

МАКОВЕЦКАЯ-АБРАМОВА О.В.

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ
СИСТЕМ**

МОНОГРАФИЯ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ”

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ПРОМЫШЛЕННО-ГРАЖДАНСКОГО И ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

О.В. МАКОВЕЦКАЯ-АБРАМОВА

**АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

МОНОГРАФИЯ

2023

ББК 65.43; 32.96

М77 О.В. Маковецкая-Абрамова - СПб: СПбПУ, 2023.-47с.

Монография содержит результаты исследования в области применения интеллектуальных транспортных систем на дороге. Особый акцент сделан на цифровизацию системы управления и организации дорожного движения, обеспечение безопасности на дороге.

Монография предназначена для широкого круга читателей интересующихся вопросами развития транспортной инфраструктуры.

The monograph contains the results of research in the field of application of intelligent transport systems on the road. Special emphasis is placed on digitalization of the traffic management and organization system, ensuring road safety.

The monograph is intended for a wide range of readers interested in the development of transport infrastructure.

ББК 65.43; 32.96

О.В. Маковецкая-Абрамова

Рецензент: зав. кафедрой безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
СПбГЭУ д-р техн. наук, проф. **Г.В. Лепеш**

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1	ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕМАТИКИ	8
Глава 2	ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ	9
	2.1 ЭЛЕКТРОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ	14
	2.2 ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	19
Глава 3	АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	26
	3.1 ТИПОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА БОРТОВЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	26
	3.2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БОРТОВОГО НАВИГАЦИОННО-СВЯЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	26
	3.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО НАВИГАЦИОННО-СВЯЗНОГО БЛОКА ГРАНИТ-НАВИГАТОР. 06, УСТАНОВЛИВАЕМОГО НА ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ	27
	3.4 ПРОГРАММЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ – АВТОМАТИЧЕСКИЙ	29

МОНИТОРИНГ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
БИБЛИОГРАФИЯ	43

ВВЕДЕНИЕ

Каждый год уровень автомобилизации в России растет. Происходит значительный рост количества автомобилей, что вызывает необходимость повышения качества автомобильных дорог, дорожного сервиса, создание необходимой инфраструктуры для их пользователей.

Дорожное движение в настоящее время следует рассматривать как одну из самых сложных составляющих социально-экономического развития городов и регионов. В данной области должны использоваться самые современные технологии сбора и обработки информации о параметрах транспортных потоков (плотности, скорости, составе) с целью обеспечения безостановочного движения по улицам и дорогам. Происходящие в стране значительные социально-экономические преобразования предъявляют новые требования к уровню согласованности всех сфер жизнедеятельности общества – в том числе в системе транспортных перевозок. Между тем в последние десятилетия нарастает несбалансированность между потребностями в транспортных услугах и реальными пропускными способностями всех видов транспорта. Объективный рост и глобализация мировой экономики, качественные изменения в российской экономике, качественное увеличение интенсивности и оборота транспортных потоков, изменение масштабов компьютеризации систем управления и мониторинга самых разнообразных экономических и пространственных процессов требуют интеллектуальной поддержки управления этими процессами, разработки и внедрения интеллектуальных транспортных систем в РФ как инструмента повышения эффективности экономики России в целом.

Что из себя представляет Возможности экстенсивного пути удовлетворения потребностей общества в наращивании объемов перевозок пассажиров и грузов путем увеличения численности транспорта в значительной мере исчерпаны – особенно в крупных городах. В настоящее время в России ведется разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) разного масштаба. Интеллектуальная транспортная система? Ответ на вопрос изложен в работе [1,4]. Такая совокупная система, объединяющая в единый технический и технологический комплекс подсистемы организации дорожного движения, обеспечения безопасности дорожного движения, а также предоставления информационного сервиса для участников дорожного движения и потенциальных субъектов транспортного процесса, сегодня получила название – «Интеллектуальная Транспортная Система» (ИТС). Оперативной задачей ИТС является осуществление и поддержка возможности автоматизированного и автоматического взаимодействия всех транспортных субъектов в реальном масштабе времени на адаптивных принципах.

Ключевым в построении ИТС является комплекс дорожно-транспортной, транспортно-технологической, транспортно-сервисной и информационной инфраструктуры. Фактически этот комплекс представляется как совокупность подсистем, в которой предусмотрена функция диспетчерского, оперативного и ситуационного координирования взаимодействия вовлеченных служб, ведомств и иных субъектов. Для организации такого взаимодействия необходимо создавать региональные диспетчерские центры [1,4].

ИТС – совокупность информационных, коммуникационных систем (средств) и систем (средств) автоматизации в совокупности с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, обеспечивающая эффективность перевозочного процесса, повышение его безопасности и качества. Другими словами, ИТС – интеграция информационно-коммуникационных технологий применительно к ключевым составляющим транспортных процессов: человек – транспортные средства – транспортная инфраструктура.

Сегодня назрела необходимость создания интеллектуальной транспортной системы, соответствующей сценарию инновационного развития, вектор которого задан Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года. Создание российской ассоциации ИТС – наиболее очевидный путь развития, учитывая высокие темпы внедрения инновационных технологий и насущную потребность для страны в более эффективном использовании транспортного ресурса при одновременном снижении отрицательных последствий автомобилизации и сокращении людских потерь.

В данной работе внедрение ИТС рассматривается в неразрывной связи совершенствования транспортной инфраструктуры.

Актуальность проблемы заключается также и в том, что ее решение имеет непосредственное отношение к эффективности экономики страны в целом. Повышение эффективности экономики страны (всех ее отраслей) зависит от ее инфраструктурной составляющей, каковой является транспортная инфраструктура, развитие которой невозможно без разработки и применения ИТС и придорожного сервиса.

Глава 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕМАТИКИ

Краткая история создания и развития систем транспортной телематики, основные методы и средства транспортной телематики, применяемые на автомобильном транспорте и в дорожном хозяйстве рассмотрена в работе [2,3]. С начала 60-х годов XX века в США, Японии и Европе на транспорте стали внедряться системы, основными принципами создания которых стали: повышение эффективности транспортных процессов; повышение безопасности транспортных процессов; улучшение экологической ситуации путем уменьшения загрязнений от транспорта; 5 предоставление информации участникам дорожного движения и центрам управления движением о ситуации на дорогах. В США данные системы получили название «Интеллектуальные транспортные системы» (ИТС) (Intelligent Transportation Systems - ITS). В Европе получил распространение термин «Системы транспортной телематики». Термин «телематика» - это производное от слов «телекоммуникации» и «информатика». Соответственно, понятие «транспортная телематика» охватывает область использования возможностей телекоммуникационных технологий и информатики при решении технологических задач на транспорте. Определение. «Телематические системы» - это комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории региона. В Европе проекты создания и развития телематических систем поддерживались Европейским Союзом. В США и Японии проекты поддерживались правительствами, которые считали внедрение и развитие ИТС стратегической задачей. Второй этап развития данных систем наступил в 80-х годах XX века и связан с бурным развитием коммуникационной техники, мобильной связи и навигации. В середине 90-х годов XX века стала очевидна высокая эффективность ИТС. На Европейской конференции министров транспорта в 1997 г. было принято решение о создании систем ИТС в масштабе Европы с достижением следующих основных целей: повышения безопасности дорожного движения; улучшения пропускной способности и оптимизации улично-дорожной сети; снижения последствий и рисков возникновения чрезвычайных ситуаций; повышения информированности участников дорожного движения; оптимизации работы дорожных служб, улучшения

реагирования на ДТП; повышения эффективности транспортной системы; автоматизации управления процессами транспортных перевозок. В настоящее время проекты создания и внедрения комплексных ИТС объединяют телекоммуникационные и информационные технологии с организацией движения транспортных потоков так, чтобы повысить пропускную способность существующей транспортной инфраструктуры, а также повысить безопасность и улучшить экологию транспортных систем. Транспортная телематика при этом является элементом технического обеспечения основных функциональных и системных компонентов ИТС. В России данные системы активно внедряются на автомобильном транспорте и в дорожной отрасли при поддержке Правительства Российской Федерации в рамках федеральных целевых программ (ФЦП) «Повышение безопасности дорожного движения» и «Глобальные навигационные системы» [2,3].

