

## Отчет о тестировании КАСУДД SCATS на пилотном участке Балаклавского проспекта в г. Москве

### Введение.

В ноябре 2012г. в рамках реализации пилотного проекта КАСУДД SCATS<sup>1</sup> на четырех перекрестках Балаклавского проспекта<sup>2</sup> были установлены дорожные контроллеры производства компании QTC (Австралия).

Новые контроллеры были установлены рядом с существующими, без их демонтажа. Была произведена коммутация электропитания, цепей светофоров и выносных пультов управления посредством кабельных перемычек от существующих контроллеров на новые. Перевод управления светофорами на перекрестках производится посредством отключения цепей питания на одном контроллере с одновременным включением их на другом.

Также на перекрестках были смонтированы видео-детекторы транспорта (камеры видеонаблюдения, фиксирующие наличие транспортных средств в каждой полосе перед стоп-линией) и кнопки вызова фазы пешеходного перехода.

В период времени с ноября 2012г. по январь 2013г. новые контроллеры работали в том же режиме, что и существующие, по фиксированным планам-графикам, согласно утвержденных схем организации дорожного движения. В течение этого времени производились: монтаж и настройка детекторов, пешеходных кнопок, оборудования для организации каналов связи, интеграция с пультами управления, тестирование и отладка системы в целом.

С 1 февраля 2013г. система была переведена в полностью координированное адаптивное управление. Связь с сервером управления осуществлялась по 3G каналам.

В периоды с 26 февраля по 6 марта а также с 16 по 18 апреля 2013г. были произведены замеры характеристик дорожного движения на пилотном участке, на основании которых сделана оценка эффективности КАСУДД SCATS в сравнении с изолированным режимом работы контроллеров по фиксированным планам-графикам.

В настоящем отчете приведена методология сбора данных, произведен анализ данных, полученных в результате тестирования, и сделаны соответствующие выводы.

---

<sup>1</sup> Координированная адаптивная система управления дорожным движением (Sydney coordinated adaptive traffic system – SCATS)

<sup>2</sup> Перечень перекрестков Балаклавского проспекта, занятых в КАСУДД SCATS

1. №2158 Балаклавский пр-т - ул. Чертановская
2. №2157 Балаклавский пр-т - ул. Азовская
3. №2277 Балаклавский пр-т, д. 32
4. №0868 Балаклавский пр-т - ул. Керченская

## Методика сбора данных.

В качестве критериев для оценки пропускной способности участка дороги были выбраны следующие характеристики:

- время в пути;
- средняя скорость;
- количество полных остановок;
- время в движении;
- время простоя;
- средняя скорость в движении.

**Время в пути** – показывает, какое количество времени транспортное средство, движущееся в общем потоке, потратило на перемещение по выделенному участку пути.

**Средняя скорость в пути (эксплуатационная скорость)** – показывает, с какой средней скоростью транспортное средство, движущееся в общем потоке, двигалось по выделенному участку пути, с учетом задержек и простоев.

**Количество полных остановок** – показывает, какое количество полных остановок транспортное средство, движущееся в общем потоке, совершило при перемещении по участку пути.

**Время в движении** – показывает какую часть времени от общего времени в пути транспортное средство находилось в движении.

**Время простоя** – показывает какую часть времени от общего времени в пути транспортное средство находилось в полностью неподвижном состоянии.

**Средняя скорость в движении (техническая скорость)** – показывает, с какой средней скоростью транспортное средство двигалось при перемещении по маршруту без учета задержек и остановок в пути.

Для получения необходимых данных, с учетом технических возможностей, замеры показателей эффективности производились следующим образом.

Испытательный автомобиль начинал движение на определенном расстоянии от первого перекрестка на пилотном участке и в определенный момент времени с таким расчетом, чтобы пересечь его на разрешающий сигнал светофора, двигаясь в общем потоке автомобилей.

Параметром «время старта» являлся момент начала движения автомобиля. Параметром «время финиша» являлся момент пересечения последнего перекрестка. С помощью ноутбука в автомобиле фиксировались следующие данные: время старта, время финиша, время промежуточных остановок и возобновления движения. Точность измерений составляла сотые доли секунды. Все необходимые данные впоследствии были получены расчетным путем при известной длине маршрута.

