



Тема 5. Технические решения и проектирование подсистем автоматического управления в ЭСБ различного функционального назначения (Часть 11)

Дисциплина:
«АВТОМАТИКА В ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ»



Технические решения наземного транспорта

Система регулирования светофоров— система, которая осуществляет регулирование светофоров на дорогах. Блок управления осуществляет управление светофорным объектом, который представляет собой группу светофоров, установленных на участке дорожной сети, очередность движения по которому конфликтующих транспортных потоков или транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорной сигнализацией.

Простейший способ управления светофором — электромеханический, с помощью кулачкового механизма.



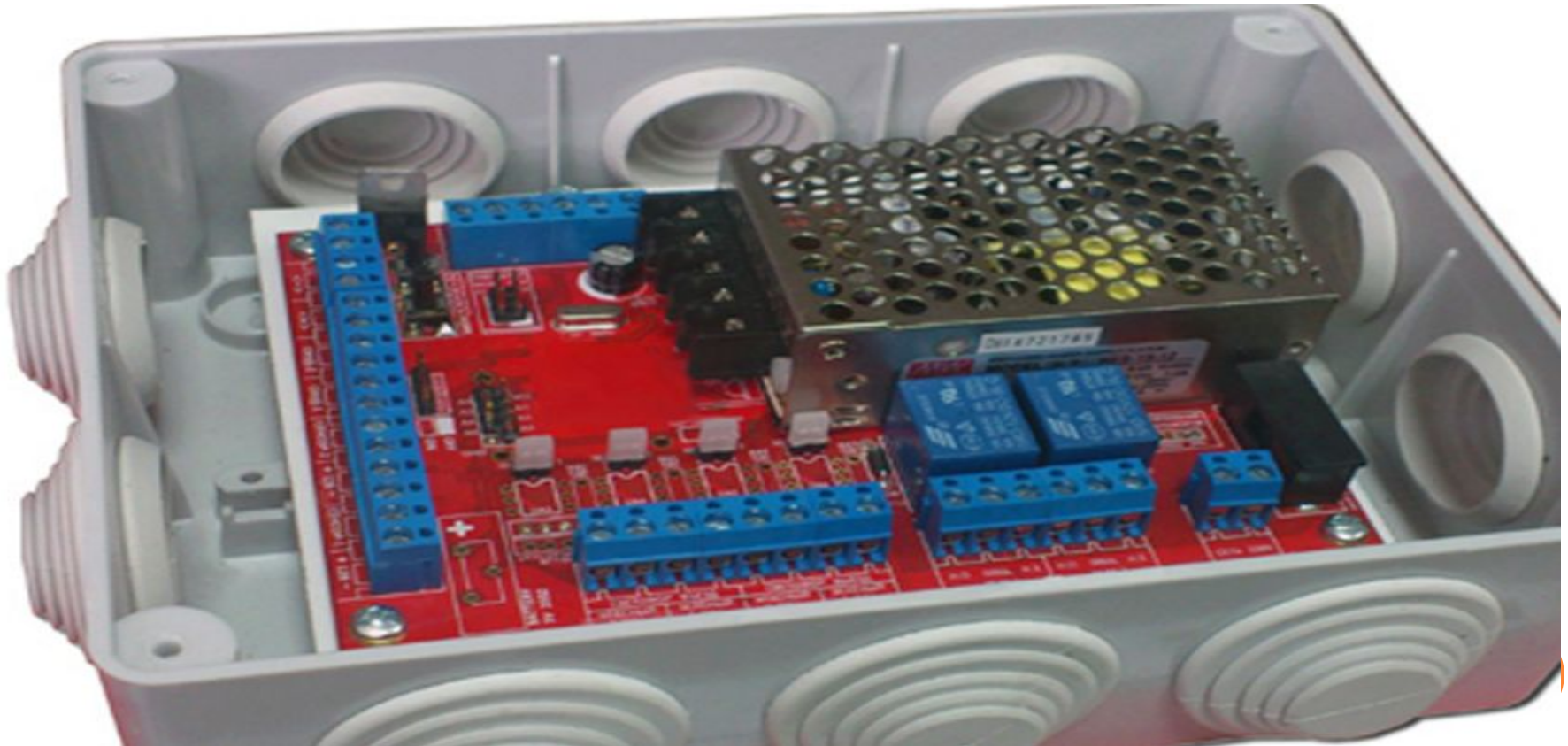


