными критериями изменения режимов являются:

- введение системы координированного управления светофорной сигнализации;
- высокий уровень загрузки транспортных узлов в пиковые периоды;

Наблюдаемая ярко-выраженная неравномерность движения ТС по направлениям в суточном цикле.

Перечень и дислокация предлагаемых светофорных объектов, а также светофорных объектов, требующих корректировки режимов во взаимоувязке с прочими мероприятиями представлен в п.

1.2.2 Этапа 4 разработки КСОДД.

Рекомендации по развитию АСУДД

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД) призваны повышать эффективность управления транспортными потоками за счет реализации обратной связи управляющего контроллера с потоком посредством транспортных детекторов. К разновидности АСУДД также относят системы координированного управления, увязывающие работу нескольких перекрестков, например для создания так называемой «зеленой волны». В своем развитии АСУДД прошли несколько этапов (поколений), от так называемой «календарной автоматике» до систем реализующих сетевые адаптивные алгоритмы и элементами искусственного интеллекта. Несмотря на употребляемый термин «поколения» и явную этапность развития, АСУДД различных поколений имеют свои преимущества и недостатки и продолжают развиваться параллельно. То есть применение самых сложных и продвинутых систем не всегда оправдано, в первую очередь с экономической точки зрения. Различные системы АСУДД применяются в зависимости от транспортной ситуации и прочих факторов. Наиболее распространенными в отечественной практике являются системы 2-го поколения, реализующие координированное управление на принципах календарной автоматике и/или ситуационного управления. Локальные адаптивные АСУДД имеют ограниченное применения

в российских городах. Ключевым элементом АСУДД является обеспечение обратной связи контроллера с транспортным потоком, обеспечиваемой транспортными детекторами. Опыт внедрения АСУДД показывает, что транспортные детекторы являются самым ненадежным элементом системы и требуют высокого качества эксплуатации, особенно это относится к детекторам применяемым для локального адаптивного управления. Более надежными являются детекторы, как правило радарного типа, для измерения потока в сечениях магистралей. Они могут применяться для определения текущей ситуации и реализации так называемого ситуационного управления, когда для различных «ситуаций» заранее рассчитываются режимы светофорного регулирования на группе перекрестков (планов координации) и их выбор осуществляется автоматически по результатам анализа данных детекторов в нескольких контрольных точках сети. Как показывает практика, данный метод регулирования является оптимальным с точки зрения соотношения затрат и выгод. Популярное в отечественной практике введение координированного управления на отдельных магистралях с попытками обеспечить непрерывное движение за счет «зеленой волны», в современных условиях, к сожалению, не приносит желаемого результата. В условиях высокой загрузки данный тип регулирования работает неэффективно.

В настоящее время в г. Барнаул реализовано координированное управление светофорной сигнализацией на ряде магистралей (см. рис. 3.1).

Следует отметить, что применяемое оборудование эксплуатируется более 10 лет и перерасчет (корректировка) режимов координированного управления не проводился.

В систему ситуационного управления в первую очередь следует включить регулируемые перекрестки на следующих магистралях:

- ул. Попова;
- ул. Малахова;
- ул. Антона Перова;
- Северо-Западная ул.;
- Павловский тракт;
- пр. Строителей;
- ул. Советской Армии;
- пр. Космонавтов;
- пл. Ленина.

Места установки детекторов должны определяться в рамках отдельного проекта разработки алгоритмов работы АСУДД.

Внедрения локального адаптивного управления рекомендуется в узлах Павловский тракт – пр. Строителей – ул. Советской Армии и пр. Ленина – пр. Калинина – Советская ул. – пр. Строителей для обеспечения возможности более гибкого регулирования работы критических связей сети. Также для повышения качества работы кольцевых пересечений возможно введение адаптивного регулирования на перекрестках предшествующим таким пересечениям с целью сдерживания потока и поддержания работоспособности кольцевых пересечений в оптимальном режиме.

В рамках разработки КСОДД были скорректированы существующие и разработаны предлагаемые новые коридоры координированного управления светофорной сигнализацией на следующих участках УДС:

- ул. Антона Петрова;
- пр. Космонавтов;
- пр. Ленина;
- ул. Малахова;
- Павловский тракт;
- Ул. Попова;
- Ул. Северо-Западная;
- Ул. Советской Армии;
- Пр. Строителей.

Схема развития координированного управления представлена на рисунке 3.2.