Глава 2. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

Сфера продвижения ИТС в мировой практике варьируется от решения проблем общественного транспорта, существенного повышения безопасности дорожного движения, ликвидации заторов в транспортных сетях, повышения производительности интермодальной транспортной системы (включая автомобильный, железнодорожный, воздушный и морской транспорт) до экологических и энергетических проблем.

Сегодня наиболее активно развиваются базовые технологии для транспортной инфраструктуры и транспортных средств:

- управление движением на автомагистралях;
- коммерческие автоперевозки;
- предотвращение столкновений транспортных средств и безопасность их движения;
- электронные системы оплаты транспортных услуг;
- управление при чрезвычайных обстоятельствах;
- управление движением на основной уличной сети;
- управление ликвидацией последствий ДТП;
- управление информацией;
- интермодальные грузовые перевозки;
- контроль погоды на автодорогах;
- эксплуатация автодорог;
- управление общественным транспортом;
- информация для участников движения.

Одно из основных направлений развития ИТС, которое активно продвигается последние 15 лет – реализация концепции интеллектуального автомобиля. Работает международная программа "Транспортные средства повышенной безопасности". Уже первые опыты использования бортовых интеллектуальных систем показали, что они способны уменьшить число ДТП на 40%, а число ДТП со смертельным исходом на 50%.

Развитие ИТС методологически базируется на системном подходе, формируя ИТС именно как системы, а не отдельные модули (сервисы).

Формируется единая открытая архитектура системы, протоколы информационного обмена, формы перевозочных документов, стандартизация параметров используемых технических средств связи, контроля и управления, процедур управления и т.д.

Организационно-методической основой развития ИТС служат национальные концепции развития ИТС, национальные архитектуры ИТС и Программы развития, важным инструментом привлечения новых игроков на этот рынок стало формирование рыночных пакетов ИТС.

Концепция ИТС представляет собой видение пользовательских услуг, идеологии построения системы, постановки задач и разработки планов системного и эффективного продвижения ИТС в России.

Концептуальную схему построения ИТС следует рассматривать как организацию системной формы взаимодействия всех видов транспорта, наиболее эффективное использование транспортного ресурса за счет совместных транспортных операций с наиболее рациональными вариантами структурно-поточных схем движения пассажиров и грузопотоков, обеспечивая качество транспортных услуг.

При разработке концепции следует учитывать возможности и этапы развития отечественной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС, которая являясь основой координатно-временного обеспечения Российской Федерации, уже сейчас используется в различных областях социально-экономической сферы.

ИТС – система сервисная. Поэтому в основу построения архитектуры должна быть положена информация о возможных потребностях в ее услугах для пользователей. В мировой практике определены пять основных типов пользователей ИТС: водители, пешеходы и велосипедисты, пассажиры общественного транспорта, перевозчики, транспортные операторы и службы эксплуатации транспортной инфраструктуры. Состав основных системных компонентов современных ИТС для больших городов в России и решаемые ими задачи показаны в табл. 1 и подробно изложены в работе [2,3].

Таблица 1.

№ п/п	Наименование системы	Основные решаемые задачи
1	Системы видеонаблюдения и мониторинга дорожного движения	<p>Мониторинг состояния (загрузки) дорожной сети с использованием: детекторов транспорта и соответствующей инфраструктуры, средств позиционирования, систем сбора и обработка данных в режиме реального времени</p> <p>Автоматизированное распознавание событий с записью ситуаций на аварийно-опасных участках и перекрестках</p> <p>Прогнозирование развития дорожной ситуации на основе данных мониторинга и статистики</p> <p>Накопление и отображение статистики</p>
2	Системы управления дорожным движением	<p>Управление дорожными знаками переменной информации и дорожными информационными табло</p> <p>Адаптивное управление переключением светофоров</p> <p>Оперативное реагирование на дорожно-транспортные происшествия</p> <p>Управление дорожной инфраструктурой в зависимости от метеоусловий</p>

3	Системы обеспечения безопасности дорожного движения	<p>Принятие решений по фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения (ПДД)</p> <p>Превышение скорости</p> <p>Проезд на запрещающий сигнал светофора</p> <p>Нарушение переезда через железнодорожные пути</p> <p>Нарушение дорожной разметки</p> <p>Нарушение правил парковки</p> <p>Выезд на полосу общественного транспорта</p> <p>Не предоставление преимущества движения специальному транспорту</p>
4	Системы автоматизированного информирования участников дорожного движения	<p>Информирование участников дорожного движения с целью перераспределения транспортных потоков путем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывода информации на дорожные информационные табло - вывода актуальной информации в сеть Интернет, включая прогнозы - вывода актуальной информации на мобильные устройства, включая информацию о свободных местах парковки
5	Системы обеспечения платных транспортных услуг	Автоматизация управления платными городскими парковками

		<p>Автоматизация платного въезда на закрытые территории</p> <p>Автоматизация платы за пользование дорогами</p>
6	Автоматизированные системы управления транспортными процессами	<p>Управление перевозками пассажиров городским пассажирским транспортом</p> <p>Управление междугородними автомобильными перевозками пассажиров</p>
7	Системы информирования пассажиров городского пассажирского транспорта	<p>Информирование пассажиров ГПТ путем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывода информации на остановочные информационные табло - вывода актуальной информации о движении пассажирских транспортных средств на маршрутах в сети Интернет - вывода актуальной информации о движении пассажирских транспортных средств на маршрутах на мобильные устройства

2.1 Электронная идентификация в системах управления транспортом

Электронная идентификация – процесс автоматического получения данных, однозначно определяющих ключевые характеристики объекта (или субъекта) в заданной области его функционирования. В этом смысле ключевые характеристики объекта принято называть идентификационной информацией. Идентификационная информация может быть либо постоянной, либо изменяемой в процессе эксплуатации. Носителем идентификационной информации является индивидуальный идентификатор.

Идентификатор – признак, по которому определяется объект. В качестве идентификаторов могут использоваться как уникальные физические характеристики, присущие данному объекту или субъекту, так и специально изготовленные и установленные устройства с информацией, хранящейся в символьной, магнитной или электронной формах (карточка со штрих-кодом, магнитная карточка и т. п.). Каждый идентификатор в системе характеризуется определенным уникальным двоичным кодом.

Идентификация – процесс распознавания объекта по его идентификатору. Идентификатор объекта предъявляется считывателю, который определяет и передает в систему его индивидуальный код для проведения процедуры распознавания.

Аутентификация – процедура верификации принадлежности идентификатора данному объекту (субъекту). Эта проверка позволяет убедиться, что объект является именно тем, кем себя объявляет. В случае успешного результата идентификатор объекта используется для предоставления полномочий по использованию данных, получаемых от объекта или передаваемых ему. Аутентификация производится на основании того или иного секретного элемента (аутентификатора), которым располагают как объект, так и система распознавания.

Вопросы использования современных средств электронной идентификации при управлении работой автомобильного транспорта подробно рассмотрены в работах [5,6,7]. Ниже представлены примеры наиболее распространенных на практике способов идентификации грузов, проездных документов и транспортных средств. Автоматическая идентификация работает согласно схеме, рис.2.



Рис. 2 Схема работы системы автоматической идентификации

В настоящее время для автоматической идентификации могут использоваться следующие методы:

- *Считывание акустико-магнитной информации* основано на использовании пластинки с намагниченным элементом (магнитной картой), на котором записаны необходимые данные, как на магнитофонной ленте. Этот метод получил распространение в основном для доступа к предоставлению определенных услуг (дебетовые карты, карты доступа и т. п.).
- *Радиочастотная идентификация (RFID-технология)* выполняется за счет размещения на идентифицируемом объекте маломощного радиопередатчика (транспондера), по сигналу вызова считывающего устройства (ридера) передающего записанную в памяти информацию.
- *Оптическое распознавание специальных знаков*, размещенных на этикетке обычно в виде штрих-кода. Распознавание буквенно-цифровых символов транспортных этикеток встречается крайне редко из-за низкой надежности как на этапе считывания, так и на этапе распознавания.
- *Биометрическая идентификация* основана на измерении уникальных физических характеристик субъектов системы и отличается высокой степенью достоверности идентификации, неотделимостью биометрических признаков от субъекта и высокой сложностью их фальсификации. В настоящее время отработаны технологии использования следующих биометрических признаков (в скобках приведена доля продаж устройств идентификации данного типа на рынке США): отпечатки пальцев (44 %), форма и размеры лица (14 %), геометрическая форма ладони (13 %).

