



INOPOLIS
UNIVERSITY

**«Интеллектуальные транспортные системы:
прошлое, настоящее, будущее»**

Холодов Ярослав
kholodov@crec.mipt.ru

Интеллектуальные Транспортные Системы

В последнее 10 лет словосочетание «Интеллектуальные Транспортные Системы» и соответствующие аббревиатуры — ИТС стали обычными в стратегических, политических и программно-целевых документах развитых стран.

При наличии определенных различий в толковании понятия ИТС в разных странах обобщающим может быть определение:

«Интеллектуальные транспортные системы — это системная интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта»

Идея ИТС, в своей основе, уже практически реализована в глобальном масштабе под руководством ИКАО в гражданской авиации.

Все воздушные суда имеют средства связи, автономной спутниковой навигации, системы автоматического пилотирования, предотвращения столкновений в воздухе, управления посадкой и др. Наземные службы располагают технологиями постоянного контроля и управления в условиях плотного и эшелонированного воздушного движения.

Мировой опыт и инструменты реализации ИТС

Начиная с 80-х годов большинство стран Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона и США целенаправленно и систематически продвигают ИТС в качестве центральной темы в осуществлении транспортной политики.

Япония — одна из первых стран в мире, которая в 1973 году приступила к проведению исследований по ИТС и реализации комплексной системы управления автомобильным транспортом.

В 1996 году пять министерств Японии, объединенных в Штаб, возглавляемый Премьер-министром, с участием академических кругов, промышленности, и специально созданной структуры «ИТС-Япония», начали реализовывать «Комплексный план для ИТС в Японии».

Фаза развития ИТС после 2010 года является заключительным периодом этого проекта и позиционируется как базовая система для достижения общенациональных эффектов.

В 2003 году обществом ИТС Япония был подготовлен еще один этапный документ – «Стратегия развития ИТС в Японии», в котором декларируется система трех «нулевых» целей:

1. Япония – зона нулевых потерь на дорогах;
2. Япония – зона нулевых задержек на дорогах;
3. Япония – зона комфортабельных транспортных условий (зона нулевых неудобств).

Мировой опыт и инструменты реализации ИТС

В **США** развитие ИТС базируется на национальных программах, реализуемых Министерством транспорта. В 1991 году Конгресс США впервые учредил, разработанную Минтрансом США, Федеральную программу — Пятилетний национальный программный план развития ИТС.

В 1996 году началась разработка Программы стандартов ИТС по списку критических интерфейсов.

В 1998 году началась разработка Научно-исследовательской программы ИТС и Программы развертывания ИТС, определена ведущая роль Минтранса США в продвижении интегрированной ИТС, созданы структуры федерального уровня.

Большинство государственных инициатив, таких как «Национальная архитектура ИТС», «Программа разработки стандартов», «Информационные системы и сети для коммерческих транспортных средств (CVISN)», «Программы общественного городского транспорта, мероприятия по безопасности пассажиров» и «Оценочная программа» создали основу, на которой в январе 2002 года построена «План-Программа Национальной интеллектуальной транспортной системы: Видение на 10 лет» и разработан критический интерфейс для взаимодействия на региональном, штатном и национальном уровнях. Учреждена «Национальная расчётная палата ИТС» для обмена информацией и формирования политики.

Таким образом, в США создана система постоянно обновляемых официальных стратегических и программных документов по развитию ИТС, которая охватывает все уровни планирования — от стратегического до текущего.

Мировой опыт и инструменты реализации ИТС

В **Азиатско-Тихоокеанском регионе**, дорожно-транспортные проблемы становятся все более и более серьезными из-за высокой концентрации населения в городах и резкого роста моторизации во многих странах.

В **Китае** Министерство коммуникаций приступило к развитию ИТС в 1997 году с создания лаборатории и Национального центра инжиниринга и технологий ИТС. Центр представляет команду исследователей из 40 различных институтов.

В 2000 году Министерство науки и техники и более 10 заинтересованных министерств и комиссий совместно учредили Национальную группу по координации ИТС и Национальный офис ключевых проектов и предприятие ИТС-технологий, подведомственными Центру ИТС.

В 2003 году создан «Китайский Национальный технический комитет по стандартизации ИТС», в 2007 году принята «Стратегия развития ИТС Китая». Созданы институциональные основы для поэтапного и планомерного развития ИТС.

Развитие ИТС в Китае осуществляется на плановой основе под полным контролем государства. Соответствующие задания на разработку и внедрение ИТС-сервисов отражаются в пятилетних планах развития экономики.

Первоочередные проекты ИТС в Китае реализованы в системе сбора платежей на платных дорогах, что тесно связано с политикой развития сети скоростных автодорог страны. К декабрю 2006 г. запущено 160 систем электронной оплаты пошлин на 64 скоростных автомагистралях с общей протяженностью 3200 километров.

Мировой опыт и инструменты реализации ИТС

Европейский Союз в 2006 году принял политический документ «Европа в движении. Устойчивая мобильность для нашего континента», в котором выдвинута Концепция интеллектуальной мобильности (intelligent mobility). Отмечается, что в долгосрочном периоде автомобили, поезда или суда должны иметь столь же развитое оборудование связи, навигации и управления, что и самолеты.

В феврале 2009 года Комиссия ЕС выпуском **ЗЕЛеной Книги** «TEN-T: Обзор стратегии» начала процесс фундаментального пересмотра политики Трансъевропейской транспортной сети, определив конечной целью своей политики формирование единой мультимодальной сети.

Вводится новый Концептуальный принцип развития приоритетной транспортной сети взамен действующего принципа приоритетных проектов, что инициирует процесс интеграции сетей и более системное использование узловых соединений (где чаще всего возникают заторы) — морских и воздушных портов в качестве пунктов входа в сеть и основных пунктов межмодального соединения.

ИТС отводится роль мостового соединения между жесткой инфраструктурой и интеллектуальным транспортом, ключа к достижению целей транспортной политики.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СВОДКА

- 1967 Первое применение системы Транзит на основе Оптимизации Дорожного Плана (Великобритания)
- 1969 Первая Иерархическая Система Управления Дорожным Движением в Мадриде и Барселоне
- 1979 Первое использование SCOOT в г. Ковентри (Великобритания)
- 1982 Первое применение SCATS в Сиднее (Австралия)
- 1990 Первый MOT в Мадриде
- 2001 Первое использование ADIMOT в Мадриде (2001)

АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ПО ВСЕМУ МИРУ



Сфера активного развития ИТС

Реализация ИТС глобальном масштабе стала возможной только в условиях когда нет проблем с дешевой передачей значительных объемов цифровой информации в реальном времени в любой точке транспортной сети.

Сегодня наиболее активно развиваются базовые технологии для **транспортной инфраструктуры**:

1. Управление движением на автомагистралях
2. Электронные системы оплаты транспортных услуг
3. Управление при чрезвычайных обстоятельствах
4. Контроль погоды на автодорогах
5. Управление общественным транспортом
6. Информация для участников движения

Интеллектуальные системы для **транспортных средств**:

1. Системы предотвращения столкновения
2. Системы уведомления о столкновении (Эра Глонасс)
3. Навигационные системы помощи водителю

Сфера активного развития ИТС

Одно из основных направлений развития ИТС в Европе, США и Японии, которое активно продвигается последние 15 лет — реализация концепции **интеллектуального автомобиля**.

В настоящее время уже находятся в продаже или проходят полигонные испытания более десяти типов бортовых ИТС:

1. Система поддержания дистанции в плотном транспортном потоке;
2. Система удержания автомобиля на полосе;
3. Система оповещения об усталости (дремоте) водителя;
4. Система предотвращения боковых столкновений;
5. Система удержания автомобиля при движении в повороте.

Бортовые ИТС реализуют, как минимум, четыре функции:

1. Оказывают водителю помощь в предвидении дорожной обстановки;
2. Побуждают его к действиям по предотвращению опасной ситуации;
3. Снижают утомляемость водителя, принимая часть нагрузки по управлению автомобилем на себя;
4. Автоматически берут управление на себя, если водитель самостоятельно не смог выполнить необходимые действия по предотвращению ДТП, либо снижая тяжесть его последствий.

СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

В настоящее время в России достаточно активно разрабатываются отдельные разрозненные элементы ИТС, что диктуется текущими потребностями рынка, а не долговременной стратегией. Наблюдается четыре процесса, связанных с развитием ИТС:

1. Разработка различными предприятиями и организациями собственных моделей ИТС;
2. Адаптация зарубежной и отечественной радиоэлектронной аппаратуры;
3. Предоставление локальных услуг (в основном мониторинга и дистанционной охраны автотранспорта) на основе разработок зарубежных фирм;
4. Широкая продажа бортовых комплексов сухопутной навигации и комплектующих.

