

## ВЛИЯНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛА НА КАЧЕСТВО IP-ТЕЛЕФОНИИ

В.В. МАЛЫШКО, Н.В. ТАРЧЕНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
tarchenko@bsuir.by*

Показана взаимосвязь пропускной способности канала передачи трафика IP-телефонии, задержек и джиттера в канале на качество восстановления речевого сигнала на E-модели.

*Ключевые слова:* пропускная способность, кадр, пакет.

Трафик IP телефонии (Voice over IP, VoIP) в современных пакетных сетях является важнейшей составляющей общего трафика. Шлюзы IP-телефонии предоставляют пользователям возможности для создания оптимальных и эффективных решений при построении сетей связи. Характерными особенностями IP-телефонии являются [1]: обеспечение эффективного использования полосы пропускания на существующих каналах передачи данных; простая интеграция с существующими сетями и наличие различных сетевых интерфейсов для подключения различного телекоммуникационного оборудования; возможность адаптации VoIP-оборудования под различные задачи, наличие встроенных средств гибкой маршрутизации вызовов и создание единых номерных планов; работа в условиях различных сетевых сред; поддержка механизмов качества обслуживания (QoS); возможность подключения к операторским сетям по разным стандартным протоколам.

В настоящее время для реализации IP-телефонии применяются два основных протокола: H.323 и SIP.

Кодирование исходных речевых сигналов и их пакетизация вносят дополнительную задержку порядка 15—45 мс, возникающую по следующим причинам: использование буфера для накопления сигнала и учёта статистики последующих отсчётов (алгоритмическая задержка); математические преобразования, выполняемые над речевым сигналом, требуют процессорного времени (вычислительная задержка).

Подобная задержка появляется и при декодировании речи на приемной стороне.

Задержку кодека необходимо учитывать при расчёте сквозных задержек. Кроме того, сложные алгоритмы кодирования/декодирования требуют более серьёзных затрат вычислительных ресурсов системы.

Проведённый в различных исследовательских группах анализ качества передачи речевых данных через Интернет показывает, что основным источником возникновения искажений, снижения качества и разборчивости синтезированной речи является прерывание потока речевых данных, вызванное [1]: потерями пакетов при передаче по сети связи; превышением допустимого времени доставки пакета с речевыми данными.

Это требует решения задачи оптимизации задержек в сети и создание алгоритмов компрессии речи, устойчивых к потерям пакетов (восстановления потерянных пакетов).

Основными преимуществами IP-телефонии является снижение требований к полосе пропускания, что обеспечивается учётом статистических характеристик речевого трафика: блокировкой передачи пауз (диалоговых, слоговых, смысловых и др.), которые могут составлять до 40-50 % времени занятия канала передачи; высокой избыточ-

ностью речевого сигнала и его сжатием (без потери качества при восстановлении) до уровня 20-40 % исходного сигнала.

В то же время для VoIP критичны задержки пакетов в сети, хотя технология обладает определенной устойчивостью к потерям отдельных пакетов. Так, потеря до 5 % пакетов не приводит к ухудшению разборчивости речи. При передаче телефонного трафика по технологии VoIP должны учитываться жёсткие требования к качеству услуг, характеризующие: качество установления соединения, определяемое в основном скоростью установления соединения, качество соединения, показателем которого являются сквозные (воспринимаемые пользователем) задержки и качество воспринимаемой речи.

Общая приемлемая задержка по стандарту [2] — не более 250 мс. Причины задержек при передаче голосовых данных по сети IP, в большой степени связаны с особенностями транспорта пакетов. Протокол TCP обеспечивает контроль доставки пакетов, однако достаточно медленный и потому не используется для передачи голоса. Протокол UDP быстро отправляет пакеты, однако восстановление потерянных данных не гарантируется, что приводит к потерянными частям разговора при восстановлении речевого сигнала. Ухудшается качество передачи и при увеличении джиттера (отклонении в периоде поступления-приёмки пакетов), проявляющегося при передаче трафика через большое число узлов в нагруженной IP-сети. Недостаточно высокая пропускная способность сети (например, при одновременной нагрузке несколькими пользователями), существенно влияет не только на задержки (то есть рост джиттера), но и приводит к большим потерям пакетов

Для решения подобных проблем предлагается комплекс мер: использование алгоритмического восстановления потерянных частей голоса (усреднение по соседним данным); приоритезация трафика во время транспорта в одной сети при помощи пометки IP-пакетов в поле Type of Service; использование буфера джиттера оптимального объема, который позволяет накапливать пакеты и выдавать их с заданной периодичностью; организация прямого обмена между узлами вызывающего и вызываемого абонентов при посредничестве промежуточных серверов только на этапе установления и завершения вызова; применение кодеков с меньшей алгоритмической задержкой (для уменьшения нагрузки на процессор).

Несмотря на «узкополосность» VoIP, требования, накладываемые при проектировании сетей, способные обеспечивать передачу голоса с высоким качеством, достаточно специфичны и требуют тщательного расчета параметров пропускной способности.

В работе на основе E-модели [2] показано влияние пропускной способности канала IP-телефонии, задержки и джиттера на качество передачи речевого сигнала.

Следовательно, если не зарезервировать полосу пропускания канала для передачи трафика телефонии, абоненты не смогут адекватно воспринимать речь друг друга, либо разговор будет происходить с огромными задержками.

#### Список литературы

1. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-Телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 336с.
2. Recommendation ITU-T G.107 The E-model: a computational model for use in transmission planning - 12/2011.