Остановимся на радиочастотной идентификации - RFID-технология (Radio Frequency Identification) [5,6] .

Для считывания данных с радиочастотных меток могут использоваться стационарные считыватели, которые устанавливаются в определенных местах и считывают данные автоматически со всех меток, попадающих в их радиус действия, или по команде оператора. В случае необходимости считывания данных на складах или терминалах могут использоваться переносные терминалы сбора данных, аналогичные сканерам штрихового кода. RFID-терминал считывает информацию с радиочастотных меток, декодирует ее, выводит на экран и передает в информационную систему (рисунок 3).



Рис. 3 Считывание данных с радиочастотных меток

Основные преимущества RFID-технологии заключаются в следующем:

- для считывания данных не нужен контакт или прямая видимость; данные могут считываться через грязь, краску, пар, воду, пластмассу, древесину;
- высокое быстродействие и точность считывания данных большого объема с возможностью редактирования, удаления и добавления информации;
- пассивные транспондеры (без автономного питания) имеют фактически неограниченный срок эксплуатации;
- RFID-метки несут большое количество информации и могут быть интеллектуальными (например, сообщать определенным считывателям разные части записанных данных);
- записанная в радиочастотной метке информация может быть зашифрована и недоступна посторонним считывателям;
- радиочастотные метки надежно защищены от внешних воздействий;
- расположение метки может быть свободным относительно считывателя.

Наряду с неоспоримыми достоинствами, радиочастотной идентификации присущи и следующие недостатки:

- относительно высокая стоимость по сравнению со штриховым кодированием;
- невозможность размещения под металлическими и электропроводными поверхностями;

- взаимное влияние разных меток, одновременно находящихся в зоне действия считывателя;
- подверженность помехам в виде электромагнитных полей;
- влияние на здоровье человека в виде электромагнитного излучения.

Одной из основных проблем в системах радиочастотной идентификации является устранение ситуации, когда несколько транспондеров одновременно передают свои данные. В противном случае сигналы нескольких транспондеров появятся на входе считывателя, и произойдет их взаимное искажение. Это явление называется коллизией. Для выделения и идентификации отдельного транспондера из группы аналогичных устройств применяют различные антиколлизийные методы доступа [7,8].

Автоматизация слежения за грузами

Слежение за грузами в процессе транспортировки является одной из самых сложных задач транспортной фирмы. При этом возможность в любой момент времени точно знать местонахождение груза, скорость его транспортировки и другие параметры, характеризующие процесс доставки, является важнейшей составляющей качества обслуживания заказчиков. Как правило, определение местонахождения груза привязано к транспортному средству, на котором перевозится груз. Как только груз сгружается с транспортного средства, его положение фиксируется в точке разгрузки (склад, терминал, порт).

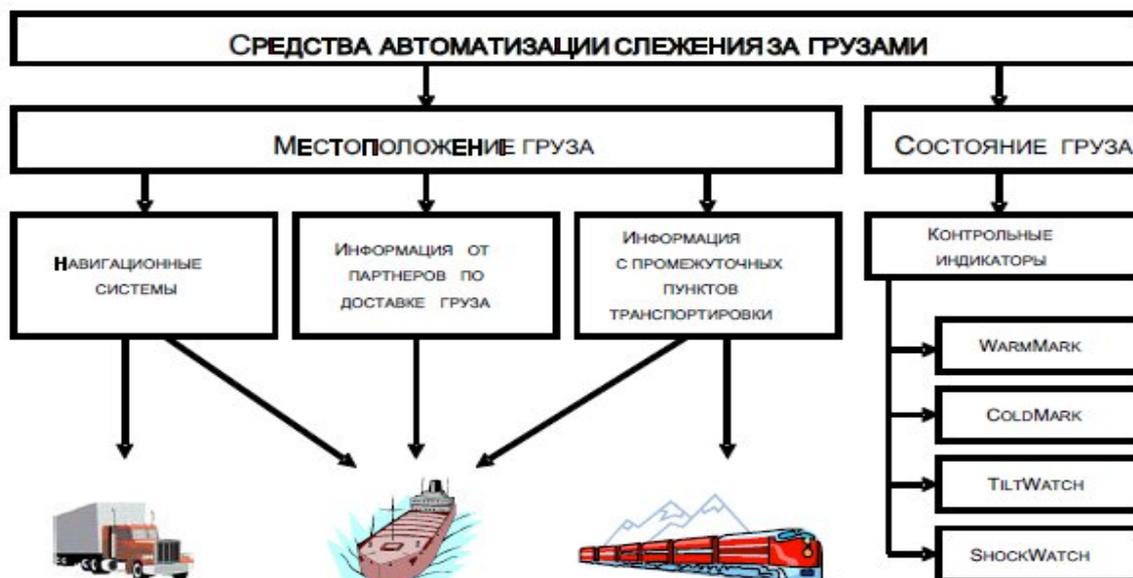


Рис. 4. Схема использования средств автоматизации слежения за грузами на транспорте

Метод определения местонахождения транспортного средства зависит от вида транспорта. Для определения местонахождения автомобилей и судов используются системы трассирования или навигационные системы. Местоположение подвижного состава железнодорожного транспорта фиксируется на промежуточных станциях. Со станций информация передается по сетям связи в информационную систему, где может быть доступна организатору перевозок.

Навигационные системы на автотранспорте

В качестве навигационных систем на транспорте в основном используются GPS (Global Positioning System – глобальные системы позиционирования), которые позволяют определять географические координаты и высоту расположения подвижного объекта с высокой точностью (от 5 до 100 м). GPS – основана на обработке сигналов спутниковой системы глобального позиционирования Navstar. Система Navstar состоит из 24 спутников и принадлежит Министерству обороны США, которое предоставляет их для гражданских пользователей безвозмездно. С каждого спутника непрерывно передаются радиосигналы: специальным образом закодированные метки времени, позволяющие синхронизировать часы в приемниках GPS, установленных на подвижных объектах, и с очень высокой точностью вычислять время прохождения сигнала от спутника до приемника. Применяемые для кодирования псевдослучайные последовательности дают возможность передавать эту информацию без значительных затрат мощности и принимать ее с помощью антенн очень малого размера. В свою очередь каждый спутник получает информацию о своих координатах от сети наземных станций слежения. Помимо задач управления транспортным процессом, использование навигационных систем с точки зрения общегосударственных интересов преследует следующие основные цели:

1. Информационное обеспечение безопасности перевозок (в первую очередь – опасных грузов) с автоматизированным обнаружением мест ДТП и чрезвычайных ситуаций и оперативным взаимодействием с органами МВД, скорой медицинской помощи и МЧС.

2. Создание систем с автоматическим определением местонахождения АТС, способных в режиме реального времени решать задачи управления транспортными потоками, автоматически принимать сигналы бедствия «SOS» от водителя транспортного средства, устанавливать связь с оперативными службами МВД и МЧС.

3. Обеспечение управления и передислокации АТС на линии при выполнении мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Информационные системы для электронной идентификации

Характерные для систем электронной идентификации большие объемы разнообразных по направлению информационных потоков порождают значительное количество данных. Для принятия правильных и эффективных решений эти данные должны быть своевременно получены, обработаны и доведены до соответствующих исполнителей и руководителей. Для решения таких непростых задач используются современные информационные технологии.

При создании системы обработки данных необходимо стремиться соблюдать три основных принципа:

- Данные должны быть доступны. Весьма эффективно создание веб-сервера, доступ к которому внутри организации может быть обеспечен через внутреннюю сеть интернет, а для сотрудников, работающих вне организации, – через Интернет. Средства защиты данных должны быть более конкретными. Вместо запрета доступа к таблицам лучше защищать конкретные колонки и записи данных.

- Данные должны быть точными. При добавлении данных в информационную систему они должны подвергаться автоматической логической проверке.

