

Радиосеть передачи данных. Часть 1



Генеральский Д., 27 мая 2014г.

1.1. Анализ поставленной задачи и исходных данных, выявление особенностей работы системы. *Цель – проработка идеи создания сети как целостной системы.* В контексте решаемой задачи: определение источников и получателей информационных сообщений, оценка характера трафика и формулирование требований к способу доставки сообщений. Определение списка основных и дополнительных услуг системы, предоставляемых пользователям.

В настоящее время невозможно представить себе современный мир без сетей передачи информации. Однако во многих случаях использование проводных или оптоволоконных линий связи невозможно или экономически нецелесообразно. В этой ситуации одним из наиболее эффективных решений проблемы связи, а зачастую и единственно возможным, является использование радиосетей передачи данных.

В данном курсовом проекте необходимо разработать радиосеть передачи данных, удовлетворяющую следующим требованиям:

- минимальный диапазон используемых частот;
- возможность адаптивного изменения мощности передачи;
- возможность адаптивного изменения скорости передачи.

Исходные данные:

Максимальное количество абонентов в сети: 100

Радиус зоны радиопокрытия: 1 км

Гарантируемая (минимальная) скорость передачи данных:

DownStream: 512Кбит/с; UpStream: 96Кбит/с

Модель предсказания потерь: выбрать самостоятельно

Тип местности: городская застройка

Вероятность ошибки на бит P_b : $1 \cdot 10^{-7}$

Мощность излучения подвижной станции Ризл АС : < 3 Вт

Рекомендуемая технология передачи: OFDM

Диапазон частот, вид модуляции выбирается самостоятельно.

Система предназначена для решения проблемы «последней мили» - обеспечения высокоскоростной беспроводной связи мобильных терминалов в пределах ограниченной территории к стационарным сетям общего пользования.

В качестве иллюстрации данной проблемы и ее решения с помощью радиосети в условиях городской застройки приведем простой пример.

Сейчас в большинстве торговых центров, кафе, гостиницах, есть так называемые хот-споты - участки местности, где при помощи портативного компьютерного устройства, работающего по беспроводному протоколу радиодоступа Wi-Fi, можно получить доступ к сети Интернет или к корпоративной сети. Создание распределенной сети хот-спотов в масштабах города вызывает необходимость доставки трафика до мест размещения хот-спотов, так как хот-спот обеспечивает только локальный ограниченный доступ и должен быть подключен к проводной инфраструктуре оператора.

В контексте решаемой задачи будем рассматривать взаимодействие двух типов узлов – Точки Доступа (AP), соединенной с внешней сетью, и Терминалов (Т), соединенных с оконечным оборудованием пользователя по определенному стандарту. Источником информационных сообщений является пользовательское приложение, которое формирует запрос к сети, а получателем – узел сети Интернет. При ответе на запрос источником информационных сообщений может быть и узел Интернет, а получателем Пользователь, чье приложение сгенерировало запрос. Все обмены пакетами данных производятся через точку доступа.

Трафик в данной системе может быть как пульсирующий (burst) - генерирует сеансовые сетевые приложения, такие, как веб-браузеры и почтовые клиенты и потоковый (stream) - генерирует загрузки файлов и мультимедиа-приложения.

Система должна использовать минимальный частотный диапазон, так как частотный ресурс является дорогим удовольствием. По заданию рекомендуемой технологией передачи является OFDM, одним из достоинств которой является высокая эффективность использования радиочастотного спектра, объясняемая почти прямоугольной формой огибающей спектра при большом количестве поднесущих.

Адаптивное изменение мощности передачи реализуется, исходя из условия эффективного приема сообщения в зоне действия AP: чем дальше Т от AP, тем большая мощность передачи ему необходима.

Для обеспечения возможности изменения скорости передачи целесообразно весь канал разбить на подканалы и распределять их между пользователями в зависимости от потребностей абонентов сети (вида трафика) и возможностей их программного обеспечения.

Одним из недостатков радиосети является худшее качество передачи данных по радиоканалу по сравнению с проводными линиями связи – вероятность появления ошибок при передаче сообщения по радиоканалу 10^{-3} и даже больше. Однако в задании вероятность ошибки – $5 \cdot 10^{-7}$, поэтому для ее уменьшения понадобится применять метод помехоустойчивого кодирования (FEC) и автоматический запрос повторной передачи (англ. Architectural Research Quarterly – ARQ). Передача данных может быть прозрачной и непрозрачной. При прозрачной, которая характерна для потоковых передач (речь, видео) процедура ARQ не выполняется. В непрозрачной используются протоколы защиты от ошибок (RLP) с поддержкой ARQ.

