

# Тема 7. Передача речевого трафика и данных по сети Ad Hoc. Часть 2.



А.Е. Ярославцева, 2 февраля 2015г.

## Система передачи речевого трафика и данных по сети Ad Hoc.

### Статья 2.

Ярославцева А.Е., группа 0110.

#### 1.4. Описание иерархических моделей выделенных узлов сети и терминалов в соответствии с рекомендациями OSI. Краткий анализ необходимых уровней с обоснованием основных выполняемых задач. Оценка необходимости наличия сетевого и транспортных уровней в разрабатываемой системе.

Представим разрабатываемую систему с помощью модели OSI. В силу относительной простоты рассматриваемой системы данная модель будет представлена четырьмя уровнями. Верхние уровни системы (прикладной, представительский и сеансовый) объединяются в один – уровень принятия решений (уровень управления).

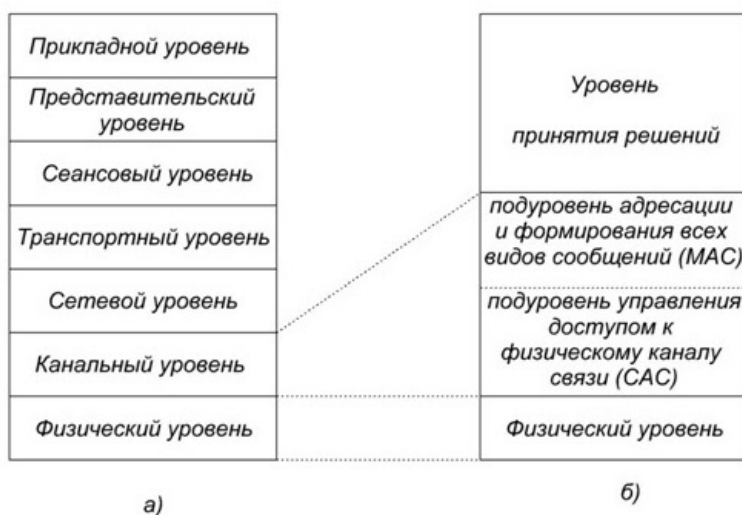


Рис.6. а) эталонная модель OSI и б) разрабатываемая модели OSI.

**Уровень принятия решений** предназначен для взаимодействия элементов сети друг с другом. Уровень управления работает с двумя видами сообщений: сообщения маршрутизации и сообщения управления. При появлении сообщения маршрутизации, уровень управления модифицирует это сообщение в зависимости от ситуации. При появлении сообщения управления, уровень принятия решений формирует ответ и отправляет его обратно на ТСИ, а также посылает сигнал на оборудование датчика о начале/прекращении записи и входе/выходе из режима “сон” – на стороне Д.

**Транспортный уровень** предназначен для обеспечения надёжной передачи данных между приложениями верхних уровней отправителя и получателя. В нашем случае обеспечение надежности будет осуществляться путем отправки сообщения подтверждения от Д к ТСИ в ответ на команду управления. В случае отсутствия ответа, ТСИ посылает команду управления повторно спустя краткий промежуток времени (доли секунды - секунда). Этот механизм будет возложен на канальный уровень, следовательно, необходимости в транспортном уровне нет.

**Канальный уровень** предназначен для обеспечения надежной доставки сообщений (служба CRC). Также здесь происходит адресация, то есть указывается адрес отправителя (A1) и получателя (A2), определяется тип сообщения (TYPE): сообщение трафика, сообщение управления и сообщение маршрутизации и добавляется сообщение уровня управления (Рис. 7).



Рис. 7 Структура пакета физического уровня

**Физический уровень** предназначен надежной передачи потока битов, поступающего с канального уровня. Чтобы достичь заданного качества, используются различные инструменты обработки этого потока:

- **помехоустойчивое кодирование (FEC)** - с помощью введения избыточных бит обеспечивает исправление некоторого (зависит от типа кодирования) числа битовых ошибок;
- **перемежение** - поток бит перемеживается таким образом, что при возникновении сильной помехи пострадают не рядом стоящие биты, а биты разнесенные по времени. Таким образом, возникнут единичные ошибки, которые сможет исправить помехоустойчивый кодер;
- **модуляция** – необходима для эффективной передачи потока битов по радио каналу. Тип модуляции выбирается исходя из скорости передачи информации, полосы частот и вероятности битовой ошибки.

