

К.В. Матрохина

Научный руководитель: кандидат техн. наук, зав. кафедрой ИиКТ, А.Б. Маховиков

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**Г.Санкт-Петербург, ул.Наличная, д.46, корп.1 кв.111**E-mail: tina.matyuhina@mail.ru***Компенсация джиттера в системах IP-телефонии**

В настоящее время особый интерес представляет оценка параметров мобильных каналов связи, так как большой процент клиентов систем IP-телефонии работает на смартфонах, а реальные показатели каналов, предоставляемых сотовыми операторами, оказываются либо далеки от теоретических, либо вообще не известны.

Каналы связи характеризуются не только пропускной способностью, но и такими важными для систем IP-телефонии показателями, как круговая (двойная) задержка, джиттер и процент потери пакетов. Значения названных показателей были получены для каналов операторов Большой Тройки с помощью специально-разработанного программного обеспечения. Это программное обеспечение состоит из клиента для MS Windows, который позволяет отправлять серию UDP-пакетов на сервер-зеркало, расположенный в дата-центре, и фиксировать время возвращения каждого пакета. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментов

Провайдер	Технология	Круговая задержка (мс)	Джиттер (мс)	Процент потерь Пакетов (%)
МегаФон	EDGE	577	34	0
	3G	80	11	0
Билайн	EDGE	1582	66	0
	3G	97	13	0
МТС	EDGE	1142	47	0
	3G	117	16	0

На основании проведенных экспериментов были сделаны следующие выводы:

1. Технология EDGE не обеспечивает необходимого качества связи для использования IP-телефонии (особенно у операторов МТС и Билайн).

2. При использовании технологии 3G круговая задержка пакетов имеет наименьшее значение у оператора МегаФон. На втором месте – Билайн. Задержка, обеспечиваемая оператором МТС, немного больше, но также не превышает допустимого значения.

3. Величина джиттера при использовании технологии 3G имеет относительно небольшое значение, но все равно требует компенсации.

4. Потеря пакетов во время исследований не наблюдалось.

Данные выводы означают, что технология 3G позволяет осуществлять работу систем IP-телефонии, но требуется производить компенсацию джиттера, наличие которого не должно приводить к нарушению стабильности речи. Наиболее часто применяющимся методом борьбы с джиттером является организация специального джиттер-буфера, в котором скапливаются входящие пакеты с речевыми данными и из которого они равномерно поступают на воспроизведение. Чем больше этот буфер - тем лучше гладкость речи, но тем больше задержка.

Таким образом, основной задачей было определить размер джиттер-буфера, а также выяснить будет он статическим или динамическим.

Для решения поставленной задачи, данные, полученные с помощью специального программного обеспечения, были обработаны в программе MS Excel. Количество, обработанных пакетов для каждого мобильного оператора составило полторы тысячи.

Для вычисления джиттер-буфера был выполнен ряд действий.

Сначала было определено ожидаемое время прихода каждого пакета:

$$T_{\text{прих\_ожид}_n} = T_{\text{прих\_ожид}_{n-1}} + \Delta T_{\text{отпр}_p}, \text{ причем } T_{\text{прих\_ожид}_0} = T_{\text{прих}_0}, \Delta T_{\text{отпр}_p} = 20 \text{ мс}.$$

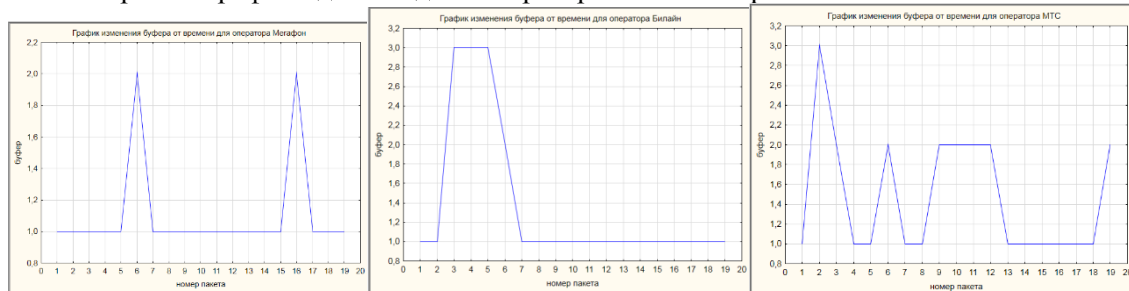
После этого рассчитывалось время запаздывания пакета:

$$T_{зан_n} = \begin{cases} T_{прих_n} - T_{прих\_ожид_n}, & T_{прих_n} > T_{прих\_ожид_n} \\ 0, & T_{прих_n} \leq T_{прих\_ожид_n} \end{cases}.$$

На последнем этапе рассчитывался размер мгновенного джиттер буфера (в пакетах) для данного момента времени:

$$Jitt\_buf_n = \left\lceil \frac{T_{зан_n}}{\Delta T_{отпр_{ср}}} \right\rceil.$$

На основании данных формул был рассчитан размер джиттер-буфера для каждого полученного пакета и построены графики для каждого оператора Большой Тройки.



**Рис. 1. Графики изменения размера буфера от времени**

В результате анализа полученных результатов был сделан вывод, что требуемое значение размера буфера колеблется мало и для всех трех операторов может быть принято равным 3.

Полученные результаты были применены в экспериментальной системе корпоративной связи. Использование джиттер-буфера, содержащего три пакета, позволило обеспечить хорошее качество связи при работе системы в различных условиях.

ресурс] Дата обращения 15.03.2015