- Данные должны быть понятны. Все операции с конкретными данными (кроме просмотра) лучше выполнять в одном и том же месте, в основном там, где они были впервые введены в компьютер [8,9,10].

2.2 Оптико-электронная идентификация транспортных средств

Информация о качественном составе транспортного потока – идентификация транспортных средств по оптическим образам была получена автором монографии с использованием, в качестве детектора оптико-электронного датчика на основе пластинчатого раstra. Подробно о результатах исследования в работе [11].

Оптико-электронный детектор на основе пластинчатого раstra (рис. 5, а) исследован в работах [12,13,14,15,16]. Структура и свойства пластинчатого раstra изложены [17,18].

Оптическим элементом пластинчатого раstra является элементарная ячейка (ЭЯ) – прозрачный для излучения зазор в форме узкой и глубокой щели между соседними пластинами. Геометрическими параметрами ячейки являются: ширина a , высота h и глубина l_z . Пластинчатый растр может содержать одну или несколько элементарных ячеек. Свойства ПР определяются в основном характеристиками ЭЯ. Через оптический элемент ПР пройдут без переотражения от боковых пластин световые лучи с поля зрения пространства предметов, имеющего форму прямоугольника, ограниченного сторонами a_n и h_n . На расстоянии L размеры поля зрения определяются из соотношений:

$$a_n = L \cdot \operatorname{tg}(2\alpha_0); \quad (1)$$

$$h_n = L \cdot \operatorname{tg}(2\theta_0), \quad (2)$$

где $2\alpha_0 = \operatorname{arctg}(2a/l)$ – угол измерения, а $2\theta_0 = \operatorname{arctg}(2h/l)$ – угол захвата ПР.

Для решения задачи регистрации транспортных средств используются пластинчатые растры, у которых размеры ячейки соотносятся так, что: $h \gg a$, $l \gg a$, поэтому высота поля зрения h_n будет значительно больше ширины a_n и такое поле зрения часто можно считать линейным. Размер a_n выбирается таковым, чтобы можно было получать наиболее точную и детальную информацию о движущемся транспортном средстве. Эксперименты показали, что этот размер должен лежать в интервале значений: $0,5 \text{ м} < a_n < 1 \text{ м}$.

Для регистрации моделей ТС использовался пластинчатый растр со следующими характеристиками:

Длина – 100 мм;

расстояние между пластинами – 1 мм;

ширина – 10 мм;

толщина пластин – 0,2 мм;

высота – 72,2 мм;

угол измерения $2\alpha_0$ – $1,8^\circ$;

количество пластин – 10; угол захвата $2\Theta_0 - 30^\circ$.

Для того чтобы объект исследования пересёк поле зрения датчика, длина поля зрения должна равняться поперечному размеру дороги. Взаимное расположение датчика и АТС изображено на рис. 6. Поле зрения сориентировано на полосу автомобильного движения и при пересечении его автомобилем возникает электрический сигнал. Пластинчатый растр имеет поле зрения в виде вытянутого прямоугольника, устройство позволяет получить информацию о транспортном потоке с сечения дорожного полотна.

Диаграмма направленности (ДН) оптико-электронного устройства с пластинчатым растром определяется геометрией элементарной ячейки, а также отражательными свойствами материала пластин [18]. При малых значениях ширины a и больших значениях глубины l диаграмма направленности зависит ещё и от дифракционных эффектов на узкой и глубокой ячейке. В качестве примера на рис.7 приведена диаграмма направленности ЭЯ, полученная в экспериментах с точечным источником света, который был удалён от входного окна на расстояние 2 метра. Источник был ориентирован так, чтобы поперечный размер нити накала был перпендикулярен оптической оси ЭЯ. На рис. 7 по оси ординат отложено нормированное значение электрического сигнала I с фотоприёмника, установленного в выходном окне ячейки. По оси абсцисс угол поля зрения элементарной ячейки $2A_0$.

Сигнал, регистрируемый оптико-электронным датчиком является результатом свёртки собственного сигнала АТС $e(t)$ с импульсной характеристикой раstra $h(t)$ (диаграммой направленности). Процедура восстановления входного сигнала $e(t)$ по наблюдаемой свёртке и известному описанию самого объекта называется “обратным цифровым преобразованием”. В данной работе в качестве данной процедуры применяется оператор деконволюции, позволяющий исключить из свёртки импульсную характеристику $h(t)$, оставив собственный сигнал $e(t)$. Для эффективного применения данного преобразования необходимо знание истинного значения ширины диаграммы направленности раstra. Для решения данной задачи было создано и отработано несколько методик.

1. Переход к пространственным координатам.

Для получения экспериментального значения диаграммы направленности раstra модель в виде узкого высокого прямоугольника (“щели”), шириной 2 см, прорезанного на съёмном экране черного ящика, перемещалась в поле зрения раstra с постоянной скоростью равной 0,091 м/с, на расстоянии 35,5 см от входного окна раstra . Частота дискретизации 100 Гц, чувствительность каналов 2,56 V. Время существования сигнала 3 с. С учетом этих данных ширина диаграммы в пространственных координатах определяется

$$l = v \cdot t = 0,09 \cdot 3 = 0,27 = 27 \text{ см.}$$

По имеющемуся количеству точек, их тридцать одна, определяется цена

деления одной точки $C = \frac{27}{31} = 0,9$ см. При считывании данных в программе деконволюции следует к 27 экспериментальным точкам добавить сто одну точку значением “нуль” (приём “обнуления” сигнала) для осуществления преобразования Фурье.

2. Вычитание линейных размеров исследуемой модели из свёртки $S(t)$.

В опытах с моделями ТС ширину ДН можно определить, используя информацию о линейных размерах модели. Эксперимент проходил при частоте дискретизации 100 Гц, расстояние до входного окна 35,5 см, чувствительность 5,12 V. Модель в виде квадрата, со стороной 12 см перемещается в поле зрения раstra с постоянной скоростью 0,091 м/с. Время существования сигнала 4,5 с. Количество экспериментальных точек – 44. Определяем пространственную протяжённость свертки $S(t)$ диаграммы направленности раstra $h(t)$ с собственным сигналом модели $e(t)$: $l = v \cdot t$, $l = 0,09 \cdot 4,5 = 0,405 = 40,5$ см. Цена деления одной точки:

$$c = \frac{40,5}{44} = 0,9 \text{ см}$$

. Известный факт, что количество точек в свёртке есть сумма количества точек собственного сигнала модели, диаграммы направленности раstra + одна точка. Следовательно, ширина ДН в пространственных координатах вычисляется:

$$l(h(t)) = 40,5 - 12 - 1 = 27,5 \text{ см}$$

3. Поэтапная деконволюция прямоугольного импульса шириной 2 см с диаграммой направленности точечного источника света.

Эксперименты по определению диаграммы направленности проводились двумя способами:

- a) с использованием в качестве точечного источника света лампочки мощностью 0,2 Вт;
- b) с использованием модели в виде узкого прямоугольника шириной 2 см.

Произведём поэтапную деконволюцию полученных сигналов:

I этап. Из $S(t)$ свертки собственного сигнала модели в виде высокого узкого прямоугольника “щели” с ДН раstra исключить ДН, полученную при движении в поле зрения раstra точечного источника. Оставшийся после деконволюции сигнал есть собственный сигнал модели в виде узкого прямоугольника $e(t)$.

II этап. Из $S(t)$ исключить посредством деконволюции собственный сигнал $e(t)$. Оставшийся сигнал – истинная диаграмма направленности раstra изображена на графике 1 в программе поэтапной деконволюции представленной ниже.

4. Учёт ширины пластинчатого раstra.

При регистрации моделей с расстояния менее одного метра следует учитывать ширину раstra – 10 мм. При значении $2\alpha_0 = 1,8^\circ$ на расстоянии 1 м ширина поля зрения согласно формуле (2.1) – 3 см. С учётом ширины раstra – 10 мм – для определения истинного значения ширины ДН следует произвести деконволюцию диаграммы направленности и прямоугольного импульса шириной 1 см. При работе на дороге вклад в сигнал ширины раstra незначителен и не оказывает влияния на результат.

Выбор конкретной методики по определению истинного значения ширины диаграммы направленности зависит от условий опыта.