Более продвинутые электромеханические контроллеры имели несколько программ работы (несколько пакетов кулачков) — под разные нагрузки перекрёстка. В современных светофорах применяются микропроцессорные схемы. В крупных городах, страдающих от «пробок», светофорные объекты подключают к единой системе регулирования движения (как правило, через GSM-модем). Это позволяет оперативно изменять программы работы светофора (в том числе временно, на несколько часов или дней) и синхронизировать светофорные объекты друг с другом с точностью до секунд. Для прохода пешеходов через оживлённую трассу, а также на неравнозначных перекрёстках применяются контроллеры вызывного действия, дающие зелёный, когда со второстепенного направления приближается машина.





Контроллер БСР-4 предназначен для организации регулирования движения с помощью двухцветных светофоров напряжением 220В переменного тока или 24В постоянного тока:





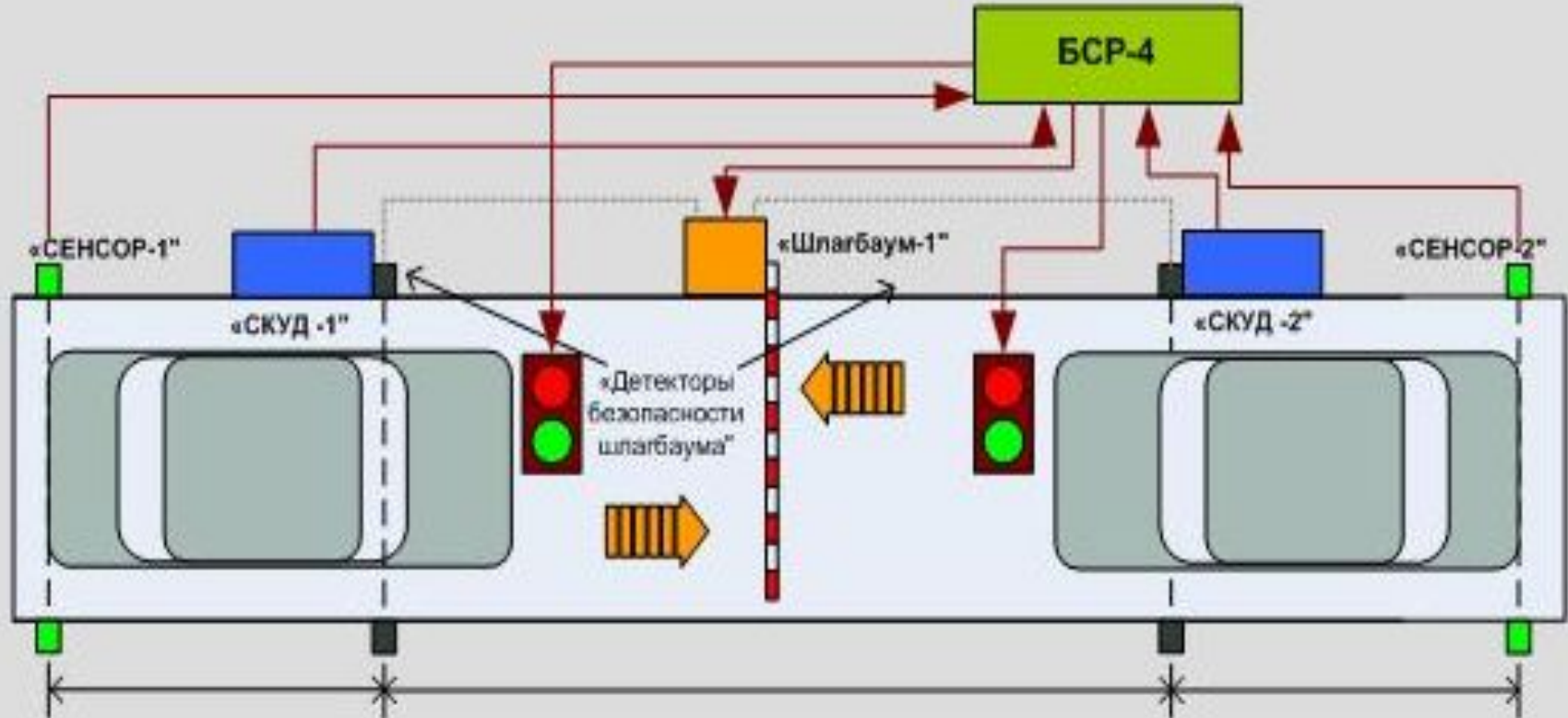
Блок управления светофорами БСР-4 имеет два основных режима работы:

- Реверсивный (однопроездный) режим – это когда движение организовано по одной полосе и следовательно необходимо решать задачу нахождения на полосе только одной машины в данный момент времени.
- Двухпроездный режим работы – это когда движение организовано по разным полосам.



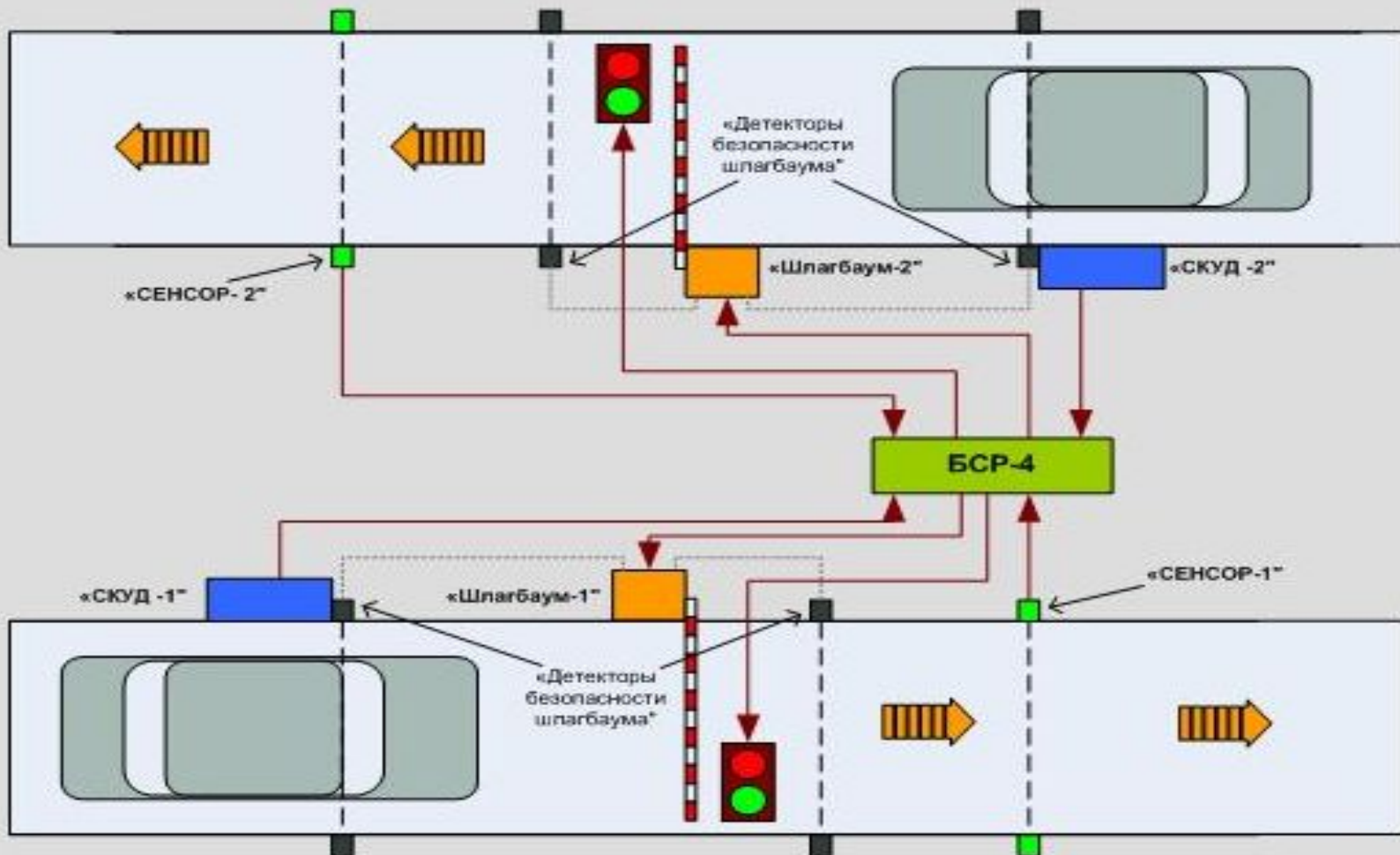
Реверсивный режим работы БСР-4

«Реверсивный регулируемый по СКУД»
один проезд



Двухпроездный режим работы БСР

«Двухпроездный регулируемый по СКУД»
два независимых проезда





Система видеонаблюдения видеорегистраций нарушений ПДД. Рассмотрим данного рода системы на примере