**IP-телефония — основы**

Если объяснять термин предельно просто, то IP-телефонией можно назвать любую голосовую связь, проходящую через сети передачи данных, в данном случае IP-сети. Она пришла на смену всем знакомой аналоговой телефонии и активно вытесняет последнюю за счет своих преимуществ:

низкой стоимости,

простоты настройки и развертывания инфраструктуры,

высокого качества связи

безопасностью.

**Базовые принципы IP-телефонии, сравнение с аналоговой**

Когда мы осуществляем звонок, например, по Zoom, голосовой сигнал сначала преобразуется в пакет данных и сжимается. Потом готовые пакеты пересылаются по сети, чтобы на другом конце произошло то же самое, но в обратную сторону: пакеты данных декодируются и преобразуются в звуковой сигнал.

Вся эта магия была бы невозможна без наличия большого объема различных протоколов. Мы рассмотрим их подробнее, после того как ответим на вопрос, почему IP-телефония так стремительно набрала популярность и почти вытеснила аналоговую

**Преимущества IP-телефонии перед аналоговой**

Аналоговая телефония неэффективна. Сети аналоговой телефонной связи не используют весь потенциал и возможности инфраструктуры. VoIP-телефония, напротив, использует сжатие данных и эффективно нагружает канал передачи данных.

Невысокие требования IP-телефонии к ресурсам — затрат на подключение и оборудование практически нет. Выход в сеть сейчас есть практически везде, поэтому новые абоненты подключаются быстро и безболезненно.

Не нужно использовать внешнюю автоматическую телефонную станцию (АТС) при общении в локальной сети.

Высокое качество связи. Современные технологии и алгоритмы обработки информации помогают значительно улучшить звук и скорость передачи данных при минимальных трудозатратах. Новые сетевые протоколы помогают резервировать канал под телефонные линии и гарантировать таким образом качественный сигнал.

В итоге интернет-телефония решает большое количество проблем аналогового предшественника «из коробки» и за меньшую цену.

**Уровни организации соединения**

Теперь давайте разберемся, как же работает IP-телефония. Логичнее всего будет вести рассказ, отталкиваясь от уровней модели OSI.

**Физический уровень, или Physical Layer**

На этом уровне происходит передача битового сигнала по физической среде, то есть по витой паре, коаксиальному кабелю или оптоволокну. Здесь VoIP использует уже существующую инфраструктуру. И это в полной мере реализует принцип конвергенции сетей, когда несколько ранее раздельных услуг объединяются в одну.

**Канальный уровень, или Data Link Layer**

Канальный уровень — уровень коммутаторов, больше известный как L2. Он разделяется на два равноправных подуровня, помогающих связать уровни выше и ниже канального уровня:

Media Access Control, или MAC, который нужен для взаимодействия с физическим уровнем модели;

Logical Link Control, или LLC, необходимый для взаимодействия с сетевым уровнем.

На втором уровне осуществляется тегирование трафика и создание VLAN, что в значительной мере упрощает организацию сетевой инфраструктуры для IP-телефонии. Таким образом, можно поместить пакеты данных, содержащие голос, в изолированный сегмент канала и предоставить повышенный приоритет голосовым пакетам вместе с повышенной безопасностью разговоров.

**Сетевой уровень, или Network Layer**

На этом уровне происходит маршрутизация пакетов, поэтому главную роль тут играют маршрутизаторы. Для VoIP-связи подходят обычные маршрутизаторы, но существуют и специальные VoIP-шлюзы. С помощью них можно превратить старые телефоны в IP-телефоны, раздать им адреса и выделить полосу пропускания.

Вот небольшой список функций, которые включают в себя стандартные шлюзы:

регистрация, авторизация и сессии пользователей,

поддержка факса,

голосовая почта,

отправка смс (в моделях, использующих SIM-карты для регистрации в сети),

поддержка протоколов IP-телефонии «из коробки».

Подобные устройства значительно упрощают жизнь администратора сети, но их функционал, как правило, напрямую зависит от стоимости. Поэтому выбор часто падает на виртуальные АТС, или ВАТС.

Также на сетевом уровне настраиваются приоритеты и очередность передачи пакетов. Это необходимо, чтобы снизить сетевые задержки и оставить качество звукового сигнала на приемлемом уровне.

**Транспортный уровень, или Transport Layer**

На транспортном уровне модели OSI осуществляется, как ни странно, транспортировка разбитых на части пакетов данных. Основная задача здесь — доставить данные клиенту с минимальными потерями и задержками.

Наиболее распространенные протоколы транспортного уровня – TCP и UDP, но для транспортировки пакетов с голосовыми данными, как правило, используются UDP и RTP.

