

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.395.52

Мальшко Валентин Вячеславович

Система IP-телефонии в корпоративных сетях

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологий  
по специальности 1-45 81 01 Инфокоммуникационные системы и сети

---

*(подпись магистранта)*

Научный руководитель

Тарченко Надежда Владимировна

*(фамилия, имя, отчество)*

доцент, кандидат технических наук

*(ученая степень, ученое звание)*

---

*(подпись научного руководителя)*

Минск 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Целью магистерской диссертации является организация IP-телефонии в корпоративной среде.

Протокол IP является общей платформой для передачи речевой, видео и другой информации. Крупнейшие телекоммуникационные компании мира инвестируют в развитие собственных IP сетей.

Актуальность диссертации связана с тем, что обычные телефонные звонки требуют разветвлённой сети связи телефонных станций, связанных закреплёнными телефонными линиями. Высокие затраты телефонных компаний приводят к дорогим междугородним разговорам.

В связи с повышением абонентской платы за использование телефонной сети, IP телефония становится более актуальным и выгодным вариантом передачи информации.

IP-телефония — система связи, обеспечивающая передачу речевого сигнала по сети Интернет или по любым другим IP-сетям. Сигнал по каналу связи передаётся в цифровом виде и, как правило, перед передачей преобразовывается (сжимается) с тем, чтобы удалить избыточность.

Применение систем IP-телефонии позволяет компаниям-операторам связи значительно снизить стоимость звонков (особенно международных) и интегрировать телефонию с сервисами Интернета, предоставлять интеллектуальные услуги.

Задачей работы будет анализ сети и выбор оптимальной системы для реализации IP-телефонии в корпоративной среде.

### **Общая характеристика работы**

Актуальность темы магистерской диссертации обусловлена повсеместным развитием корпоративных сетей связи на основе IP протоколов.

Объектом исследования являются корпоративные телекоммуникационные сети. Предмет исследования – системы IP-телефонии.

Задачи исследования:

1. Анализ программных и аппаратных средств систем IP-телефонии.
2. Определение критериев для их сравнения.

**В первой главе** проведен анализ различных методов передачи данных, выработаны объективные критерии, позволяющие проводить сравнительный анализ телекоммуникационных технологий для использования в корпоративных сетях (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнение технологий передачи данных.

<b>Характеристика Технология</b>	<b>FDDI</b>	<b>Frame Relay</b>	<b>ATM</b>	<b>Fast Ethernet</b>	<b>Gigabit Ethernet</b>	<b>10 Gigabit Ethernet</b>	<b>40 Gigabit Ethernet</b>
<b>Максимальная длина сегмента</b>	2км (многомодовый оптоволоконный кабель)	Нет информации	200м (кабель категории5); 2км (оптоволоконный кабель - OC3)	100м (кабель категории5); 0,4 – 2 км (оптоволоконный кабель)	25-100м (кабель категории 5); 0,05- 200 км (оптоволоконный кабель)	0,05-100 км (оптоволоконный кабель)	1-100 км (оптоволоконный кабель)
<b>Диаметр сети</b>	100км	Нет информации	Нет информации	205-320м	Определяется конкретным стандартом	Определяется конкретным стандартом	Определяется конкретным стандартом
<b>Скорость передачи, Мбит\с</b>	100	34,368	25.6-622	100	1000	10 000	40 000
<b>Метод доступа к среде передачи</b>	Передача маркера	Установле ние соединени й	Установлен ие соединений (PVCSVC)	CSMA/CD	CSMA/CD	DWDM	DWDM
<b>Тип транспортного кадра</b>	IEEE 802.5	Кадр, размером 8192 байт	Ячейка размером 53 байта	Кадр, раз мером от 64 до 1518 байт	Кадр, разме ром от 64 до 1518 байт	Кадр, разме ром от 64 до 1518 байт	Кадр, разме ром от 64 до 1518 байт

Продолжение таблицы 1

<b>Характеристика Технология</b>	<b>FDDI</b>	<b>Frame Relay</b>	<b>ATM</b>	<b>Fast Ethernet</b>	<b>Gigabit Ethernet</b>	<b>10 Gigabit Ethernet</b>	<b>40 Gigabit Ethernet</b>
<b>Режим полнодуплексно й передачи</b>	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
<b>Передача мультимедиа</b>	Реализована в стандарте FDDI II	Есть	Есть	Нет	Есть (стандарт IEEE 802.1pQ)	Есть	Есть
<b>Интеграция с существующими локальными сетями</b>	Есть	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
<b>Приоритетная область применения</b>	Магистральные сети	Мультимедиа, видеоконференции, корпоративные сети	Магистральные сети	Высокоскоростной доступ к серверам рабочих групп	Высокоскоростной доступ к серверам организации, магистральные сети	Высокоскоростной доступ к серверам организации, магистральные сети	Магистральные сети
<b>Сравнительная стоимость реализации</b>	Средняя	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая

*Во второй главе* дан сравнительный анализ протоколов IP-телефонии. Набор услуг, поддерживаемых протоколами SIP и H.323, примерно одинаков, однако есть и много отличий. В протоколе SIP есть возможность указывать приоритеты в обслуживании вызовов. В протоколе H.323 такой возможности нет. Кроме того, пользователь SIP-сети может регистрировать несколько своих адресов и указывать приоритетность каждого из них.

Персональная мобильность пользователей. Протокол SIP имеет хороший набор средств поддержки персональной мобильности пользователей, в число которых входит переадресация вызова к новому местоположению пользователя, одновременный поиск по нескольким направлениям (с обнаружением заикливания маршрутов) и т.д. В протоколе SIP это организуется путем регистрации на сервере определения местоположения, взаимодействие с которым может поддерживаться любым протоколом. Персональная мобильность поддерживается и протоколом H.323, но менее гибко. Так, например, одновременный поиск пользователя по нескольким направлениям ограничен тем, что gatekeeper, получив запрос определения местоположения пользователя, не транслирует его к другим gatekeeper-ам. Протокол SIP достаточно просто обеспечивает совместимость разных версий.

Протокол SIP состоит из набора законченных компонентов (модулей), которые могут заменяться в зависимости от требований и могут работать независимо друг от друга. Этот набор включает в себя модули поддержки сигнализации для базового соединения, для регистрации и для определения местоположения пользователя, которые не зависят от модулей поддержки качества обслуживания (QoS), работы с директориями, описания сеансов связи, развертывания услуг (service discovery) и управления конфигурацией.

Архитектура протокола H.323 монолитна и представляет собой интегрированный набор протоколов для одного применения. Протокол состоит из трех основных составляющих, и для создания новой услуги может потребоваться модификация каждой из этих составляющих.

Масштабируемость сети (scalability). Сервер SIP, по умолчанию, не хранит сведений о текущих сеансах связи и поэтому может обработать больше вызовов, чем gatekeeper H.323, который хранит эти сведения.

Время установления соединения. Следующей существенной характеристикой протоколов является время, которое требуется, чтобы установить соединение. В запросе INVITE протокола SIP содержится вся необходимая для установления соединения информация, включая описание функциональных возможностей терминала. Таким образом, в протоколе SIP для установления соединения требуется одна транзакция, а в протоколе H.323 необходимо производить обмен сообщениями несколько раз. По этим причинам затраты времени на установление соединения в протоколе SIP значительно меньше затрат времени в протоколе H.323.

Протокол SIP использует текстовый формат сообщений, подобно протоколу HTTP. Это облегчает синтаксический анализ и генерацию кода, позволяет реализовать протокол на базе любого языка программирования, облегчает

эксплуатационное управление, дает возможность ручного ввода некоторых полей, облегчает анализ сообщений. Название заголовков SIP-сообщений ясно указывает их назначение.

Протокол H.323 использует двоичное представление своих сообщений на базе языка ASN.1, поэтому их непосредственное чтение затруднительно. Для кодирования и декодирования сообщений необходимо использовать компилятор ASN.1. Но, в то же время, обработка сообщений, представленных в двоичном виде, производится быстрее.

*В третьей главе* были проанализированы программные и аппаратные средства для систем IP-телефонии, а также представлена полная настройка систем IP-телефонии от компании Cisco и Digium. Сравнительные характеристики решений для систем IP-телефонии приведены в таблице 2. Исходя из таблицы производителей можно разделить на 2 группы – использующие программно-аппаратный комплекс или только программный. Так, для Cisco, Alcatel-Lucent и Avaya потребуется оборудование собственной разработки, что удорожает проект по внедрению телефонии. Продукт фирмы Digium полностью бесплатный и может быть установлен на существующий сервер организации. Также тройка первых производителей за каждого нового абонента или услугу требуют покупки дополнительной лицензии, а последний является открытым и не требует никаких затрат. Продукты Cisco CME и Alcatel-Lucent OTBE, OXE имеют только командную строку для настройки телефонии, что требует определенных знаний в данной технологии.