системы ВОКОРД— это система видеофиксации детектирующая нарушение правил дорожного движения предназначена для фиксирования:

- нарушения установленного ограничения скорости;
- превышения средней скорости на определенном участке дороги;
- проезда на красный сигнал светофора или выезд за стоп-линию;
- выезда на полосу встречного движения;
- нарушения правил остановки и стоянки транспортных средств;
- нарушения установленных правил проезда перекрестков и переездов.



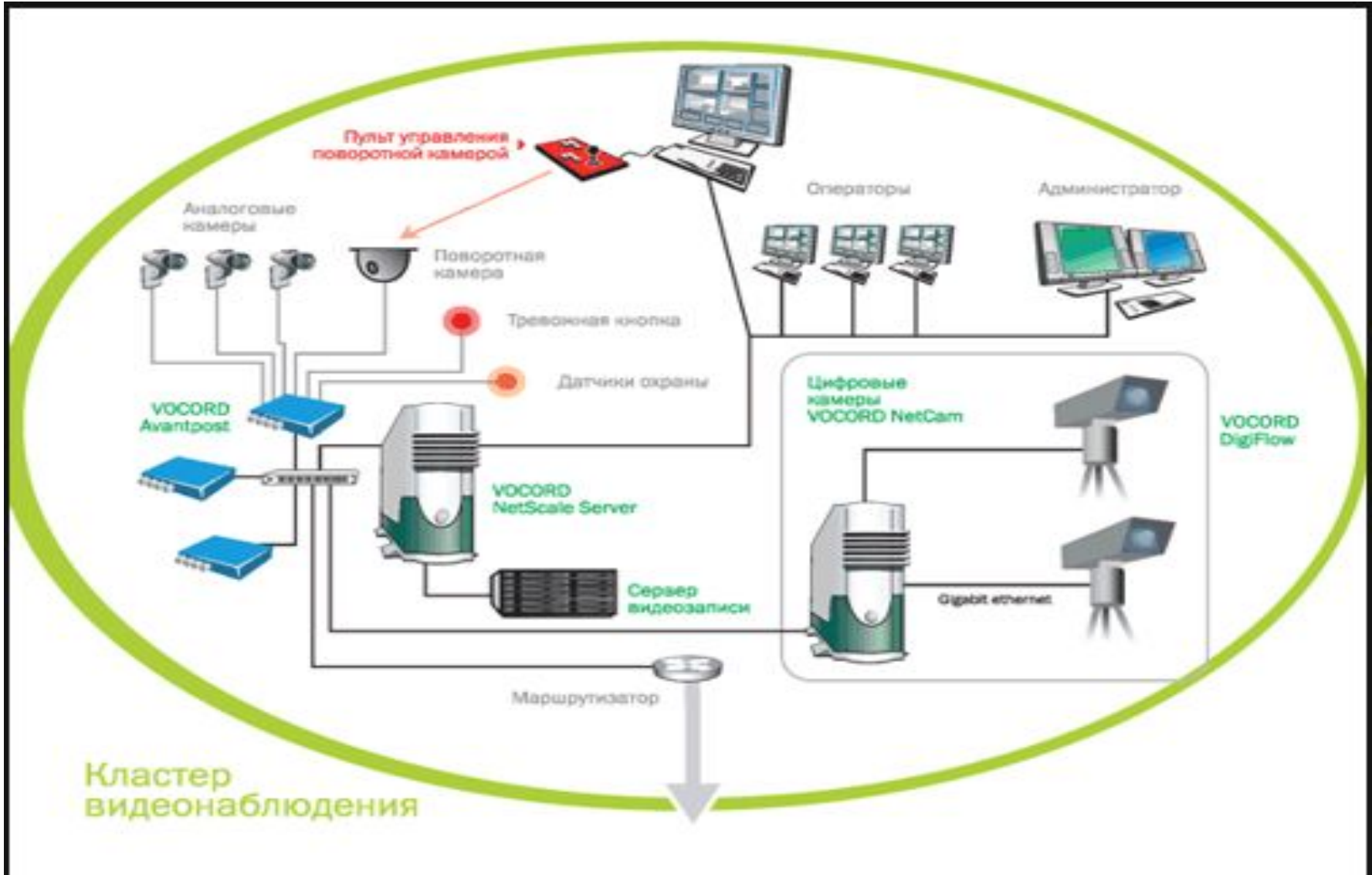
В состав аппаратно-программного комплекса VOCORD Traffic входят следующие элементы:

1. VOCORD NetCam4 – специальные камеры высокого разрешения.
2. Инфракрасные импульсные прожекторы.
3. Радарные комплексы.
4. Уличные серверы, с установленным специальным программным обеспечением.





Структурная схема системы ВОКОРД





В то время, когда автомобиль проезжает установленную зону контроля система VOCORD Traffic фиксирует его скорость с помощью радарного комплекса и распознает государственный номерной знак. Каждый автомобиль фиксируется три раза, сначала номер автомобиля крупным планом, затем крупным планом фотографируется сам автомобиль и третьим делается общий план.





Принцип съемки автомобилей

The screenshot displays a traffic monitoring system interface. The main view is a top-down camera feed of a road with three cars. Each car is enclosed in a white bounding box and labeled with a number: 30 (top), 38 (middle), and 37 (bottom). A vertical line of small white squares runs through the center of the road, likely representing a lane or a tracking path. On the right side, there is a smaller inset image of a car and a license plate reading "BM 679 50". Below the inset image, there are several fields and buttons, including a field with "BM 679 50" and a button with "79". At the bottom left, there is a data table with columns for "Почасовой отчет", "Время", "Площадь", "Скорость", "Полоса", "Параметры", and "Состояние".

Почасовой отчет	Время	Площадь	Скорость	Полоса	Параметры	Состояние
00:00:00	07.08.2007 14:53:00	127000	0	0	Экран отключен	
00:00:01	07.08.2007 14:53:01	177000	40	0	Экран отключен	
00:00:02	07.08.2007 14:53:02	227000	38	0	Экран отключен	
00:00:03	07.08.2007 14:53:03	277000	40	0	Экран отключен	
00:00:04	07.08.2007 14:53:04	327000	40	0	Экран отключен	
00:00:05	07.08.2007 14:53:05	377000	40	0	Экран отключен	
00:00:06	07.08.2007 14:53:06	427000	40	0	Экран отключен	
00:00:07	07.08.2007 14:53:07	477000	40	0	Экран отключен	
00:00:08	07.08.2007 14:53:08	527000	40	0	Экран отключен	
00:00:09	07.08.2007 14:53:09	577000	40	0	Экран отключен	
00:00:10	07.08.2007 14:53:10	627000	40	0	Экран отключен	



Все три фотографии и запись о нарушении правила поступают в базу данных на сервер. С базой данных работает оператор, который формирует квитанции о нарушениях.

Фиксация средней скорости движения автомобиля. Система фиксации VOCORD Traffic способна измерять скорость как стационарно (радар измеряет скорость движения транспортного средства в определенной точке), так и в среднем на определенном участке.

С этой целью на участке определяются два рубежа – в начале участка и в его конце (в этих участках система фиксирует номера ТС). После того, как транспортное средство минует первый, а затем второй рубеж, система рассчитывает среднюю скорость движения исходя из времени, за которое ТС проехало этот участок.



Фиксация нарушений на переездах и перекрестках. Для того, чтобы зафиксировать нарушение при проезде перекрестка или переезда, система фиксации подключается к контролеру установленном в светофоре.

При этом используется не только камера, обеспечивающая фотоснимок нарушения, а также устанавливается направленная на светофор камера обзорного вида.