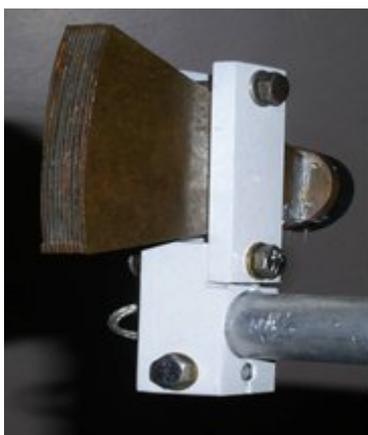


Рис. 5 Фотография детектора на основе пластинчатого растра

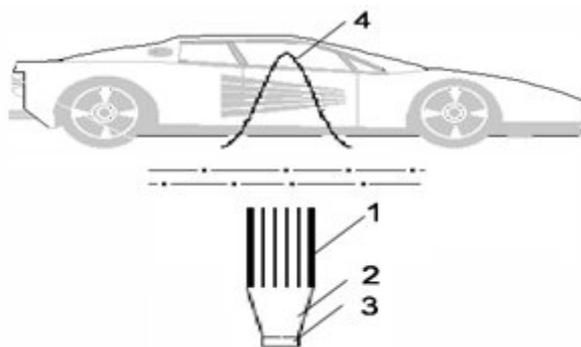


Рис. 6 Схема регистрации оптических образов.
 1-пластинчатый растр; 2- фокон; 3- фотоприёмник;
 4- поле зрения датчика

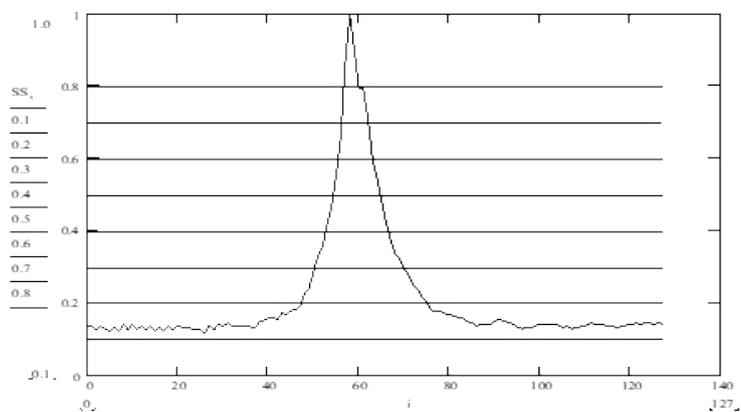


Рис.7. Диаграмма направленности растра.

Глава 3 АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

3.1 Типовые характеристики комплекса бортовых аппаратно-программных средств

Мобильное телематическое оборудование устанавливается на дорожных машинах и механизмах для регулярной передачи навигационной и другой информации по сетям радиосвязи, для обмена голосовыми сообщениями с диспетчерскими пунктами дорожно-эксплуатационных предприятий [2,3].

Бортовой навигационно-связной терминал (БНСТ) имеет следующий типовой состав функциональных модулей:

- бортовой блок;
- микрофон-манипулятор (тангента);
- громкоговоритель (встроенный в корпус бортового блока);
- пульт управления (кнопки, встроенные в корпус бортового блока);
- антенна ГЛОНАСС/GPS (встроенная в корпус терминала);
- антенна GSM/GPRS (встроенная в корпус терминала);
- кнопка для передачи «Сигнала бедствия» (встроенная в корпус бортового блока);
- цифровая видеокамера;
- кабель электропитания;
- соединительные провода и кабели (при необходимости);
- комплект датчиков;
- комплект монтажных деталей.

3.2 Функциональные характеристики бортового навигационно-связного оборудования

Основные функции бортового оборудования следующие:

- 1) определение местоположения транспортного средства по данным спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS;
- 2) запись и хранение навигационных и других данных в энергонезависимой памяти;
- 3) передача данных спутниковой навигации с заданной периодичностью (в диапазоне от 15 с до 24 ч) в операторский центр (диспетчерский пункт) по протоколу GPRS;
- 4) функция «черный ящик» - запись данных о местоположении и состоянии датчиков в память прибора при потере сигнала сотовой се-ти и последующая автоматическая передача записанной информации при восстановлении связи с операторским центром (диспетчерским пунктом);
- 5) обмен данными по протоколу GPRS в зоне покрытия сотовой связи GSM/GPRS;
- 6) голосовая связь водителей и диспетчеров в зоне покрытия сотовой связи GSM/GPRS;
- 7) передача видеоизображения (один кадр или несколько кадров с заданным временным интервалом) в операторский (диспетчерский) центр по команде из центра;
- 8) передача сигнала бедствия в систему управления при нажатии водителем специальной кнопки;
- 9) прием, обработка и передача в операторский (диспетчерский) центр обработанных сигналов датчиков рабочих органов о состоянии агрегатов, включения/выключения зажигания, информации об уровне топлива в баке [2,3].

3.3 Характеристики отечественного навигационно-связного блока Гранит-Навигатор.06, устанавливаемого на дорожные машины

1) Назначение устройства

Устройство предназначено для определения местоположения дорожной машины, ее скорости и направления движения, сохранения этой информации и передачи ее в сети сотовой связи стандарта GSM 900/1800 в диспетчерский центр.

Передача данных и голосовая связь осуществляются в сети со-товой связи стандарта GSM 900/1800. Переход из одного диапазона в другой происходит автоматически.

2) Основные функции устройства

Основными функциями устройства являются:

периодическое определение координат местоположения транспортного средства, скорости, направления его движения и сохранение этой информации в энергонезависимой памяти;

периодическое сохранение в энергонезависимой памяти значений напряжения на четырех аналоговых входах, подключенных, например, к аналоговым датчикам дорожной машины; активирование бортовых систем дорожной машины по получаемому SMS-сообщению с номера «хозяина», зарегистрированного в памяти изделия.

В режиме спутникового мониторинга устройство осуществляет:

передачу информации на сервер через заданный интервал времени;

передачу при необходимости сигнала «SOS» диспетчеру;

организацию голосовой связи между диспетчером и водителем (при условии подключения внешней микрофонной гарнитуры, поставляемой отдельно).



Рис.8. Общий вид бортового устройства

3) Основные технические характеристики устройства (Рис.8)

Протокол обмена данными с навигационным приемником: NMEA-0183. Количество каналов навигационного приемника - 20. Час-тота обновления данных о местоположении - 1 Гц. Номинальное на-пряжение питания бортовой сети от 10 до 30 В постоянного тока. Га-баритные размеры - 120x65x15 мм. Масса - не более 102 г. [2,3]

3.4 Программы цифровой обработки сигналов - автоматический мониторинг транспортного потока в реальном времени

Для идентификации транспортных средств по оптическим образам в режиме реального времени была применена гомоморфная обработка сигналов.

Гомоморфная обработка пространственно-временных сигналов

Для математического описания транспортных средств требуется знать способы описания произвольного сигнала. Существуют два способа описания произвольного сигнала [19]. Первый способ основан на математическом представлении сигнала в виде $x(t)$, где независимая переменная t – время. Математическое представление по второму способу имеет вид $X(f)$, где независимая переменная – частота (размерность обратна размерности t). Эти два представления сигнала связаны друг с другом преобразованием Фурье. Следовательно, использование методов обработки сигнала требует знания свойств преобразования Фурье.

Сигналы объединяются при помощи свёртки [20]. Свёртка – это операция, которая всегда регистрируется измерительными приборами и в результате которой получается размытое (неясное) изображение изучаемого объекта. Вне зависимости от конструкции входного устройства сигнал, регистрируемый детектором, представляет собой свертку собственного сигнала АТС $e(t)$ с импульсной характеристикой (полем зрения) раstra $e(t)$. Любой входной сигнал изменяет свою форму на выходе. Сигнал на выходе, соответствующий импульсу, бесконечно малой продолжительности на входе, называется импульсным откликом [19]. Зная импульсный отклик $e(t)$, можно по входящему сигналу $e(t)$ рассчитать выходной сигнал $S(t)$. Решение этой задачи осуществляется с помощью свёртки. Сигнал на выходе равен сумме всех откликов. Преобразование Фурье свертки двух функций равно произведению изображений функций, составляющих свертку и наоборот. Согласно теореме Планшереля спектр от свертки есть произведение спектров [21]. Данное соотношение используется в кепстральном анализе регистрируемых сигналов. Кепстральный анализ связан с разделением свернутых сигналов и функций, и его основное назначение определяется физическим происхождением этих сигналов и функций.

