

Министерство образования и науки Грузии  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АКАКИ ЦЕРЕТЕЛИ**

На правах рукописи

**БОБОХИДЗЕ МЕРАБИ БУДУЕВИЧ**

**КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКОЙ КОНТРОЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ**

Специальность: 05.11.13. – Средства и методы контроля среды, веществ,  
материалов и изделий

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации, представленной  
на соискание ученой степени  
**кандидата технических наук**

Кутаиси 2006

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Транспортные системы»  
**Кутаисского государственного технического университета им. Нико Мухелишвили  
(КГТУ).**

Научный руководитель:

**МГАЛОБЛИШВИЛИ КАРЛО ДАВИДОВИЧ**

доктор технических наук, полный профессор

Официальные оппоненты:

**ТКЕШЕЛАШВИЛИ МУРМАН ЛЕВАНОВИЧ**

доктор технических наук, полный профессор

**ДЖОХАДЗЕ ГЕОРГИЙ ДОМЕНТЬЕВИЧ**

доктор технических наук, профессор, директор ооо

Научный экспертный центр безопасности дорожного движения

Защита диссертации состоится 15 декабря 2006 года в 13<sup>00</sup> часов на заседании Диссертационного совета Т05.02N8 Государственного университета Акаки Церетели (ГУЦ)

**Адрес:** ГУЦ. Корпус 1, аудитория 101. Ахалгазрдобис гамзири , 98.

4614, Кутаиси, ГРУЗИЯ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке КГТУ.

Автореферат разослан 15 ноября 2006 года

Ученый секретарь Диссертационного совета,

Ассоциированный профессор

**ОЦХЕЛИ ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность работы.** В современном мире актуален вопрос глобализации, с которым связана интенсификация транспортных связей между странами. Одним из таких транспортных

коридоров является известный с древних времен так называемый "великий шелковый путь", связывающий Европу с Азией. Проект его возрождения и строительства принят и утвержден многими развитыми странами мира. В перспективе заложено развитие этой дороги в направлении Север – Юг.

Наша задача состоит в упорядочении магистральной сети в соответствии с требованиями стандартов ISO. В результате дорога будет работать не только в сложившейся в настоящее время ситуации, а сможет пропускать более мощные транспортные потоки.

Для устранения недостатков существующей дорожной сети, повышения ее пропускной способности и безопасности движения актуальна разработка автоматизированной системы контроля и управления дорожным движением (АСКУ).

**Предмет и проблематика исследования.** Предметом исследования является организация движения на евразийском транспортном коридоре, которая не предусматривала скачкообразного развития перевозок в перспективе.

Проблематика исследования связана с увеличением пропускной способности дороги за счет создания автоматизированной системы контроля и управления.

**Объектом исследования** являются автомобильные магистрали и новое средство организации движения - автоматизированная система контроля и управления.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – учет контрольных параметров потока автомобилей на магистральных дорогах и совершенствование методов организации движения с использованием автоматизированной системы. Для этого необходимо решение следующих **задач**:

- Разработка схемы специального устройства для обеспечения автоматизации процесса учета и передачи с целью последующей обработки контрольных параметров потока автомобилей;
- Создание специального программного обеспечения для обработки собранной статистической информации и для принятия управляющего решения, корректирующего процесс движения;
- Разработка схемы и принципа работы универсального прибора для технического обеспечения организации дорожного движения на магистралях;
- Исследование разработанного программного обеспечения и системы в целом в виртуальном эксперименте.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач использованы: теория безопасности, организации и управления дорожным движением; теория массового обслуживания; теория организации и управления процессами; основы теории автоматизации, телемеханики и информационных систем; математическая статистика и теория вероятностей; современная методология математического моделирования и экспериментальных исследований; методы натурных исследований дорожного движения.

### **Научная новизна:**

- Разработана концептуальная схема автоматизированной системы регистрации контрольных параметров дорожного движения, их обработки и управления;
- Создана принципиальная схема счетно-регистрирующего устройства для учета контрольных параметров в автоматическом режиме;
- Разработано компьютерное программное обеспечение автоматизированной системы контроля и управления;
- Предложено применение нового технического средства организации дорожного движения – универсального дорожного знака.