В области ИТС действует около 200 государственных и частных предприятий (производители, интеграторы, сервисные фирмы, провайдеры, дилеры), деятельность которых никак не координируется и не регламентируется в государственном масштабе.

Каждый из видов транспорта развивает корпоративные информационные системы, направленные исключительно на решение внутренних задач, а не на интеграцию с информационными системами смежных видов транспорта.

СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Современное состояние рынка ИТС в России отличает разрозненность, фрагментарность, отсутствие национальных стандартов, несистемные контакты (а практически отсутствие таковых) с международными Ассоциациями ИТС.

Стихийное развитие локальных и корпоративных систем формирует среду, когда интеграция в Единую интеллектуальную транспортную систему России окажется технически невозможной.

Существующие проекты разрозненных элементов российских систем ИТС, в силу несогласованности с международными стандартами могут спровоцировать переключение международных транзитных перевозок в обход территории России.

Возрастание объёмов грузопассажирских перевозок неизбежно приводит к нарастанию глобальных проблем:

1. Чрезвычайно высокому уровню аварийности и количества человеческих жертв на транспорте
2. Недопустимо большой нагрузке на окружающую среду,
3. Резкому снижению эффективности перевозок («пробки», задержки).

СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Ежегодно в России в результате ДТП погибает порядка 30 тыс. человек и получают травмы более 250 тыс. человек.

Тяжесть дорожно-транспортных происшествий составляет 14,0 (человек погибших на 100 пострадавших в ДТП), тогда как в развитых странах Европы, Японии и США этот показатель не превышает 2,0.

Из-за несвоевременного реагирования экстренных служб для оказания необходимой медицинской и технической помощи на месте происшествия погибают 56% пострадавших.

В 93 случаях из 100 причиной аварий становятся неправильные действия участников дорожного движения.

Ущерб экономики в результате ДТП оценивается в 2.6% ВВП, что составляет порядка 476 млрд. руб.

До 80% общероссийских объёмов грузовых перевозок осуществляется автотранспортом через территории крупных городов, резко увеличивая количество заторов в улично-дорожной сети.

УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В МОСКВЕ



СИТУАЦИЯ НА СЕГОДНЯ

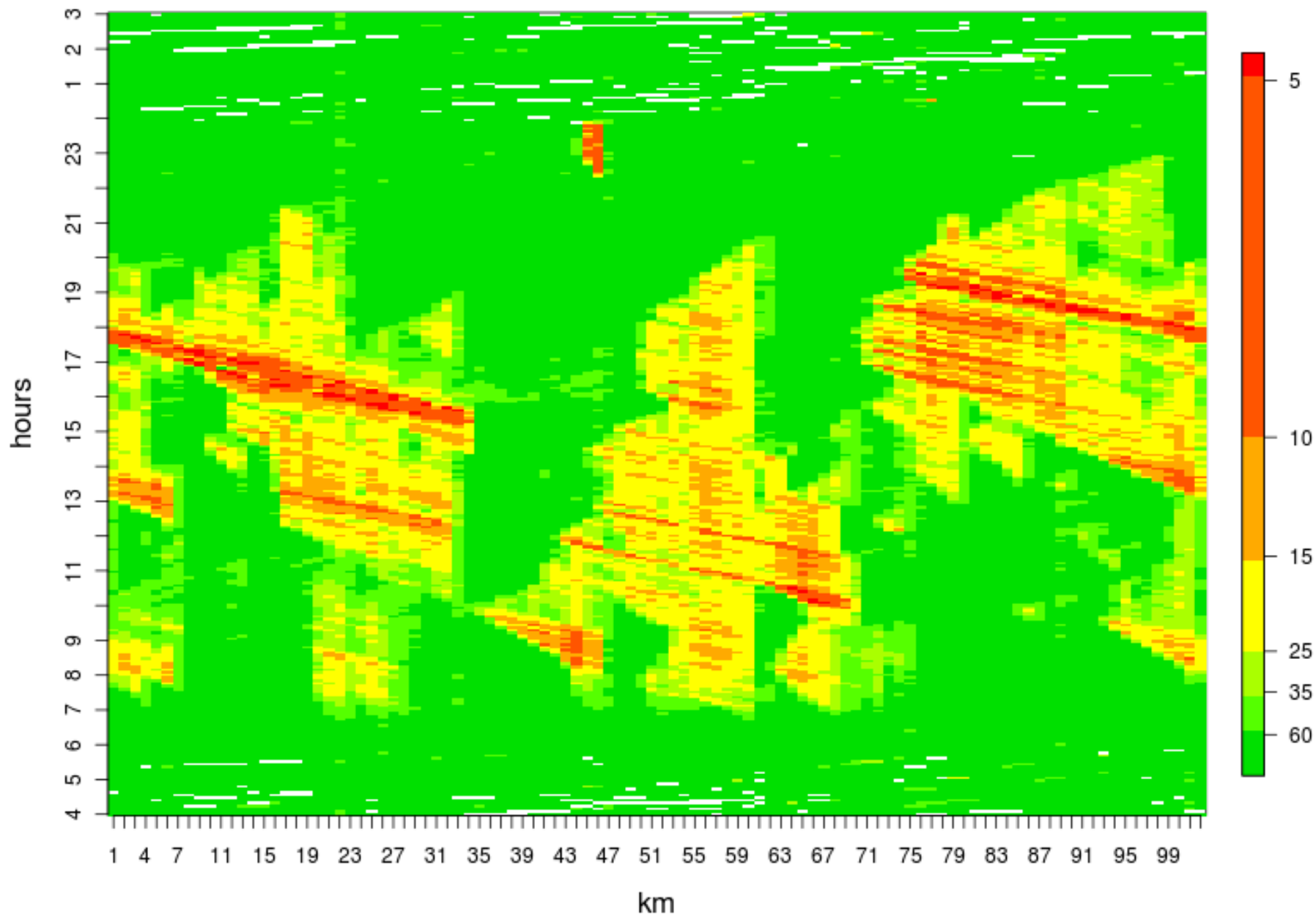
ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ



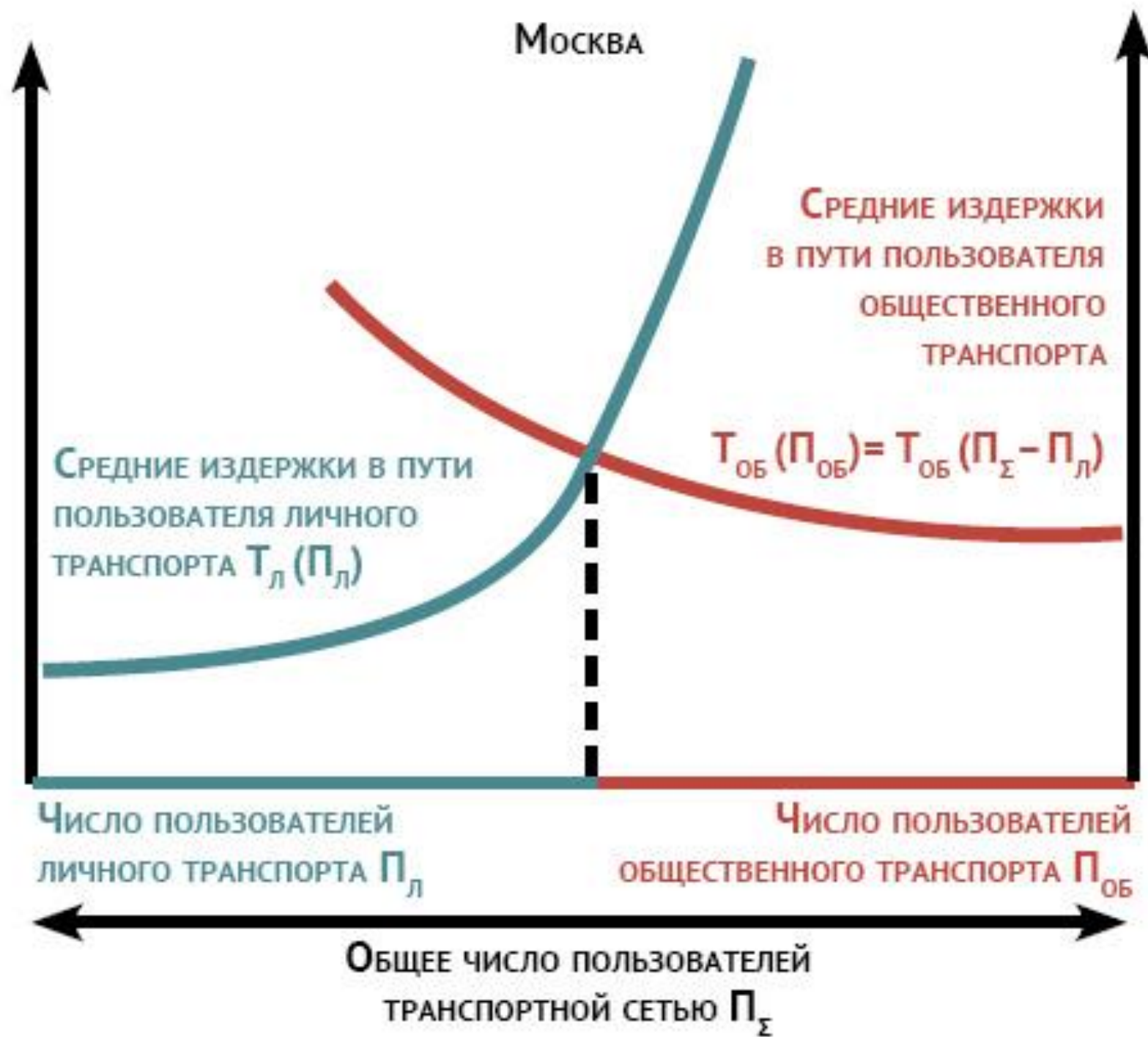
АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В МОСКВЕ НА СЕГОДНЯ