Также необходимо обеспечить **синхронизацию** датчиков с точкой сбора информации. Необходимо произвести как частотную так и временную синхронизацию. Частотная необходима для подстройки частоты в приемнике по частоте передаваемой передатчиком. Временная синхронизация необходима для подстройки шкалы времени приемника.



Рис. 8 Структура пакета физического уровня.

Для предоставления датчикам доступа к физической среде используются три различных механизма взаимодействия датчиков друг с другом.

**Первый механизм** работает на этапе составления таблицы маршрутизации. Сообщение маршрутизации может быть передано одновременно сразу несколькими датчиками. Чтобы не происходило наложение одного передаваемого сигнала на другой, необходимо передавать эти сообщения в различные моменты времени. Но так как в момент составления таблицы маршрутизации датчики еще ничего не знают друг о друге, то нельзя жестко задать временные интервалы, в которые будет происходить передача от конкретного датчика. Для того чтобы решить эту проблему, сделаем момент времени передачи данного сообщения **случайным**. Но может возникнуть момент, когда случайное время передачи одного датчика совпадет со случайным временем передачи другого. В этом случае невозможно будет принять эти сообщения. Для того чтобы снизить вероятность перекрытия, необходимо ввести в передаваемых сообщениях **защитный интервал**, т.е. интервал, в котором передаются незначимые биты. Также можно повторять несколько раз передаваемое сообщение, чтобы исключить коллизии.

**Второй механизм** запускается при организации канала трафика. По заданию необходимо обеспечить не менее четырех одновременно транслируемых речевых потоков. Так как уже известны маршруты до каждого датчика, можно задать фиксированные моменты времени передачи трафика для каждого маршрута. Этим моментов может быть 4 – по числу используемых потоков. Каждый датчик маршрута передает пакеты физического уровня в заданный временной интервал.

**Третий механизм** используется при передаче сообщений телеметрии и управления. Характер этих сообщений разовый, следовательно, можно организовать один частотный канал – канал передачи данных, по которому будет последовательно передаваться сообщения управления и телеметрии.

## 1.5. Проработка задач верхнего уровня.

**1.5.1. Определение и краткая характеристика возможных режимов работы абонентского терминала, отражающих решения выполненных ранее п.1.1-1.3. Проработка понятия сеанса соединения, атрибутов соединения. Проработка способов обеспечения энергосбережения для всех режимов работы терминалов.**

Датчик может работать в нескольких режимах:

**Режим ожидания** – в данном режиме датчики еще ничего не знают друг о друге и ждут команду начала заполнения таблицы маршрутизации. Датчики находятся в режиме энергосбережения (замедление внутренней тактовой частоты процессора). При этом включен только тракт приема. Как только на вход приемника приходит сигнал в заданном частотном диапазоне датчик обрабатывает сигнал, извлекает из него информацию и, либо продолжает находиться в данном режиме (если сообщение адресовано не ему), либо входит в другой режим.

**Режим заполнения таблицы маршрутизации** – этот режим включается после подачи команды инженера на начало заполнения таблицы (*Route Request*). Данную команду принимает уровень управления ТСИ и начинается заполнение таблицы маршрутизации. Структура пакета уровня управления для данного типа сообщений представлена на рис. 9.



Рис. 9. Структура пакета уровня управления для сообщения маршрутизации.

- **Length\_T** - необходимо для того чтобы приемник смог определить число участников, записанных в таблицу маршрутизации.
- **ID** - идентификатор сообщения - нужен для того, чтобы датчики-ретрансляторы при приеме одного и того же сообщения от разных датчиков рассматривали его только один раз;
- **S** – поле, обозначающее успешный или неуспешный прием сообщения адресатом (1 – успех, 0 – неудача) Длина поля 1 бит;
- **TABLE** – сообщение, переносящее информацию о маршруте. Указывает, какие узлы сети приняли это сообщение. Так как в сети присутствует 41 участник (40 Д и 1 ТСИ), то для передачи индивидуальных идентификаторов для каждого участника в двоичном виде необходимо 6 бит ( $2^6=64$ ). Следовательно, если маршрут будет содержать все 41 участника сети (крайний случай), то необходимо, чтобы поле TABLE было длиной  $6*41 = 246$  бит.
- **STEP** – шаг поиска. От него зависит, сколько ретрансляторов будут участвовать в поиске нужного датчика. Для этого поля хватит 6 бит.

**Заполнение таблицы маршрутизации** происходит следующим образом:

Для того чтобы найти пятый датчик на ТСИ формируется сообщение маршрутизации.