Таблица 2 – Сводная характеристика решений для IP-телефонии

	Cisco			Alcatel-Lucent			Avaya		Digium
	CME	BE6k	UCM	OXO	OTBE	OXE	IPO	ACM	Asterisk
Текущая версия	10.0	9.0	9.0	R9.1	1.3	R11	9.0	R6.2	12.0
Аппаратная платформа	Appliance	UCS C220M3	VM <sub>1</sub>	Appliance	VM <sub>1</sub> , IBM, HP	IBM, HP	Appliance	VM <sub>1</sub>	VM <sub>1</sub>
Программная платформа	IOS	Red Hat	Red Hat	Linux	Red Hat, Windows	Red Hat	Linux	Linux	Linux
Рекомендуемое количество абонентов	0-150	200-800	800+	0-180	50-500	300+	0-150	150+	0+
Отказоустойчивость	-	+	+	-	CS+	+	+	+	-2
Программный клиент	Cisco IP Communicator, Cisco Jabber (Win. Apple)			MyIC CCSB	IPDS. OTCC (Win. Apple)		one-X		MicroSIP, 3cx др.
Мобильный клиент	- <sup>3</sup>	Cisco Jabber		MyIC CCSB	IPDS. OTCC		one-X Mobile		3cx
Apple	-	+		+	+	+	+	+	+
Android	-	+		-	+	+	+	+	+
Blackberry	-	+		-	-	-	+	+	+
Windows	-	-		-	-	-	+	-	+
Материалы	Общедоступны cisco.com			Доступны партерам			Доступны партерам		Общедоступны
Основной интерфейс управления	CLI	Web	Web	GUI (OMC)	CLI	CLI	GUI (IPO Manager)	Web	Web
Поддержка встроенных цифровых интерфейсов	+	+/- <sup>4</sup>	-	+	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 2

	Cisco			Alcatel-Lucent			Avaya		Digium
	CME	BE6k	UCM	OHO	OTBE	OXE	IPO	ACM	Asterisk
Лицензии на SIP-номера	Нужны при дополнительном подключении абонентов			Нужны при дополнительном подключении абонентов			Нужны при дополнительном подключении абонентов		Не нужны
Подключение внешний модулей	Платы, производства Cisco			Платы, производства Alcatel			Платы, производства Avaya		Любой производитель
Сложность настройки	Высокая			Высокая			Высокая		Низкая
Интеграция	Дополнительная лицензия			Дополнительная лицензия			Дополнительная лицензия		Без дополнительной лицензии

IPDS – IP Desktop Softphone

OTCC – OT Conversation Client

MyIC CCSB – My IC Communication Client for Small Business

1 – любой сервер, удовлетворяющий требованиям производителя АТС и гипервизора (VMware, HyperV)

2 – нет интеграции с IM&Presence

3– для BE6k возможен вариант установки цифровых и нтерфейсов в сервер

4 – не обеспечивается средствами Asterisk, может быть реализована с помощью стороннего ПО



В четвертой главе были произведены замеры качества систем IP-телефонии, исходя из скорости работы сети. На рисунке 1 приведены гистограммы джиттера пакетов в локальной сети на скорости 100 Мбит/с и в VPN-канале, соединяющем удаленные офисы, показывающие эмпирические распределения вероятностей задержек. При изменении скорости работы сети от 100 до 2 Мбит/с гистограмма для локальной сети никак не изменяется, поэтому скорости были снижены до 28 – 112 кбит/с. На оси абсцисс отложена относительная задержка, характеризующая реальное положение пакета в последовательности на временной оси по отношению к идеальному в предположении, что первый пакет пришел без задержки.

