

ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Э.В. Алиев, Е.Н. Веснин, Л.Л. Малыгин, А.Е. Михайлов (ИМИТ СПбГПУ),
В.А. Царев (ООО "Малленом")

Представлено описание аппаратно-программного комплекса (АПК) ARSCIS, обеспечивающего контроль передвижения объектов подвижного состава железнодорожного транспорта (ЖДТ) путем автоматического обнаружения и идентификации вагонов, цистерн и платформ по их регистрационному номеру. Показаны возможность и примеры создания на базе комплекса широкомасштабных АСУ, призванных усовершенствовать процесс контроля подвижного состава на железной дороге и повысить эффективность управления железнодорожными грузоперевозками на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: оптоэлектронная идентификация вагонов, автоматизация контроля железнодорожных грузоперевозок.

Одной из основных задач по созданию и развитию систем автоматизированного управления железнодорожными грузоперевозками является автоматизация процесса контроля передвижения объектов подвижного состава ЖДТ, включая их идентификацию [1].

На российских железных дорогах и промышленных предприятиях в настоящее время для идентификации грузовых вагонов и цистерн используется, как правило, ручное визуальное списывание регистрационных¹ номеров транспортных средств. Оператор на контрольном участке железной дороги просматривает номера вагонов проходящего состава и при необходимости сравнивает их с номерами в определенной передаточной ведомости, называемой также натур-листом. При обнаружении несоответствия производится корректировка натур-листа, формируются управляющие решения. Недостатки рассмотренного способа идентификации очевидны: необходимость в постоянном внимании оператора, высокая трудоемкость процесса контроля, недостаточная достоверность информации. Кроме того, составы, проходящие мимо поста списывания, вынуждены либо полностью останавливаться, либо значительно снижать скорость, что существенно ограничивает пропускную способность контрольного поста или станции.

В Северной Америке и Европе большое распространение получили системы автоматической идентификации объектов подвижного состава ЖДТ, основанные на использовании сверхвысоких радиочастот (СВЧ-системы). Использование радиоволнового метода контроля в таких системах позволяет достичь достаточно высоких значений показателей эффективности процесса идентификации объектов контроля.

Примером подобной отечественной разработки является система автоматической идентификации (САИ) "ПАЛЬМА" [2], внедряемая на российских железных дорогах на протяжении последних 10 лет. К достоинствам САИ "ПАЛЬМА" следует отнести высокую надежность, инвариантность к погодным условиям и степени загрязненности вагонов. Однако внедрение и применение САИ "ПАЛЬМА" на практике имеет ряд сложностей, часть которых обусловлена ограничениями используемого метода контроля:

- в рабочем парке железных дорог России вагоны собственности других государств составляют в сред-

нем 10%. При совместном использовании грузовыми вагонами государств СНГ и Балтии достижение полномасштабного эффекта от внедрения СВЧ-систем возможно лишь в случае, когда все государства ближнего к России зарубежья будут внедрять подобные системы одновременно;

- используемые в СВЧ-системах метод и средства радиоволнового контроля не позволяют включить человека (с присущими ему органами чувств) в контур контроля. Поэтому ошибка идентификации или технический отказ от идентификации того или иного объекта контроля не могут быть корректно обработаны;

- значительная мощность излучающих устройств в САИ ограничивает возможность ее использования для контроля пассажирских перевозок, на участках вблизи с работающими людьми: в ремонтных депо, весовых промышленных предприятиях и участках погрузки-разгрузки.

Указанные ограничения с учетом естественного выхода из строя в процессе эксплуатации или умышленной порчи установленных на вагонах радиочастотных маркеров обуславливают известную проблему недостаточной эффективности СВЧ-систем идентификации, подобных САИ "ПАЛЬМА" в российских условиях.

Одним из путей решения данной проблемы является создание дополнительных комплексов контроля на базе оптоэлектронного метода, обеспечивающих идентификацию объекта подвижного состава ЖДТ путем распознавания его регистрационного номера, нанесенного на борт или балку шасси. В связи с последними достижениями в компьютерной и оптоэлектронной индустрии, в области информационных технологий указанный способ обеспечивает возможность создания надежных, мобильных, простых в установке и эксплуатации оптоэлектронных комплексов идентификации наземных транспортных средств.