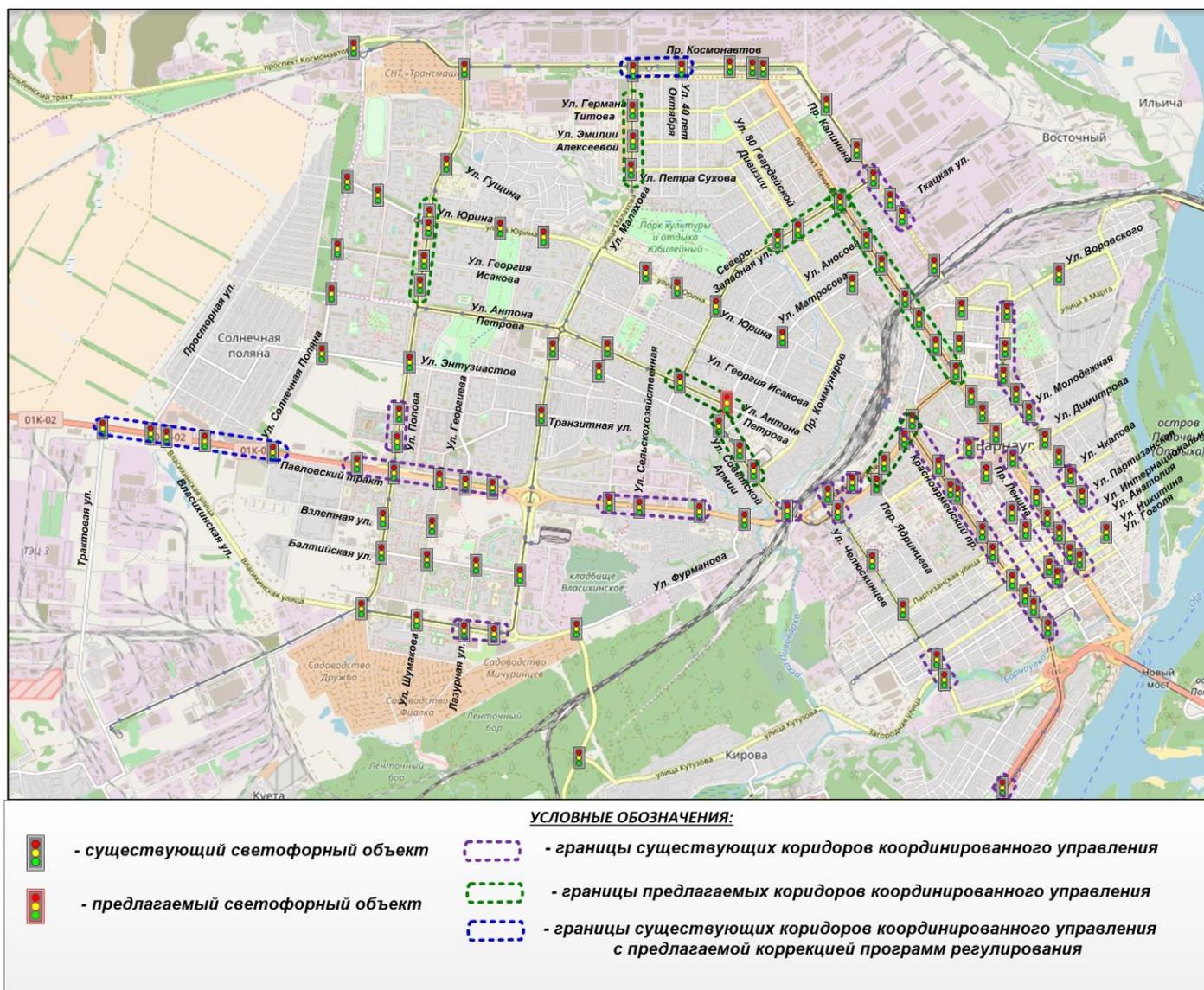


Рисунок 3.2 – предлагаемая система развития координированного управления светофорной сигнализацией (среднесрочная перспектива).

На рисунках 3.3 – 3.11 представлены результаты расчетов координированного управления светофорной сигнализацией на основных магистралях города.

Построение графика координированного управления (ул. Антона Петрова)

А – ул. Антона Петрова – ул. Северо-западная
(ключевой перекресток)

Б – ул. Антона Петрова – ул. Телефонная

Расчеты:

$$t_l = 0,3 * T_c = 0,3 * 64 = 20 \text{ с.}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} a &= (V_p * M_2) / (3,6 * M_B) & \operatorname{tg} a &= (36 * 10) / (3,6 * 150) \\ \operatorname{tg} a &= 0,67 & a &= 34 \end{aligned}$$

Исходные данные:

$$T_c = 31 + 4 + 25 + 4 = 64 \text{ с.};$$

$$V_p = 36 \text{ км/ч.};$$

$$M_2 = 10 \text{ с в } 1 \text{ см.};$$

$$M_B = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.};$$

$$L_1 = 615 \text{ м.}$$

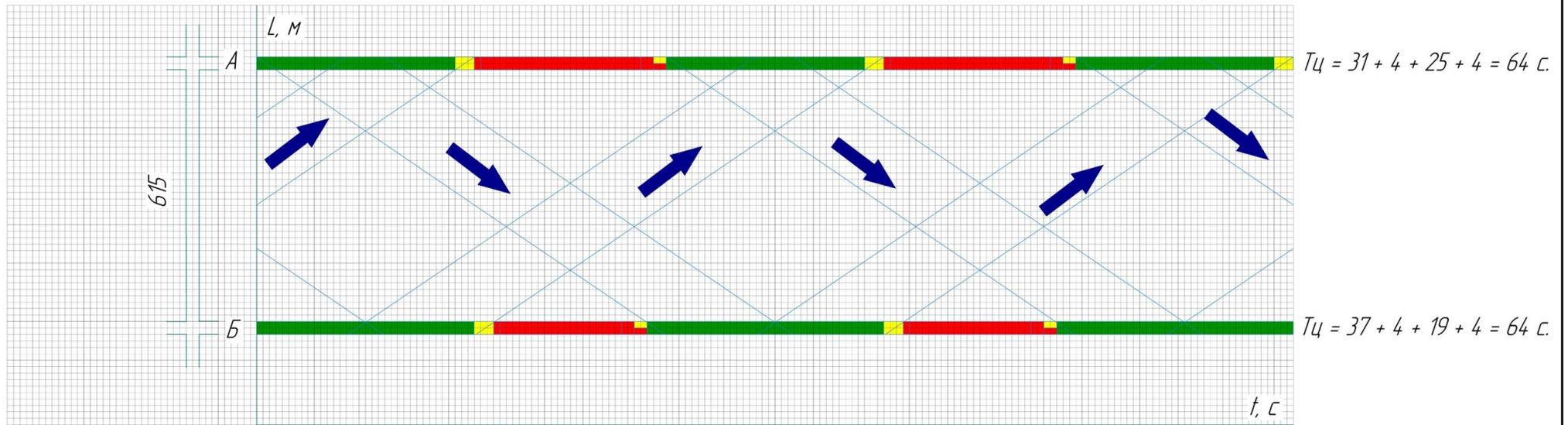


Рисунок 3.3 – предлагаемая график координированного управления (ул. Антона Петрова)