Для получения корректных данных испытательный автомобиль в каждом заезде двигался в потоке транспортных средств, нарушения правил дорожного движения не

допускались, скорость потока не превышала 65 км/ч. Опережение других автомобилей в потоке компенсировалось пропуском такого же количества автомобилей.

**Время в пути  $T$**  вычисляется по формуле [ $T = T_{\text{start}} - T_{\text{finish}}$ ],

где  $T_{\text{start}}$  – время старта,  $T_{\text{finish}}$  – время финиша;

**Средняя скорость в пути  $V_{\text{средн}}$**  вычисляется по формуле [ $V_{\text{средн}} = S/T$ ],

где  $S$  – длина участка пути соответствующего направления;

**Время в движении  $T_{\text{движ}}$**  вычисляется по формуле [ $T_{\text{движ}} = \sum_{i=1}^N (T_{\text{стоп}(i)} - T_{\text{старт}(i-1)})$ ], где  $T_{\text{стоп}}$  – время остановки,  $T_{\text{старт}}$  – время возобновления движения;

**Время простоя  $T_{\text{простоя}}$**  вычисляется по формуле [ $T_{\text{простоя}} = T - T_{\text{движ}}$ ];

**Средняя скорость в движении  $V_{\text{движ}}$**  вычисляется по формуле [ $V_{\text{движ}} = S/T_{\text{движ}}$ ];

## Периоды и условия сбора данных.

Тестирование производилось в течение двух недель, ежедневно по будням в три основных временных промежутка: с 8:00 до 10:00 – утренние заезды, с 12:00 до 14:00 – дневные заезды и с 18:00 до 20:00 вечерние заезды.

Выбор периодов вечерних и утренних заездов обусловлен тем, что эти промежутки времени являются пиковыми и позволяют сделать объективные выводы об эффективности создаваемой системы управления на основании полученных данных. Именно в эти периоды времени корректировка дорожной ситуации наиболее показательна. Дневной период заездов служит показателем спокойной и разряженной транспортной обстановки на тестируемом участке.

Помимо выше указанных временных промежутков были произведены «зондирующие» промежуточные заезды для получения полной картины изменения дорожной ситуации в течение всего дня.

Заезды проводились в двух направлениях движения на пилотном участке (рис. 1,2):

- направление 1: от Севастопольского проспекта к Варшавскому шоссе;
- направление 2: от Варшавского шоссе к Севастопольскому проспекту

## Характеристика пилотного участка.

Движение на тестируемом участке Балаклавского проспекта организовано по трем полосам в каждую сторону, на некоторых участках – по 4 полосам. В обоих направлениях движения организована выделенная полоса для движения общественного транспорта.

Состав потока на пилотном участке характеризуется как разнородный. Ограничений на движение грузового и длиномерного транспорта нет. На участке работают 5 автобусных маршрутов, продублированные маршрутными такси.

Разрешенная скорость движения на пилотном участке – 60 км/ч.

В утренние часы пик на пилотном участке образуются заторы в направлении движения к Севастопольскому проспекту, в вечерние часы пик – в обратном направлении.

В период времени сбора статистики на участке между улицами Азовская и Керченская проводились строительные работы по устройству подземных пешеходных переходов. Вследствие этого дорожное полотно в этих местах было сужено с трех полос до двух.