UDP

Главное отличие и преимущество UDP при организации линии телефонной связи через интернет заключается в том, что этот протокол, в отличие от TCP, не гарантирует доставку пакетов конечному адресату. При отправке и получении данных устройство не запрашивает и не отправляет никаких подтверждений в ответ. А это в значительной мере сокращает сетевые задержки при соединении устройств, через которые ведется разговор. Задержки серьезно влияют на пользовательский опыт, а вот потеря пакетов для IP-телефонии не так критична.

RTP

Это самостоятельный сетевой протокол, но при организации телефонной связи обычно используется поверх UDP. RTP помогает распознавать типы трафика и нумерует пакеты данных, выстраивая их в нужном порядке на принимающей стороне. Это благоприятно сказывается на качестве аудио- и видеосигнала. Нумерация пакетов является определяющим преимуществом данного протокола.

**Уровни данных, или Data Layers**

Оставшиеся уровни модели OSI мы рассмотрим вместе, объединив их в одну группу. Они связаны в контексте IP-телефонии настолько сильно, что рассмотрение их по отдельности не имеет особого смысла. Протоколы, которые здесь используются, опишем в отдельной главе.

**Протоколы и кодеки, которые использует IP-телефония**

Рассмотрим два самых популярных в наше время протокола установки соединения и взаимодействия устройств в IP-телефонии.

H.323

H.323 является одним из наиболее распространенных наборов протоколов организации инфраструктуры. Он был разработан в 1996 году как стандарт организации голосовой и видеосвязи. Набор подробно описывает работу телефонии на всех сетевых уровнях, взаимодействие устройств, протоколы передачи данных и кодеки, о которых мы поговорим позже.

Согласно протоколу, для организации связи в рамках IP-телефонии в системе должны присутствовать:

**Терминал**

В роли терминала может выступать абсолютно любое устройство, способное принимать и передавать данные, обрабатывать звуковой сигнал и поддерживать кодеки G.711, H.261, H.263.

Простыми словами, терминал — это то, через что и во что мы говорим: мобильный телефон, персональный компьютер с гарнитурой, ноутбук или стационарный IP-телефон.

**Шлюз**

Это необязательный элемент. Как правило, IP-шлюз нужен для того, чтобы абонент связался с терминалом другого стандарта. Например, нужно связать аналоговую телефонную сеть с сетью IP-телефонии.

**Контроллер зоны**

Транслирует телефонные/мобильные номера в IP-адреса, отвечает за авторизацию всех телефонов зоны, присваивая каждому устройству удаленный виртуальный номер, управляет полосой пропускания.

**Сервер многосторонней конференции**

Данное устройство необходимо для организации многопользовательских конференций.

В текущем состоянии, по мнению многих экспертов, протокол H.323 устарел. В связи с чем он продолжает сдавать позиции протоколу SIP.

**Протокол SIP**

Протокол SIP, или протокол установления сеанса, был разработан в 2000 году командой из IETF — сообщества инженеров, ученых и проектировщиков со всего мира. Представляет собой универсальный набор инструкций и механизмов для простейшей настройки инфраструктуры для VoIP-телефонии и видеосвязи.

В SIP присутствуют два типа сигналов для управления сессиями — запрос и ответ. Вот основные сигналы, которые передают друг другу SIP-устройства:

INVITE — приглашает пользователя к сеансу связи. Обычно содержит SDP-описание сеанса.

ACK — подтверждает прием ответа на запрос INVITE.

BYE — завершает сеанс связи. Может быть передан любой из сторон, участвующих в сеансе.

CANCEL — отменяет обработку ранее переданных запросов, но не влияет на запросы, которые уже закончили обрабатываться.

REGISTER — переносит адресную информацию для регистрации пользователя на сервере определения местоположения.

OPTIONS — запрашивает информацию о функциональных возможностях сервера.

Кодеки, которые использует IP-телефония

Кодеки — это специальные наборы алгоритмов или программы, которые сжимают и разжимают оцифрованные звуковые и видеоданные, снижая нагрузку на работающий интернет-канал. Наиболее распространенными на данный момент кодеками являются G.711 и G.729.

**Отличительные черты**

G.711 сжимает данные, ухудшая качество звука, но повышая эффективность передачи сигнала и снижая нагрузку на сеть. Для сжатия данных в основном используются методы u-law и a-law.

G.729 создан для качественного звука. Он практически не использует сжатие, что делает его превосходным кандидатом в вопросе выбора кодека для по-настоящему чистого звука с минимальными затратами. Как и G.711, этот кодек может использовать технические ухищрения в работе. Так, например версия «Annex B» сжимает паузы в речи, как бы «выкидывая» из пакета данных лишние части голосового сообщения.