Различают кепстры мощности, фазовый и комплексный. Комплексный кепстр последовательности данных есть обратное Z-преобразование комплексного логарифма Z-преобразования последовательности данных.

Важно знать, что комплексный кепстр не зависит от масштабного множителя составного сигнала, но зависит от отношения сигнал/шум, а также от отношения полос сигнала и шума. Комплексный кепстр представляет собой быстрое преобразование Фурье комплексного логарифмического спектра, то есть учитывает фазу. Метод комплексного кепстра даёт возможность восстановления формы элементарной волны либо импульсной последовательности отражения, либо той и другой.

Построение математических алгоритмов обработки пространственно-временных сигналов с целью выявления характерных признаков образов и последующей идентификации предполагает знание гомоморфных преобразований. В работах [22,23,24] подробно изложена методика гомоморфной обработки пространственно-временных сигналов.

Численная реализация на ЭВМ процедуры вычисления кепстра дискретной последовательности $x(n)$ конечной длины N с использованием дискретного преобразования Фурье рассмотрена в работе [25].

Применение метода произведений для классификации автотранспортных средств

Распознавание является одной из разновидностей классификации. Классы, возникающие в результате распознавания, делятся на дискретные, нечёткие и непрерывные. Распознавание представляет собой однозначное отображение в случае дискретных классов (объект либо является, либо не является элементом некоторого класса). Объекты, относимые к одному классу образов, обладают общими свойствами [26]. Сами классы могут быть заданы заранее, если принадлежность автомобиля к определенному классу известна априори.

Простейший подход к распознаванию образов, по-видимому, заключается в сопоставлении с эталоном. В этом случае некоторое множество образов (по одному из каждого класса образов) хранится в памяти машины и составляет библиотеку образов. Входной (распознаваемый) образ (неизвестного класса) сравнивается с эталоном каждого класса. Классификация основывается на заранее выбранном критерии соответствия, или критерии подобия. Если входной образ лучше соответствует эталону i -го класса образов, нежели любому другому эталону, то входной образ классифицируется как принадлежащий к i -му классу образов. Недостаток этого подхода в том, что в ряде случаев трудно выбрать подходящий эталон из каждого класса образов и установить необходимый критерий соответствия.

В реальных условиях образ в деталях не совпадает ни с одним из классифицированных эталонных образов, но между ними может существовать корреляционная связь. Поэтому могут быть использованы критерии, заимствованные из теории корреляции, и за существенные признаки может приниматься взаимная связь между признаками образов. Корреляция является признаком, указывающим на взаимосвязь ряда численных последовательностей. Парная корреляция характеризует взаимосвязь двух последовательностей x_i и y_i . Коэффициент парной корреляции R характеризует степень отклонения связи между x_i и y_i от линейной.

Если модуль R близок к единице, то эта связь линейна, т.е. $y_i = ax_i + b$, причём знак R определяет знак коэффициента a . Пример вычисления взаимной корреляции усреднённых сигналов, полученных при прохождении в поле зрения раstra автомобилей ГАЗ–53А, представлен на рис. 9 Коэффициент парной корреляции $R=0.936$ свидетельствует о близкой взаимосвязи оптических образов одного класса АТС.

Более совершенный подход состоит в классификации, основанной на некотором множестве отобранных замеров, производимых на входных образах. Эти отобранные замеры, называемые признаками, предполагаются инвариантными, или малочувствительными по отношению к обычно встречающимся изменениям и искажениям и обладают небольшой избыточностью.

Признаки также могут быть получены в процессе предварительной обработки, обеспечивающей преобразование и сжатие исходных данных, с тем, чтобы определить свойства или признаки наиболее характерные для рассматриваемых образов. Глобальные преобразования позволяют на основании исходных данных (сигналов, регистрируемых датчиком) сформировать признаки, устранить избыточность.

- Структурная схема реальной системы распознавания имеет вид (рис.10). Автоматическая система распознавания должна решать следующие задачи:
- выявить образ;
 - классифицировать по совокупности признаков;
 - идентифицировать с конкретным видом транспортного средства.



Рис.10. Структурная схема системы распознавания

Концепцию классификации образов можно выразить на языке пространства признаков или отображения пространства признаков в пространство решений. Пусть у каждого входного образа измеряется N признаков. Каждое множество из N признаков можно рассматривать как вектор X , называемый вектором признаков (замеров), или как точку в N -мерном пространстве признаков Ω_x . Задача классификации заключается в распределении всех возможных векторов или точек в пространстве признаков по соответствующим классам образов. Это можно трактовать как разбиение пространства признаков на взаимно непересекающиеся области, каждая из которых соответствует некоторому классу образов. Математически задача классификации может быть сформулирована с помощью разделяющей функции. Примерами разделяющих функций являются: линейная, кусочно-линейная, полиномиальная, классификатор по минимальному расстоянию.

Существенными проблемами создания систем распознавания являются:

-определение того, какие измерения должны быть сделаны на входном образе (критерий отбора признаков основывается на важности для характеристики образа);

- какие входные данные можно считать уместными и какая предварительная обработка исходных данных, обычно отличающихся чрезмерной избыточностью, приводит к получению свойств или признаков;

- проблема классификации (т.е. в принятии решения о принадлежности образа тому или иному классу).

Сердцевиной всех затруднений распознавания является проблема выбора признаков. Приходится определять даже тип признака и устанавливать, позволяет ли он проводить статистическую, нечеткую или структурную обработку. При выборе признаков следует исключить избыточную информацию, применив методы предварительной обработки данных. Признаков должно быть достаточное количество, обеспечивающее минимальные ошибки при идентификации объектов. Важно выбрать (синтезировать) рациональную совокупность признаков, позволяющую на основании какого-либо критерия отождествить предъявленный образ с эталоном.

Наличие репрезентативного набора признаков позволяет применить метод произведений. Основой метода произведений [27,28] является синтез критериев (гомогенных комплексов параметров), характеризующих некую систему или развитие событий. Применение метода предусматривает несколько этапов:

- нахождение основных влияющих величин, играющих роль аргументов;

- выделение этих величин из шумов и измерение их;

- синтез определительного уравнения в виде (3), тем самым формирование интересующего критерия.

Условием справедливости принципа абсолютности отношений для законов физики в любых системах первичных величин является гомогенность определяющих уравнений. Но гомогенны только степенные выражения:

$$Y = Ax_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \dots x_{k_1}^{k_1} \quad (3)$$

Поэтому отыскание физических связей между различными величинами должно проводиться путём построения уравнения в виде (3). Значения величин называются показателями размерностей или размерностью вторичной величины. Такой подход к исследованию физических процессов получил название анализа размерностей [29].

В случае применения метода произведений статистической обработке таблицы наблюдений отводится лишь частная роль, а именно, вычисление парных коэффициентов корреляции с целью облегчения отыскания аргументов, т.е. основных влияющих факторов. Создание количественной единицы сводится к следующим операциям:

1. Выбирается ряд взаимно независимых показателей системы, достаточно полно описывающих её состояние. Эти показатели оцениваются числами.

2. Корреляционным анализом находится теснота связи этих показателей (взятых в различных степенях) с параметром, для которого должна быть установлена единица измерения.

3. Формируется определяющее произведение и устанавливается единица измерения.

4. Проверяется надёжность установленной единицы вычислением коэффициента корреляции между величинами сформированного произведения и исследуемого параметра. Этот коэффициент должен быть близок к единице, что обеспечивает почти функциональную зависимость между указанными величинами.

Методика кепстрального анализа оптических образов

Идентификация образов автоматическим способом затруднительна без предварительной математической обработки сигналов. Для решения данной задачи был разработан алгоритм кепстрального анализа сигналов. Применение алгоритма позволяет “обострить” оптический образ, подчеркнуть его характерные особенности, выявить признаки для отнесения распознаваемого объекта к одному из классов. Время работы алгоритма по одному сигналу менее одной секунды, т.е., практически в реальном масштабе времени.