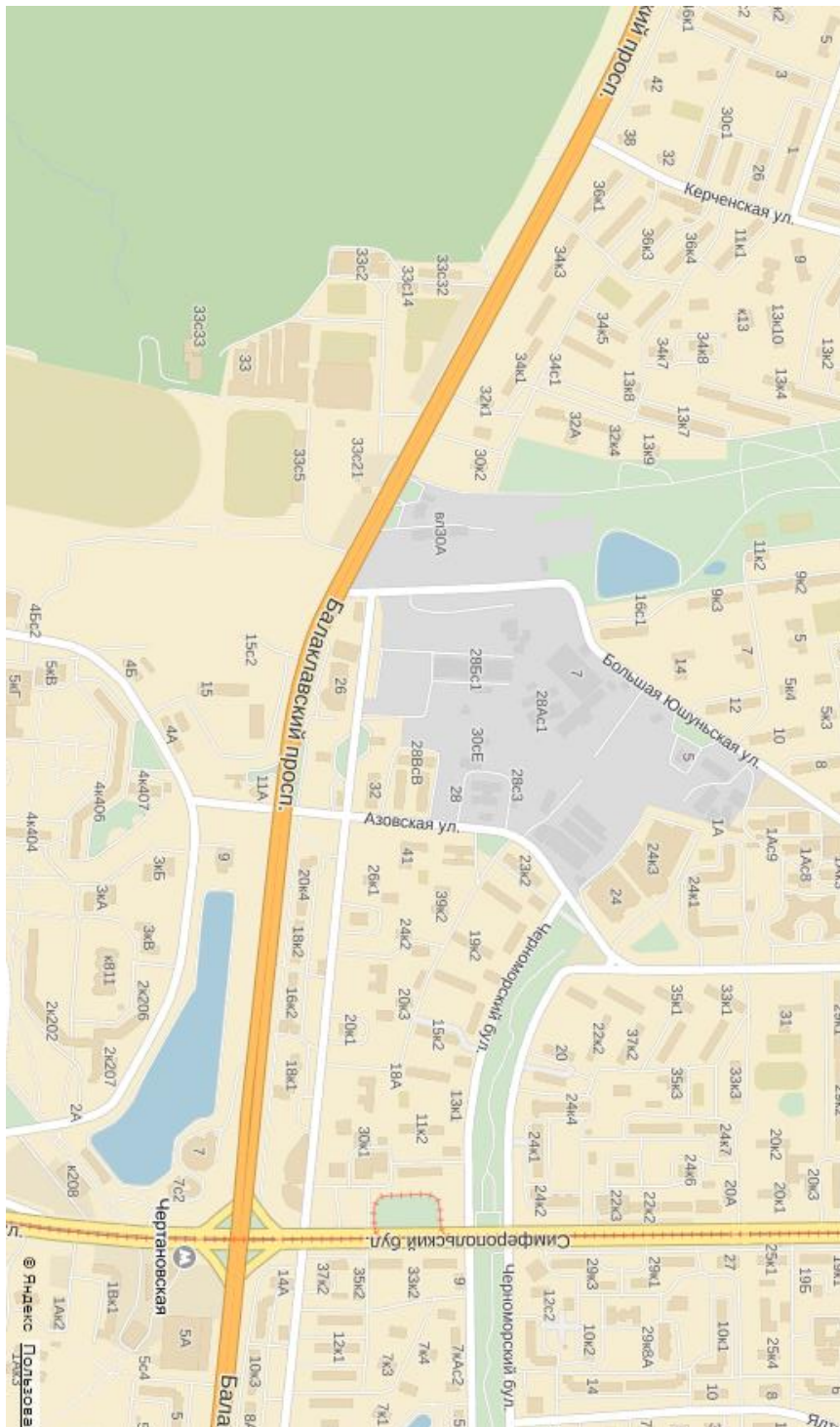


Рис. 1 Тестируемый участок на карте города.