Оптоэлектронные средства идентификации объектов подвижного состава ЖДТ могут эффективно использоваться при создании АСУ грузоперевозками, например, в задачах организации контроля передвижения вагонов и цистерн по территории крупных промышленных предприятий, повышения эффективности и безопасности процессов разгрузки-погрузки. Значительный интерес для ряда предприятий

¹ Регистрационный номер представляет собой метку в виде восьмизначной цифровой последовательности.

(нефте-, газоперерабатывающей, химической, металлургической и др. отраслей) представляет автоматизация процесса учета вагонов и цистерн при их взвешивании. Ведение такого учета существенно упрощается при использовании оптоэлектронного метода и средств контроля.

Оптоэлектронный комплекс идентификации объектов подвижного состава ЖДТ и АСУ грузоперевозками, создаваемые на его основе, должны решать следующие базовые задачи:

- формирование и ввод в ПК видеопоследовательности изображений рабочей сцены (участка железнодорожного пути);
- диагностика появления железнодорожного состава в зоне контроля;
- локализация, сопровождение и подсчет объектов подвижного состава;
- выявление и распознавание номеров вагонов;
- создание натур-листа или проверка номеров проследовавших вагонов по заданному натур-листу;
- оповещение оператора в случае несоответствия результатов распознавания априорным данным о проходящем составе;
- запись информации (в т.ч. видеоизображений отдельных вагонов) о проходящем составе;
- обеспечение дополнительных функций по работе с данными: архивация, просмотр, вывод на печать;
- взаимодействие с другими модулями и программами, используемыми в рамках интегрированной системы автоматизированного управления грузоперевозками (АСУ станционными технологиями, проходная или весовая промышленного предприятия, бухгалтерия и т.п.).

К достоинствам оптоэлектронных средств контроля и АСУ, создаваемых на их основе, можно отнести сравнительно низкую стоимость; удобство в эксплуатации, обслуживании и обновлении; гибкость системы, обусловленную возможностью адаптации алгоритмов и ПО для различных объектов внедрения. В качестве дополнительного преимущества метод оптоэлектронного контроля позволяет включить в контур управления процессом идентификации человека-оператора. Это обеспечивает возможность практически полностью исключить возможные ошибки идентификации за счет привлечения оператора к обработке ситуаций, когда искусственный интеллект системы сомневается в окончательном решении или не может его принять. С учетом последней особенности оптоэлектронная система контроля передвижения транспортных средств без существенных видоизменений может быть дополнена функциями коммерческого осмотра вагонов и перевозимых грузов, а также решать ряд задач охранного видеонаблюдения в зоне контроля.

Недостатками оптоэлектронного метода контроля являются зависимость от загрязненности объектов контроля и погодных условий. Однако эту зависимость, как правило, можно существенно нивелировать путем проведения определенных организацион-

но-технических мероприятий либо путем интеграции в единый комплекс средств оптоэлектронной и радиочастотной идентификации.

АПК оптоэлектронной идентификации объектов подвижного состава ЖДТ ARSCIS

В ИМИТ СПбГПУ накоплен существенный опыт по проектированию, созданию и внедрению оптоэлектронных комплексов идентификации наземных транспортных средств. С 1998 г. здесь ведутся исследования в области распознавания государственных регистрационных автомобильных номеров. На сегодняшний день на базе полученных теоретических решений по заказу ООО "Малленом" создана автоматизированная система контроля проезда и управления доступом автотранспорта на проходных предприятий и закрытых парковках "Автомаршал".

В области разработки приборов и автоматизированных систем контроля ТП за последнее 10-летие в ИМИТ СПбГПУ создан целый класс оптоэлектронных систем контроля геометрических параметров промышленных изделий. Для предприятий металлургической отрасли разработана оптоэлектронная система контроля качества поверхности холоднокатаного листового проката. При поддержке ОАО "Аммофос" разработана оптоэлектронная система контроля качества гранулированных удобрений. Для акционерной компании "АПРОСА" создается оптоэлектронный прибор классификации алмазов по их форме.

В 2002 г. коллектив исследователей ИМИТ СПбГПУ приступил к созданию аппаратно-программного комплекса, предназначенного для автоматической идентификации объектов подвижного состава ЖДТ на базе оптоэлектронного метода. Внедрение первого опытно-промышленного образца комплекса, производящего в автоматическом режиме считывание номеров грузовых вагонов проходящих составов, состоялось в июне 2005 г. на станции Череповец-1 Северной железной дороги (СЖД) [3]. Разработка получила название ARSCIS (Automated Rolling-Stocked Cars Identification System).