- Несколько перекрестков, которые уже централизованы, (приблизительно 400) не могут поддерживать адаптационные стратегии
- Устаревшее локальное оборудование, у которого закончился срок эксплуатации
- Старые мастер контроллеры, основанные на устаревших технологиях
- Небольшая скорость коммуникаций между центром управления и мастер контроллерами
- Центр управления с устаревшими IT технологиями, не поддерживающими адаптационные стратегии или интеллектуальное объединение дорожных планов
- Неудобные в использовании интерфейсы
- Отсутствие координации с общественным транспортом и аварийными службами

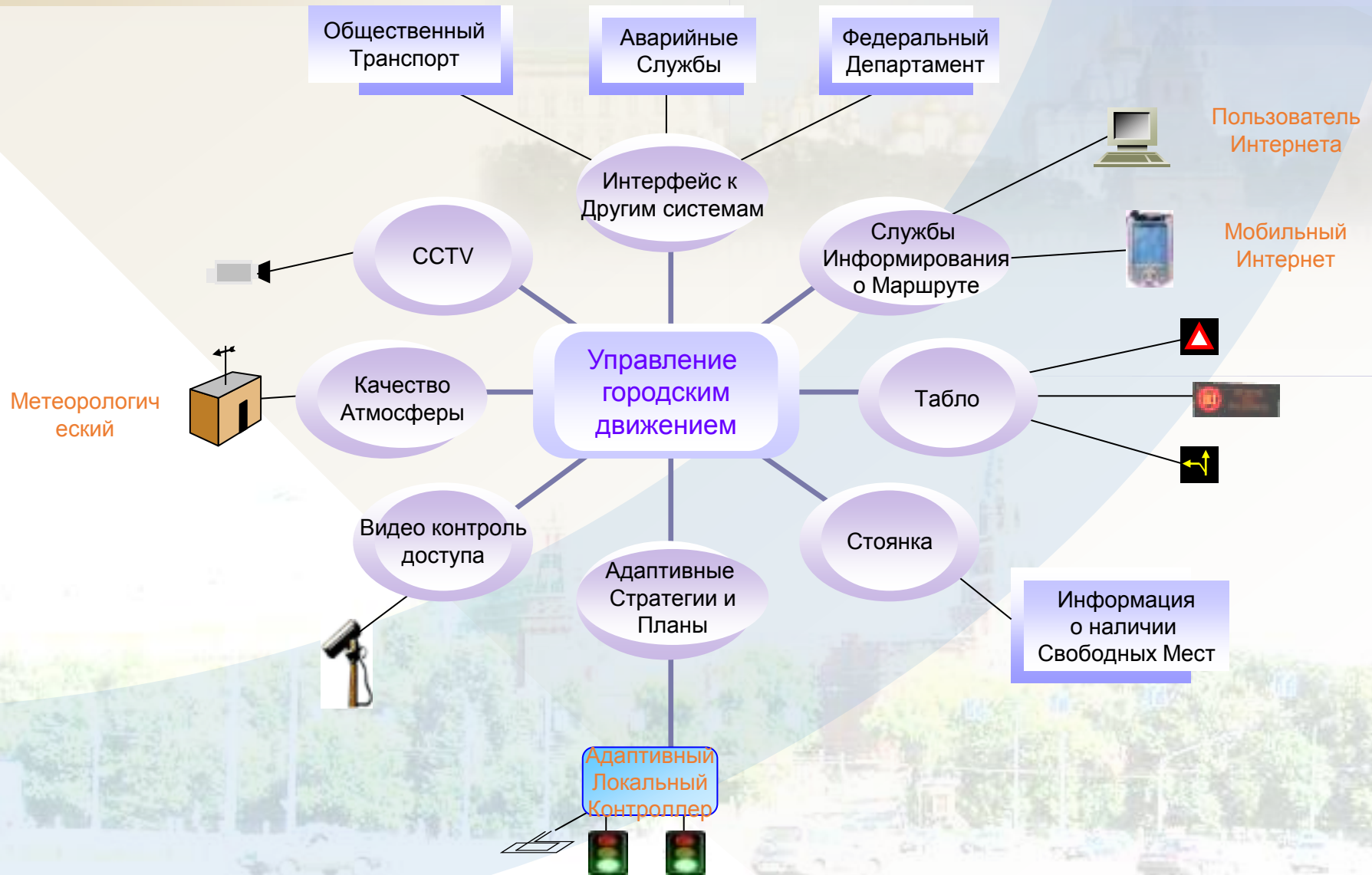
Один типичный будней день в жизни МКАД



МОСКВА



ЗАВЕРШЕННАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА

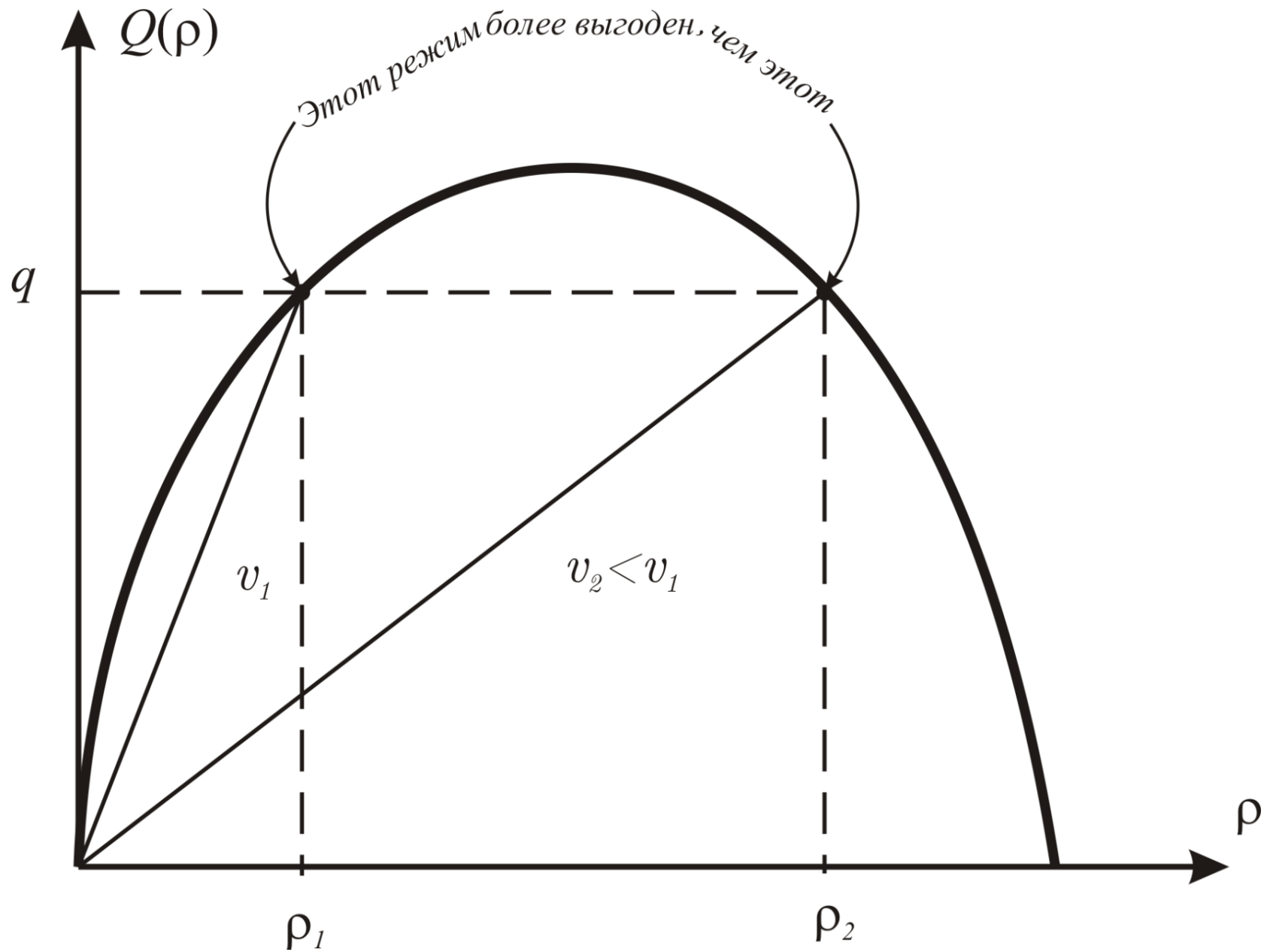


ЗАДАЧИ МОСКВЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

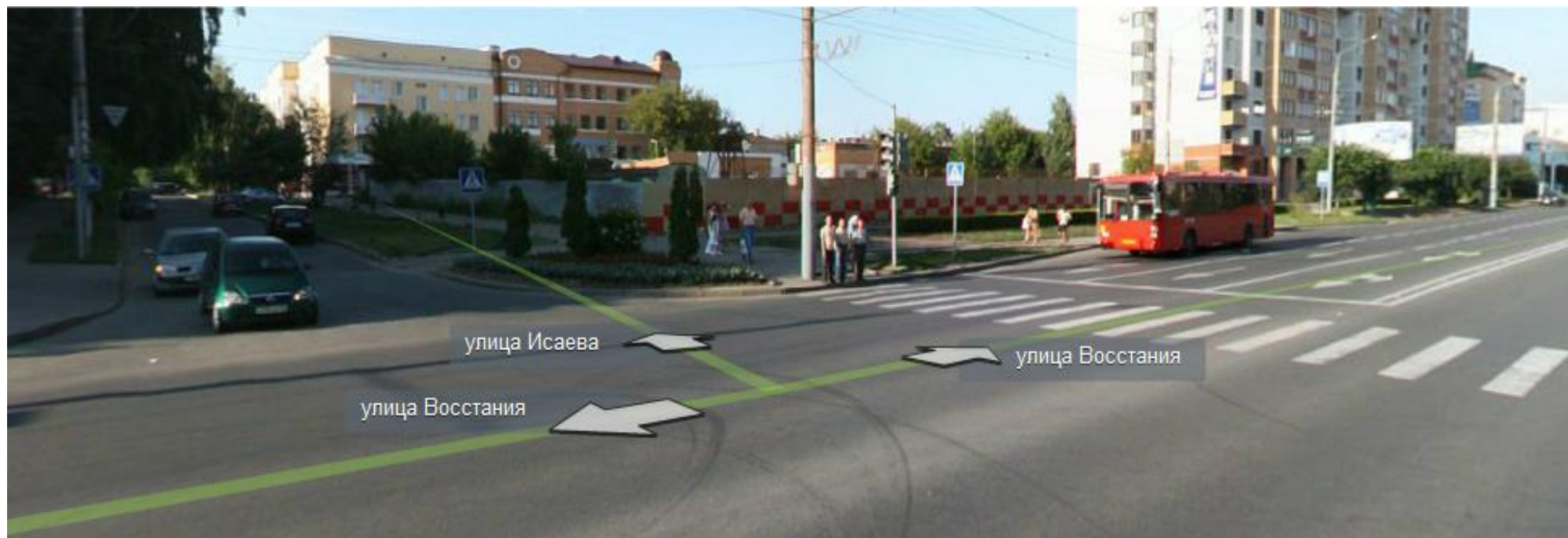
- Оптимизировать дорожный поток, сократив время в пути.
- Управление заторами.
- Оптимизировать зависимости между общественным и частным транспортом.
- Внедрить стратегии для общественного транспорта.
- Информация для пользователей общественного и частного транспорта.
- Улучшить управление чрезвычайными ситуациями.
- Улучшить окружающую обстановку
- Улучшить безопасность движения
- Сократить потребление топлива

Адаптивное управление

Как оптимально управлять транспортными потоками?