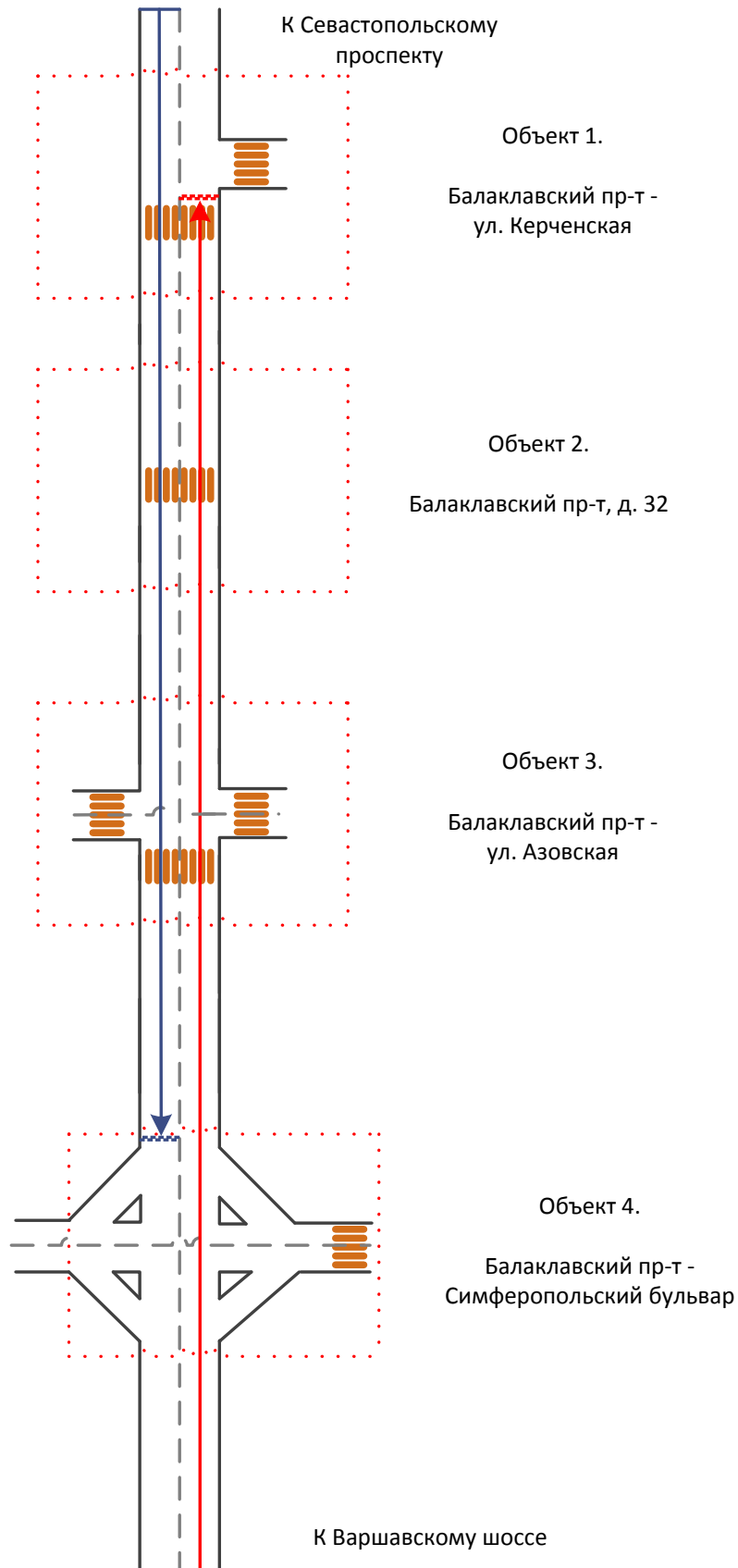


Рис. 2 Схема тестируемого участка

## Результаты.

В ходе тестирования сделаны 163 заезда при включенной адаптивной системе управления и 91 заезд при изолированном режиме работы дорожных контроллеров. Показатели эффективности работы адаптивной системы управления в обоих направлениях движения, вычисленные на основании полученных данных, отражены в таблицах 1 и 2.

В крайних правых столбцах каждого временного промежутка указан процент изменения показателей эффективности при включении адаптивного режима управления, если принимать за 100% показатели изолированного режима управления.

В таблицах 3 и 4 отражены усредненные дневные показатели эффективности за весь период тестирования.

Направление 1	1) 8:00 - 10:00			2) 12:00 - 14:00			3) 18:00 - 20:00		
	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %
Время в пути, сек.	312	219	-30	328	245	-25	596	290	-51
Средняя скорость, км/ч	26	37	42	25	32	29	14	28	96
Кол-во остановок	2	1	-50	3	2	-33	8	2	-75
Время в движении, сек.	199	182	-9	194	178	-8	256	208	-19
Время простоя, сек.	113	37	-67	133	68	-49	341	82	-76
Средняя скорость в движении, км/ч	39	43	10	41	44	7	31	38	23