Построение графика координированного управления (ул. Антона Петрова)

А - пр. Космонавтов - ул. 40 лет Октября
(ключевой перекресток)

Б - пр. Космонавтов - ул. Малахова

Расчеты:

$$t_l = 0,4 * T_c = 0,4 * 87 = 35 \text{ с.}$$

$$tg \alpha = (V_p * M_2) / (3,6 * M_B) \quad tg \alpha = (40 * 10) / (3,6 * 150)$$

$$tg \alpha = 0,74 \quad \alpha = 37$$

Исходные данные:

$$T_c = 53 + 4 + 26 + 4 = 87 \text{ с.}$$

$$V_p = 40 \text{ км/ч.}$$

$$M_2 = 10 \text{ с в } 1 \text{ см.}$$

$$M_B = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.}$$

$$L_1 = 560 \text{ м.}$$

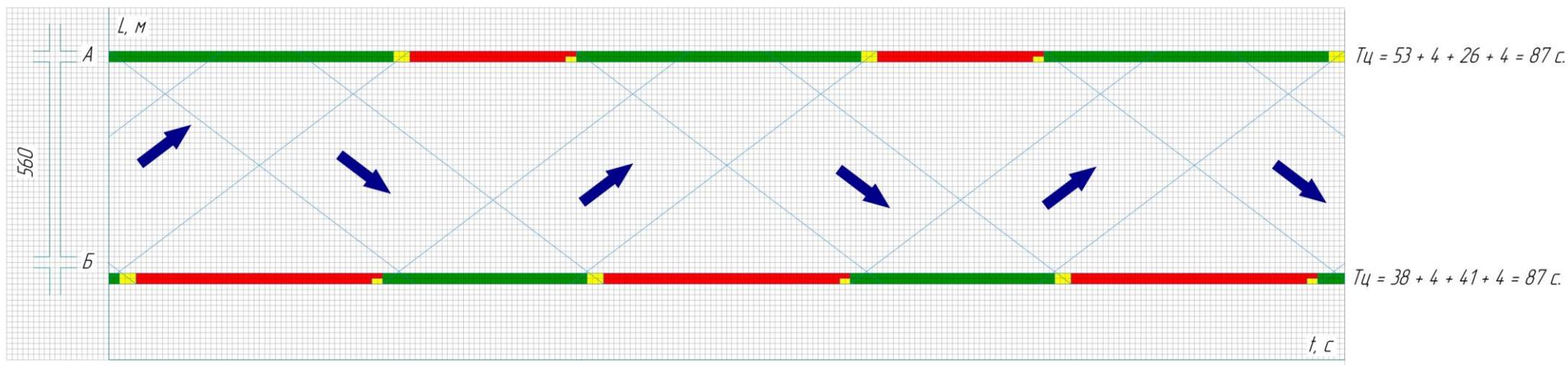


Рисунок 3.4 – предлагаемая график координированного управления (пр. Космонавтов)

Построение графика координированного управления
(пр. Ленина)

А - пр. Ленина - ул. Северо-Западная
(ключевой перекресток)

Б - пр. Ленина - ул. Анастова

В - пр. Ленина - ул. Матросова

Г - пр. Ленина - ул. Кулагина

Д - пр. Ленина - ул. Пионеров

Е - пр. Ленина - ул. Профинтерна

Расчеты :

$$t_n = 0,3 * 110 = 33 \text{ с.} \quad tg \alpha = \frac{35 * 10}{3,6 * 150}$$

$$tg \alpha = \frac{V_p * M_2}{3,6 * M_b} \quad tg \alpha = 0,648 \quad \alpha = 33$$

Исходные данные:

$$T_u = 47 + 4 + 55 + 4 = 110 \text{ с.}$$

$$V_p = 35 \text{ км/ч.}$$

$$M_2 = 10 \text{ сек в 1 см.}$$

$$M_b = 150 \text{ м в 1 см.}$$

$$L_1 = 554 \text{ м.}$$

$$L_2 = 311 \text{ м.}$$

$$L_3 = 483 \text{ м.}$$

$$L_4 = 266 \text{ м.}$$

$$L_5 = 381 \text{ м.}$$

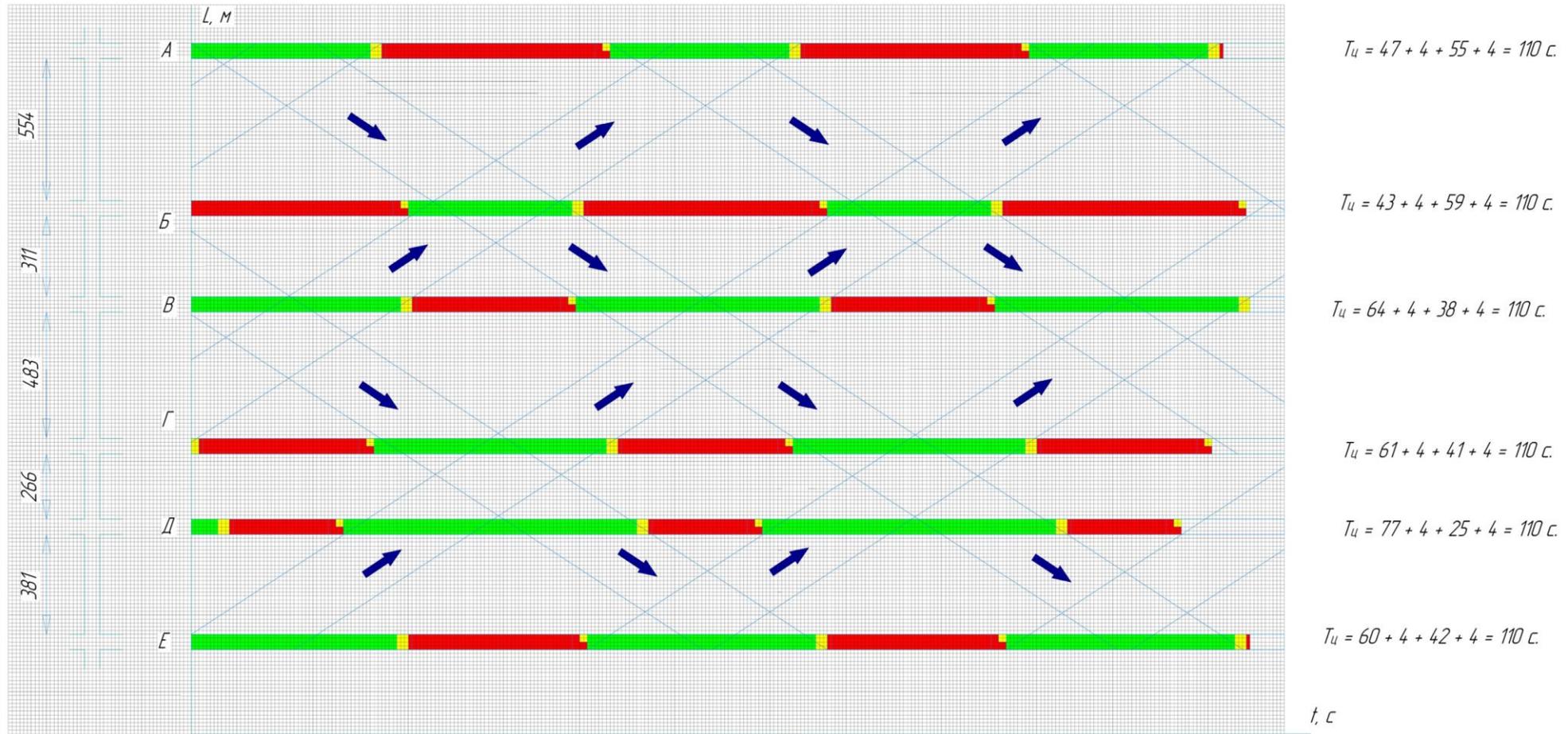


Рисунок 3.5 – предлагаемая график координированного управления (пр. Ленина)

Построение графика координированного управления (ул. Малахова)

A – ул. Малахова – ул. Германа Титова

Б – ул. Малахова – ул. Эмилии Алексеевой

В – ул. Малахова – ул. Петра Сухова (ключевой перекресток)

Расчеты :

$$t_n = 0,4 * 72 = 28,8 = 29 \text{ с.} \quad \text{tg } \alpha = \frac{40 * 10}{3,6 * 150}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{V_p * M_z}{3,6 * M_b} \quad \text{tg } \alpha = 0,74 \quad \alpha = 37$$

Исходные данные:

$$T_u = 39 + 4 + 25 + 4 = 72 \text{ с.}$$

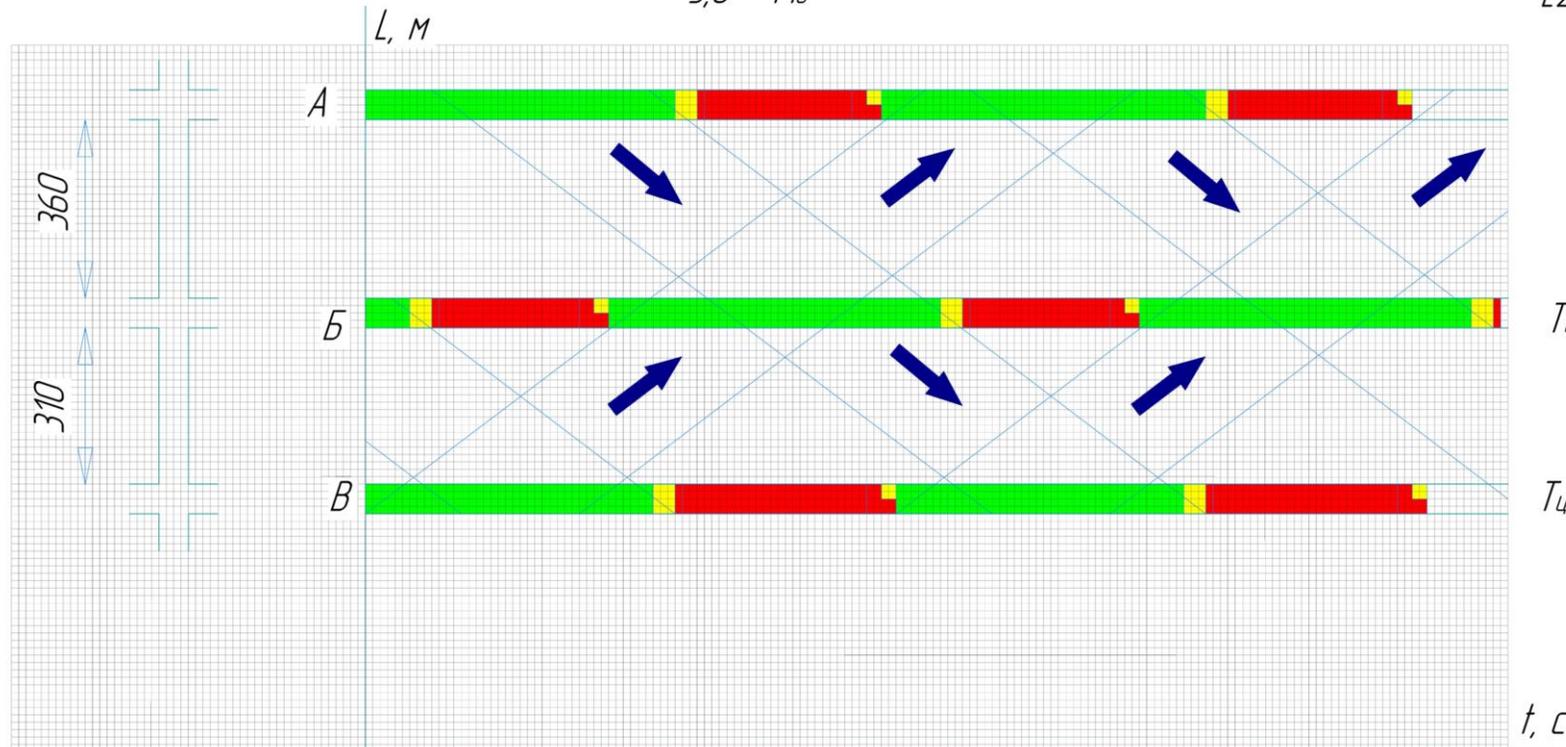
$$V_p = 40 \text{ км/ч.}$$

$$M_z = 10 \text{ сек в } 1 \text{ см.}$$

$$M_b = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.}$$

$$L_1 = 360 \text{ м.}$$

$$L_2 = 310 \text{ м.}$$



$$T_u = 44 + 4 + 20 + 4 = 72 \text{ с.}$$

$$T_u = 45 + 4 + 19 + 4 = 72 \text{ с.}$$

$$T_u = 39 + 4 + 25 + 4 = 72 \text{ с.}$$

t, с

Рисунок 3.6 – предлагаемая график координированного управления (ул. Малахова)

Построение графика координированного управления (Павловский тракт)

- А - Павловский тракт - ул. Трактовая
- Б - Павловский тракт - ул. Просторная (ключевой перекресток)
- В - Павловский тракт - ул. Власихинская
- Г - Павловский тракт - регулируемый пешеходный переход (ост. Арена)
- Д - Павловский тракт - ул. Солнечная поляна

Расчеты:
 $t_l = 0,4 * T_c = 0,4 * 69 = 28 \text{ с}$
 $t_{g a} = (V_p * M_2) / (3,6 * M\theta) \quad t_{g a} = (50 * 10) / (3,6 * 150)$
 $t_{g a} = 0,93 \quad a = 43$

Исходные данные:
 $T_c = 40 + 4 + 21 + 4 = 69 \text{ с}$
 $V_p = 50 \text{ км/ч}$
 $M_2 = 10 \text{ с в 1 см}$
 $M\theta = 150 \text{ м в 1 см}$
 $L_1 = 525 \text{ м}$
 $L_2 = 190 \text{ м}$
 $L_3 = 465 \text{ м}$
 $L_4 = 800 \text{ м}$