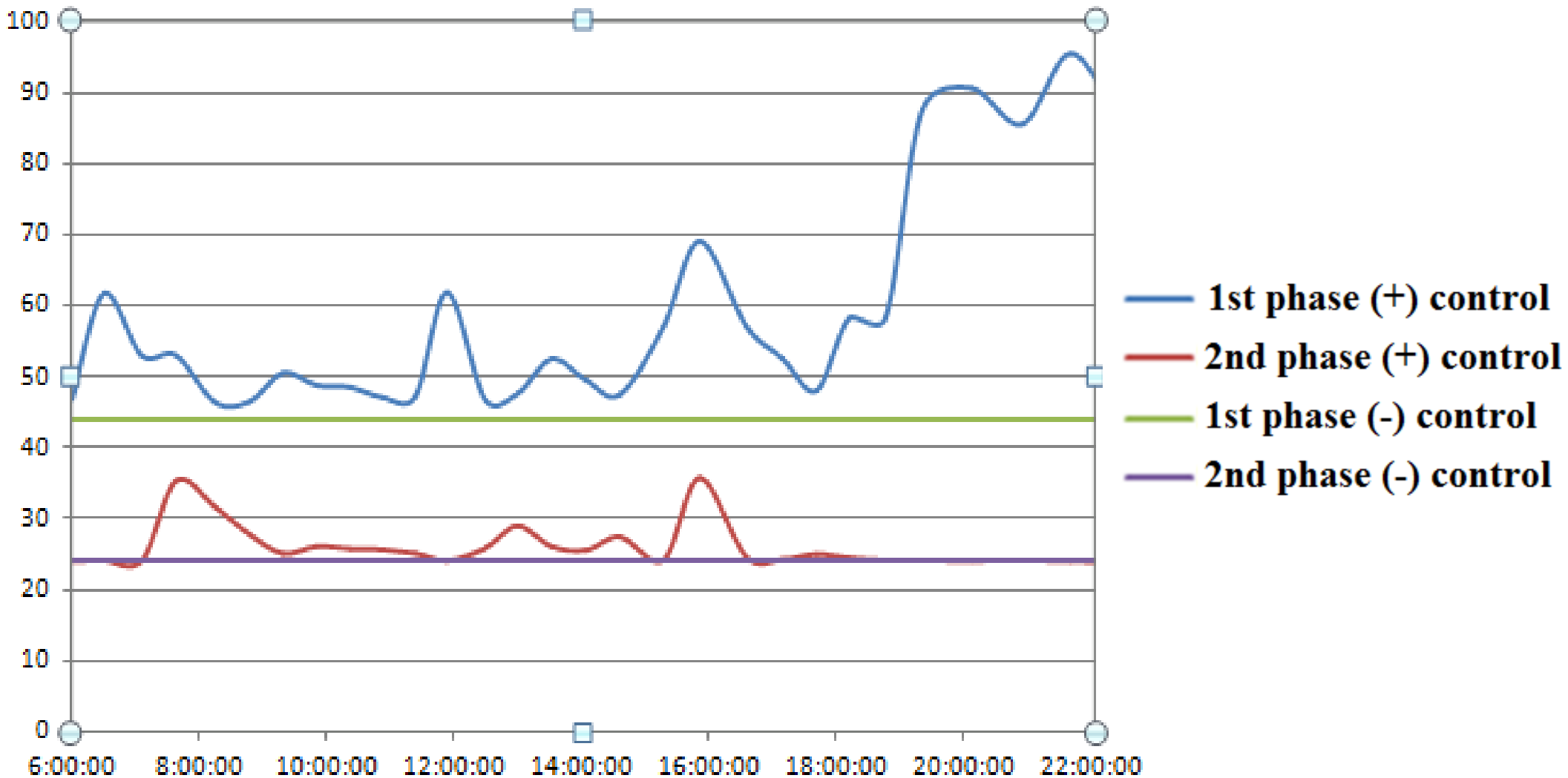


Адаптивное светофорное регулирование



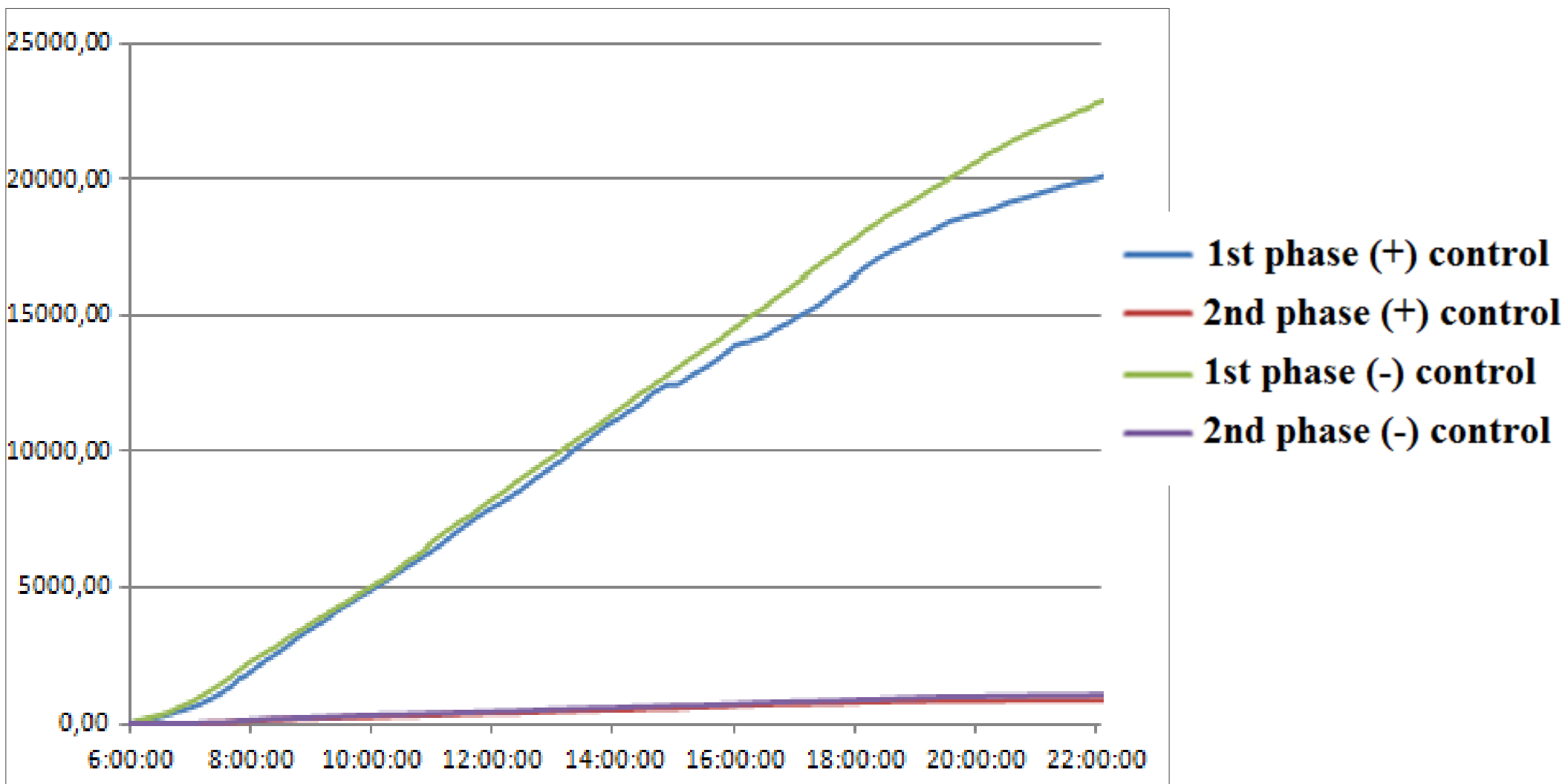
Были реализованы пилотный проект по адаптивному регулированию на перекрестке улиц Восстания и Исаева в Казани. Это Т-образные