Табл. 1 Интервальные показатели эффективности по направлению 1

Направление 2	1) 8:00 - 10:00			2) 12:00 - 14:00			3) 18:00 - 20:00		
	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %
Время в пути, сек.	919	299	-67	643	278	-57	739	330	-55
Средняя скорость, км/ч	11	29	164	14	31	121	12	26	117
Кол-во остановок	14	2	-86	8	1	-88	9	2	-78
Время в движении, сек.	282	222	-21	292	221	-24	309	253	-18
Время простоя, сек.	637	77	-88	351	57	-84	431	78	-82
Средняя скорость в движении, км/ч	31	38	23	30	38	27	28	34	21

Табл. 2 Интервальные показатели эффективности по направлению 2

Направление 1	Усредненные дневные показатели		
	Изолир. режим	Адаптив. режим	Измен., %
Время в пути, сек.	398	251	-37
Средняя скорость, км/ч	22	32	45
Кол-во остановок	5	2	-60
Время в движении, сек.	212	191	-10
Время простоя, сек.	186	60	-68
Средняя скорость в движении, км/ч	38	41	8

Табл. 3 Усредненные дневные показатели по направлению 1

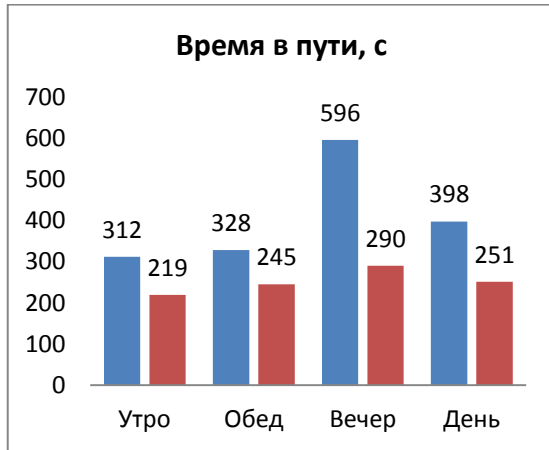
Направление 2	Усредненные дневные показатели		
	Изолир. режим	Адаптив. режим	Измен., %
Время в пути, сек.	686	306	-55
Средняя скорость, км/ч	14	28	100
Кол-во остановок	9	2	-78
Время в движении, сек.	288	238	-17
Время простоя, сек.	398	68	-83
Средняя скорость в движении, км/ч	30	36	20

