



# OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 656:[681.5:004]

## СИСТЕМА ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ «ЗЕЛЕНАЯ ВОЛНА» ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Согоян А.Л., Шуть В.Н.

*Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь*

**lexing2008@yandex.ru**

**lucking@mail.ru**

В работе рассматривается система «Зеленая волна», которая позволяет решить проблему безопасного движения транспортных средств оперативного назначения с включенными проблесковыми маячками при движении через регулируемые перекрестки.

**Ключевые слова:** приоритетное движение через перекресток, транспортные средства оперативного назначения, безопасность дорожного движения.

### Введение

Внезапное появление транспортного средства (ТС) оперативного назначения с включенными проблесковыми маячками может создать опасные ситуации для близлежащих транспортных средств, заставляя водителей маневрировать и экстренно реагировать для освобождения пути.

Некоторые водители волнуются и создают конфликтные ситуации, которые могут привести к аварии с участием транспортного средства оперативного назначения, блокированию полосы движения, увеличению времени прибытия оперативного транспорта к месту назначения.

Использование системы «Зеленая волна» позволяет обеспечить транспортным средствам оперативного назначения беспрепятственный проезд перекрестков, сокращая путаницу для водителей других автомобилей, улучшая время реагирования на чрезвычайные ситуации, повышая эффективность оперативной службы, устраняя конфликтные ситуации на перекрестках.

Несмотря на то, что водитель автомобиля с закрытыми окнами и включенной музыкой обычно замечает приближение оперативного транспорта только когда тот находится непосредственно сзади, самый большой процент столкновений происходит на перекрестке, а не при обгоне автомобиля [1]. Статистика показывает, что встречных столкновений очень мало. Это опровергает миф, что выезд на полосу встречного движения является основной опасностью для движения ТС оперативного назначения [1].

### 1. Существующие подходы

#### 1.1. Системы на основе акустических детекторов

Системы такого типа используют акустический детектор (рисунок 1). Когда транспортное средство оперативного назначения подъезжает на определенном расстоянии к светофорному объекту, детектор улавливает звук сирены и отправляет сигнал на контроллер светофора о необходимости включения зеленой фазы в данном направлении [2]. Такая система может использоваться автономно или в сочетании с другими системами.

Преимуществом является недорогая интеграция в существующие светофоры и отсутствие необходимости оснащать транспортные средства оперативного назначения дополнительными устройствами, поскольку сирены уже установлены.

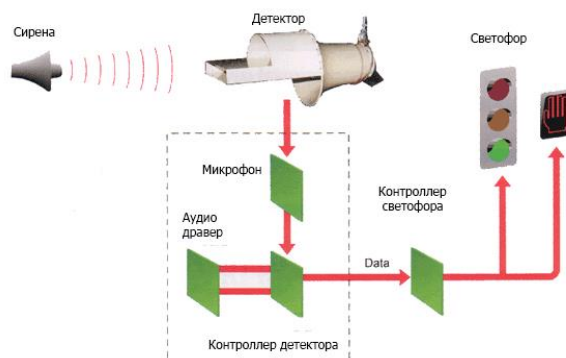


Рисунок 1 – Схема акустического детектора

Основным недостатком этого метода является то, что звуковые волны легко отражаются зданиями или крупными автомобилями, находящимися вблизи светофорного объекта. В результате, звуковая волна может быть распознана акустическим детектором другого направления движения.

Акустические датчики иногда могут быть слишком чувствительными, распознавая сирену от очень далеко едущего автомобиля оперативного назначения слишком рано.

## 1.2. Системы на основе акустического детектора и видеокамеры

Избежать недостатков отражения волн звука и слишком раннего реагирования акустического детектора позволяет интеграция в систему видеокамеры с возможностью распознавания светового сигнала транспортного средства оперативного назначения (рисунок 2). Примером такой системы является The SONEM 2000 от компании Traffic Systems, LLC.

