

## ТЕЛЕФОНИЯ НА ПИРИНГОВЫХ СЕТЯХ

*Ротенштейн И.В., Паршкова Е.А.*

В статье раскрываются альтернативные методики проектирования сетей связи, построенные на основе пиринговых сетей. В частности, рассмотрен случай создания сети телефонной связи и сети передачи данных с применением технологии Bluetooth.

**Ключевые слова:** пиринговые сети, нелицензируемый диапазон частот, Skype, Bluetooth, пикосеть, FHSS скачкообразная перестройка частоты.

В условиях развития инфраструктуры городов мобильная телефонная связь стала неотъемлемой частью жизни людей. Однако за пользование абонентским номером подразумевается плата. Задачей этой статьи является поиск способов сделать мобильную телефонную связь наименее затратной. Основной классификацией мобильной связи на данное время являются наземная и спутниковая связь, причем если спутниковая связь хорошо зарекомендовала себя в условиях большой удаленности абонентов друг от друга, то наземная используется по большей части в населенных пунктах с большой плотностью населения. Наибольшее распространение наземной мобильной связи получил вид на основе сотовой сети GSM (Global System for Mobile Communications).

В каждой соте действует базовая станция, обеспечивающая прием и передачу радиосигналов абонентам. Базовая станция имеет диапазон частот, отличный от диапазонов соседних сот. Мобильная ячейка прослушивает соседние базовые станции и сообщает контроллеру базовых станций о качестве приема с тем, чтобы контроллер мог своевременно переключать ячейку на нужную станцию. Центр коммутации (MSC – Mobile services Switching Centre) осуществляет коммутацию и маршрутизацию, направляя вызовы нужному абоненту, в том числе во внешние сети общего пользования. В базе данных хранятся сведения о местоположении пользователей, технических характеристиках мобильных станций, данные для идентификации пользователей [1].

Взимание платы за пользование радиочастотным спектром предусмотрено «Законом о связи», утвержденным Постановлением Правительства РФ в марте прошлого года. Постановление вступило в силу с 01. 01. 2012. Ранее аналогичные документы обязывали платить только отдельные категории пользователей: сотовых и транкинговых операторов, операторов ТВ-вещания в стандарте

MMDS и ряд других. Теперь же плату вносят все пользователи, имеющие разрешения на использование радиочастот. Платить должны и специальные потребители – за частоты, находящиеся в полосах гражданского и совместного использования [4].

Абоненты же оплачивают услуги оператора за предоставление мобильной связи. Однако ситуация кардинально меняется если обратиться к нелицензируемому диапазону частот. Это может стать основой для построения телефонной сети на пиринговых сетях.

Пиринговые сети, или P2P (peer-to-peer), [2] – это технология построения распределенной сети, где каждый узел может одновременно выступать как в роли клиента (получателя информации), так и в роли сервера (поставщика информации). Как правило, сеть состоит из равноправных узлов, причем каждый из них взаимодействует лишь с некоторым подмножеством узлов сети, так как установление связи «каждый с каждым» невозможно из-за ограниченности ресурсов (как вычислительных, так и пропускных). При этом передача информации между узлами, не связанными в данный момент непосредственно, может осуществляться как по своеобразной эстафете – от узла к узлу, так и путем установления временной прямой связи. Все вопросы маршрутизации и авторизации сообщений, передаваемых по эстафете, лежат не на едином сервере, а на всех этих отдельных узлах. Такая организация, в отличие от клиент-серверной, позволяет сети при любом количестве узлов и их сочетании сохранять свою работоспособность.