На канальном уровне этого сообщения указывается адрес отправителя – ТСИ и адрес получателя – Д5.

Составим таблицу состояний сообщений уровня управления в разных точках сети (Рис. 10).

№	A1	A2	ID	S	TABLE	STEP	Примечания
1	ТСИ	Д5	1	0	ТСИ 00000000000000000000...000	1	ТСИ->
2	ТСИ	Д5	1	0	ТСИ Д1 00000000000000000000...000	0	Д1->
3	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 00000000000000000000...000	2	ТСИ->
4	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 00000000000000000000...000	1	Д1->
5	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 Д2 00000000000000000000...000	0	Д2->
6	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 Д3 00000000000000000000...000	0	Д3->
7	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 Д3 00000000000000000000...000	0	Д1->
8	ТСИ	Д5	2	0	ТСИ Д1 Д2 00000000000000000000...000	0	Д1->
9	ТСИ	Д5	3	0	ТСИ Д1 Д2 Д3 00000000000000000000...000	3	ТСИ->
10	ТСИ	Д5	3	0	ТСИ Д1 Д2 Д3 00000000000000000000...000	2	Д1->
11	ТСИ	Д5	3	0	ТСИ Д1 Д2 Д3 00000000000000000000...000	1	Д2->
12	ТСИ	Д5	3	0	ТСИ Д1 Д2 Д3 00000000000000000000...000	1	Д3->
13	ТСИ	Д5	3	0	ТСИ Д1 Д2 Д3 Д4 00000000000000000000...000	0	Д4->
14	ТСИ	Д5	3	1	ТСИ Д1 Д2 Д3 Д4 Д5 00000000000000000000...000	0	Д5->

Рис.10. Таблица состояний сообщений уровня управления в разных точках сети.

Сначала ТСИ формирует первое сообщение, в котором указан:

- адрес отправителя (ТСИ),
- адрес получателя (Д5) (поля сообщения канального уровня),
- идентификатор сообщения (1),
- флаг успешного поиска (0),
- идентификатор ТСИ (5) бит + нулевые 150 бит.
- Шаг поиска. равен 1. В примечание указано, кто передает данное сообщение.

Глядя на рисунки 9 и 10, видно, что получателем этого сообщения является Д1. Он смотрит поле А2 и понимает, что сообщение предназначено не ему. Далее он считывает ID, TABLE (из него он извлекает адрес ТСИ и записывает в свою таблицу маршрутизации. Теперь Д1 знает, что он имеет непосредственную связь с ТСИ). Следующим шагом Д1 добавляет в таблицу свой адрес. Шаг поиска уменьшает на 1 и передает в эфир в широкополосном порядке сообщение №2.

Это сообщение принимают три участника сети: Д2, Д3 и ТСИ. Д2 и Д3 видят, что они не являются получателями этого сообщения (А2 не равен их идентификатору). Также они видят, что шаг поиска равен 0. Это значит для датчиков, что данное сообщение дальше передавать не надо. Также это сообщение приходит на ТСИ. Она видит, что шаг поиска равен 0 и флаг успешного поиска остался равен 0 (для нее это значит, что необходимо увеличить шаг поиска на 1). Также она извлекает из таблицы идентификатор Д1 и записывает в свою таблицу маршрутизации этот адрес и шаг поиска до него. Также ставит напротив него флаг “доступен”. Теперь ТСИ передает сообщение №3 с шагом 2. Это сообщение опять приходит на Д1. Д1 проходит ту же процедуру. Но в эфир передает сообщение уже с шагом поиска 1 (№4). Это сообщение поступает на ТСИ, но она видит, что шаг поиска еще не равен 0 и не принимает решения о передаче сообщения с другим шагом – она ждет. Также это сообщение приходит на Д2 и Д3. Теперь они видят шаг = 1. Они извлекают всю необходимую информацию и передают сообщения №5 и 6 с шагом 0. Дальнейший поиск с этим шагом ни к чему не приведет. Но надо, чтобы до ТСИ дошло сообщение с нулевым шагом. Для этого сделаем условие, что если датчики увидели сообщение с шагом поиска равным 0 и не нашли свой ID в таблице, то они это сообщение дальше не передают (Д4 и Д5). Если же ID датчика найден в передаваемой таблице, то этот датчик дальше передает сообщение (Д1). Таким образом Д1 сможет передать сообщение на ТСИ и тот увеличит шаг. В итоге на следующем шаге будет найден искомый датчик, который выставит флаг успешного поиска S=1. Это сообщение передается обратно ТСИ. Как только ТСИ получит это сообщение, она заполнит таблицу маршрутизации. При приходе одного и того же сообщения с разных Д принимающий датчик считывает идентификатор первого пришедшего сообщения и дальнейшие с таким же идентификатором и параметрами не рассматривает.