Фиксирование нарушения осуществляется следующим образом. После переключения сигнала светофора на красный свет, автомобиль, заехавший за стоп-линию на перекрестке, является нарушителем, и как описывалось выше, камера фиксирует его в трех ракурсах. А видеoinформация данного нарушения идет как дополнение подтверждающее нарушение.





Системы оплаты проезда на основе DSRC снаружи и внутри.

В качестве средства безостановочной оплаты проезда используются транспондеры DSRC — недорогие «коробочки», крепящиеся к лобовому стеклу и обеспечивающие обмен информацией по радиоканалу с антеннами на пунктах взимания платы.

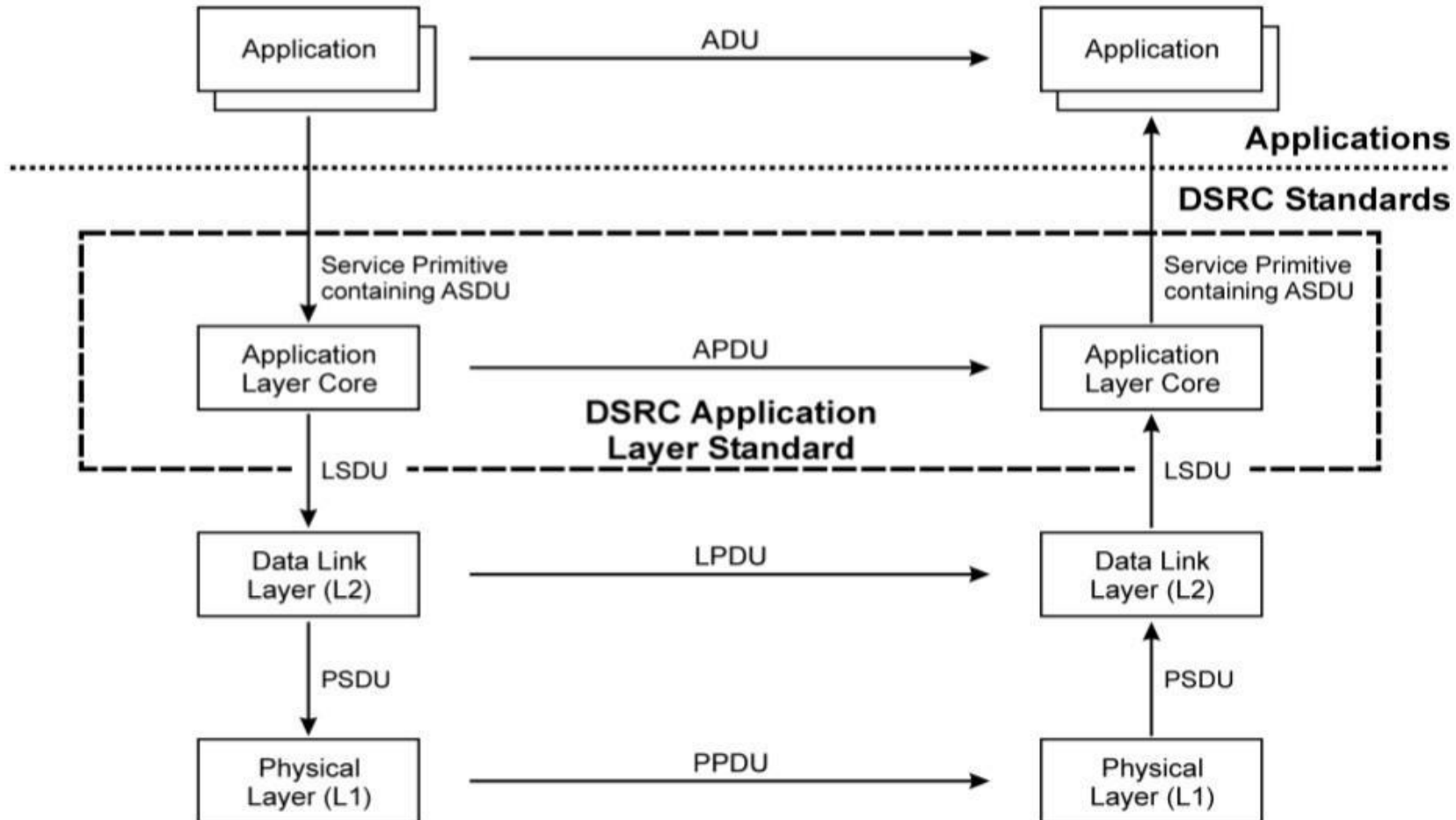
Стек DSRC

Транспондер и антенна реализуют стек протоколов из 1-ого, 2-ого и 7-ого уровней модели OSI.