Табл. 4 Усредненные дневные показатели по направлению 2

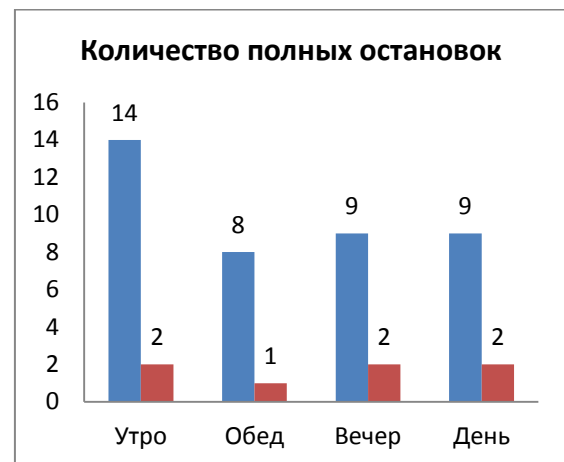
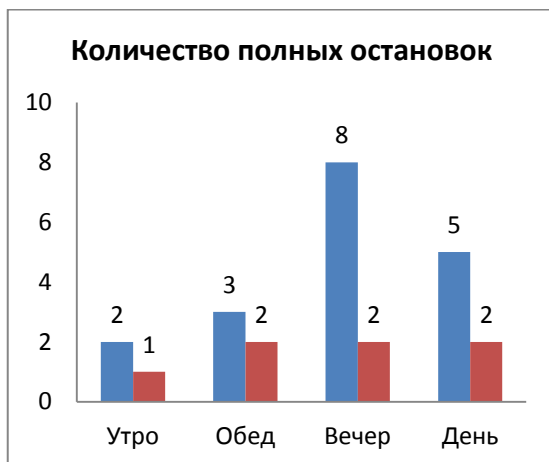
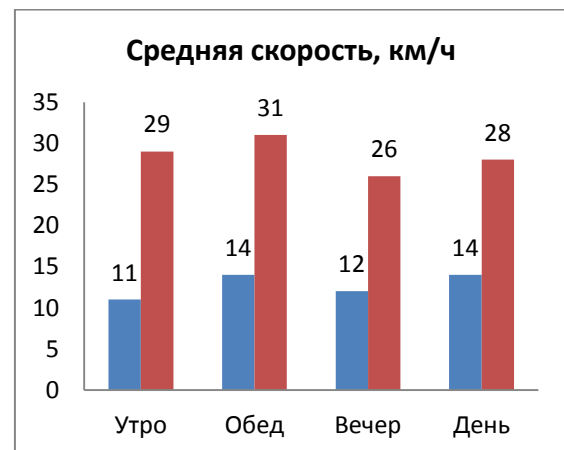
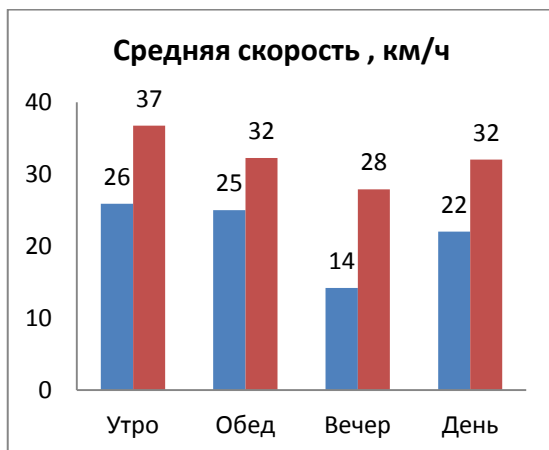
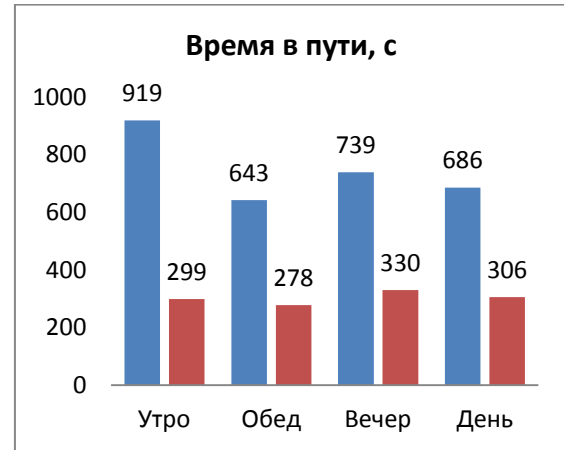
По результатам, занесенным в таблицы, так же были построены гистограммы для визуального сравнения основных показателей эффективности.

## Гистограммы основных показателей эффективности

**Направление 1**  
(от Севастопольского проспекта)



**Направление 2**  
(от Варшавского шоссе)



**Изолированный режим**

**Адаптивный режим**



Для получения более полного представления о влиянии КАСУДД на транспортную ситуацию сделана выборка и проанализированы результаты по одному дню из двух недель, для более корректного сравнения двух состояний транспортной обстановки: «до» и «после». Были выбраны среды, 27.02.2013г и 06.03.2013г., как наиболее усредненные по транспортной активности будничные дни.

Результаты сравнения представлены в таблицах 5 и 6, для двух направлений движения транспортного потока.

Направление 1	1) 8:00 - 10:00			2) 12:00 - 14:00			3) 18:00 - 20:00		
	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %
Время в пути, сек.	310	196	-37	372	225	-40	748	251	-66
Средняя скорость, км/ч	25	41	64	21	54	157	11	24	118
Кол-во остановок	2	1	-50	4	2	-50	11	2	-82
Время в движении, сек.	198	172	-13	194	165	-15	228	196	-14
Время простоя, сек.	112	23	-79	178	59	-67	519	55	-89
Средняя скорость в движении, км/ч	39	45	15	41	47	15	35	41	17

Табл. 5 Интервальные показатели эффективности по направлению 1 (среды)