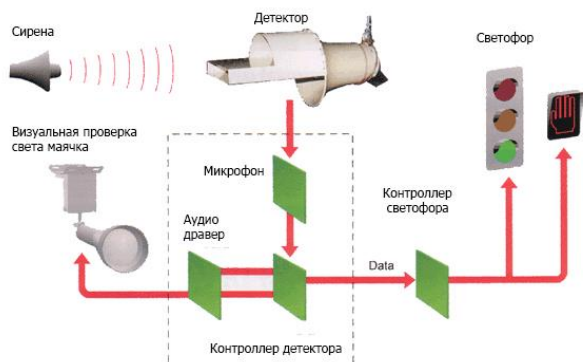


Рисунок 2 – Схема акустического детектора + видеокамера

Недостатком подобных систем является их удорожание, а также появление ситуаций, когда ТС оперативного назначения подъезжает к перекрестку, но не попадает в видимую область камеры, в связи с помехой, погодными условиями и т.д.

## 1.3. Системы на основе прямой видимости

Транспортные средства оперативного назначения оснащаются излучателями, которые посылают узко-направленный сигнал перед авто в сторону светофора. В качестве сигнала может выступать инфракрасный импульс или видимый свет. Каждый светофор должен быть оборудован приемником сигнала (рисунок 3).

Таким оборудованием могут быть оснащены не только транспортные средства оперативного назначения, но и автобусы, троллейбусы (общественный транспорт) для быстрого проезда перекрестков. Но для того, чтобы не было коллизий, когда к светофору приближается общественный транспорт и транспортное средство оперативного назначения, для каждого типа транспортных средств резервируется своя частота диапазона.

К недостаткам системы можно отнести обязательное требование нахождения излучателя в

транспортном средстве и приемника на светофоре на линии видимости, возможные сбои при изменении атмосферных условий, условий освещения (прямые солнечные лучи могут препятствовать детектированию сигнала).



Рисунок 3 – Приемник сигнала

## 1.4. Системы на основе глобальной навигации

В транспортные средства оперативного назначения интегрируется навигационный модуль (GPS/ГЛОНАСС или др.) для определения текущих координат расположения и модуль GSM для передачи данных о расположении ТС на сервер управления светофорными объектами.

В момент, когда водитель включает проблесковые маячки, активизируется передача координат навигационного модуля на центральный сервер.

Сервер определяет текущее расположение ТС оперативного назначения и включает зеленую фазу на светофоре по направлению движения ТС.

## 2. Существующие внедрения

Внедрение системы в городском округе Фэйрфакс (США, штат Вирджиния) позволило уменьшить время отклика на чрезвычайную ситуацию. Система позволила транспортным средствам оперативного назначения первыми пройти через большие загруженные перекрестки с меньшим количеством конфликтных ситуаций. При этом эконоилось от 30 до 45 секунд на перекрестке.

Внедрение системы в городе Plano (США, штат Техас) резко сократило количество транспортных происшествий - в среднем с 2,3 аварий на перекрестках в год до менее одной аварии на перекрестках каждые пять лет.

Кроме того, в связи с сокращением задержек на перекрестках, экстренные службы города Plano могут достичь тех же показателей времени реагирования что и раньше, но уже с меньшим количеством пожарных станций и станций скорой медицинской помощи. Это обеспечивает значительную экономию средств бюджета. Город сохранил время отклика свыше 90%, тем самым

достигнут первый класс в рейтинге пожаротушения – наиболее высокий по шкале от 1 до 10, что привело к уменьшению стоимости страхования зданий.

Система установленная в Сент-Пол (США, штат Миннесота) позволила транспортным средствам полиции, пожарным спасателям и скорой медицинской помощи добраться до места аварии быстрее и с уменьшенной вероятностью аварии на перекрестке. В последующие годы после развертывания системы значительно сократились расходы на выезд по вызову ТС оперативного назначения.