Архитектура стека DSRC (ISO 12834-2003)



ADU = Application Data Unit
APDU = Application Protocol Data Unit
ASDU = Application Service Data Unit

LSDU = Link Layer Service Data Unit
LPDU = LLC Protocol Data Unit
PSDU = Physical Layer Service Data Unit
PPDU = Physical Layer Protocol Data Unit





Основное отличие DSRC от ближайшего своего родственника Wi-Fi заключается в том, что DSRC «заточен» под связь с быстро движущимся объектом. То есть, пока машина проезжает в зоне действия антенны, транспондер должен проснуться, установить соединение и произвести обмен информацией.

Во время проезда автомобиля под антенной происходит примерно следующее:

- транспондер получает сигнал маяка и «просыпается». Сигнал маяка содержит структуру данных BST с перечнем предоставляемых сервисов (приложений), которые поддерживаются на данной точке. Время между получением первого сигнала антенны (любого, не обязательно содержащего BST) и готовностью транспондера к работе составляет 5 мс.





- антенна и транспондер определяют канал, по которому будет осуществляться обмен. По дороге едет множество автомобилей, и разделение канала необходимо.
- транспондер при помощи структуры данных VST сообщает о приложении (или приложениях), которое ему необходимо. Например, ЕФС — электронная оплата проезда.
- антенна и транспондер устанавливают защищенное соединение и обмениваются данными в рамках выбранного приложения.





Формат фрейма DSRC:

- Преамбула (preamble) нужна для синхронизации транспондера и антенны.
- Startflag — 01111110.
- LID — идентификатор линка для бродкаста 11111111, для остальных случаев — четыре октета случайно выбранных во время установления соединения чисел для идентификации канала обмена с конкретным транспондером.
- MAC control field содержит информацию о содержимом пакета — аплинк или даунлинк, команда или ответ на команду и т.п.





- LLC control содержит тип команды или ответа на команду, LLC status, соответственно, содержит результат выполнения команды.
- LPDU — собственно, информация прикладного уровня (рассмотрим ее отдельно). Прикладной блок может передаваться по частям, если не помещается в один физический пакет. В общем, для знающих стек TCP/IP ничего принципиально нового тут нет.
- Завершается фрейм CRC контрольной суммой и стоп-битами аналогичными стартовому флагу.
- Прикладной уровень стека DSRC. На прикладном уровне происходит обмен информацией в рамках соответствующих приложений.





На текущий момент наиболее распространены следующие приложения:

собственно, EFC — электронное взимание платы, AID=1 (идентификатор приложения в таблице VST).

Прикладной уровень подробно рассмотрен в стандарте ISO 14906-2011:

- Localisation augmentation communication (LAC) — протокол записи в память БУ данных о местоположении антенны, AID=21, стандарт ISO 13141-2010
- Compliance Checking Communication (CCC) — обмен контрольной информацией о ТС с целью проверки соблюдения правил взимания платы, ISO 12813-2009





Основной проблемой применения ЕФС является невозможность проехать с одним транспондером по всем платным трассам. Если на технологическом уровне проблема эта вполне решаемая, то на уровне приложений требуется провести большой объем дополнительной работы, связанной с организацией обмена ключами шифрования и организации взаимозачета между компаниями-операторами.



Антенны DSRC в зоне оплаты пункта взимания платы М-4





Для оплаты проезда на М-4 используются транспондеры TS3203 производства Kapsch. Также могут быть использованы полностью совместимые транспондеры Q-Free, Norbit, G.E.A. и др.