Направление 2	1) 8:00 - 10:00			2) 12:00 - 14:00			3) 18:00 - 20:00		
	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %	Изол. режим	Адапт. режим	Изм., %
Время в пути, сек.	1356	317	-77	811	263	-68	741	298	-60
Средняя скорость, км/ч	7	27	286	11	32	191	11	28	155
Кол-во остановок	23	3	-87	13	1	-92	9	2	-78
Время в движении, сек.	215	216	0	324	211	-35	371	244	-34
Время простоя, сек.	1140	101	-91	487	52	-89	370	54	-85
Средняя скорость в движении, км/ч	1356	317	-77	811	263	-68	741	298	-60

Табл. 6 Интервальные показатели эффективности по направлению 2 (среды)

В таблицах 7 и 8 отражены усредненные дневные показатели по средам.

Направление 1	Усредненные дневные показатели (среды)		
	Изолир. режим	Адаптив. режим	Измен., %
Время в пути, сек.	490	231	-53
Средняя скорость, км/ч	19	35	84
Кол-во остановок	6	2	-67
Время в движении, сек.	211	181	-14
Время простоя, сек.	279	49	-82
Средняя скорость в движении, км/ч	38	43	13

Табл. 7 Усредненные дневные показатели по направлению 1 (среды)

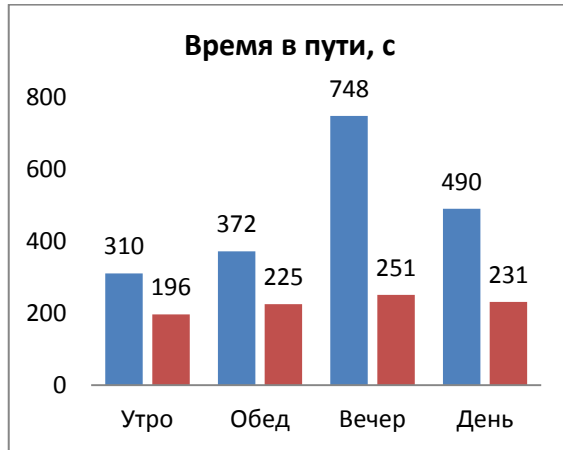
Направление 2	Усредненные дневные показатели (среды)		
	Изолир. режим	Адаптив. режим	Измен., %
Время в пути, сек.	897	292	-67
Средняя скорость, км/ч	10	29	190
Кол-во остановок	14	2	-86
Время в движении, сек.	304	235	-23
Время простоя, сек.	593	57	-90
Средняя скорость в движении, км/ч	29	36	24

Табл. 8 Усредненные дневные показатели по направлению 2 (среды)