Основной услугой для данной системы является передача данных. Дополнительные услуги не предусмотрены.

1.2. Проработка обобщенной функциональной схемы системы: выявление основных ее компонент и описание функциональных связей. Краткое описание концепции функционирования сети в виде анализа доставки информационных/служебных сообщений системы по схеме: сообщения для передачи - инициатор сеанса связи - доставка сообщения (сеть) - получатель сообщения. Обоснование наличия выделенных узлов сети и аргументированное пояснение их задач. Обоснование и выбор интерфейсов взаимодействия разрабатываемой сети с внешними компонентами (при необходимости).

Обобщенная функциональная схема системы изображена на рис. 1

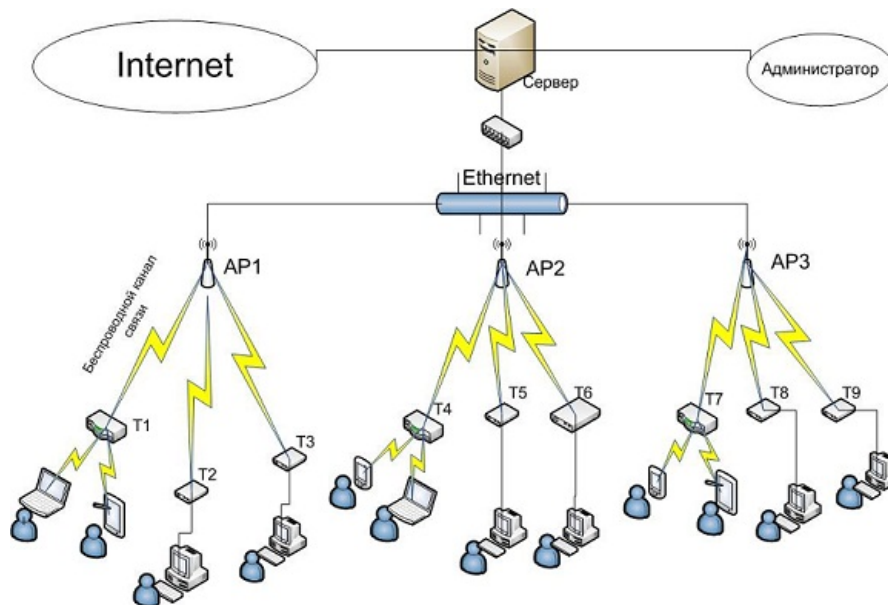


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема системы

Ее основными элементами являются Точки Доступа (AP) и Терминалы (Т), которые могут соединяться с оконечными устройствами пользователей как проводными средствами (USB, Ethernet), так и по радиоканалу. AP соединена с сетью по протоколу Ethernet, а с терминалами с помощью единого радиоинтерфейса. Сервер выполняет роль информационной системы, на которую выполняется резервное копирование информационных систем AP. В схеме, представленной на рис.1 несколько Точек Доступа, для увеличения зоны радиопокрытия и уменьшения мощности сигнала от каждой из них.

Администратор осуществляет управление сетью.

Функции администратора:

- включение и отключение системы, терминалов;
- диагностика неисправностей;
- сбор статистики;
- усовершенствование программного обеспечения и его установка;
- архивирование и резервное копирование ИС.

Рассмотрим концепцию функционирования сети.

Прежде всего, терминал должен пройти процедуру поиска и регистрации в сети.

AP производит рассылку широковещательной информации, содержащей идентификатор сети (SSID). При включении терминал осуществляет поиск сети и при обнаружении данной информации выделяет SSID и сравнивает его с тем, что хранится в его информационной системе. При совпадении данных параметров терминал переходит к регистрации, отправляя сети свой идентификатор (ID_T) и при необходимости пароль. AP проверяет полученные данные, обращаясь к своей информационной системе. В случае если хранящийся в ней ID_T совпал с принятым, процедура регистрации считается завершенной, и в журнале абонентов ИС точки доступа будет поставлен флаг, указывающий, что T активен. После этого T переходит в режим энергосбережения, а AP будет периодически отправлять T сигнальные пакеты для их проверки.