**Практическая ценность работы.** Предложенная система в условиях ожидаемого увеличения транспортных потоков на магистральных дорогах Грузии дает возможность осуществления контроля и управления движением большой интенсивности в автоматическом режиме, что снизит риск задержек на отдельных участках дороги и связанных с ними различных проблем.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- Система оперативного контроля и управления дорожным движением;
- Схема и принцип действия устройства для учета контрольных параметров в автоматическом режиме;
- Структура и алгоритм программного обеспечения автоматической системы;
- Результаты исследования программного обеспечения в виртуальном эксперименте;
- Принципиальная схема универсального технического средства организации дорожного движения.

**Надежность и обоснованность результатов работы** обеспечивается использованием современных методов исследований и не противоречит данным практики и статистики дорожного движения.

**Реализация результатов работы** связана с большими технологическими и техническими трудностями, поэтому осуществлена лишь апробация в виртуальном эксперименте программного обеспечения в Главном управлении департамента патрульной полиции Имерети.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации были представлены на международных конференциях motauto'97 (г. Руссе, болгария, 1997); motauto'98 (г. София, болгария, 1998); motauto'99 (г. Пловдив, болгария, 1999); и motauto'02 (г. София, болгария, 2002); на научном семинаре департамента "транспортные системы" гуц (2006 год).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 7 статей и получен патент Грузии на полезную модель.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов и приложения. Работа содержит 130 страниц, 12 таблиц, 47 рисунков, перечень использованной литературы включает 123 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, рассмотренная сущность, основные цели и задачи.

**В первой главе** даны аннотации родственной теме диссертаций, научных трудов и авторских свидетельств; а также обзор литературы и полученной с помощью Интернета информации.

Приведенные в обзоре материалы посвящены существующим методам изучения исследования дорожного движения, сложившегося на трассах положения, использованию информационных технологий в процессе контроля и управления дорожным движением, необходимости применения в управлении новейших технологий. В конце первой главы рассмотрены существующие сегодня проблемы организации движения. В результате сформулированы задачи, подлежащие решению.

Наиболее существенное влияние на проведенные исследования оказали труды следующих ученых: Сильянов В., Дрю Д., Васильев А., Ситников И., Эштон Д., Юрген П., Боровский Б., Зотов Б., Бабков В., Шевяков В., Лукьянов В., Мишуринов В., Фримштейн М., Блинкин М., Кременец И., Хазарадзе Г., Мшвидобадзе Б., Кочиашвили И., Квирикашвили И., Хамада И. и т.д.

В трудах этих авторов, в основном, рассмотрены теоретические исследования эффективности управления контрольными параметрами автомобильных потоков, хотя меньше внимания уделено применению автоматизированных систем в процессе управления. Как известно, в настоящее время для контроля и диагностики параметров автомобильных потоков, в основном, используются натурные наблюдения и технические методы, с помощью которых данные регистрируются и накапливаются.

Полученные статистические данные, в основном, накапливаются в виде документов и обрабатываются камерально. На основе обработки накопленной информации вырабатываются управляющие решения и соответствующие им реализуемые непосредственно на дороге организационные мероприятия. Осуществление этого процесса требует довольно много времени, из-за чего теряется оперативность контроля и управления. Вследствие вероятностного характера процесса имеют место неточности при выработке управляющих решений.

**Во второй главе** описано аппаратное обеспечение автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) и схема учета и передачи информации, что упрощает и ускоряет

процесс сбора информации и ввода ее в компьютер.

Основными контрольными параметрами системы являются: интенсивность, средняя скорость, плотность, структура, задержки, длина ряда. Для оперативного контроля этих параметров нами предложено устройство так называемый «автоматический пост», принципиальная схема которого дана на рис. 1.

Ультразвуковые радары (1 и 2) этого поста определяют, находится ли автомобиль в контролируемой точке в каждый момент времени. Интервал между последовательными импульсами выбран так, что до возврата первого импульса второй импульс не излучается.