В 1978 году, в городе Денвер, департамент безопасности тестировал систему прерывания сигнала светофора для транспортных средств оперативного назначения [3]. Исследование проводилось в течение 90 дней в районе, в котором расположены три пожарных станции и 75 регулируемых перекрестков. Пожарные записывали время в пути, необходимое для прохода типичных маршрутов до и после установки системы. Данные показали, что с внедрением системы время отклика уменьшилось от 14% до 23%, с экономией приблизительно 70 секунд на маршруте протяженностью от трех до шести регулируемых перекрестков.

В США в период с 1996 по 2006 более 25% аварий с участием транспортных средств оперативного назначения происходило на перекрестках [4].

В 1977 году был произведен анализ аварийности пожарных автомобилей в городе Сент-Пол до внедрения системы и после внедрения на 285 из 308 перекрестков. В течение десяти лет наблюдения количество аварий с транспортными средствами пожарной службы снизилось от 8 до 3.3 (в среднем) в год.

### 3. Описание разработки

Функционирование системы впереди бегущая «зеленая волна» для ТС оперативного назначения основано на том, что каждое транспортное средство экстренного назначения оснащено GPS/GSM терминалом.

При включении проблесковых маячков водителем транспорта оперативного назначения автоматически активируется передача данных GPS о расположении транспортного средства по GSM каналу на сервер организации, осуществляющей управление светофорными объектами (СМЭП ГАИ). Сервер СПЭМ ГАИ вычисляет светофорные объекты впереди движения транспортного средства и подает на светофорные объекты запрещающий сигнал для всех полос и всех направлений движения.

### 3.1. Что дает система

ДТП с участием транспортных средств служб оперативного назначения имеют следующие последствия:

- гибель людей;
- потери здоровья выживших и необходимость их лечения и реабилитации;
- значительная задержка времени реагирования на экстренный вызов. Транспортное средство не придет на вызов, вместо него необходимо отправить другое ТС;
- затраты на восстановление (если это возможно) или покупку нового специализированного автотранспортного средства.

Преимущества, которые дает система «Зеленая волна» благодаря блокированию всего перекрестка:

- исключение возможности ДТП при пересечении перекрестка на красный свет;
- уменьшает время реагирования за счет исключения притормаживания ТС оперативного назначения на перекрестках;
- останавливает автомобили во всех направлениях, в том числе попутные. Что дает возможность эффективно маневрировать. Водителю ТС оперативного назначения проще маневрировать в ситуации, когда попутные автомобили не движутся;
- освобождает полосу встречного движения от транспортных средств, что позволяет осуществить выезд на пустую встречную полосу и развить максимальную скорость;
- не подставляет под угрозу жизнь и здоровье сотрудников служб оперативного назначения и других автомобилей.

### 3.2. Преимущества разработки

В момент подъезда транспортного средства оперативного назначения к светофорному объекту у всех аналогов системы включается зеленая фаза для направления движения транспортного средства оперативного назначения. В предлагаемой системе сигнал на светофорном объекте во всех направлениях и для всех участников дорожного движения становится красным. Тем самым исключаются любые помехи (пешеходы, автомобили, движущиеся попутно и т.д.) для движения оперативного транспорта.

Автономные светофорные объекты, не обладающие центральным управлением с сервера СМЭП, могут быть оборудованы акустическими детекторами. Поскольку при приближении транспортных средств оперативного назначения во всех направлениях должен гореть красный сигнал светофора, отпадает необходимость решать проблему с отражением звуковой волны сирены, и нет необходимости увеличивать стоимость системы, внедряя видеокамеры и модули распознавания цвета сигнала проблескового маячка.

Благодаря такому подходу, сокращается количество акустических детекторов, необходимых для оснащения одного перекрестка.