Особенности разработки и внедрения АПК ARSCIS на станции Череповец-1 СЖД

Инициативы ученых ИМИТ СПбГПУ по разработке АПК ARSCIS нашли поддержку у администрации станции Череповец СЖД, оказавшей разработчикам организационную помощь и предоставившей в пользование свою техническую базу. На начало исследований на станции функционировал пост ручного визуального списывания номеров вагонов. Для организации списывания в зоне контроля была установлена типовая черно-белая телекамера в термокожухе, сигнал от которой передавался в техническую контору станции по "витой паре". В помещении конторы видеосигнал, отображаемый на аналоговом мониторе, анализировался оператором.

Финансирование исследований обеспечила компания Малленом, занимающаяся инновационной де-

ятельностью в сфере наукоемких технологий. Для снижения общих рисков и затрат при разработке начальной конфигурации прибора ARSCIS исследователями были взяты ориентиры на использование имеющегося на тот момент в наличии на станции (распространенного и относительно дешевого) аппаратного обеспечения. В качестве телевизионного датчика была использована уже установленная камера. Для улучшения качества телевизионного сигнала его передача на пост оператора была организована по оптоволоконному каналу локально-вычислительной сети станции Череповец. Для ввода и оцифровки видеосигнала использована сравнительно дешевая плата-видеоотюнер AverMedia TV Capture на чипе bt8x8. Вычислительный комплекс был построен на базе типовой конфигурации ПК.

Разработка и внедрение ПО АПК ARSCIS и АРМ оператора системы контроля, созданной на его основе, выполнялись по модулям. Каждый программный модуль, с одной стороны, был предназначен для автоматизации одной или части функций, необходимых для создания всей системы, и разрабатывался с учетом пожеланий операторов станции Череповец СЖД; с другой – каждый модуль мог рассматриваться как отдельный функционально законченный и протестированный программный продукт. Такой подход обеспечил гибкость и надежность создаваемых АПК и системы, возможность их поэтапного тестирования и внедрения без нарушений сложившегося на текущий момент ТП идентификации путем ручного видеосписывания номеров.

Первый созданный программный модуль "ARSCIS-1" позволил автоматизировать процессы ввода и записи на жесткий диск ПК телевизионного сигнала в режиме РВ, просмотра и упорядочения записанных видеофрагментов. Выполнена интеграция модуля с существующим и используемым операторами станции программным обеспечением (программа сопровождения натур-листов АРМ ТК). Интерфейс модуля разрабатывался с учетом пожеланий операторов станции Череповец СЖД.

В модуле "ARSCIS-2" реализованы следующие функции:

- организация записи без участия оператора путем автоматической диагностики появления и прохождения состава в зоне контроля;
- автоматическое определения направления движения состава;
- оповещение оператора при появлении движущихся объектов в зоне контроля.

Обеспечение указанных функций модуля "ARSCIS-2" основано на анализе последовательности поступающих в ПК изображений рабочей сцены (зоны контроля) и состоит из следующих этапов: предобработка изображений с целью снижения уровня помех, корректировка фонового изображения, вычисление разницы между фоновым и текущим изображениями, анализ "количества движе-

ния" в текущем кадре, принятие решения о появлении движущегося объекта в зоне контроля и формировании видеозаписи его движения в формате AVI-файла на жесткий диск ПК. Настройки модуля позволяют учитывать параметры оптической схемы и устанавливать чувствительность системы к размеру движущихся объектов. Эта возможность в дополнение к основной функции модуля – автоматической записи проходящих составов может использоваться в целях обеспечения безопасности перевозок путем диагностики появления в области контроля посторонних объектов, людей и животных.

Модуль "ARSCIS-3" позволяет организовать эффективный просмотр записанного видеофрагмента (обеспечивает возможность быстрого перехода к любому вагону состава по его порядковому номеру) путем выполнения предварительного автоматического подсчета числа объектов в составе с присвоением каждому объекту локального порядкового номера и автоматической локализации границ этих объектов. Для эффективной реализации этих функций предусмотрена возможность подключения к системе индуктивных датчиков, устанавливаемых в зоне контроля рядом с рельсами и используемых для подсчета осей движущихся вагонов.