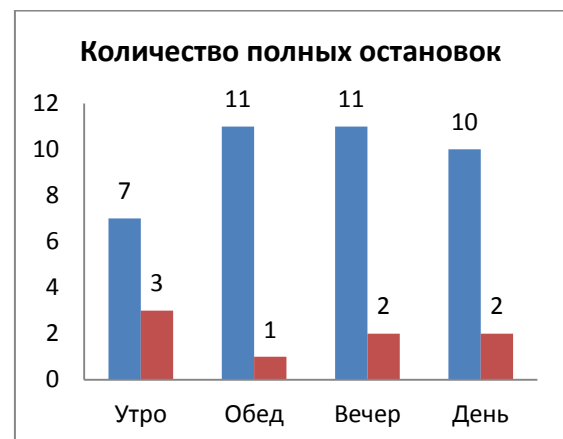
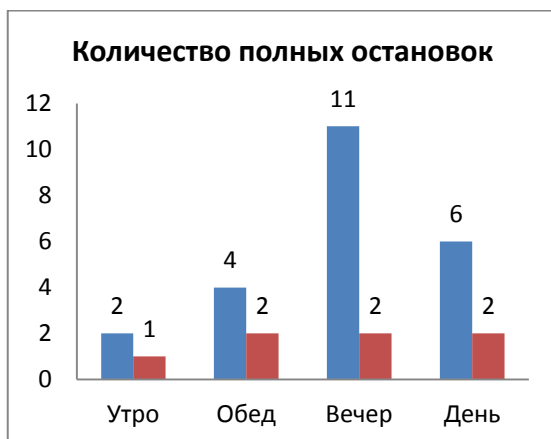
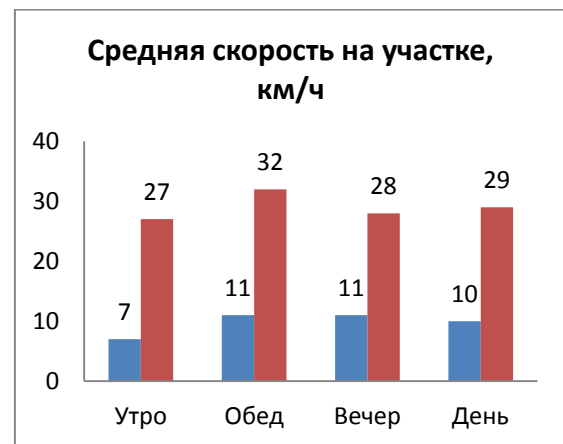
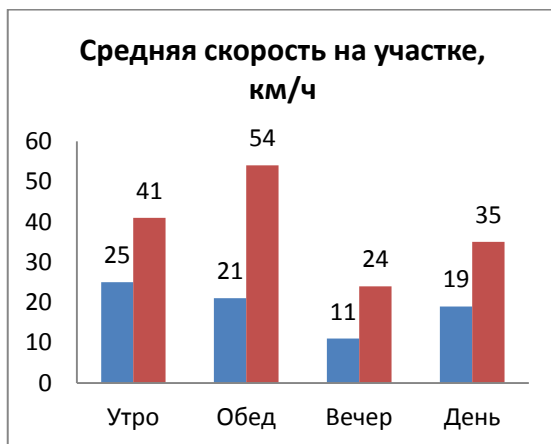
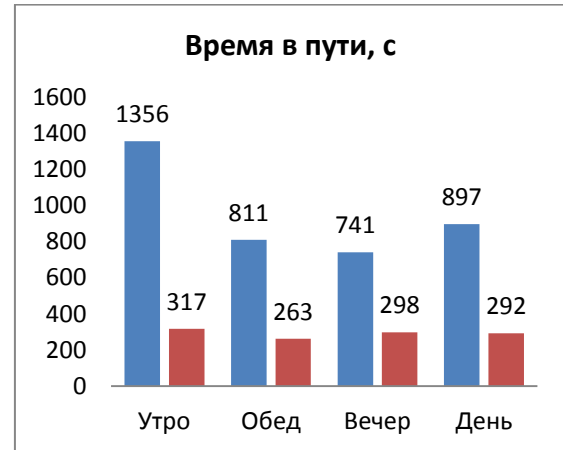
По результатам, занесенным в таблицы, так же были построены гистограммы для визуального сравнения основных показателей эффективности.

## Гистограммы основных показателей эффективности по средам

**Направление 1**  
(от Севастопольского проспекта)



**Направление 2**  
(от Варшавского шоссе)



**Изолированный режим 06.03.2013**

**Адаптивный режим 27.02.2013**

## **Выводы.**

Полученные данные наглядно демонстрирует, что внедрение КАСУДД SCATS на тестируемом участке позволило значительно улучшить транспортную ситуацию: уменьшить время проезда, количество полных остановок и время простоя, увеличить среднюю скорость движения. Как следствие – повысить пропускную способности участка транспортной сети, уменьшить потребления топлива и количество вредных выбросов, улучшить экологическую обстановку.

Эффект от системы ярко выражен, вне зависимости от дня недели. Степень изменений варьируется в зависимости от количества транспортных средств, участвующих в движении: при высокой транспортной загрузке система демонстрирует лучшие показатели.

Численная оценка влияния адаптивного управления на прилегающие улицы не проводилась. Однако визуальная оценка показала, что длина очередей на перекрестках с прилегающих улиц не изменилась в большую сторону.

Очевидно, максимальный эффект от внедрения КАСУДД можно достичь только при полном охвате оптимизируемого района/города, либо на тех участках улично-дорожной сети, выезды с которых не подвержены образованию заторов.