

С.А.Милованов - Система сбора данных с подвижных станций (часть 2)



Сергей Милованов, 3 ноября 2012г.

СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ С ПОДВИЖНЫХ СТАНЦИЙ (часть 2)

С.А. Милованов, РГРТУ, гр.8110

Какие уровни модели OSI необходимо реализовать в системе? Каковы их основные задачи?

Как и все телекоммуникационные системы, наша система строится в соответствии с моделью OSI. Рассмотрим уровни данной модели применимо к нашей системе и решаемым ею задачам.

В силу относительной несложности нашей системы, три верхних уровня классической модели OSI – прикладной, представительский и сеансовый – объединим в один уровень, на котором будут сосредоточены «мозги» системы. На данном уровне будут решаться вопросы что, кому, как и когда передавать (или принимать), будут приниматься все решения в системе. Поэтому данный уровень абстрактно назовем уровнем «**принятия решений**».

Следующий уровень в иерархии - **транспортный**. Он обеспечивает надежный механизм обмена данными, контролирует отсутствие ошибок в принимаемых данных, расположение пакетов в соответствующем порядке, их полноту [1, стр.84]. В нашей системе описанный ниже канальный уровень поддерживает весьма мощный и законченный набор функций по пересылке сообщений между узлами сети. В этом отношении канальный уровень является самодостаточным транспортным средством, поэтому в наличие отдельного транспортного уровня нет необходимости.

Далее в структуре OSI **сетевой** уровень. Он отвечает за маршрутизацию данных в процессе взаимодействия нескольких сетей. В нашей системе используется одна простая сеть, поэтому наличие сетевого уровня излишне.

Два нижних уровня модели OSI, канальный и физический, абсолютно необходимы в нашей системе, поэтому на их рассмотрении остановимся более подробно. На рисунке 1 изображена модель OSI применимо к нашей системе, в соответствии с вышесказанным.

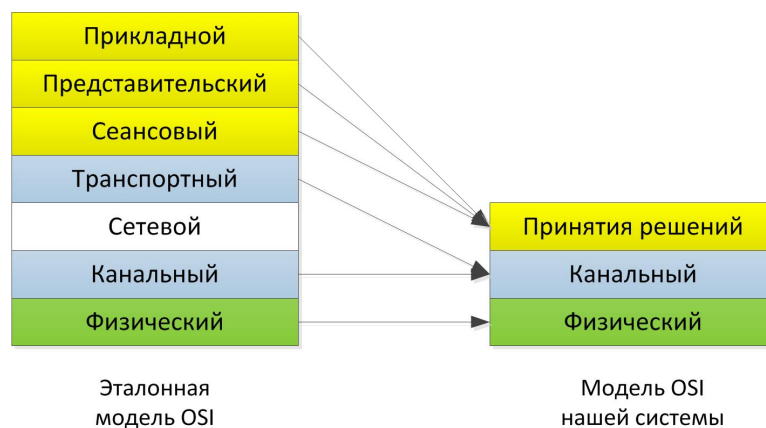


Рисунок 1. Модель OSI

Рассмотрение начнем с **канального уровня**. Его основная задача – установление, обеспечение работоспособности и прекращение адресного и неадресного соединения. В нашей системе адресным будет являться соединение точки доступа с каким-либо терминалом для принятия данными, а неадресным – соединение по каналу широковещательной информации (BCCH) точки доступа со всеми терминалами, находящимися в зоне взаимодействия с ней, с целью передачи информации о точке доступа.

Канальный уровень принимает от верхнего уровня пакет данных, а также указание, какому узлу его передать. Канальный уровень формирует из принятых пакетов собственные протокольные единицы данных — кадры, состоящие из поля данных и заголовка. Канальный уровень помещает принятый пакет в поле данных одного или нескольких кадров (в зависимости от объема пакета) и заполняет собственной служебной информацией заголовок кадра [3].

Для успешного решения канальным уровнем своей основной задачи, необходимо выполнение ряда описанных ниже подзадач.

Так как в нашей системе используется разделяемая среда (о методе разделения сказано ниже при рассмотрении физического уровня), то прежде чем физический уровень начнет передавать данные, канальный уровень должен проверить доступность физических каналов. Функции проверки доступности физических каналов возлагаются на отдельный подуровень - управления доступом к среде [3].