перекресток, в котором ул. Восстания является основным направлением.

Адаптивное светофорное регулирование



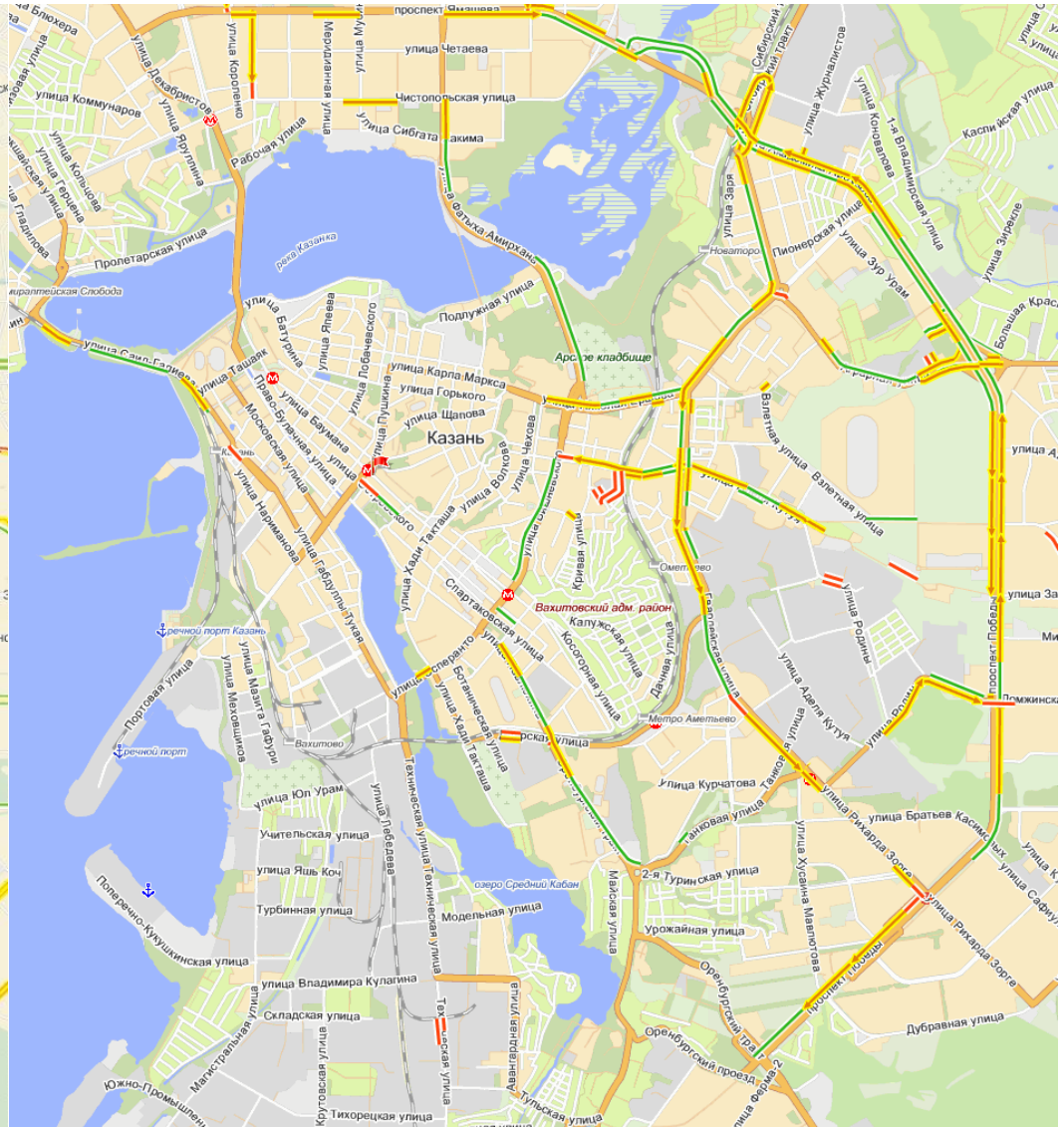
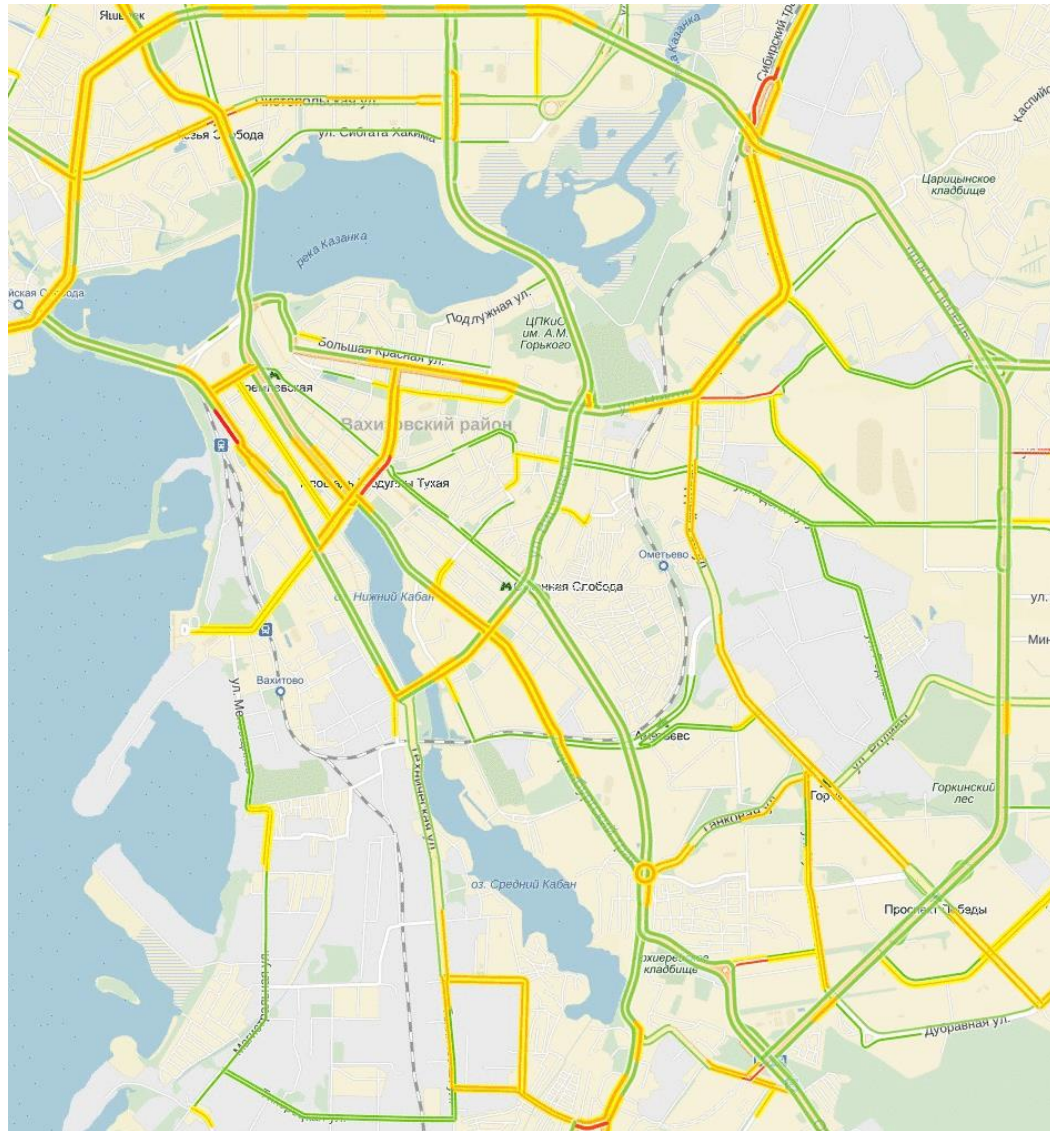
Длительность фаз для основного и вторичного направлений движения