Фабричная маркировка транспондера





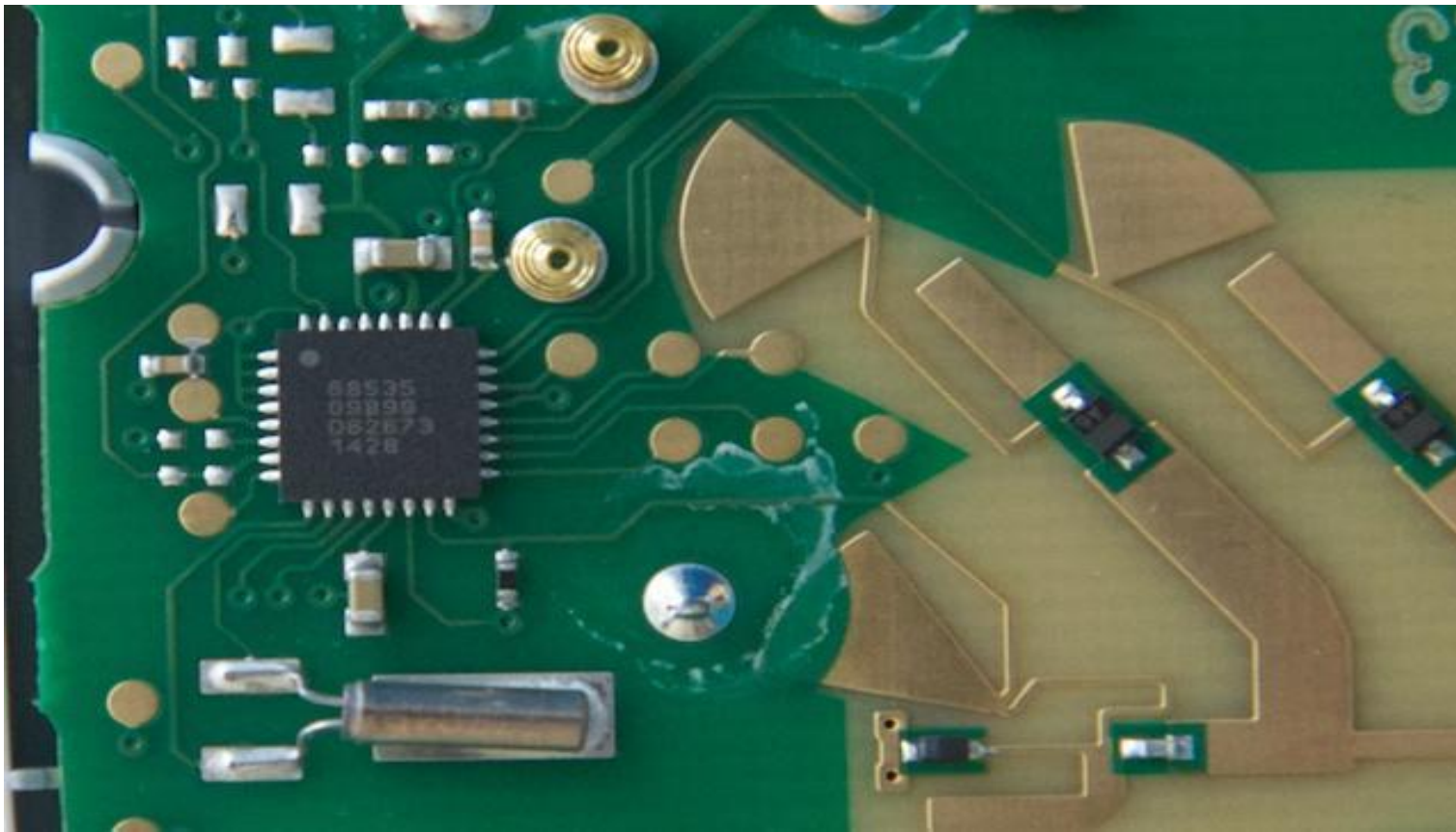
Плата транспондера





С другой стороны платы расположена батарейка, намертво впрессованная в держатель. По спецификации Karsch, батарейки должно хватить на 7 лет при 2000 транзакций в год.

Плата крупным планом





Как мы убедились, DSRC транспондер — надежное и дешевое устройство. Именно поэтому электронное взимание платы повсеместно производится при помощи DSRC. У технологии DSRC есть только один недостаток — для расчета тарифа необходимо устанавливать антенны на всех съездах с трассы (или в середине каждого участка, как в Австрии). Если же мы хотим закрыть «платностью» большую дорожную сеть, то тогда нужно внимательно смотреть в сторону систем на базе спутниковой навигации.