Так как на физический канал могут одновременно претендовать несколько «желающих», необходимо реализовать алгоритм множественного доступа – предоставление физических каналов по требованию. Чтобы лучше представить данную задачу в рамках нашей системы, опишем следующую ситуацию, представляющую собой фрагмент сценария работы системы. Точка доступа (ТД) непрерывно передает широковещательную информацию (ШВИ) по каналу BCCH, в состав которой помимо другой служебной информации входит номер канала случайного доступа (RACH) и номер канала разрешенного доступа (AGCH). Терминал, приняв ШВИ и узнав номер канала RACH, делает по нему заявку к точке доступа о предоставлении ему индивидуального канала для передачи информации. Точка доступа, приняв по каналу RACH заявку от терминала, в случае ее одобрения резервирует для сеанса связи с текущим терминалом индивидуальный физический канал и по каналу AGCH передает терминалу номер выделенного индивидуального канала (DTCH - Dedicated Traffic Channel). После этого текущий терминал перестраивается на выделенный канал и освобождает канал RACH для других терминалов. Что делать, когда несколько терминалов одновременно узнали номер канала RACH и пытаются сделать по нему заявку к точке доступа? Передаваемые блоки данных от разных терминалов в данном случае «смешиваются», накладываются друг на друга и возникают коллизии. Именно для того, чтобы избежать этих коллизий, необходимо применить алгоритм множественного доступа к каналу RACH. В условиях нашей системы, когда по каналу RACH передаются очень короткие прерывистые заявки на предоставление индивидуальных каналов, целесообразнее всего использовать метод ALOHA, основанный на следующем сценарии. Два терминала одновременно решили сделать заявку к точке доступа, монополично захватывают канал RACH и делают по нему заявку. После отправки заявок оба терминала «мониторят» канал AGCH и ждут подтверждения от точки доступа принятия заявки. Естественно точка доступа не смогла правильно принять ни одну заявку из-за возникших коллизий и ничего не отвечает терминалам по каналу AGCH. Не получив положительного ответа от точки доступа, терминалы выжидают в течение случайного времени и снова пытаются сделать заявку. Если время ожидания терминалов оказывается разным, то коллизий в канале RACH не возникает, точка доступа реагирует на запросы каждого терминала положительным ответом (ASK), и терминалы получают номера выделенных индивидуальных каналов DTCH.

Канальный уровень должен иметь возможность обнаружения и коррекции ошибок. Надежность передачи обеспечивается в нашем случае путем фиксирования границ кадра и добавлением к кадру контрольной суммы (CRC). Контрольная сумма вычисляется по некоторому алгоритму как функция от всех байтов кадра. На стороне получателя канальный уровень группирует биты, поступающие с физического уровня, в кадры, снова вычисляет контрольную сумму полученных данных и сравнивает результат с контрольной суммой, переданной в кадре. Если они совпадают, кадр считается правильным. Если же контрольные суммы не совпадают, фиксируется ошибка, и формируется запрос на повторную передачу поврежденного кадра [3].

Так как в нашей системе происходит информационный обмен между несколькими терминалами и точками доступа, то канальный уровень должен иметь возможность реализации «адресного» обмена, то есть передаваемая информация должна приходиться именно тому адресату, для кого она предназначена. С этой целью на этапе установления соединения терминала с точкой доступа и назначения терминалу выделенного канала в состав кадра канального уровня добавляется поле, содержащее уникальный идентификационный номер абонента (ID). В нашей системе это ID терминалов или ID точек доступа. После назначения терминалу выделенных каналов необходимость в постоянной передаче в составе пакета канального уровня идентификационных номеров отпадает, так как точка доступа имеет возможность идентифицировать терминал по номерам выделенных ему каналов, а терминалу достаточно идентификации точки доступа на этапе получения выделенных каналов, так как в одном сеансе связи терминал взаимодействует только с одной точкой доступа.

Так как канальный уровень оперирует пакетами данных, то необходимо реализовать механизм управления потоком приема/передачи пакетов, а так же механизм их синхронизации. Если переданный пакет принят с ошибкой и должен быть передан повторно, то необходимо знать, какой именно пакет ошибочный. Для этого в пакет необходимо добавить поле, содержащее номер пакета. Нумерация пакетов так же позволяет в случае перезапроса корректно расположить принятые пакеты в необходимом порядке.

(Примечание: согласно содержанию разделов пояснительной записки, пояснение структуры пакетов канального уровня будет описано на следующем этапе в пункте 1.6.5).