В марте 2005 г. процесс разработки АПК ARSCIS ознаменовался созданием, успешными испытаниями и внедрением в тестовую эксплуатацию модуля "ARSCIS-4", основной задачей которого является автоматическое выявление и распознавание номеров на вагонах, цистернах и платформах.

Основные этапы обработки и анализа информативных сигналов в данном модуле:

- ввод в ПК и предобработка видеоданных;
- обнаружение состава и его отдельных вагонов в зоне контроля;
- локализация изображения регистрационного номера наблюдаемых вагонов;
- сегментация и распознавание графических образов отдельных символов номера вагона;
- комбинирование результатов распознавания отдельных символов в код номера;
- идентификация вагона по результатам распознавания его номера на нескольких смежных изображениях.

Для выполнения каждого из этапов были разработаны и программно реализованы эффективные эвристические алгоритмы обработки и анализа изображений, нейроподобные алгоритмы распознавания образов, процедуры принятия решений.

Объектно-ориентированная архитектура ПО АПК ARSCIS и построенной на его базе системы контроля разрабатывалась в соответствии со стандартом IEEE 1016. Архитектура позволяет за счет унифицирован-

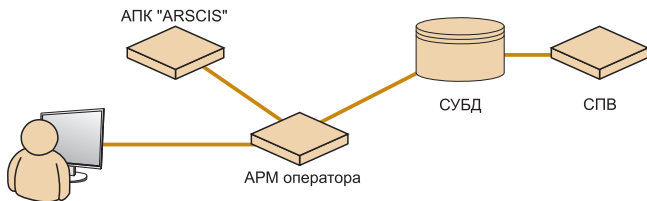


Рис. 2 Обобщенная структурная схема ПО системы ARSCIS.OilAccount

ЖДТ. Система ARSCIS.OilAccount разрабатывалась на базе АПК ARSCIS по заказу дочерних компаний концерна Лукойл: ООО "Лукойл-Волгограднефтепереработка" и ОАО "Лукойл-Ухтанефтепереработка".

Система ARSCIS.OilAccount обеспечивает идентификацию вагонов, проходящих через контрольный пункт взвешивания, путем выявления и распознавания их регистрационных номеров и интеграцию результатов идентификации с данными системы повагонного взвешивания (СПВ) фирмы "Mettler Toledo Восток" для автоматической регистрации результатов взвешивания и учета отгружаемой/полученной продукции. Результаты идентификации и взвешивания обрабатываются программой, предьявляются оператору и помещаются в БД для дальнейшего хранения и формирования отчетной документации по результатам взвешивания (рис. 2).

Помимо базовых функций АПК ARSCIS система ARSCIS.OilAccount выполняет следующие основные функции:

- интегрирование данных распознавания вагонов с результатами их взвешивания;
- формирование тревожного сигнала (в виде подсветки ячейки на форме АРМ) в случае недостаточного уровня оценки надежности распознавания номера вагона;
- поддержка ручного режима сравнения результатов распознавания регистрационных номеров проследовавших вагонов с изображениями этих номеров и корректировка оператором (в случае необходимости) результатов распознавания;
- запись информации в БД формата SQL и долговременное хранение информации о прошедших составах с информацией о направлении, времени и дате прохождения составов, результатах идентификации и взвешивания, а также других дополнительных данных;
- автоматическое формирование, сохранение в файл и печать по команде оператора отчетов установленного образца как о проследовавших в течение заданного временного периода составах, так и отдельных вагонов прошедших составов с возможностью последующего просмотра в течение установленного срока;

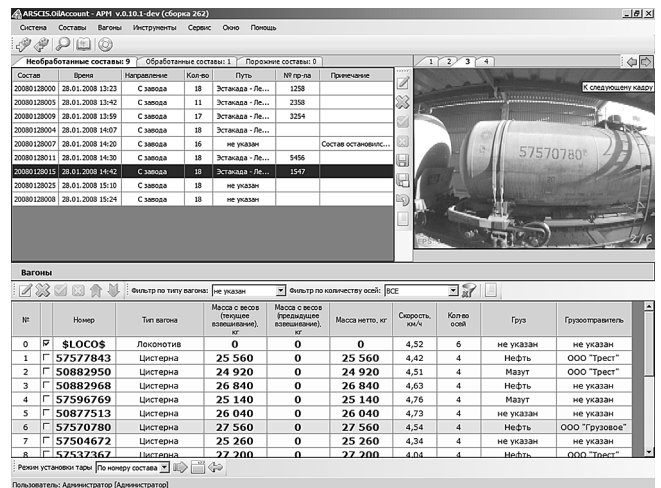


Рис. 3 Главное окно АРМ оператора системы ARSCIS.OilAccount

- защита информации от несанкционированного доступа с учетом политик информационной безопасности предприятия.