**Режим передачи речевого трафика** – для включения режима, инженер ТСИ посылает команду начала передачи речи определенному датчику. После этого данный датчик выходит из режима ожидания, посылает подтверждение на ТСИ, включает микрофон и начинает передавать данные. В этом режиме формируется отдельный канал передачи речи по маршруту распространения, который существует до приема команды отмены передачи речи. Т.е. в информационных системах всех датчиков-ретрансляторов указывается номер тайм-слота, в который необходимо передавать сообщения по заданному маршруту. Происходит резервирование определенного временного интервала под определенный канал трафика. Всего таких каналов по заданию должно быть не менее 4, поэтому каждый датчик должен иметь возможность резервировать до 4 тайм-слотов под нужды передачи речи.

Рассмотрим сценарий передачи речевого трафика подробнее:

При организации канала трафика участвует больше двух узлов сети (не только ТСИ и записывающий датчик, но и датчики ретрансляторы). Датчики-ретрансляторы принимают сообщение от ТСИ, считывают поле маршрутизации, в котором указан маршрут и, если находят свой идентификатор в этом поле, то передают это сообщение дальше. Если не находят, то передача прекращается. Так продолжается до тех пор, пока сообщение не достигнет необходимого датчика. Далее датчик посылает сообщение ответ в обратную сторону. Датчики-ретрансляторы ведут себя аналогично. После того как ответ пришел на ТСИ, она формирует сообщение управления, в котором устанавливается номер временного слота, в котором будет происходить передача речи. Это сообщение адресовано всем участникам маршрута. При его приеме, каждый датчик записывает в своей информационной системе номер тайм-слота и передает сообщение дальше по маршруту. Как только сообщение достигает искомого датчика, он начинает передачу речи в определенный временной интервал. Передачу речи датчик прекращает при приходе сообщения отмена с ТСИ. При этом формируется ответ, при виде которого все датчики ретрансляторы освобождают тайм-слот, в котором шла передача трафика.

**Режим передачи данных телеметрии** – в этом режиме по команде инженера ТСИ происходит передача данных телеметрии в одном сообщении от конкретного датчика в сторону ТСИ. При этом отдельный канал не резервируется. Для передачи телеметрии и команд управления существует один канал для всех датчиков – *канал передачи данных (ПД)*. Передача телеметрии происходит последовательно датчик за датчиком при подаче команды инженера ТСИ. Так как объем передаваемой информации не большой - одного канала ПД хватает для нужд системы. После передачи телеметрии датчик переходит в режим ожидания.

### 1.5.2. Разработка и пояснение способа адаптивного изменения скорости и мощности передачи данных (в

соответствии с заданием).

По заданию необходимо обеспечить минимально возможную мощность излучения терминалов. Так как основной информацией передаваемой по системе является кодированная речь, то скорость передачи и, следовательно, занимаемая полоса не велика (до 20 кбит/с (кГц)). Поэтому можно воспользоваться **BPSK модуляцией**, которая обладает хорошей помехоустойчивостью. Следовательно, нет необходимости организации алгоритмов адаптивного изменения мощности и скорости.

**1.5.3. Разработка сценариев взаимодействия абонентских терминалов с базовой станцией (точкой доступа) или другими терминалами сети во всех режимах работы. Проработка условий перехода терминала из одного состояния в другое. Построение диаграмм состояний терминала, отражающих рассматриваемые сценарии. Определение необходимых для взаимодействия идентификаторов и широкополосных параметров сети.**

Представим сценарии взаимодействия и диаграммы состояний режимов работы терминалов, представленных в пункте 1.5.1

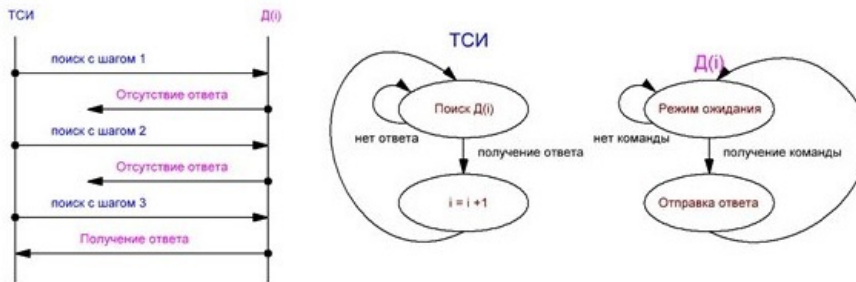


Рис.11. Сценарий взаимодействия и диаграмма состояний датчиков в режиме заполнения таблицы маршрутизации.