## 4. Разработка системы

### 4.1. Требования к системе

Система должна обеспечивать передачу данных с GPS приемника транспортного средства по GSM каналу на сервер, осуществляющий управление светофорными объектами. На сервере должна находиться информационная база, содержащая глобальные координаты расположения всех светофорных объектов.

В системе можно выделить администратора системы, обладающего доступом к созданию и редактированию информационной базы системы.

Функционирование происходит по следующим этапам:

- администратор сервиса единожды вносит информацию обо всех светофорных объектах города, обо всех транспортных средствах оперативного назначения;
- на всех автотранспортных средствах экстренного реагирования устанавливается GPS/GSM терминал;
- при включении проблесковых маячков автоматически активизируется передача данных с GPS приемника на сервер по GPRS каналу;
- сервер распознает транспортное средство экстренного реагирования и блокирует ближайший один или несколько светофорных объектов (в зависимости от скорости движения и расстояния между светофорами) на пути следования ТС;
- транспортное средство проезжает регулируемый перекресток;
- сервер вводит светофорный объект в штатный режим функционирования.

Передача данных между ТС оперативного назначения и сервером происходит с использованием шифрования.

Разработку системы можно разбить на составляющие:

- создание подсистемы администрирования информационной базой данных;
- создание подсистемы редактирования светофорных объектов на карте (подсистема редактор карты);
- создание подсистемы анализа GPS данных и управления светофорными объектами;
- оснащение ТС оперативного назначения GPS/GPS терминалами.

В рамках всего программного комплекса должны быть реализованы следующие процессы:

- редактирование карты администратором: администратор сервиса имеет доступ к редактору

карты. Редактор карты позволяет наносить на карту светофорные объекты;

- редактирование информационной базы: администратор сервиса добавляет в информационную базу новые светофоры, новые транспортные средства оперативного назначения, может редактировать информацию о светофорах, о транспортных средствах оперативного назначения;
- добавление/редактирование администраторов информационной базы данных;
- анализ полученных данных от ТС, распознавание транспортного средства, расчет впередиидущих светофорных объектов
- блокировка впередиидущих светофорных объектов;
- ввод светофорных объектов в штатный режим функционирования.

Соответственно этим процессам можно выделить несколько требований, предъявляемых к системе:

- администратор системы наделяется своими правами только после прохождения авторизации в панели администратора;
- администратор должен иметь возможность управления пользователями системы;
- администратор должен иметь возможность добавлять, изменять и удалять светофорные объекты, транспортные средства оперативного назначения в информационной базе системы;
- администратор может просматривать список всех светофорных объектов, список всех транспортных средств;
- администратор должен иметь возможность наносить на карту светофорные объекты;
- автоматическая подстройка карты под размер окна браузера при загрузке страницы;
- система должна обеспечивать корректное отображение в современных браузерах: Opera 10.5+, Chrome 5+, Firefox 5.0 +, IE 8+, Safari.

### 4.2. Разработанная система

Для доступа в панель администратора пользователь проходит авторизацию с использованием адреса электронной почты и пароль. Скриншот страницы авторизации приведен на рисунке 4.

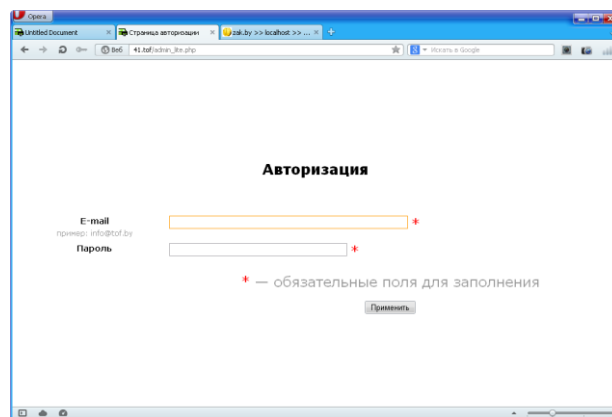


Рисунок 4 – Авторизация в систему



В панели администратора администратор может вносить изменения в информационную базу: добавлять, редактировать, удалять светофорные объекты (рисунок 5).