Адаптивное светофорное регулирование



Адаптивное управление сократило очереди на 15%.

Центр Казани: 2011, 2014 гг.



Адаптивное светофорное регулирование

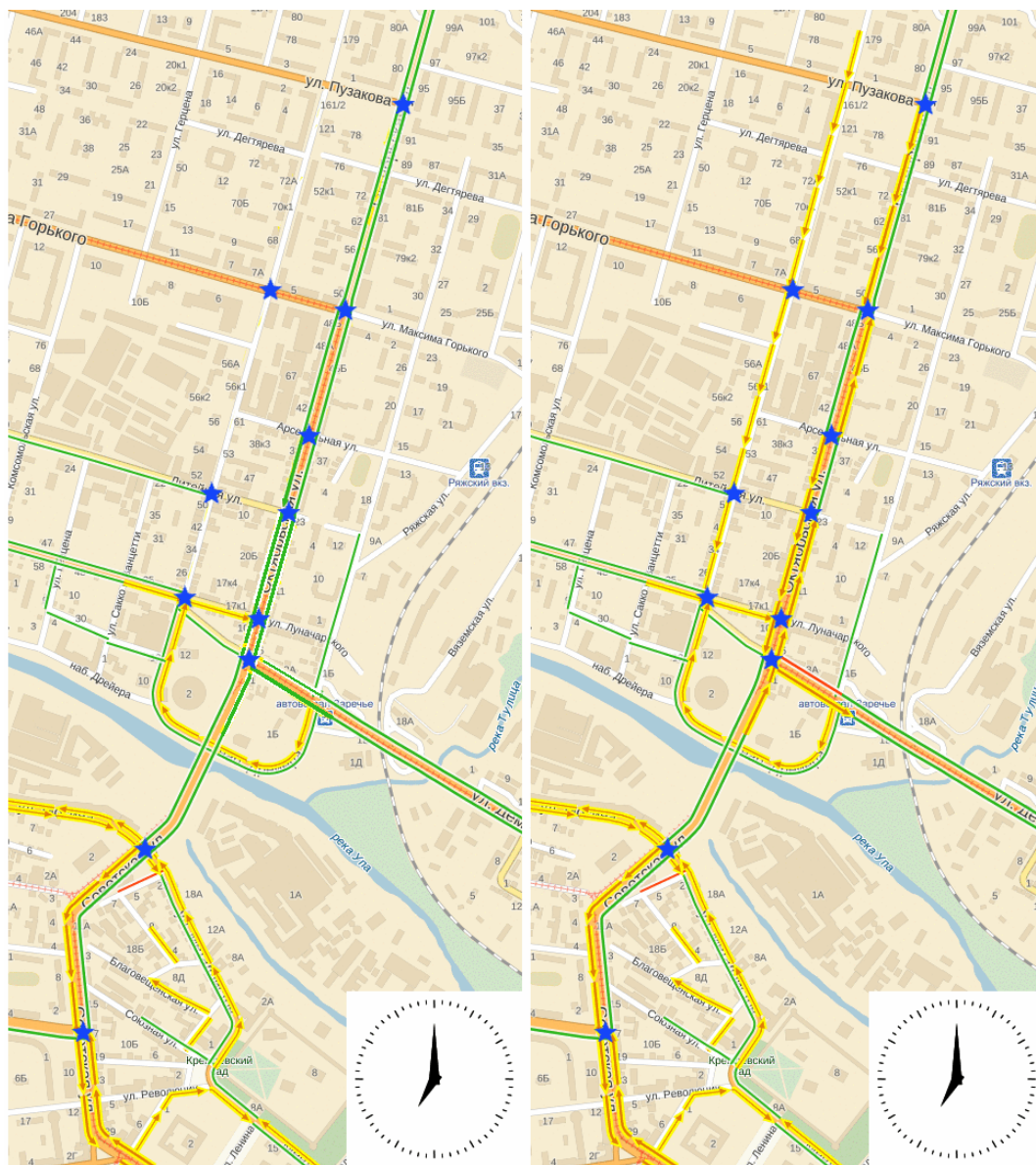
Control mode:

For each phase we have to find 2 flows: Q_i - maximum possible total flow in all directions and q_i - current total flux in all directions, then calculated:

- 1) $\sum_i \frac{q_i}{Q_i} \leq 1$ } 1) The queue are not formed. Minimize the periods of the phases by keeping the ratio of the time periods the same as the ratio of traffic flows.
- 2) $\sum_i \frac{q_i}{Q_i} > 1$ } 2) Queue are formed – it is necessary to minimize the maximum waiting time in a queue. To do this, we minimize the maximum length of the queue L_i in all directions of the movement by changing the duration of the phase in the period T of the traffic light:

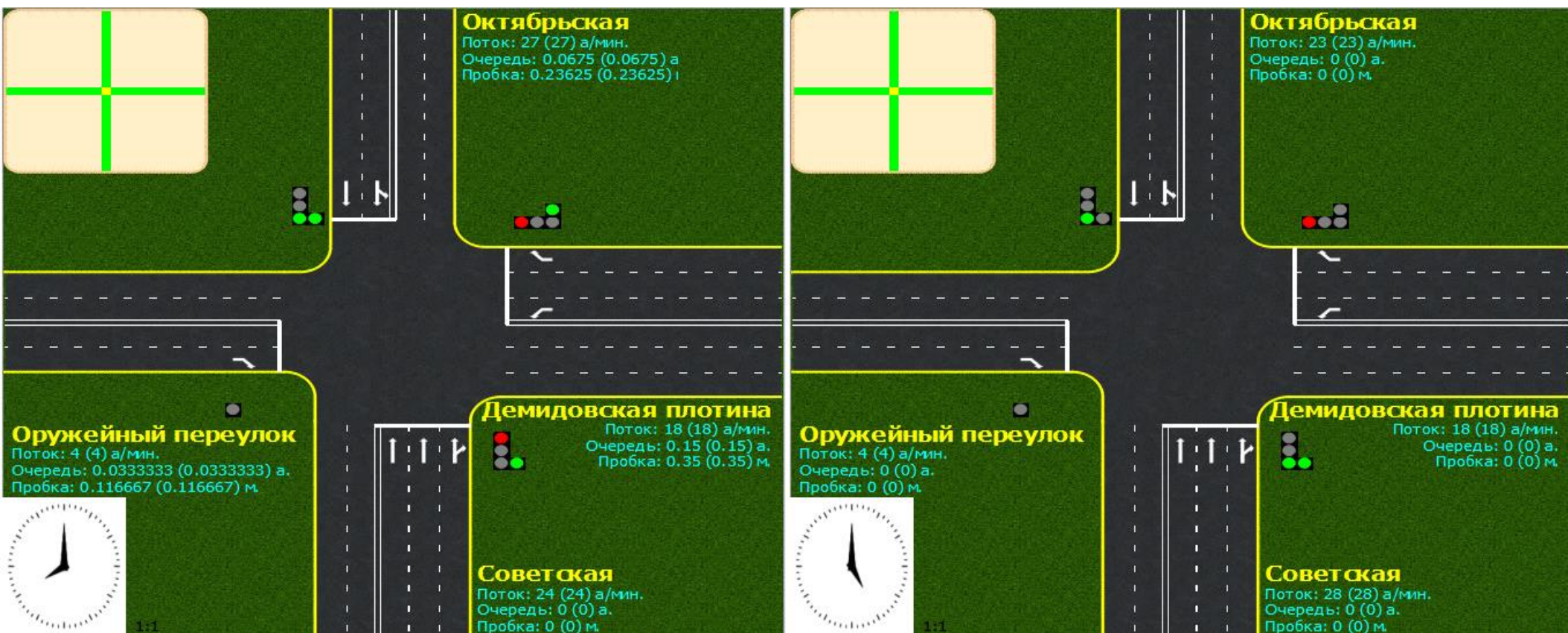
$$\left\{ \begin{array}{l} \min_{t_i} (L_{\max}) = \min_{t_i} \left(\max_i \left((T - t_i) q_i - t_i Q_i \right) \right) \\ T = \sum_i t_i, \quad t_{i,\min} \leq t_i \leq t_{i,\max} \end{array} \right.$$

Город Тула ул. Оружейная – Советская



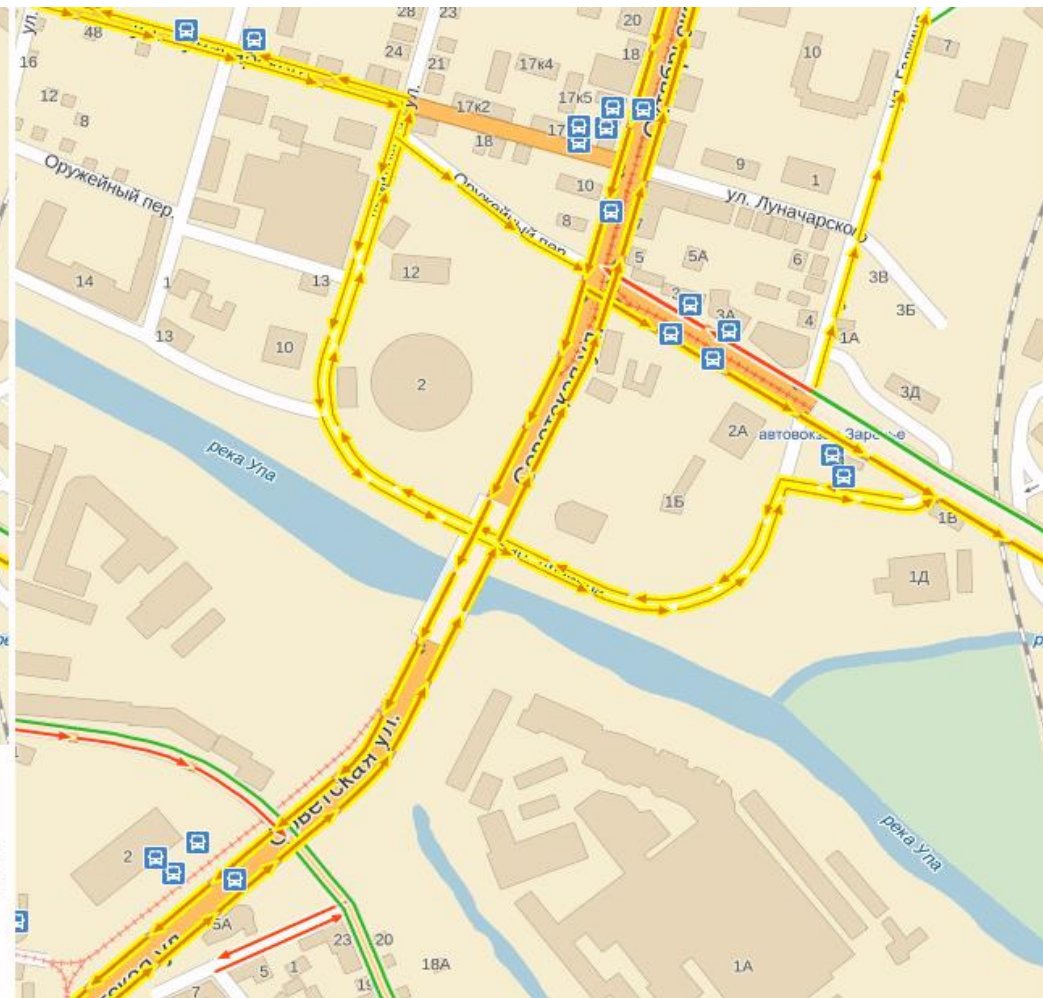
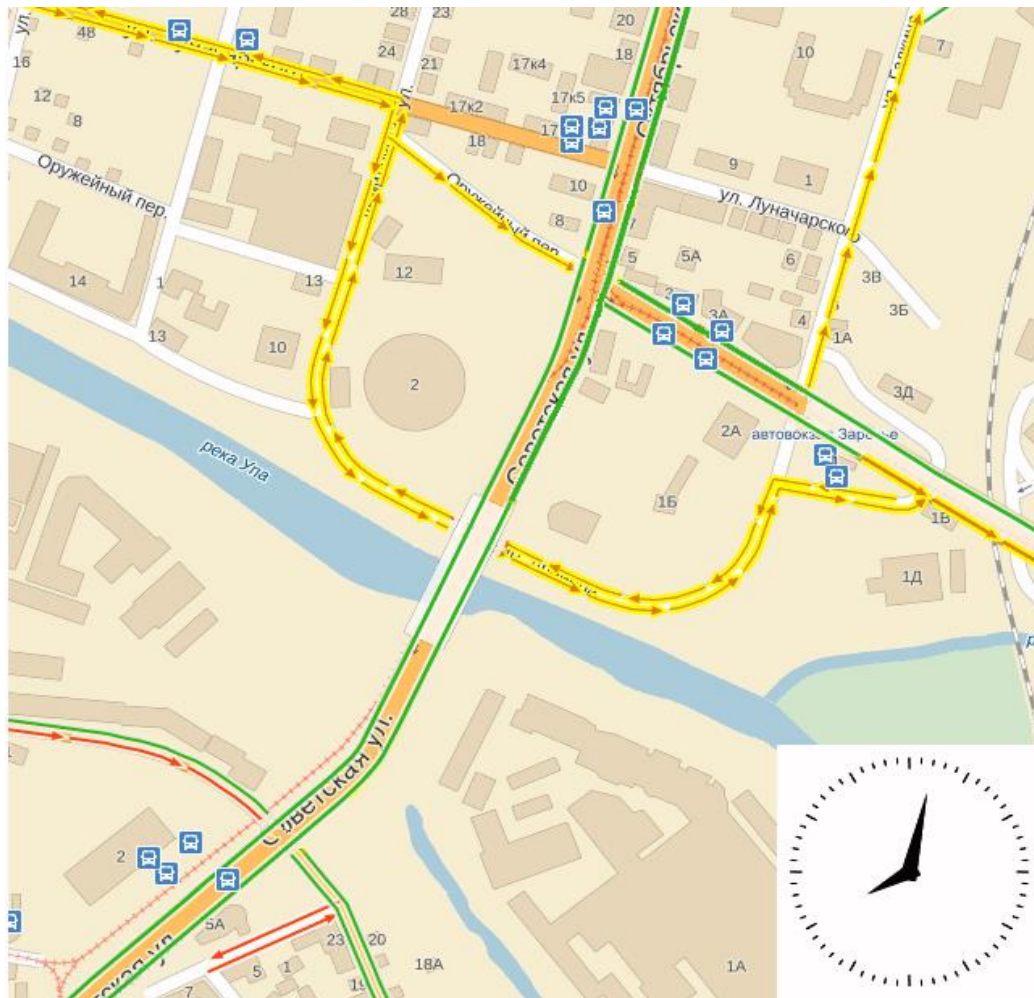
В данном проекте моделировалось управление транспортными потоками на зональном уровне с 7.00 до 11.00 утра для координированной работы светофоров на транспортном участке вдоль улиц: Октябрьская, Советская и Демидовская от перекрестка с ул. М. Горького до перекрестка с Красноармейским пр. Через управление светофорами осуществляется контроль движения транспорта на 11 перекрестках. Это позволяет при сохранении интенсивности транспортных потоков перевести движение на данном участке в более выгодный режим с большей скоростью.