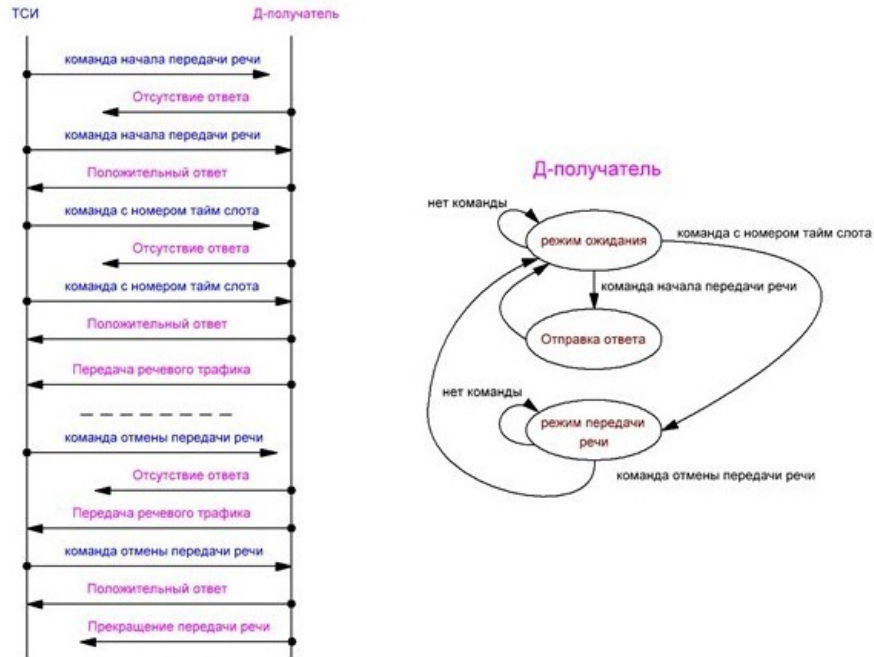


Рис. 12 Сценарий взаимодействия и диаграмма состояний датчиков в режиме передачи речевого трафика.



Рис.13. Сценарий взаимодействия и диаграмма состояний датчиков в режиме передачи данных телеметрии.

**1.5.4. Построение и описание диаграммы состояний, отражающей функционирование базовой станции (точкой доступа).**

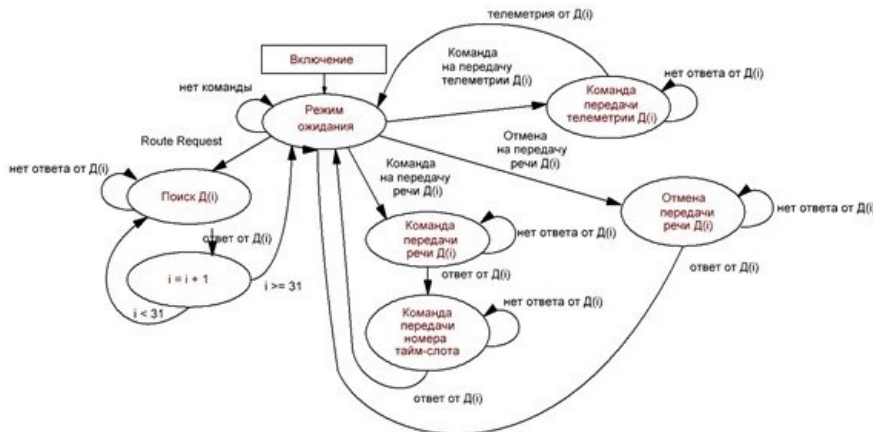


Рис. 14 Диаграмма состояний точки сбора информации.

**Список литературы:**

1. Бакке А.В. Лекции по курсу ССПО. 2013-2014
2. <http://omoled.ru/publications/view/445>

3. <http://omoled.ru/publications/view/426>
4. <http://omoled.ru/publications/view/16>
5. <http://omoled.ru/publications/view/24>



Статья опубликована на сайте Omoled.ru - Образовательные сообщества  
Ссылка на статью: <http://omoled.ru/publications/view/661>