Далее рассмотрим самый нижний уровень модели – **физический** (ФУ). Физический уровень решает две глобальные задачи: организация физических каналов связи (ФКС), ровно столько, сколько необходимо для работы системы, и безошибочная передача/прием потока битов.

Что же такое ФКС? Это элементарные «контейнеры» физической среды передачи, на базе которых будут строиться все остальные каналы связи (КС). Существуют различные способы организации этих «контейнеров», т.е. способы доступа к физической среде. Например, FDMA (с частотным разделением каналов), TDMA (с временным разделением каналов), CDMA (с кодовым разделением каналов). Согласно требованиям к нашей системе, необходимо использовать минимально возможный диапазон частот. Так же особенностью системы является то, что вероятность одновременного обслуживания точкой доступа более трех терминалов одновременно крайне мала (т.к. более трех маршрутных такси на одной остановке вряд ли будут находиться одновременно). Сеанс связи терминала с точкой доступа будет непродолжительным и ограничится передачей небольшого объема необходимых данных. Исходя из вышесказанного, считаю наиболее целесообразным использовать в качестве метода доступа к среде TDMA, т.е. метод доступа с временным разделением каналов. При TDMA физическим каналом является временной слот с определенным номером, которому отводится определенный сеанс связи. Три ФКС будут зарезервированы физическим уровнем для собственных нужд – это канал частотной подстройки (FCSH), канал временной синхронизации (SCH), а так же канал радиоизмерений. Канал радиоизмерений будет содержать специальную последовательность, проанализировав состояние которой, можно сделать вывод о качестве канала. Остальные ФКС будут делегированы на канальный уровень, который должен их распределить по функциональному назначению. Сразу оговоримся, что для команд управления в системе создаются выделенные каналы, отделенные от каналов трафика, и назначенные конкретным узлам сети (DCCN – Dedicated Control Channel).

Для обеспечения безошибочной передачи/приема потока битов на физическом уровне необходимо предусмотреть ряд служб.

Так, для устранения последствий интерференции и многолучёвости будем использовать **эквалайзер**, опирающийся на передаваемую настроенную последовательность, добавляемую в специальное поле пакета ФУ.

Так как наша система цифровая, необходима битовая синхронизация. Для этой цели будем использовать систему **фазовой автоподстройки частоты** (ФАПЧ).

Для использования в качестве средства передачи радиointерфейс, необходимо наличие **модулятора/демодулятора**, обеспечивающего при этом как можно меньшую занимаемую ПЧ и необходимую достоверность. В нашей системе будут использованы два вида модуляторов/демодуляторов, о которых будет описано немного ниже.

Для борьбы с пакетами ошибок в системе есть простой, но эффективный способ, не вносящий избыточности и передаваемое сообщение. Это **перемежение**. В общем случае выбор глубины перемежения зависит от двух факторов. С одной стороны, чем больше расстояние между соседними символами, тем большей длины пакет ошибок может быть исправлен. С другой стороны, чем больше глубина перемежения, тем сложнее аппаратно-программная реализация оборудования и больше задержка сигнала. В нашей системе в связи с относительно небольшими расстояниями передачи и малой вероятностью возникновения пакетов ошибок, целесообразно использовать относительно не глубокое перемежение.

Для повышения достоверности передачи данных путем устранения битовых ошибок будем использовать модуль **помехоустойчивого кодирования** (FEC). Как и в случае с модулятором, в нашей системе будут использоваться два профиля FEC, о которых будет описано чуть ниже.

В соответствии с вышеизложенным, функциональная схема физического уровня будет выглядеть следующим образом – рисунок 2.

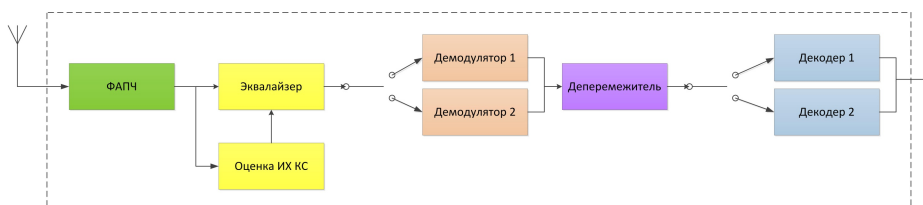


Рисунок 2. Функциональная схема физического уровня

Зачем на физическом уровне используется два вида модуляции и два профиля FEC? В предыдущей статье была описана система мониторинга качества канала (СМКК), которая, проанализировав состояние канала связи на предмет ОСЩ, может в любой момент дать физическому уровню команду на переконфигурацию в соответствии со сложившейся помеховой обстановкой. Решено предусмотреть два режима помеховой обстановки – «хороший канал» и «плохой канал». В условиях «хорошего канала» будем использовать относительно высокоскоростной, но менее помехоустойчивый способ модуляции в совокупности с более скоростным, но менее эффективным методом FEC.