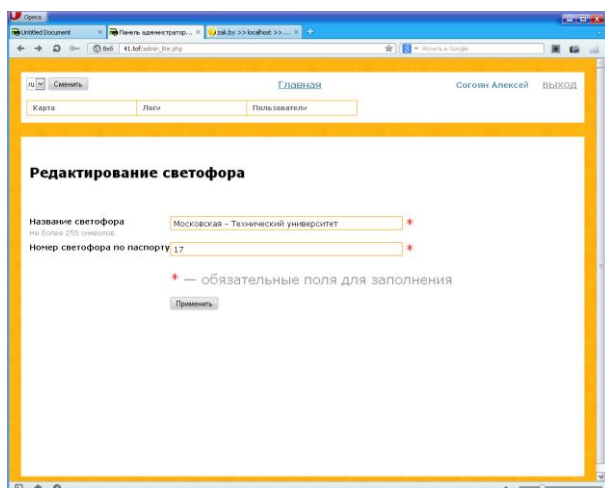


Рисунок 5 – Редактирование светофорного объекта

Администратор в любой момент времени может просмотреть список всех светофорных объектов, которые присутствуют в информационной базе данных системы. Система отображает список светофоров в виде записей (рисунок 6). Каждая запись содержит номер записи, название светофора, номер по паспорту светофорного объекта, ссылку на страницу редактирования, ссылку для удаления.

N	Название светофора	№ паспорта	Изменить	Удалить
1	Московская - Гарькина ТКЗ	1052	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
2	Московская - Советский Кустурица	11	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
3	Московская - Технический университет	17	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
4	Московская - Партизанский проспект	10	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
5	Московская - Звезда	21	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
6	Московская - Директ Профсоюз	22	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
7	Московская - Обя. Больница	33	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
8	Московская - ЛДП	39	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
9	Московская - Гарькина ТКЗ	52	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
10	Московская - ОМПС	57	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
11	Московская - Стафеева	58	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
12	Московская - Пионерская	7	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
13	Московская - Богданчука	70	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
14	Московская - Звезда	8	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>

Рисунок 6 – Просмотр списка светофорных объектов

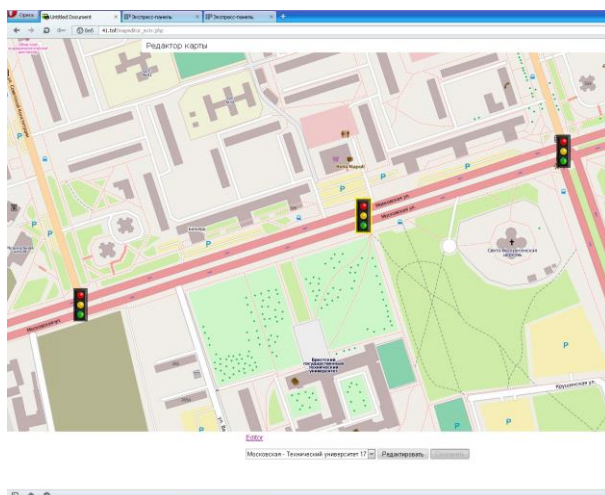


Рисунок 7 – Нанесение светофорных объектов на карту

Администратор имеет возможность наносить на карту светофорные объекты с помощью редактора карты (рисунок 7). Таким образом происходит привязка светофора к глобальным координатам навигационной системы. Карта города на странице редактора автоматически подстраивается под размер окна браузера при загрузке. Отображение карты и панели администратора протестировано в браузерах Opera 10.5+, Chrome 5+, Firefox 5.0 +, IE 8+, Safari.