Централизованная архитектура «клиент-сервер» подразумевает, что сеть зависит от центральных узлов, обеспечивающих подключенные к сети терминалы (то есть клиентов) необходимыми сервисами. В этой архитектуре ключевая роль отводится серверам, которые определяют сеть независимо от наличия клиентов. Очевидно, что рост количества клиентов сети типа «клиент – сервер» приводит к росту нагрузок на серверную часть. Таким образом, на определенном уровне развития сети она может оказаться перегруженной. Главным преимуществом такой системы является ее простота. Однако стабильность и надежность таких сетей существенно ниже, чем у пирин-

говых. Преимуществами пиринговых сетей являются:

- скорость обмена информацией;
- устойчивость сети к различным сбоям, в том числе устойчивость к внетехнологическому вмешательству;
- расширяемость: практически неограниченные возможности для расширения информационных ресурсов системы;
- масштабируемость.

Наиболее распространенными областями применения P2P технологий являются следующие направления:

- обмен файлами – так называемые файл-обменные сети. P2P файл-обменные сети являются альтернативой устаревшим FTP-архивам, не соответствующим современным требованиям. Более подробно файл-обменные сети будет рассмотрены далее;

- распределенные вычисления: одно из наиболее перспективных направлений развития, так как применение P2P технологий позволяют за сравнительно короткие сроки решать такие задачи, вычисление которых на суперкомпьютерах заняло бы десятки, а то и сотни лет;

- обмен сообщениями. Jabber, ICQ;
- сети групповой работы. Groove Network (защищенное пространство для коммуникаций), OpenCola (поиск информации и обмен ссылками);

- параллельное программирование;
- резервное копирование данных;
- P2P телевидение: примером может служить проект P2P-Next, занимающийся разработкой пирингового телевидения, пригодного для широко-вещательной трансляции телевизионных передач.

- IP-телефония. Skype.

Skype – это бесплатное программное обеспечение с закрытым кодом, обеспечивающее шифрованную голосовую связь и видеосвязь через Internet между компьютерами, используя технологии пиринговых сетей, а также платные услуги для звонков на мобильные и стационарные телефоны.

Программа также позволяет совершать конференц-звонки (до 25 голосовых абонентов, включая инициатора), видеозвонки (в том числе видеоконференции до 10 абонентов), а также обеспечивает передачу текстовых сообщений (чат) и передачу файлов. Есть возможность вместо изображения с веб-камеры передавать изображение с экрана монитора.

Однако для функционирования программы необходимо подключение к сети Internet. Этого можно избежать, организовав телефонную сеть на

современных технологиях беспроводной передачи данных.

На данный момент существуют три основные технологии, работающие в нелицензированном диапазоне 2,4ГГц: ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth. Однако ZigBee при всех ее положительных качествах, таких как малые размеры передатчиков и низкое энергопотребление, не удовлетворяют скоростным стандартам качества телефонной связи. Сети Wi-Fi стандарта IEEE 802.11 подразумевают наличие базовой станции, где пользователи могут перемещаться между точками доступа по территории покрытия сети Wi-Fi. Наиболее подходящей технологией для организации телефонной сети на основе пиринговых сетей является Bluetooth.

Основу Bluetooth составляет пикосеть (piconet), состоящая из одного главного узла и нескольких (до семи) подчиненных узлов, расположенных в радиусе 10 ... 200 м (дальность зависит от преград и помех). В одной и той же комнате, если она достаточно большая, могут располагаться несколько пикосетей. Более того, они могут даже связываться друг с другом посредством моста (специального узла). Несколько объединенных вместе пикосетей составляют рассеянную сеть (scatternet).

Помимо семи активных подчиненных узлов один главный узел может поддерживать до 255 так называемых отдыхающих узлов. Это устройства, которые главный узел перевел в режим пониженного энергопотребления — за счет этого продлевается ресурс их источников питания. В таком режиме узел может только отвечать на запросы активации или на сигнальные последовательности от главного узла.

Такое решение с главным и подчиненными узлами оказалось очень простым и дешевым в реализации (вся микросхема Bluetooth стоит менее \$5). В основе пикосетей лежит принцип централизованной системы с временным уплотнением. Главный узел (исполняя функции сервера в данной сети) контролирует временные интервалы и распределяет очередность передачи данных каждым из подчиненных узлов. Уровень радиосвязи переносит информацию бит за битом от главного узла к подчиненным и обратно.