Предположительно это будет 16-PSK и свёрточный кодер со скоростью 2/3.

В условиях «плохого канала» будем использовать относительно менее скоростной, но более помехоустойчивый способ модуляции в совокупности с менее скоростным, но более эффективным методом FEC. Предположительно это будет QPSK и свёрточный кодер со скоростью 1/2.

Данная переконфигурация физического уровня позволит системе адаптироваться к помеховой обстановке в канале связи и осуществить обмен данными с требуемой достоверностью.

Необходимо коснуться вопроса энергосбережения. Так как в штатном режиме терминалы питаются от бортовой электросистемы автомобиля, а точки доступа – от городской электросети, то вопрос энергосбережения не актуален. Поэтому не целесообразно усложнять систему и применять в ней какие-либо дополнительные энергосберегательные решения.

Каков сценарий взаимодействия терминалов с точкой доступа? В каких режимах возможна работа терминала?

На рисунке 3 представлена схема, отражающая сценарий взаимодействия выделенных узлов сети. На данной схеме порядок действий с течением времени определяется направлением «сверху-вниз». Направление стрелок указывает на направление передачи. Фигурной скобкой обозначены интервалы времени, в течение которых функциональный узел сети находится в том или ином режиме. Процессы взаимодействия точки доступа с ЦСИ указаны кратко и далеко не полно, так как на данном этапе такая цель не стоит.

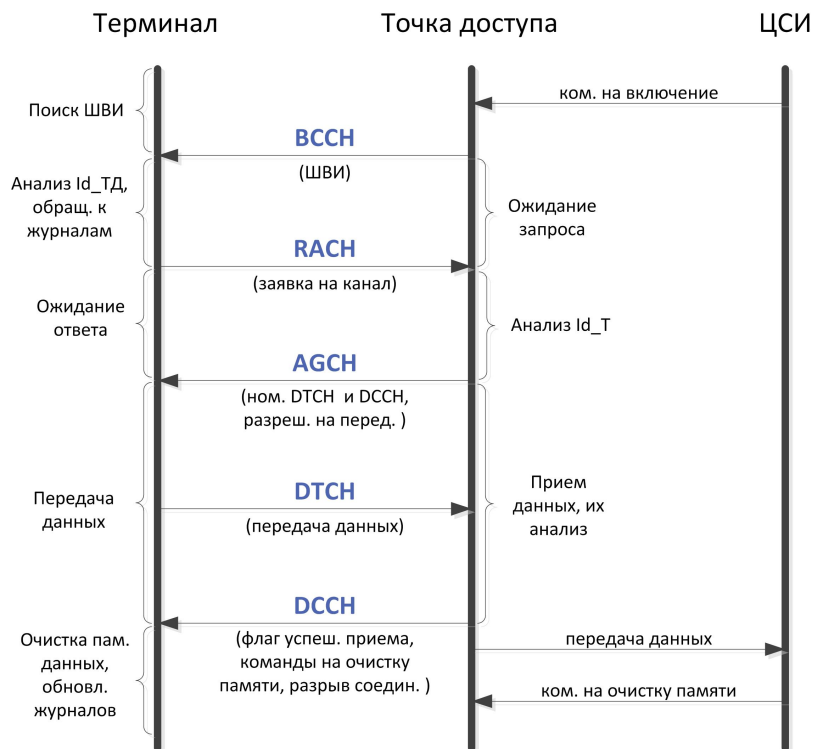


Рисунок 3. Сценарий взаимодействия выделенных узлов сети

Подробное описание сценария, кратко изображенного на рисунке 3:

1. В момент старта системы ЦСИ дистанционно «включает» все точки доступа, которые начинают передавать по каналу BCCH широкополосную информацию (ШВИ), содержащую помимо другой служебной информации свой уникальный идентификационный номер (id_ТД), жёстко прописанный в памяти, номер канала случайного доступа (RACH) и номер канала разрешенного доступа (AGCH).