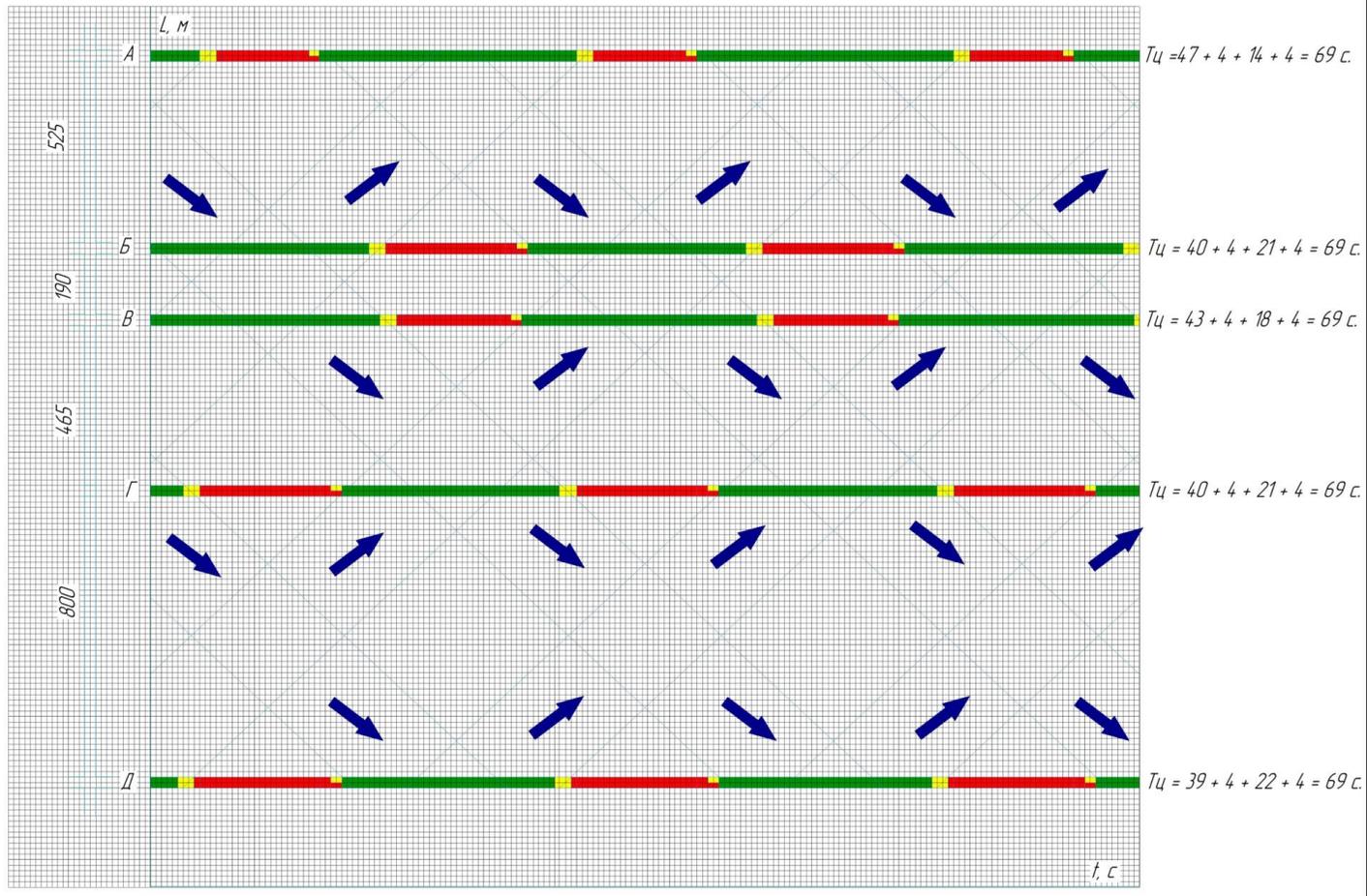


Рисунок 3.7 – предлагаемая график координированного управления (Павловский тракт)

Построение графика координированного управления (ул. Попова)

А – ул. Попова – ул. Юрина (ключевой перекресток)

Б – ул. Попова – регулируемый пешеходный переход (ост. Докучаево)

В – ул. Попова – ул. Георгия Исакова

Г – ул. Попова – регулируемый пешеходный переход (ост. Детская поликлиника)

Расчеты:

$$t_l = 0,4 * T_c = 0,4 * 77 = 31 \text{ с.}$$

$$tg \alpha = (V_p * M_z) / (3,6 * M_b) \quad tg \alpha = (50 * 10) / (3,6 * 150)$$

$$tg \alpha = 0,93 \quad \alpha = 43$$

Исходные данные:

$$T_c = 40 + 4 + 29 + 4 = 77 \text{ с.};$$

$$V_p = 50 \text{ км/ч.};$$

$$M_z = 10 \text{ с в } 1 \text{ см.};$$

$$M_b = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.};$$

$$L_1 = 90 \text{ м.};$$

$$L_2 = 420 \text{ м.};$$

$$L_3 = 230 \text{ м.}$$

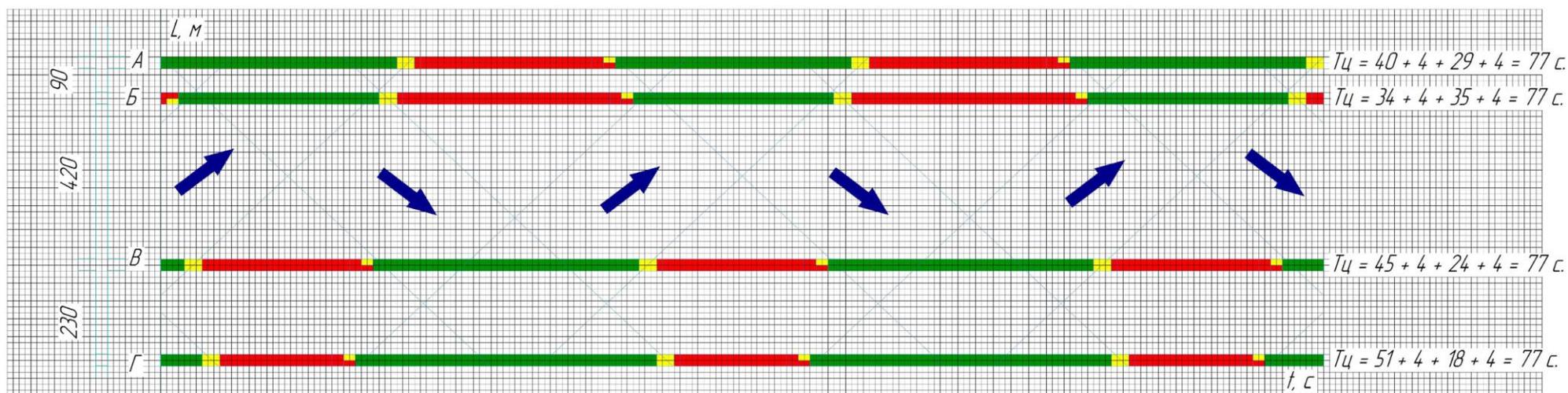


Рисунок 3.8 – предлагаемая график координированного управления (ул. Попова)

Построение графика координированного управления.
(ул. Северо-Западная)

А - ул. Северо-Западная - пр. Ленина (ключевой перекресток)
Б - ул. Северо-Западная - ул. 80 Гвардейской Дивизии
В - ул. Северо-Западная - ул. Смирнова

Расчеты :

$$t_n = 0,3 * 110 = 33 \text{ с.} \quad \text{tg } a = \frac{35 * 10}{3,6 * 150}$$

$$\text{tg } a = \frac{V_p * M_2}{3,6 * M_b} \quad \text{tg } a = 0,648 \quad a = 33$$

Исходные данные:
 $T_u = 36 + 4 + 66 + 4 = 110 \text{ с.}$
 $V_p = 35 \text{ км/ч.}$
 $M_2 = 10 \text{ сек в } 1 \text{ см.}$
 $M_b = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.}$
 $L1 = 600 \text{ м.}$
 $L2 = 274 \text{ м.}$