Расстояние между двумя ультразвуковыми радарами выбрана таким образом, чтобы они могли зафиксировать величины всех необходимых параметров: скорость транспортного средства, структура потока, задержка, возникновение очереди. Учтены случайные погрешности измерений контрольных параметров.

Результаты измерений записываются:

$$\bar{X} \pm Z, \quad (1)$$

где  $\bar{X}$  – результат измерения;

$Z$  – доверительная погрешность результата измерения.

Метод измерения определяет величину  $\bar{X}$ , а рассчитывают по формуле

$$Z = (tq)_\varepsilon \cdot S_\varepsilon \quad (2)$$

где  $(tq)_\varepsilon$  – коэффициенты, соответствующий  $q$ -процентной точке случайного распределения композиции;

$S_\varepsilon$  – композиция среднеквадратичных отклонений (СКО) композиции неисключаемых остатков случайных и систематических отклонений.

$$L_\varepsilon = \sqrt{S_V^2 - S_x^2} \quad (3)$$

В этом выражении  $S_x$  – оценка СКО среднеарифметического отклонения (или оценка дисперсии результатов измерения).

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

$S_V^2$  – оценка суммы СКО неисключенных остатков систематических отклонений.

Установлено соотношение между систематическими ( $Q$ ) и случайными  $S_{\bar{x}}$  отклонениями, позволяющее учитывать или пренебрегать одним из них. При  $\frac{Q}{S_{\bar{x}}} < 0,8$  систематическими погрешностями пренебрегают, и случайные погрешности рассчитывают по формуле:

$$Z = (tq)_x \cdot S_x \quad (5)$$

если же  $\frac{Q}{S_{\bar{x}}} > 0,8$ , погрешности не учитываются и расчет производится по формуле

$Z = Q$ , т.е. в этом случае все погрешности определяются системными отклонениями.

Приведенные формулы составляют метод расчета погрешностей. Более подробное рассмотрение расчета погрешностей считаем нецелесообразным.

Общая достоверная оценка погрешности измерений

$$A = \pm Z \cdot a \quad (6)$$

где  $a$  – достоверная вероятность.

Автоматический пост кроме радаров включает:

- процессор, выполняющий все вычисления, учет времени, формирование контрольных параметров для передачи в блок накопления данных;
- блок накопления, где накапливаются считанные за базовый период времени параметры и подготавливаются для передачи на центральный компьютер;
- передаточный блок, который по истечении базового периода времени передает информацию из блока накопления на центральный компьютер.

В зависимости от ситуации, возникающей на конкретном участке дороги, управление потоком автомобилей с следующими управляющими воздействиями: ограничение максимальной и минимальной скоростей, запрет на обгон, регулирование зон ограничений, временное перекрытие менее интенсивных присоединений, включение регулирования светофором.

Основная задача АСКУ – регулирование процессом дорожного движения с использованием управляющих решений центрального компьютера в автоматическом режиме.

Исследования показывают, что в зависимости от дорожной ситуации на одном и том же участке дороги в разные моменты времени необходимо менять дорожные знаки, что позволит максимально приблизить параметры движения потока автомобилей к оптимальным значениям.

Предложено использовать в качестве изменяемых дорожных знаков экранные табло. В работе приведена принципиальная схема такого дорожного знака. Жидкокристаллические, лазерные или электроннолучевые экраны позволяют высвечивать дорожные знаки любого содержания, в соответствии с переданным по каналам высокочастотной радиосвязи цифровым управляющим сигналом центрального компьютера АСКУ.

**В третьей главе** рассмотрено программное обеспечение АСКУ. Для более точной оценки влияния многочисленных факторов на изменение параметров движения потока автомобилей по дороге с двумя полосами использовано имитационное моделирование.