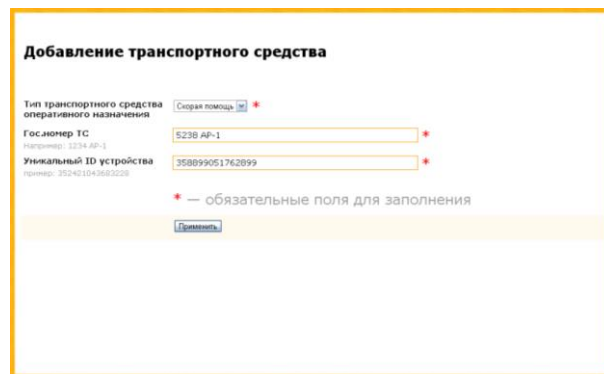


Рисунок 8 – Добавление транспортного средства оперативного назначения

Реализована возможность добавления и редактирования транспортного средства оперативного назначения в информационной базе системы (рисунок 8).

N	Тип ТС оперативного назначения	Гос.номер	Уникальный ID GPS устройства	Изменить	Удалить
1	Скорая помощь	5238 AP-1	358899051762899	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
2	Скорая помощь	7854 AB-1	303613100748044	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
3	Скорая помощь	4578 AB-1	359710042725041	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
4	Милиция	1256 EB-1	359710041825630	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
5	Милиция	9841 EB-1	359710041925632	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
6	МЧС	1695 AA-1	869158006622605	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
7	МЧС	1696 AA-1	869158006622605	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
8	МЧС	1698 AA-1	868204007790197	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
9	ГЛИ	2147 BB-1	897846515871634	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>
10	ГЛИ	7898 BB-1	184563782594315	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>

Рисунок 9 – Просмотр списка транспортных средств оперативного назначения

Просмотреть все транспортные средства в системе можно на странице списка транспортных средств оперативного назначения (рисунок 9).

Администратор имеет возможность просмотреть список пользователей системы (рисунок 10).

N	Имя пользователя	E-mail	Основная группа	Изменить	Удалить	Состояние
1	Согови Алексей	info@rof.by	Администратор	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>	<span style="color: green;">●</span>
2	User 128	user128@yandex.ru	Администратор	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>	<span style="color: green;">●</span>
3	Leving Energizer	leving2008@yandex.ru	Администратор	<a href="#">Изменить</a>	<a href="#">Удалить</a>	<span style="color: green;">●</span>

Рисунок 10 – Список пользователей

Администратор имеет возможность добавлять/редактировать новых пользователей (рисунок 11)

**Пользователи**

Успешное выполнение операции  
Пользователь изменен успешно.

Имя пользователя: User 128 \*

Например: ФИО или логин: user128@yandex.ru \*

E-mail: user128@yandex.ru \*

Пароль: \*\*\*\*\*

Основная группа пользователей: Администраторы \*

Второстепенная группа пользователей: Администраторы \*

Доступ к панели администратора: ☐ не предоставлять \* ☒ предоставить \*

\* — обязательные поля для заполнения

Применить

Рисунок 11 – Редактирование пользователя системы

Администратор может видеть журнал действий пользователей (рисунок 12).

Главная User 128 Выход

Карта Логин Пользователи

Логин

Страница 1	N	Модуль	Действие	Дата	Пользователь
1	login/logout	login/logout	Logged in	2013-06-14 23:55:04	0
2	login/logout	Trying to login, IP=127.0.0.1		2013-06-14 23:49:45	0
3	login/logout	Trying to login, IP=127.0.0.1		2013-06-14 23:49:10	0
4	login/logout	Trying to login, IP=127.0.0.1		2013-06-14 23:48:55	0
5	login/logout	Logged out		2013-06-14 23:48:41	1
6	ata_users	accept: update user id=3		2013-06-14 23:39:59	1
7	login/logout	Logged in		2013-06-14 23:39:56	1
8	login/logout	Logged out		2013-06-14 23:35:35	1
9	ata_users	accept: update user id=3		2013-06-14 23:34:52	1
10	login/logout	Logged in		2013-06-14 23:21:08	1
11	login/logout	Logged out		2013-06-14 23:21:02	1
12	ata_users	accept: create user id=3		2013-06-14 23:21:00	1
13	login/logout	Logged in		2013-06-14 23:19:13	1
14	login/logout	Logged out		2013-06-14 23:19:09	1
15	login/logout	Logged in		2013-06-14 23:17:44	1