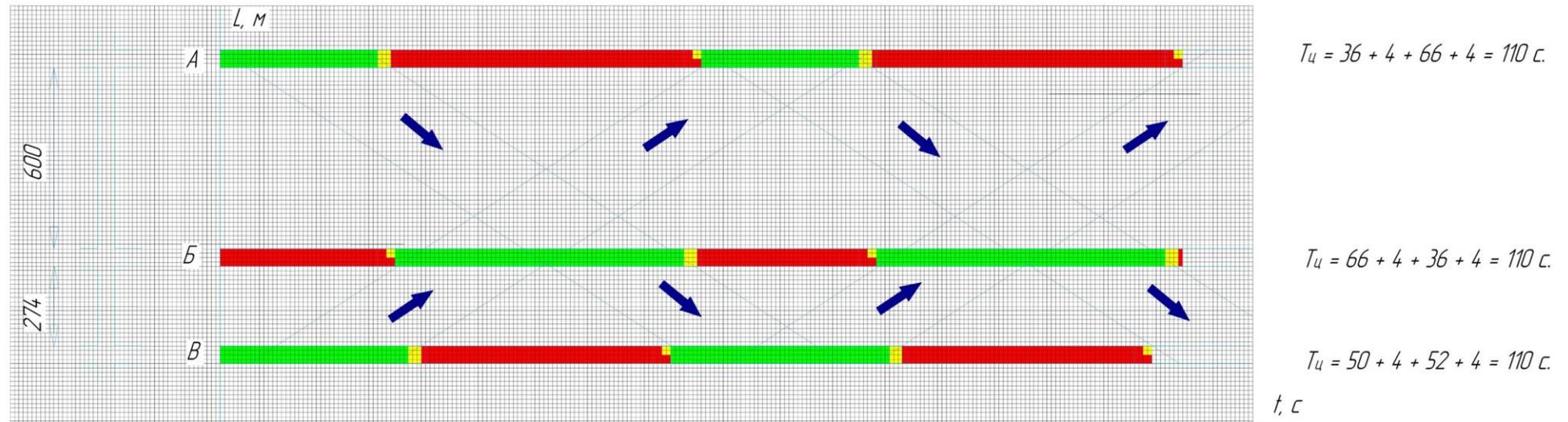


Рисунок 3.9 – предлагаемая график координированного управления (ул. Северо-Западная)

Построение графика координированного управления (ул. Советской армии)

*А – ул. Советской армии –
ул. Телефонная (ключевой перекресток)*

*Б – ул. Советской армии –
регулируемый пешеходный переход*

*В – ул. Советской армии –
пр. Коммунаров*

Расчеты:

$$t_{л} = 0,35 * T_{ц} = 0,35 * 57 = 20 \text{ с.}$$

$$\operatorname{tg} a = (V_p * M_2) / (3,6 * M_B) \quad \operatorname{tg} a = (40 * 10) / (3,6 * 150)$$

$$\operatorname{tg} a = 0,74 \quad a = 37$$

Исходные данные:

$$T_{ц} = 24 + 6 + 22 + 5 = 57 \text{ с.};$$

$$V_p = 40 \text{ км/ч.};$$

$$M_2 = 10 \text{ с в } 1 \text{ см.};$$

$$M_B = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.};$$

$$L_1 = 350 \text{ м.};$$

$$L_2 = 350 \text{ м.}$$

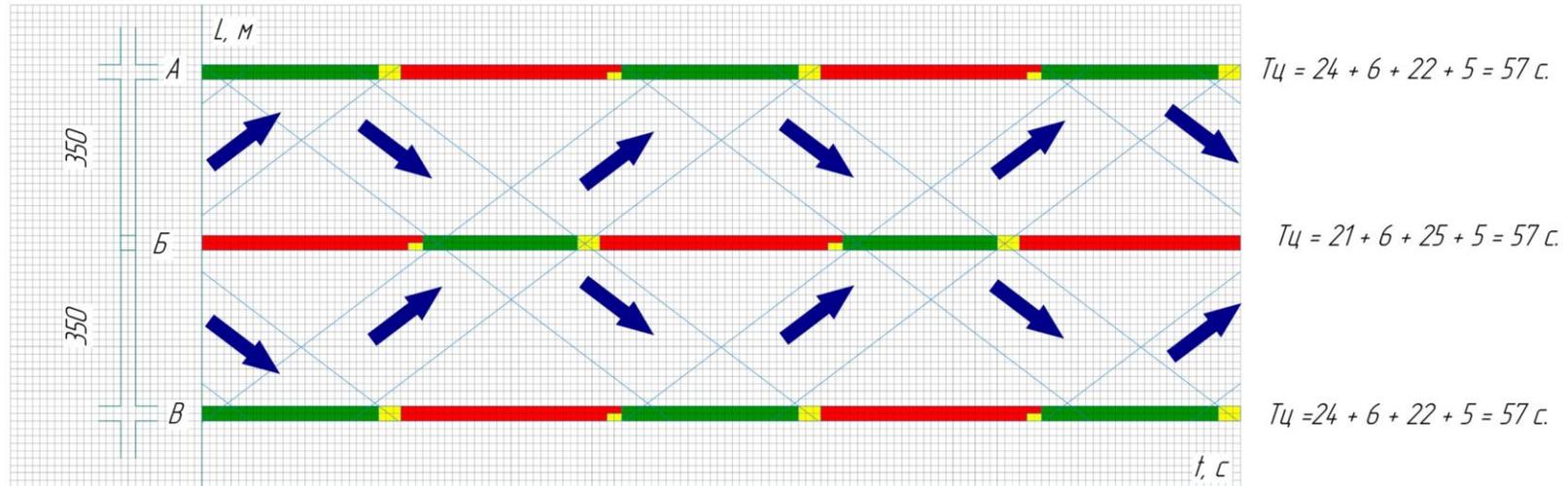


Рисунок 3.10 – предлагаемая график координированного управления (ул. Советской армии)

Построение графика координированного управления.
(пр. Строителей)

- А - пр. Строителей - пр. Социалистический
- Б - пр. Строителей - промежуточный (ключевой перекресток)
- В - пр. Строителей - пр. Красноармейский
- Г - пр. Строителей - пешеходный переход
- Д - пр. Строителей - ул. Ябринцева