На изучаемом участке дороги состояние потока автомобилей в имитационной модели характеризуется 10 группами одновременно действующих переменных:

1. Удаление автомобилей от исходного пункта, при этом их нумерация ведется от автомобиля, первым вошедшим в зону действия АСКУ;
2. Скорости всех автомобилей в зоне АСКУ в данный момент времени;
3. Расстояния от данного до впереди идущего автомобиля;

4. Границы диапазона расстояний между парами последовательных автомобилей в каждый данный момент времени;
5. Соотношение скоростей пар автомобилей и возможность реализации обгона;
6. Величины временных интервалов изменения режимов движения;
7. Моменты входа каждого автомобиля в данный режим движения;
8. Моменты выхода каждого автомобиля из зоны действия АСКУ;
9. Время движения каждого автомобиля в режиме ограничений;
10. Потери времени каждого автомобиля в зоне действия АСКУ.

Поток рассматривается как единство произвольного количества автомобилей трех типов: легковых, среднегрузовых и тяжелых грузовых. В модели для каждого момента времени для каждого отдельного автомобиля потока рассчитывается скорость, расположение, расстояние и другие параметры. На основном участке дороги режим свободного движения автомобиля нарушается, когда он начинает обгон впереди идущего автомобиля и переходит для этого на полосу встречного движения или же когда при съезде с дороги он переходит в режим ожидания и фактически перекрывает дорогу следующему за ним автомобилю.

Моделирование реализуется в следующей последовательности:

1. Определяются координаты геометрических элементов изучаемого участка дороги, границы расположения и действия дорожных знаков и разметки;
2. Установлена продолжительность временных интервалов изучения потока и организовано изменение времени от нуля до конечного значения с данным шагом  $T=T_0+\Delta T$ ;
3. Контролируется вход автомобилей в зону действия АСКУ с учетом интенсивности движения. Для этого используется закон распределения Пуассона, т.е. в компьютере генерируется случайное число  $(RX)$  и с его помощью определяются числа, распределенные

$$\text{по закону Пуассона } RX_p = \frac{1}{\lambda} \ln(1 - RX), \quad (7)$$

где  $\lambda$  – параметр распределения Пуассона, который показывает интенсивность появления событий.

4. По величине случайного числа устанавливается тип автомобиля, въезжающего на начальный участок дороги;
5. По временным интервалам и по прохождению блоков дороги определяются параметры движения каждого автомобиля в каждый момент времени; рассматриваются различные режимы движения автомобиля;
6. Данные для статистического анализа, полученные при реализации модели, записываются в файл с последовательным доступом. Их обработка дает окончательные результаты.

Модель позволяет получать данные, характеризующие условия движения потока автомобилей: среднюю длительность движения автомобилей; временные потери для



автомобилей каждого типа; средние скорости движения потока в целом и отдельных автомобилей.

**В четвертой главе** представлена численная реализация предложенного алгоритма. Она позволяет рассчитать и исследовать параметры движения потока и решить следующие задачи: зависимость всех параметров от интенсивности потока; оценка вариантов организации движения по скоростям движения автомобилей в потоке; оценка изменения средних значений параметров потока; влияние новых вариантов средств организации движения и установки дорожных знаков на дорожную ситуацию.

Было проведено численное исследование математической модели дорожной ситуации с использованием компьютерной программы на языке BASIC. В программе учтены геометрические параметры изучаемого участка дороги, такие как углы продольного наклона дороги на разных участках. Имеется также возможность учета параметров организации дорожного движения: ограничение скорости, запрет обгона и т.д.

Дорога поделена на единичные блоки, ширина которых равна ширине полосы движения, а длина – одной единице приведенной длины автомобиля. Таким образом, автомобиль может занимать дискретные положения. Перемещение каждого автомобиля отражается изменением записи, показывающей его местоположение. Для этого текущая скорость умножается на прирост времени и по полученному перемещению определяется количество пройденных блоков, добавляемых к показателю расположения автомобиля.

Программа присваивает каждому автомобилю, который оказывается в начале полосы движения, идентификационный номер.

Данные имитационного моделирования можно подразделить на несколько групп:

- данные связанные непосредственно с каждым автомобилем – скорость, максимальное ускорение, тип, размер и т.д.;
- общие показатели – обгон, ожидание и др.;
- параметры дороги – органические скорости, расположение подсоединений, запрет обгона, продольные уклоны и прочее.