Когда пользователь с помощью программного обеспечения, установленного на его оконечном оборудовании, формирует запрос к узлу Internet, T, сопряженный с данным оборудованием, выходит из режима энергосбережения и передает запрашиваемый URL-адрес точке доступа. AP присваивает ему номер потока и сохраняет его в регистр хранения сообщений ИС и перенаправляет запрос в Internet, сохраняя при этом ID T. Спустя время, Internet присылает ответ на запрашиваемую страницу точке доступа, AP в соответствии с регистром хранения сообщений находит терминал, который делал запрос, находит номер потока и передает сообщение терминалу.

В рамках данной концепции можно сформулировать следующие задачи, решаемые основными узлами сети.

Задачи AP (функциональная схема AP представлена на рис.2):

- Организация приема и обработки любых запросов, поступающих от терминала – организация доступа терминала к сети;
- Передача общей информации о сети: передача идентификатора сети (ID), наименование сети, параметров доступа к сети;
- Синхронизация всех терминалов в зоне радиопокрытия AP;
- Предоставление терминалам каналов связи для передачи трафика с заданным качеством;
- Реализация задачи передачи обслуживания;
- Контроль качества соединения, сбор статистических данных о работе сети, адаптация к изменяющейся помеховой обстановке;
- Формирование запросов на повторную передачу.

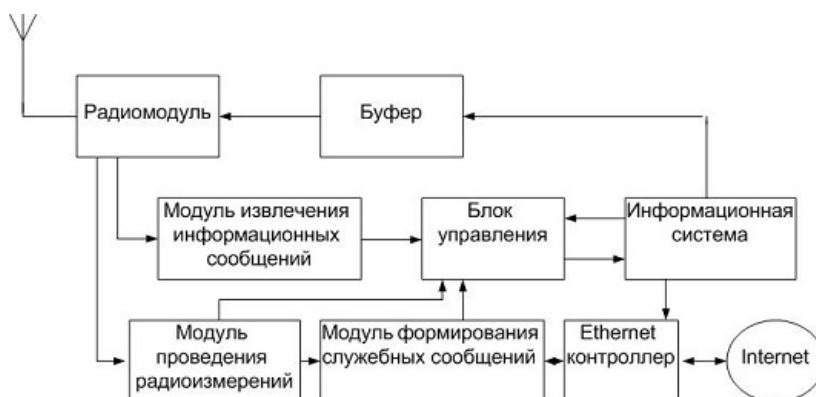


Рис.2. Функциональная схема AP.

Радиомодуль представляет собой приемо-передающее устройство, выполняющее доставку и прием информационных потоков. Все принятые потоки поступают далее на модуль извлечения информационных сообщений, где происходит выделение сообщений и разделение их на информационные и служебные. Затем все сообщения поступают в блок управления, который определенным образом реагирует на служебные сообщения и

перенаправляет информационные в информационную систему, где им ставится в соответствие ID_T и номер потока. В дальнейшем с помощью Ethernet контроллера они направляются во внешнюю сеть. Для адаптивного изменения мощности в состав AP входит модуль проведения радиоизмерений, данные с которого поступают на блок управления. Буфер предназначен для временного хранения данных, так как возможна повторная передача сообщения по методу ARQ.

Задачи Терминала (функциональная схема изображена на рис.3):

- Приём и обработка сигналов и запросов от AP;
- Приём/передача пакетов;
- Формирование запросов на повторную передачу от AP.



Рис.3. Функциональная схема Терминала.

Структурная схема Т похожа на структурную схему AP. Радиомодуль также отвечает за прием и передачу служебных потоков. Модуль извлечения информационных сообщений отделяет информационные сообщения от служебных. Служебные поступают на модуль управления ресурсами терминала. В информационной системе хранятся идентификаторы Т и AP.

1.3. Определение и обоснование структуры информационной подсистемы сети. Выявление важнейших модулей информационной подсистемы выделенного узла сети и терминалов, описание их назначения и пояснение необходимых связей между модулями.

Информационная подсистема сети представляет собой базу данных, содержащую информацию, необходимую для функционирования сети. Она включает в себя несколько элементов - информационные системы AP и Т. Рассмотрим подробнее структуру каждого из них.



Рис.4. Информационная система AP

Журнал абонентов содержит в себе всю необходимую информацию о пользователях радиосети (идентификаторы Т, их активность).