Результаты на перекрёстке ул. Октябрьская–Советская и Демидовская плотина

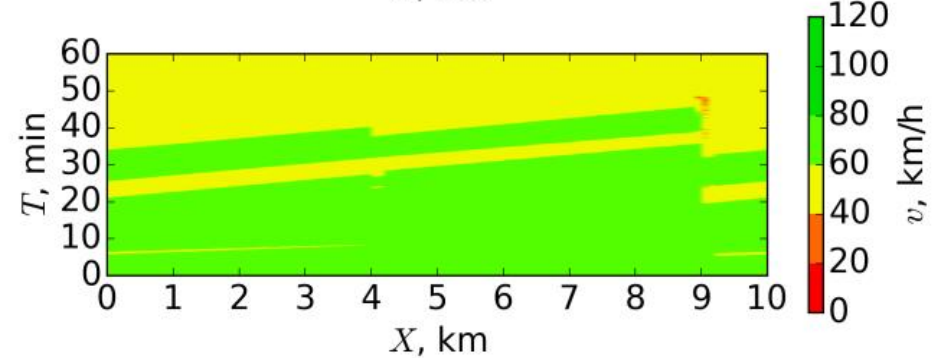
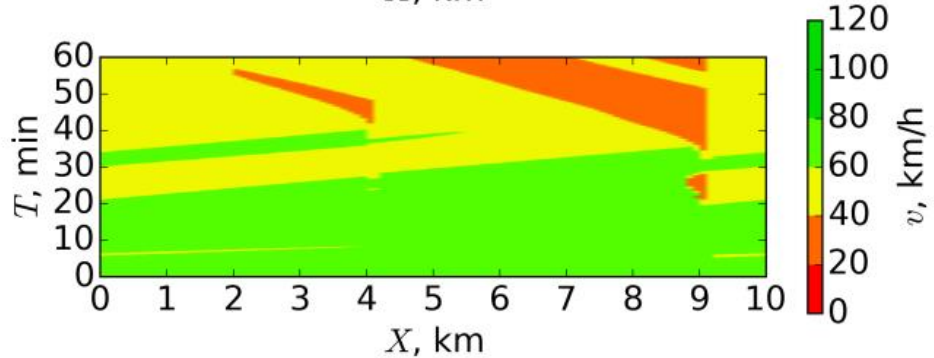
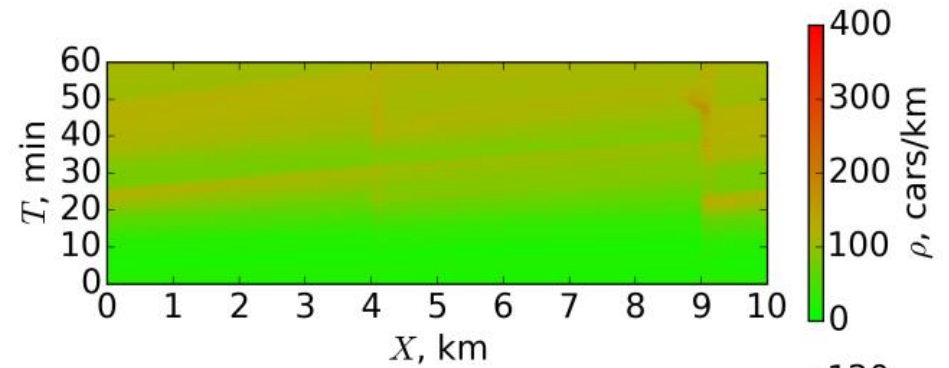
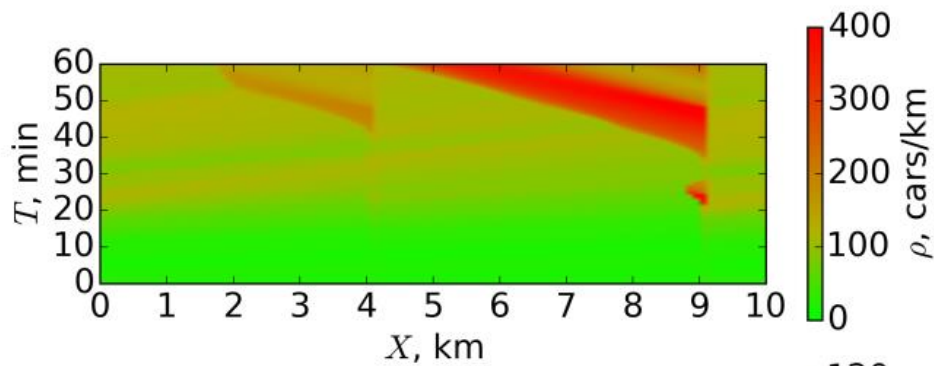


Ключевым перекрестком данной группы является пересечение ул. Октябрьская–Советская и Демидовская плотина. Именно его фазы, полученные в результате адаптивного управления, должны использоваться остальными светофорами группы с соответствующими временными сдвигами.

Результаты на перекрёстке ул. Октябрьская–Советская и Демидовская плотина



Кольцевая дорога с адаптивным регулированием



Без управления:

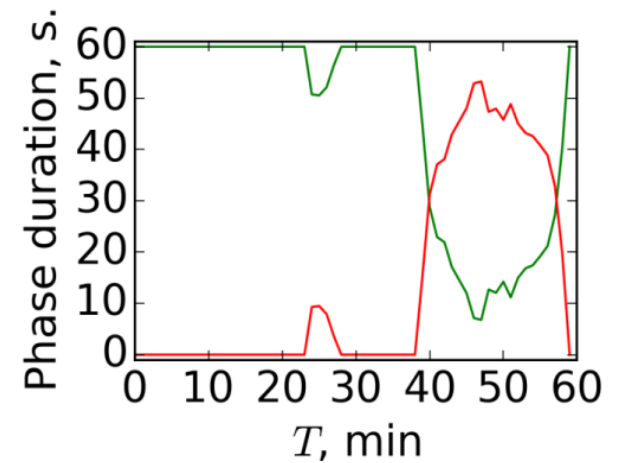
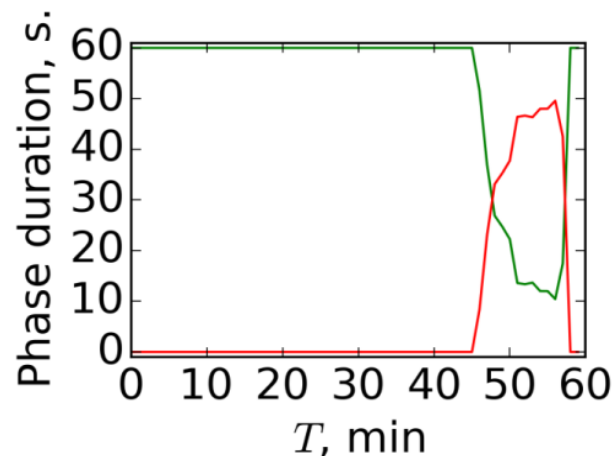
Т зелен = 60 секунд

Т красн = 0 секунд

С управлением:

Т зелен = 10-60 секунд

Т красн = 0-50 секунд



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В мировой практике ИТС признаны как общетранспортная идеология интеграции достижений телематики во все виды транспортной деятельности для решения проблем экономического и социального характера.
2. Разработки и развертывание ИТС — это потенциально эффективный конкурентоспособный инновационный бизнес и стимул развития нового высокотехнологичного сектора промышленности.
3. Механизмы реализации отличаются в разных странах, однако ключевые компоненты одинаковы везде. При наличии апробированной в мире общей концепции развития ИТС, все страны имеют свои Национальные концепции и приоритетные Программы развертывания ИТС.
4. Внедрение ИТС носит стратегический характер, определяет в целом конкурентоспособность каждой страны на мировом рынке и в связи со значительной капиталоемкостью не реализуема без непосредственного участия государства.
5. Партнерство Правительства, бизнеса, науки и общественности являются ключом к успешному развитию ИТС.
6. Необходим серьезный акцент на демонстрационных проектах ИТС для их популяризации в обществе и маркетинге возможностей промышленности.