Согласно алгоритму FHSS, в Bluetooth несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в сек., всего выделяется 79 рабочих частот. В качестве метода модуляции применяется частотная манипуляция с 1 битом на герц, что дает суммарную скорость 1 Мбит/с. Однако большая часть спектра занята служебной инфор-

мацией. Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной и известна только передатчику и приемнику, которые каждые 625 мкс (один временной слот) синхронно перестраиваются с одной несущей частоты на другую. Таким образом, если рядом работают несколько пар «приемник – передатчик», то они не мешают друг другу. Этот алгоритм является также составной частью системы защиты конфиденциальности передаваемой информации: переход происходит по псевдослучайному алгоритму и определяется отдельно для каждого соединения. При передаче цифровых данных и аудиосигнала (64 Кбит/с в обоих направлениях) используются различные схемы кодирования: аудиосигнал не повторяется (как правило), а цифровые данные в случае утери пакета информации будут переданы повторно. Без помехоустойчивого кодирования это обеспечивает передачу данных со скоростями 723,2 Кбит/с с обратным каналом 57,6 Кбит/с или 433,9 Кбит/с в обоих направлениях [3].

Подобная сеть будет иметь некоторые преимущества относительно сетей GSM, используемых сотовыми операторами. Если в сети GSM загруженность канала является фактором, ухудшающим качество связи, так как при большом количестве абонентов базовая станция не в состоянии обслужить всех одновременно. Это не только загруженность вашего, но и загруженность коммутатора другого оператора. В пиринговых сетях ситуация обратная. Наилучшими характеристиками телефонная сеть будет обладать при большом количестве абонентов. При установлении канала связи между двумя аппаратами через промежуточное устройство абонент делает запрос на

все аппараты в зоне покрытия. При нахождении канала связи организуется по заведомо свободному пути. Если во время разговора на промежуточном устройстве начинается набор номера и аппарату необходимо освободить канал, то он рассылает проверочные импульсы зоне покрытия своей антенны и при нахождении свободного аппарата перебрасывает функции промежуточного приемо-передающего устройства на ближайший свободный аппарат.

Таким образом, телефония на пиринговых сетях может стать достойной альтернативой существующим сетям мобильной связи в условиях густонаселенных районов больших городов, поскольку обладает следующими достоинствами:

- передача ведется в нелицензируемом диапазоне, не требующем оплаты;
- работоспособность при неограниченном количестве абонентов;
- надежность, так как сеть не зависит от одного сервера, а распределяется по доступным аппаратам и при выходе из строя одного перебрасывает его функции на любое свободное устройство в зоне покрытия.

### Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2010 – 944 с.
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2003. – 992 с.
3. Кузин А.В. Компьютерные сети. М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2011. – 192 с.
4. <http://www.rsoc.ru/press/publications/news14977.htm>

## TELEPHONY ON P2P NETWORKS

Rotenshtein I.V., Parshkova E.A.

**In article alternative techniques of designing of the communication networks, constructed on the basis of P2P networks are offered. In particular, the case of creation of a network of telecommunication and a network of data transmission on the basis of package switching and technology Bluetooth is considered.**

**Keywords:** *peer-to-peer network, GSM, is not licensed frequency range, Skype, Bluetooth, FHSS.*

Ротенштейн Ирина Витальевна, к.т.н., доцент Кафедры систем связи Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. (8-846) 339-11-26, 8-927-704-23-23. E-mail: ritensiv@yandex.ru

Паршкова Елизавета Александровна, инженер по согласованию ЗАО ГК «Электрощит» ТМ-Самара. Тел. 8-917-952-22-37. E-mail: lizaveta1106@yandex.ru