При функционировании системы автомобиль попадает в разные ситуации, реализуемые имеющимися подпрограммами:

1. *Свободное движение* – автомобиль не встречает препятствий и может передвигаться с максимальной скоростью;
2. *Гонка за лидером* – автомобиль может перемещаться с ускорением, обеспечивающим следование за впереди идущим автомобилем;
3. *Маневр обгона* – автомобиль может развить скорость большую движущегося впереди и начинает выполнять маневр;

4. *Маневр слияния* – проверяются прилегающие блоки и, если все они свободны на необходимом для маневра расстоянии, автомобиль начинает маневр.
5. *Съезд с основной полосы* – маневр подобен маневру слияния. Проверяются смежные блоки и, если съезд невозможен, автомобиль останавливается в блоке, прилегающем к съезду, и полностью занимает его.

Для проверки модели проведена численная реализация описанной программы. В процессе исследования производилось увеличение интенсивности движения потока от нулевого значения до величины, приводящей к возникновению нежелательных ситуаций в узлах дороги.

Исследование проведено в три этапа.

На первом этапе изменение интенсивности осуществлялось по действующей схеме организации дорожного движения, пока в одном из дорожных узлов не возникнет очередь автомобилей.

На втором этапе этого узла вводится новая схема организации дорожного движения, и процесс повторяется сначала.

На третьем этапе проверяются на пропускную способность более прогрессивные схемы организации движения в узлах.

Исследования показали, что пропускная способность участка дороги, в основном, зависит от создавшейся на нем ситуации, в частности: от интенсивности потока, скоростей автомобилей потока, временных интервалов между автомобилями и плотности потока. Результаты исследований даны для узловых точек в виде двумерных диаграмм. На диаграммах сплошная линия соответствует первому этапу исследования модели, штриховая – второму и штрих-пунктирная – третьему.

Для каждого узла приведены три зависимости:

1. временной интервал – интенсивность потока (рис. 2);
2. средняя скорость движения потока – интенсивность потока (рис. 3);
3. средняя скорость движения потока – плотность потока (рис. 4).

Результаты исследования одного из узлов участка магистральной дороги Тбилиси – Сенаки – Леселидзе – 247 км (Салиа) представлены на рис. 2. На рис. 3 и 4 показано как изменяется средняя скорость движения автомобилей в изучаемом узле при увеличении интенсивности и соответственно плотности потока.

Было исследовано полное программное обеспечение АСКУ (рис.5) с использованием имитации дорожной ситуации в режиме реального времени в виртуальном эксперименте.

Исследование информационного обеспечения на первом этапе виртуального эксперимента показало, что принятые значения параметров дорожного движения с достаточной точностью отражает реальные их значения. Исследование автоматической системы дает возможность

существенно повысить пропускную способность дороги и автоматически выбирать нужную оптимальную схему организации движения. Исследования подтвердили, что программное обеспечение работает нормально и что возможно его практическое использование.

**В пятой главе** установлена зависимость коэффициента  $K$  загрязнения воздуха от скорости  $V$  перемещения подвижного состава в дорожных условиях. В общем случае:

$$K = \frac{m_0}{m_1} = \frac{m_0}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (8)$$

где  $m_0$  – эталонное значение содержания вредных для человека веществ в единичном объеме воздуха вблизи магистрали;

$m_1$  – доля вредных веществ в единичном объеме воздуха.

Получена также формула, определяющая коэффициент  $N$  запаса загрязненности воздуха, в зависимости как от параметров автомобиля и скорости его перемещения  $V$ , так и от характера рельефа трассы:

$$N = \frac{K_{pq}}{K \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 + \frac{K_{pq} \cdot v \cdot K_5}{V_{pq}}} \quad (9)$$

где  $K_1$  – коэффициент температурного рассеивания выхлопных газов;

$K_2$  – коэффициент рассеивания выхлопных газов;

$K_3$  – коэффициент рассеивания выхлопных газов с учетом рельефа;

$K_4$  – коэффициент внешних параметров двигателя;