Журнал статистики содержит такую информацию о входящем/исходящем трафике, времени пребывания в сети, продолжительности сеансов Т.

Информация о AP – идентификатор AP, служебные параметры.

В блоке сведения о сети, происходит сбор статистических данных о работе сети для дальнейшего управления и адаптации к изменениям условий сети. Модуль управления, получив сведения о сети, выбирает необходимый сценарий взаимодействия сети в конкретной ситуации (изменение профиля).

В регистре принятых сообщений хранятся пронумерованные потоки URL-адресов, запрашиваемых пользователем. Каждому запрошенному потоку ставится в соответствие идентификатор Т.



Рис.5. Информационная система Терминала

Сведения о AP – необходимые сведения (идентификатор AP, наименование сети) для регистрации терминала в сети. А также информации о соседних AP для возможной процедуры передачи обслуживания при передвижении Терминала.

Информация о терминале – персональный идентификатор Т, данные пользователя.

Журнал статистики – информация о времени вхождения в сеть, времени отключения от неё, входящий и исходящий трафик.

Общая информация о всей сети накапливается на сервере, куда попадают резервные копии информационных систем всех терминалов и Точек Доступа.

1.4. Описание иерархических моделей выделенных узлов сети и терминалов в соответствии с рекомендациями OSI. Краткий анализ функциональности необходимых уровней моделей выделенного узла и терминалов - формулируемые задачи каждого уровня должны непосредственно следовать из проработанного в п. 1.1-1.3 материала. В моделях должны быть обязательно отражены объекты, являющиеся источником и/или получателем сообщений (как служебных, та и информационных).

Модель OSI – это наиболее удачная попытка стандартизировать протоколы обмена информацией. В соответствии с ней все протоколы взаимодействия подразделяются на 7 уровней: физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представительский и прикладной.

Однако в рамках разрабатываемой системы ограничимся трехуровневой моделью (рис. 6).

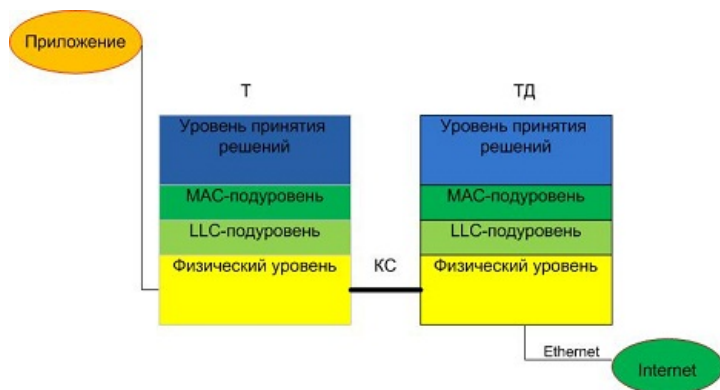


Рис. 6. Модель OSI

Верхние уровни в данном случае, объединены в один Уровень принятия решений, который на основе данных, полученных с нижних уровней, принимает решения о дальнейших действиях системы. На данном уровне решаются задачи:

- регистрации Т;
- выбор профиля системы;
- передача обслуживания;
- выделение канального ресурса;
- управление мощностью.

К функциям канального уровня относятся:

- упаковка информации в кадры определенной длины;
- формирование контрольных сумм и их проверка;
- формирование подтверждений о приеме кадров;
- организация логических каналов;
- обеспечение множественного доступа к каналам;
- повторная передача неподтвержденных кадров.

Канальный уровень подразделяется на два подуровня – контроля доступа к физической среде (MAC-подуровень) и управления логическим соединением (LLC-подуровень).

На физическом уровне происходят процессы, необходимые для передачи потока битов по заданному каналу связи с необходимым качеством. К ним относятся:

- модуляция;
- кодирование;
- перемежение;
- синхронизация;
- сборка пакетов.

Подробнее каждый из уровней будет разобран в следующих сообщениях.

Список источников:

1. Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. - М., Техносфера, 2006 г.
2. Саутина М. Радиосеть передачи данных. Часть 1. <http://omoled.ru/publications/view/460>
3. Алексей Баклагин "Радиосеть передачи данных. Часть 1" <http://omoled.ru/publications/view/296>
4. Листопад Н.И. Обеспечение требуемого качества связи в сетях с коммутацией пакетов http://www.npt.gov.by/File/2009_02/Listopad.pdf
- 5.