Расчеты :

$$t_n = 0,3 * 109 = 32,7 = 33 \text{ с.} \quad \text{tg } a = \frac{40 * 10}{3,6 * 150}$$

$$\text{tg } a = \frac{V_p * M_2}{3,6 * M_b} \quad \text{tg } a = 0,74 \quad a = 37$$

Исходные данные:

$T_u = 78 + 5 + 21 + 5 = 109 \text{ с.}$
 $V_p = 40 \text{ км/ч.}$
 $M_2 = 10 \text{ сек в } 1 \text{ см.}$
 $M_b = 150 \text{ м в } 1 \text{ см.}$
 $L1 = 88 \text{ м.}$
 $L2 = 100 \text{ м.}$
 $L3 = 165 \text{ м.}$
 $L4 = 460 \text{ м.}$

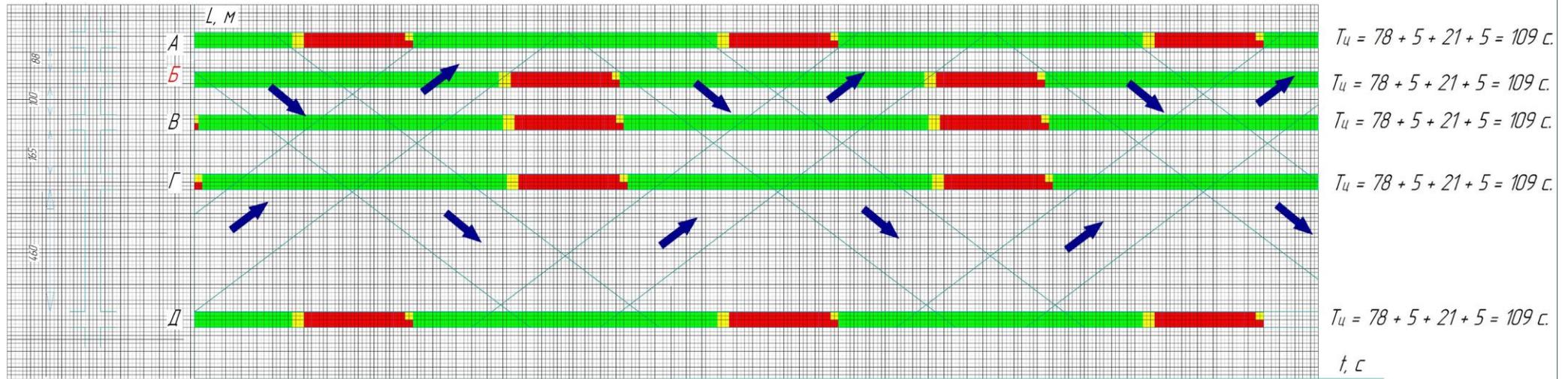


Рисунок 3.11 – предлагаемая график координированного управления (пр. Строителей).

На долгосрочную перспективу предлагается расширение зоны охвата системы ситуационного управления, более детальная проработка стратегий управления, внедрение локального адаптивного управления на других сложных участках, а также развертывание подсистем ИТС для более качественного мониторинга состояния транспортных потоков, реализации управления парковочным пространством, управления распределением потоков по сети, диспетчеризации пассажирского транспорта и других подсистем при соответствующем обосновании.

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МИКРОМОДЕЛИРОВАНИЯ

Перекресток Власихинская ул. – Лазурная ул.

Результаты анализа работы перекрестка, выполненного на основе микромоделирования, показывают, что разработанные мероприятия (уширение подхода Лазурной ул., устройство въезда в боковой проезд, устройство одностороннего движения по боковому проезду и др.) оказывают положительное влияние на условия движения транспорта. **Снижение среднего времени проезда через перекресток составило 27%.** Для повышения качества работы перекрестка после внедрения мероприятий рекомендуется произвести актуализацию режимов светофорного регулирования по текущему состоянию транспортной нагрузки для различных периодов

Перекресток ул. Попова – пр. Космонавтов

Результаты анализа работы перекрестка, выполненного на основе микромоделирования, показывают, что разработанные мероприятия (добавление пешеходных переходов через ул. Попова с обоих подходов.) не оказывают существенного влияния на условия движения транспорта, но позволят повысить безопасность движения.

Перекресток ул. Попова – Павловский тракт

Результаты анализа работы перекрестка, выполненного на основе микромоделирования, показывают, что разработанные мероприятия (уширение подхода ул. Попова со стороны ул. Энтузиастов, уширение подхода Павловского тракта со стороны ул. Малахова.) оказывают положительное влияние на условия движения транспорта. **Снижение среднего времени проезда через перекресток составило 8%.**

Перекресток пр. Строителей – Красноармейский пр. – Социалистический пр.

Результаты анализа работы перекрестка, выполненного на основе микромоделирования, показывают, что разработанные мероприятия (организация поворот налево с пр. Строителей на Красноармейский пр. для ОТ по выделенной полосе, изменение схемы поворота налево для автомобильного транспорта, перенос места для разворота по Красноармейскому пр. перед светофором, а также смещение пешеходного перехода) оказывают положительное влияние на условия движения транспорта, однако, условия движения остаются напряженными. **Снижение среднего времени проезда через перекресток составило 19%.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проработки данного раздела разработаны микромодели транспортных узлов г. Барнаул, смоделированы и проанализированы перспективные условия движения автотранспорта с учетом предлагаемых реконструктивных мероприятий.

Моделирование позволило разработать рекомендации по изменению режимов работы светофорной сигнализации в рассматриваемых транспортных узлах

Проведенное микромоделирование позволило определить сокращение потерь времени при проезде данных транспортных узлов в процентном отношении к существующей ситуации.