Страница 1

Рисунок 12 – Журнал действий пользователей

## Заключение

Внедрение системы приоритетного проезда перекрестков для транспортных средств служб оперативного назначения позволяет повысить безопасность движения, сократить время реагирования на вызов. Благодаря предложенному подходу, который заключается в том, что на перекрестках, через которые движется транспортное средство с включенными маячками, во всех направлениях на светофорах начинает гореть красный сигнал светофора, значительно сокращается риск столкновения с другими транспортными средствами и пешеходами. Для автономных светофоров такой подход позволяет внедрить акустические датчики с минимальными финансовыми затратами.

Работа выполнена при поддержке Европейского гранта «Grant Agreement Number 2013-4550/001-001» по проекту Be-Safe – Белорусская сеть безопасных дорог 544181-TEMPUS-1-2013-1-IT-TEMPUS-JPCR.

## Библиографический список

[Robert, 1989] Robert Elling, NREMT-P, Dispelling Myths on Ambulance Accidents, - Journal of Emergency Medical Services (JEMS), July 1989

[A CROSS-CUTTING STUDY, 2006] Traffic Signal Preemption for Emergency Vehicles A CROSS-CUTTING STUDY - 2006, U.S. Department of Transportation, Washington, USA.

[City of Denver Department of Safety, 1978] Time Study on the Effectiveness of the Opticom Traffic Control System (Year 1978), report prepared for the City of Denver by the Denver Department of Safety, FHWA Report No. D-ORTS/78.5.

[U.S. DOT, 2003] Fatality Analysis Reporting System (FARS) Web-Based Encyclopedia Queries for Emergency Use Crash Statistics. <http://www-fars.nhtsa.dot.gov>.

## THE SYSTEM PRIORITY TRAFFIC AT INTERSECTIONS "GREEN WAVE" FOR EMERGENCY VEHICLES

Sogoyan A.L., Shuts V.N.

*Brest State Technical University,  
Brest, Republic of Belarus*

**lexing2008@yandex.ru**

**lucking@mail.ru**

In this paper we consider a system of "Green Wave", which solves the problem of the safe movement of emergency vehicles with included flashing light when driving through controlled junctions.

## Introduction

The sudden appearance of an emergency vehicle with flashing light creates a dangerous situation for other vehicles, forcing drivers to react urgently and maneuver for the release of the road.

Some drivers get confused and create conflicts which could lead to an accident involving an emergency vehicle blocking traffic lanes, increase the operational time of arrival of transport to their destination.

## Main Part

Using the "Green Wave" allows emergency vehicles free passage intersections, reducing confusion for drivers of other vehicles, improving response time to emergencies, to increase the effectiveness of operational life, eliminating conflicts at intersections.

Despite the fact that the driver of the car with the windows closed and turned on the music usually notice the approach of an emergency vehicle only when it is located directly behind the car, the largest percentage of the collision occurs at an intersection.

## Conclusion

Implementation of the system of priority directions at intersections for emergency vehicles will improve safety, reduce response time to call. Thanks to this approach, which consists in the fact that at intersections in all directions at the traffic lights change from flashing red light, significantly reduced the risk of collision with other vehicles and pedestrians. For stand-alone traffic lights, this approach allows to introduce acoustic sensors with minimal cost.

This work was supported by the European Grant Agreement Number 2013-4550 / 001-001po project Be-Safe - Belarusian Road Safety Network 544181-TEMPUS-1-2013-1-IT-TEMPUS-JPCR.