АРМ оператора системы ARSCIS.OilAccount поддерживает два режима работы – администрирование и пользовательский (режим оператора – рис. 3). В режиме администрирования обеспечивается доступ ко всем параметрам АРМ, их настройке и модификации, управление пользователями, модификация настроек. В пользовательском режиме оператору доступны функции слежения и управления ходом процесса контроля (принятие решений по результатам функционирования, корректировка и подтверждение принятых в автоматическом режиме решений), а также организован доступ к информации, хранимой в БД вагонов.

Техническое обеспечение системы (рис. 4) включает четыре телевизионных ч/б камеры в промышленном исполнении, обеспечивающих наблюдение бортов и балок шасси вагона с двух сторон. ПО системы ARSCIS.OilAccount развертывается на четырех ПК, объединенных в локальную сеть. На двух ПК

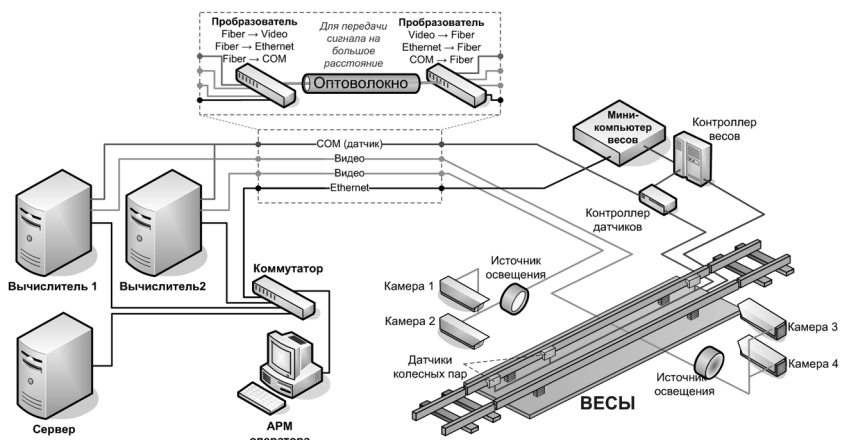


Рис. 4 Структурная схема технического обеспечения системы ARSCIS.OilAccount, установленной на двух НПЗ ОАО "ЛУКОЙЛ"

(вычислители) выполняется выявление и распознавание номеров вагонов по четырем независимым телевизионным каналам. Данные с вычислителей передаются на сервер системы, где происходит интеграция результатов распознавания по каждому из телевизионных каналов в целях принятия итогового решения об идентификации наблюдаемых вагонов. Создается список вагонов проследовавшего состава, которому сопоставляются результаты взвешивания, поступившие от железнодорожных весов. Итоговые данные с сервера системы поступают в БД под управлением СУБД MS SQL Server, доступ к которой обеспечивается с АРМ оператора.

В настоящее время система ARSCIS.OilAccount внедрена и эффективно используется на ООО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка" и ОАО "ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка" в целях управления

Царев Владимир Александрович — канд. техн. наук, зам. директора по науке ООО "Малленом"
Контактный телефон (8202)23-16-20. E-mail: vats@imit.ru, <http://www.mallenom.ru>

Алиев Эльман Вагифович — инженер-программист,
Веснин Евгений Николаевич — руководитель лаборатории систем технического зрения,

Малыгин Леонид Леонидович — д-р техн. наук, проф. кафедры менеджмента,

Михайлов Андрей Евгеньевич — ведущий инженер Института менеджмента и информационных технологий (филиала) С.-Петербургского государственного политехнического университета.

Контактный телефон/факс (8202)23-13-40. E-mail: info@imit.ru, <http://www.imit.ru>

Новости от компании Motorola

- На форуме Mobile World Congress 2009 (г. Барселона) компания Motorola представила Horizon 2G RAN — новый контроллер базовых станций (BSC) для сетей GSM. Эта последняя новинка отличается от существующих платформ примерно втрое большей пропускной способностью и в десять раз меньшей опорной поверхностью и поддерживает самые современные функции голосовой связи и передачи данных.