$K_5$  – коэффициент ограничения скорости на магистрали;

$K_{\text{вс}}$  – предельное значение загрязненности воздуха, при котором прекращается эксплуатация транспорта;

$v$  – скорости потока;

$v_{\text{вс}}$  – предельная скорость перемещения транспорта, допустимая на участке дороги.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Предложен новый метод учета контрольных параметров и организации движения потока автомобилей на магистральных дорогах с использованием автоматической системы контроля и управления (АСКУ).
2. Разработана схема автоматического поста для учета контрольных параметров автомобильных потоков и передачи данных для последующей обработки.
3. Создано программное обеспечение автоматической системы для обработки собранной

статистической информации и принятия корректирующих процесс движения управляющих решений.

4. Разработаны схема и принцип работы универсального устройства - изменяемый дорожный знак – для технического обеспечения организации дорожного движения на магистралях.
5. Оценена надежность налаженной работы программного обеспечения математической модели в дорожной ситуации, полученные результаты достаточно точны; проведено исследование полного программного обеспечения АСКУ с применением виртуального эксперимента и имитацией данных натурных испытаний. Программное обеспечение работает надежно, установлена достаточная адекватность управляющих решений, полученных с его использованием.
6. Впервые теоретически установлена зависимость между коэффициента загрязнения атмосферы и скоростью движения автомобилей в дорожных условиях; получена формула для расчета коэффициента запаса загрязненности атмосферы в зависимости от скорости движения автомобиля и с учетом характера рельефа дороги.
7. Исследования показали, что использование АСКУ позволяет увеличить пропускную способность магистральной дорожной сети; снизить задержки транспортных потоков и риск дорожных происшествий; повысить среднюю скорость движения; уменьшить вредное воздействие транспорта на окружающую среду; что в целом повысит обобщенный экономический эффект.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ**

### **ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

1. Бобохидзе Б., Бобохидзе М. Выбор допустимых скоростей по участкам профиля автомобильной дороги. / МОТОАУТО'97, Труды, т. II. – Руссе Болгария, 1997. – с. 19-21.
2. Бобохидзе Б., Бобохидзе М. Устройство измерения скоростей транспортных средств. Патент Грузии на полезную модель № GE391Y; U 1996 000423. GE 391 Y, G 015 13/92. Официальный бюллетень промышленной собственности, № 11(37). – Тбилиси, 25.09.1998. – с. 48-49.
3. Камкамидзе Н., Бобохидзе Б., Бобохидзе М. Установление регрессионной связи между

- выхлопными газами (СО и SO<sub>2</sub>) двигателя внутреннего сгорания и заболеваниями дыхательных органов. / МОТОАУТО'98, Труды, т. II. – София, Болгария, 1998. – с. 5-9.
4. Камкамидзе Н., Бобохидзе Б., Бобохидзе М. Оценка концентраций окиси углерода в атмосфере потока автодороги. / МОТОАУТО'99, Труды, т. I. – Пловдив, Болгария, 1999. – с.11-12.
  5. Бобохидзе М. Проблема повышения точности измерения скорости транспортных средств. / МОТОАУТО'02, Труды, т. II. – Руссе, Болгария, 2002. – с. 67.  
(На английском языке).
  6. Бобохидзе М. Метод и средства исследования перспективных транспортных потоков. / Журнал "Мецниереба да технологиები" ("Наука и технологии"), № 1-3. – Тбилиси, 2006. – с. 55-58. (На грузинском языке).
  7. Мгалоблишвили К., Бобохидзе М., Герадзе П., Бобохидзе Б. Моделирование контрольных параметров транспортных потоков использованием вычислительной техники. Журнал "Мецниереба да технологиები" ("Наука и технологии"), № 1-3. – Тбилиси, 2006. – с. 59- 62.  
(На грузинском языке).
  8. Мгалоблишвили К., Бобохидзе М. Устройство, для регистрации контрольных параметров дорожного движения в автоматическом режиме. / Труды Кутаисского государственного технического университета, № 1(17). – Кутаиси: Кутаисский технический университет, 2006. – с. 190-192 (На грузинском языке).