Кепстральный анализ может успешно применяться для выявления конкретного класса автомобилей. Например, при поиске угнанного автомобиля в транспортном потоке или слежении за маршрутом транспорта специального назначения (например, с опасным грузом). Для этого систему распознавания следует настроить на параметры конкретного класса АТС. Отработка алгоритма проводилась на моделях транспортных средств, свёртки которых мало отличны друг от друга. Однако после кепстрального анализа возможна безошибочная идентификация каждой из моделей, т.к. кепстры сигналов имеют достаточное количество отличительных признаков.

Последовательность действий при кепстральном анализе пространственно-временного сигнала следующая:

1) считывание данных

ORIGIN:= 1

X:=READPRN(“square_1.txt”);

2) формирование массива ординат

len_X:=length(X)

len_X = 750

i:=1...len_X относительный индекс *indx_i := ;*

3) выполнение быстрого комплексного преобразования Фурье над считанными данными

$$Z:=cfft(X);$$

4) вычисление модулей вещественной части, логарифмирование полученных данных с целью «отбеливания» спектра

$$M_i:=\ln(|\operatorname{Re}(Z_i)|);$$

5) выполнение обратного преобразования Фурье над данными

$$Z:=\ln(cfft(M));$$

6) вычисление модулей и возведение их во вторую степень с целью «обострения» спектра

$$Z_i:=(|Z_i|)^2;$$

7) формирование порога информативности

$$Z_{ci}:=\operatorname{mean}(Z)*3$$

$$\min_X:=\min(X) \quad X_i:=X_i+\min(X) \quad \max_X:=\max(X) \quad .$$

Применение оператора деконволюции в решении задач распознавания образов

Вне зависимости от конструкции входного устройства сигнал, регистрируемый детектором, представляет собой свертку собственного сигнала АТС с импульсной характеристикой (полем зрения) детектора.

Однако установить детектор в непосредственной близости от исследуемых объектов не всегда представляется возможным. В случае регистрации с больших расстояний свертка теряет информативные качества и идентификация усложняется. Разработанная методика дополнительной математической обработки регистрируемых сигналов предполагает применение оператора деконволюции. Оператор деконволюции позволяет исключить из импульсную характеристику, оставив собственный сигнал АТС $e(t)$ в чистом виде, без искажающего влияния передаточной функции приёмника.

Таким образом, алгоритм распознавания усложняется. В случае регистрации с близкого расстояния достаточно наличия свертки, при регистрации с большого расстояния требуется произвести выделение собственного сигнала регистрируемого объекта путём применения оператора деконволюции.

Для проведения операции деконволюции воспользуемся теоремой Планшереля, согласно которой спектр от свертки есть произведение спектров.

Алгоритм применения оператора деконволюции следующий:

1. Экспериментальные данные представляют собой свертку сигнала с передаточной функцией раstra:

(в пространственных координатах),

где $e(t)$ – сигнал; $h(t)$ – передаточная функция.

2. Вычисляется спектр $S(t)$ (прямое преобразование Фурье от $S(t)$, переход в частотное пространство)

.

3. В соответствии с теоремой Планшереля спектр свертки есть произведение спектров, и ,

где $F(e)$ – спектр сигнала $e(t)$; $F(h)$ – спектр передаточной функции $h(t)$.

4. Для перехода от произведения к сумме используется свойство логарифмической функции: .

5. Вычисляется спектр передаточной функции и затем логарифмируется.

6. Вычитанием из логарифма спектра свертки логарифма спектра передаточной функции находим логарифм спектра сигнала:

.

7. Полученный результат потенцируется, производится обратное преобразование Фурье, которое дает оптический образ транспортного средства.

Программа деконволюции, созданная и работающая в Mathcad 2000 Professional, представлена ниже. Время обработки сигнала менее одной секунды. Применение данного алгоритма позволяет идентифицировать АТС по собственному оптическому сигналу в потоке с высокой интенсивностью движения. Применение алгоритма особенно эффективно в случае отсутствия возможности регистрации оптических сигналов в непосредственной близости от дорожного полотна.

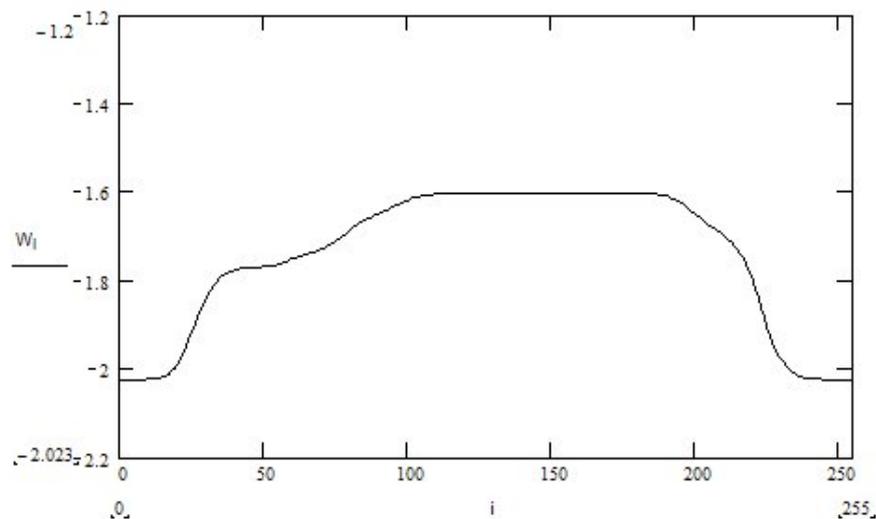
Алгоритм деконволюции оптического образа автомобиля

```

S := READPRN("sig or PVS.txt") D1 := READPRN("diaga.")
nolp := 1000  norp := 233  val := 0
i := 0.. nolp - 1
Di := val
i := nolp - 1.. nolp - 1 + length(D1) - 1
Di := D1i-(nolp-1)
i := nolp - 1 + length(D1).. nolp - 1 + length(D1) + norp - 1
Di := val

i := 0.. length(S) - 1    j := 0.. length(D) - 1
xi := i                x1j := j
s(y) := linterp(x, S, y)  d(y) := linterp(x1, D, y)  nop := 255
y(d) := d ·  $\frac{\text{length}(S) - 1}{\text{nop}}$     y1(d) := d ·  $\frac{\text{length}(D) - 1}{\text{nop}}$ 
i := 0.. nop
SSi := s(yi)          DDi := d(y1i)
ms := max(SS)           md := max(DD)
SSi :=  $\frac{SS_i}{ms}$         DDi :=  $\frac{DD_i}{md}$ 
SSi :=  $\begin{cases} SS_i & \text{if } SS_i \geq cs \\ cs & \text{otherwise} \end{cases}$     DDi :=  $\begin{cases} DD_i & \text{if } DD_i \geq cs \\ cs & \text{otherwise} \end{cases}$     cs := 0.2
W := ifft(exp(ln(fft(SS)) - ln(fft(DD))))
i := 0.. nop

```



Математическая обработка сигналов дает необходимые критерии для идентификации объектов, а именно:

1. Оператор деконволюции исключает из свёртки импульсную характеристику раstra, выделяет собственный сигнал транспортного средства. Собственные сигналы АТС повторяют геометрические особенности исследуемых объектов и на основе данного сходства возможна идентификация АТС по собственным сигналам (оптическим образам). Применение оператора деконволюции необходимо в случаях регистрации АТС с позиции максимального удаления растрового детектора от дорожного полотна.

2. Предварительная математическая обработка оптических сигналов с целью выявления дополнительных отличительных признаков может быть осуществлена с помощью кепстрального анализа, который принципиально решает задачу разделения оптических сигналов в случае наложения оптических образов нескольких автомобилей и с помощью которого возможно определение габаритной длины автомобиля.