- В марте компания Motorola выпустила видеосервер Motorola B-3 Video Server, который стал последней новинкой в предлагаемом компанией ассортименте систем передачи видеоизображения по требованию. Это высокопроизводительное устройство обладает всеми достоинствами сервера Motorola B-1 — самой распространенной в мире платформы Video on Demand, построенной с использованием твердотельных элементов. Видеосервер Motorola B-3 предназначен для узлов передачи потокового видео малого и среднего размера, а его пропускная способность может быть с легкостью увеличена с нескольких сотен до 5 тыс. и более потоков. Основу видеосервера Motorola B-3 составляет стандартная аппаратная платформа и твердотельные флэш-ЗУ, которые в совокупности образуют высокопроизводительную, отлично масштабируемую, отказоустойчивую систему, превосходно поддерживающую такие функции, как видео по требованию, телевещание с временным сдвигом, вставка рекламы по требованию, сетевой цифровой видеоманитон и другие современные возможности. Сервер B-3 рассчитан на эксплуатацию в тандеме с сервером B-1 в качестве его "спутника" на границе сети, ближе к месту непосредственного потребления контента.

- Новый наружный абонентский терминал wi4 WiMAX CPEo 450 от Motorola поддерживает функцию VoIP, которая упрощает и делает более надежными функции приема/передачи данных. Устройство CPEo 450 характеризуется расширенными функциональными возможностями, увеличенным

радиусом действия и повышенной пропускной способностью. Изначально призванное максимально упростить задачу монтажников, это устройство сконструировано таким образом, чтобы минимизировать временные, трудовые и денежные затраты, связанные с внедрением широкополосных и голосовых сервисов в новых зонах обслуживания.

Список литературы

1. *Елисеев С.Ю., Соснов Д.А., Савицкий А.Г., Москалев А.А.* Интегрированная система АСТРА-СС // Железнодорожный транспорт. 2002. № 8.
2. *Белов В.В., Буянов В.А., Рабинович М.Д., Дудкин В.Ф., Мильготин Б.В., Легкий Н.М., Котлецов Д.С.* "ПАЛЬМА" — система автоматической идентификации транспортных средств // Там же. 2002. № 8.
3. *Малыгин Л.Л., Мошников В.В., Царев В.А.* Оптоэлектронная система идентификации объектов подвижного состава ARSCIS на станции Череповец Северной железной дороги // Сборник трудов отраслевой научно-практической конференции "Инновационные проекты, новые технологии и изобретения". 27-28 октября 2005 г., Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ. М.: ВГУП ВНИИЖТ.

радиусом действия и повышенной пропускной способностью. Изначально призванное максимально упростить задачу монтажников, это устройство сконструировано таким образом, чтобы минимизировать временные, трудовые и денежные затраты, связанные с внедрением широкополосных и голосовых сервисов в новых зонах обслуживания.

- Компания Motorola объявила о своих успехах в области коммерциализации технологии TD-LTE (Time Division Duplex Long-Term Evolution). Так в течение 2009 г. она развернет опытные зоны на сетях ряда операторов связи. Этот факт еще раз подтверждает приверженность компании Motorola технологии TD-LTE, которая призвана удовлетворить потребности операторов в Китае и других странах мира, где имеется спектр TDD, а также способствовать ускоренной популяризации во всем мире персональных мобильных мультимедийных сервисов. Внося наибольший вклад в процесс стандартизации технологии LTE для сетей радиодоступа, компания Motorola поддерживает как технологию TD-LTE, так и технологию FDD-LTE (Frequency Division Duplex LTE). Компания планирует экосистему LTE, которая будет поддерживать первые введенные в эксплуатацию участки в период с 4-го квартала 2009 г. по середину 2010 г.

- Расширен ассортимент решений от Motorola для кабельных пассивных оптических сетей (PON), пополнив его решениями типа RFoG (Radio Frequency over Glass). Для этого она заключила стратегическое соглашение с корпорацией Alloptic, Inc. По условиям этого соглашения компания Motorola получила эксклюзивные права на продажу решений RFoG от компании Alloptic ведущим кабельным операторам мира. Включение новых решений в существующий ассортимент продукции RFoG от компании Motorola поможет кабельным операторам беспрепятственно перейти на полностью волоконную инфраструктуру и одновременно добиться снижения эксплуатационных затрат.

<http://mediacenter.motorola.com>