2. Подвижный терминал находится в состоянии поиска ШВИ какой-либо точки доступа. Входящие в состав терминала часы начинают отсчет времени. Если время отсутствия ШВИ превышает 10 мин, то это можно трактовать как последствие отклонения терминала от заданного маршрута. С целью фиксации фактического местоположения терминала включается GPS-приемник, который начинает вычислять координаты терминала

посредством СНС и записывать их в память терминала в структуру GPSInf. После обнаружения терминалом ШВИ какой-либо точки доступа, GPS-приемник автоматически отключается.

3. Попадая в радиус взаимодействия с точкой доступа (200 м), терминал принимает ШВИ и считывает id_ТД, чтобы определить «своя» ли это точка доступа и не проходил ли терминал данную точку доступа ранее в пределах текущего «круга». Для этого в памяти терминала необходимо два журнала: журнал доступных id_ТД (ЖДостТД) и журнал пройденных в течение данного круга id_ТД (ЖПрТД). Содержание ЖДостТД прописано жестко, содержание ЖПрТД терминал имеет возможность изменять самостоятельно. Если принятой id_ТД нет в ЖДостТД, то сценарий работы терминала возвращается к началу п.2, и терминал ищет новую ШВИ. Если id_ТД есть в ЖДостТД, то проверяется наличие id_ТД в ЖПрТД. Если id_ТД в ЖПрТД отсутствует, то терминал переходит к п.3, иначе снова переходит к началу п.2 и ищет новую ШВИ.

4. Определив доступность связи с текущей точкой доступа, терминал по каналу RACH посылает заявку к точке доступа о предоставлении ему индивидуального канала для передачи информации, содержащий собственный уникальный идентификатор (id_T). Чтобы точка доступа могла знать, имеет ли право текущий терминал на обслуживание (не «вражеский» ли он), в памяти точки доступа жестко прописаны разрешенные id_T – журнал разрешенных id_T (ЖРТ). Если id_T нет в ЖРТ, то терминал получает от точки доступа по каналу AGCH отказ в обслуживании и команду на переход к п.2 – поиску новой ШВИ. Если id_T присутствует в ЖРТ, то точка доступа выделяет для связи с текущим терминалом индивидуальные каналы - DTCH и DCCH, и сообщает их номера терминалу вместе с готовностью к приему данных.

5. Терминал, получив номер DTCH (что автоматически означает разрешение на передачу данных), настраивается на данный канал и передает по нему данные на точку доступа: количество пассажиров (CountPass), GPS-информацию (GPSInf). Точка доступа, приняв данные от терминала, проверяет их целостность и сохраняет в памяти. В случае нарушения целостности данных, точка доступа запрашивает их повторную передачу с терминала. **В случае необходимости получения диспетчером информации о расходе топлива, терминал по каналу DCCH получает от точки доступа соответствующую команду и по каналу DTCH передает обратно запрашиваемую ей информацию.**

6. После того, как данные с терминала корректно приняты точкой доступа и сохранены, точка доступа дает команду терминалу очистить память – данные CountPass и GPSInf обнуляются. В ЖПТ в память терминала записывается очередной идентификатор точки доступа (id_ТД), которой терминал только что передал данные. ТД разрывает связь с терминалом, и дальнейший сценарий работы терминала возвращается к началу п.2. После этого точка доступа немедленно передает следующие данные в ЦСИ: id_ТД, id_T, CountPass, GPSInf. ЦСИ проверяет целостность принятых от точки доступа данных. В случае их нарушения – отправляет точке доступа запрос на повторную передачу. В случае целостности принятых данных ЦСИ делает очередную запись в базе данных (БД), хранимой в собственной памяти и содержащей следующие поля: номер записи (id_зап), точное время (time), id_T, id_ТД, CountPass, GPSInf. После создания очередной записи в своей БД, ЦСИ дает команду точке доступа, с которой были приняты данные, удалить из памяти данные, относящиеся к только что успешно завершённой передаче.

Список использованной литературы:

1. Весоловский К. – Системы подвижной радиосвязи, М.: Горячая линия – Телеком, 2006
2. Бакке А.В. – лекции по курсу ССПО;
3. <http://www.telcomnet.ru/kanalnyi-uroven.html>