3. Метод произведений является вероятностным методом многомерного анализа в многомерном пространстве численных критериев. Значения определяющих произведений позволяют классифицировать и идентифицировать АТС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Россия - это, прежде всего, крупнейшее по территории, государство мира. Чтобы связать это пространство, необходима хорошо развитая транспортная инфраструктура, где важное место принадлежит автомобильному транспорту. Интеллектуальные транспортные системы это, прежде всего, новая идеология взаимодействия транспортных средств и инфраструктуры. Передовой территорией в России по внедрению интеллектуальных транспортных систем сегодня по праву является Москва. В столице успешно реализована комплексная система организации дорожного движения. Стоит отметить, что активное внедрение умных транспортных систем и придорожных сервисов сегодня идет не только на федеральном уровне и в столичной агломерации. Цифровизация набирает обороты и в субъектах Российской Федерации. В основу российской системы должны быть положены отечественные технические решения и разработки. При этом важным критерием является использованием «сквозных» технологий.

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с
- 2 Власов, В.М. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богумил. - М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
- 3 Власов В.М. «Информационные технологии на автомобильном транспорте»: учебник для высшей школы / В.М.Власов и колл-в авторов. - М.: - Издательский центр «Академия»- 2014 .
- 4 Жанказиев С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.
- 5 Горев А.Э. Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и автотранспортного оборудования: учеб. пособие / А.Э.Горев-СПб.:СПбГАСУ,2010-96 с.
- 6 Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие /А. Э. Горев. 5-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 288 с.
- 7 Горев, А. Э. Информационные технологии в управлении логистическими системами / А. Э. Горев; СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 193 с.
- 8 Сханова, С. Э. Транспортно-экспедиционное обслуживание: учеб. пособие / С. Э. Сханова, О. В. Попова, А.Э. Горев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 432 с.
- 9 Road Transport Informatics Terminology. Nordic Road Association, Technical Committee. – № 53. Oslo, 2012. – 55 p.
- 10 Правдухина А.А. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования.- Минск : БНТУ, Беларусь- 2017.
- 11 Маковецкая-Абрамова О.В. Автоматическое распознавание

- оптических образов транспортных средств/ О.В. Маковецкая-Абрамова – СПб.: Изд-во СПбГЭУ- 2017.-115 с.
- 12 Плешивцев В.С., Кунин В.Н., Кондаков В.П. и др. Датчик вертикали. А.с. СССР № 1345769, 1985
 - 13 Двухкоординатное оптико-электронное устройство для удержания вертолѐта на светящейся точке // Каталог выставки "Научно-технические достижения и интеллектуальная собственность высшей школы". - М.: Госком. РФ по высш. образованию. Фонд изобретений России, 1994.- с. 65.
 - 14 Кунин В.Н., Плешивцев В.С. Исследование элементарной ячейки пластинчатого раstra // Оптико-мех. пром-сть. – 1986. – № 9.– с.13-15.
 - 15 Пат. 4293859 США, НКИ-343-714.
 - 16 Плешивцев В.С., Кунин В.Н., Родионов В.А. Устройство для траекторных измерений. А.с. СССР № 811674, 1980.
 - 17 Плешивцев В.С. Некоторые проблемы организации управления транспортными потоками: Моногр./ Владим. гос. ун-т. - Владимир, 2001 – 79 с.
 - 18 Плешивцев В.С. Пластинчатые растры в оптико-электронных устройствах систем контроля, измерения и управления // Совершенствование мощностных, экономических и экологических показателей ДВС: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф./ Владим. гос. ун-т. - Владимир, 2001.–с. 436.
 - 19 Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2 т.: Пер. с фр. / Под ред. Н.Г. Волкова. - М.: Мир, 1983. – Т.1. – 311 с.; Т.2. – 256 с.
 - 20 Власенко В.А. Методы синтеза быстрых алгоритмов свертки и спектрального анализа сигналов. - М.: Наука, 1990.

- 21 Нуссбаумер, Генри. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток/ Пер. с англ. Ю.Ф. Касимова, И.П. Пчелинцева; Под ред. В.М. Амеребаева, Т.Э. Кренкеля. - М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
- 22 Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1978. – 848 с.
- 23 Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. - М.: Связь, 1979.
- 24 Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов. - М.: Радио и связь, 1990.-312 с.
- 25 Бернюков А.К. Дискретная и цифровая обработка информации: Учеб. пособие / Владим. гос. техн. ун-т. – Владимир, 2002. – 158 с.
- 26 Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. - М.: Мир, 1978.
- 27 Кунина Л.А., Кунин В.Н. Выделение полезной информации в многопараметрических системах методом произведений. Рук. деп. в ВИНТИ, 1992. № 2304-В92.
- 28 Кунина Л.А., Кунин В.Н. О возможности формирования единиц измерения биологических величин методом произведения. Рук. деп. в ВИНТИ, 14 авг. 1979. № 3061-79 деп.
- 29 Бриджмен П.В. Анализ размерностей: Пер. с англ. – М.; Л.: 1934
- 30 Яковенко, Г.В. Новые подходы к территориальному формированию современной системы придорожного сервиса / Г.В. Яковенко, С.Н. Первунин, А.Г. Яковенко // Международная туристская академия [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. – Москва, 2012.
- 31 Транспортная стратегия Российской Федерации. Утверждена

- Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р
- 32 Иноземцев В., ProEuropa: Пути – Дороги//Ведомости – 2008 – 6 октября – 188 (2210)
- 33 А. Федоренко. Актуальные проблемы управления автодорожной инфраструктурой России // «Строительная газета», № 22 (10033) от 9 июня 2009 г.
- 34 Интернет ресурс- www.cre-ru/rus/analytics , avtotravel.com,
- 35 И. Урманов. Роль малого бизнеса в развитии придорожной инфраструктуры – интернет ресурс- amtv.ru)
- 36 Журнал Турбизнес, № 9 от 9 июля 2011г.
- 37 Иванов А.В., Гайле А.О. История развития инфраструктуры придорожного сервиса и его состояние в современной России// Известия Международной академии аграрного образования, 2018, № 39 (2018). – С. 117–123
- 38 «Великий шелковый путь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://azialand.ru/velikij-shelkovyj-put>
- 39 Чудновский А.Д. Туризм и гостиничное дело / А.Д. Чудновский – М.: Юркнига, 2005. – 448 с.
- 40 Дэниел Ергин. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть — М.: «Альпина Паблишер», 2011. — 944 с.
- 41 Официальный сайт KFC в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kfc.ru/history>
- 42 «McDonald's. История создания» [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.ceo.ru/news/business/brand/mcdonalds-istoria-sozdania>
- 43 Хомяк Я.В., Гончаренко Ф.П., Копилевич С.Л. Инженерное оборудование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1990. – 232 с.

- 44 Орнатский Н.П. Благоустройство автомобильных дорог, М.: Транспорт, 1986. 136 с.
- 45 Методические рекомендации по проектированию и оборудованию автомагистралей для обеспечения безопасности движения // Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1983., 119 с.
- 46 Безопасность автомобильных дорог: Технический регламент Таможенного союза от 18 октября 2011 г. №827 ТР ТС 014/2011 [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru>
- 47 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к размещению объектов дорожного и придорожного сервиса: Межгосударственный стандарт ГОСТ 33062-2014 [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru>
- 48 Серова Е.Ю. Обеспечение качественного обслуживания водителей и пассажиров на основе эффективной организации системы предприятий сервиса [Электронный ресурс] : автореф.дис. ... канд.техн.наук / Серова Е.Ю. – Волгоград, [2011], - 16 с. – Режим доступа : локальная сеть РНБ, зал ЭБ
- 49 Егорова Н.Е., Мудунов А.С. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности / Н.Е. Егорова, А.С. Мудунов – М.: Экзамен, 2002. – 256 с.
- 50 Конев А.А. Научно-практические методы и подходы формирования придорожного автомобильного сервисного кластера в регионе [Электронный ресурс] : дис. ... канд.тех.наук. / Конев А.А. – Орел, [2013]. – 157 с. – Режим доступа: локальная сеть РНБ, зал ЭБ
- 51 Официальный сайт консалтинговой компании «ОМТ-Консалт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.omt-consult.ru>
- 52 Официальный сайт федерального дорожного агентства Росавтодор [Электронный ресурс]. – URL : <http://rosavtodor.ru/>
- 53 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автосервисного транспорта ОНТП 01-91 [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru>
- 54 Официальный сайт нефтяной компании «Лукойл» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lukoil.ru/>
- 55 Официальный сайт некоммерческой организации «Российский топливный союз» [Электронный ресурс].