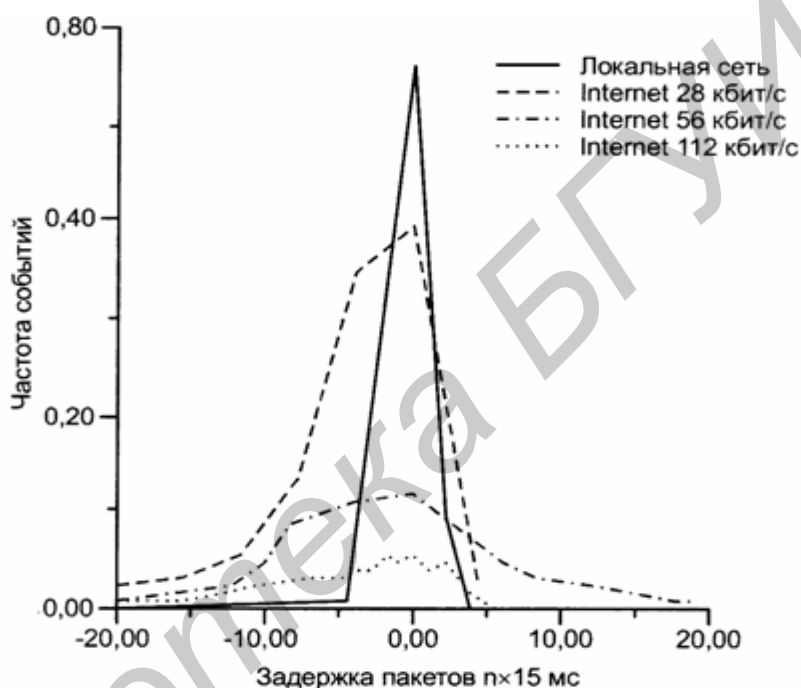


Рисунок 1 – Гистограммы джиттера пакетов

Потерянные пакеты в IP-телефонии нарушают речь и создают искажения тембра. В существующих IP-сетях все голосовые кадры обрабатываются как данные. При пиковых нагрузках и перегрузках голосовые кадры будут отбрасываться, как и кадры данных. Предполагается, что потеря до 5% пакетов незаметна, а свыше 10-15% - недопустима. На рисунке 2 представлены гистограммы потерь пакетов. По оси абсцисс отложено число подряд потерянных пакетов. Анализ гистограммы показывает, что наиболее вероятны потери одного, двух и трех пакетов. Потери больших пачек пакетов редки.

Существенно, что потеря большой группы пакетов приводит к необратимым локальным искажениям речи, тогда как потери одного, двух, трех пакетов можно пытаться компенсировать.

Интуитивно ясно, что с повышением трафика возрастают задержки и потери в телефонном канале. В условиях ограниченных пропускных способно-

стей это проявляется не только при интегральном увеличении загрузки каналов, например, в часы наибольшей нагрузки, но и при увеличении потока локального источника информации. Кривые графиков рисунков 1 и 2, построенные для различных скоростей передачи информации, убедительно свидетельствуют о необходимости использования как можно более высоких скоростей передачи речевой информации при естественном требовании обеспечения желаемого качества телефонной связи.

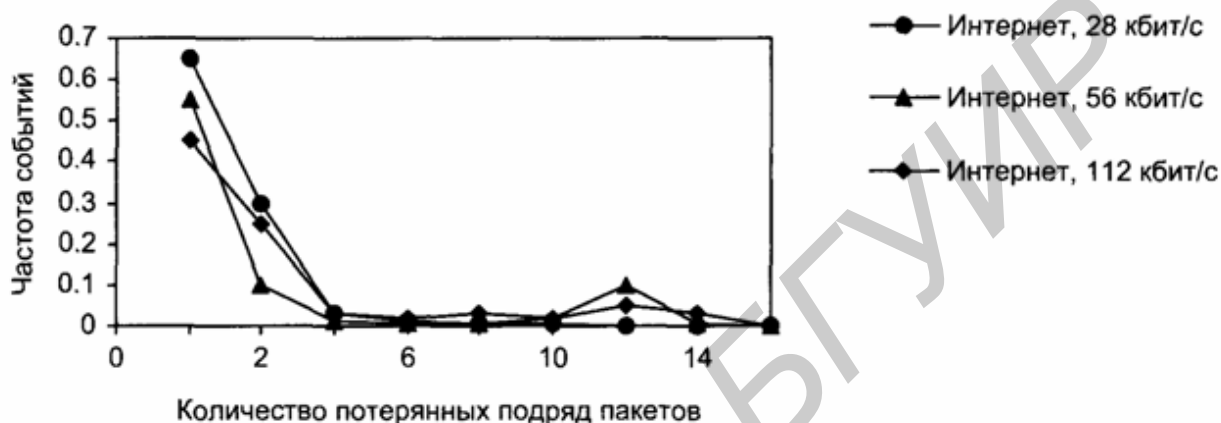


Рисунок 2 – Гистограммы потерь пакетов

### Заключение

В наши дни, спустя 20 лет после появления технологии VoIP, без нее, современный рынок телекоммуникационных услуг представить сложно – в повседневную жизнь пользователей Интернет вошел Skype и другие подобные сервисы, в офисах устанавливают IP-АТС, появилась возможность использовать VoIP с мобильных устройств. Выросло как количество VoIP операторов, так и число людей использующих их услуги. Таким образом, не смотря на прогнозы скептиков, технология VoIP оказалась успешной и широко востребованной в современном мире.

Изучив варианты по настройке и реализации продуктов IP-телефонии, отдаю предпочтение Asterisk из-за ее открытости, стоимости оборудования (IP-телефоны, шлюзы), стоимости телефонной платформы и ПО и стоимости настройки. Cisco же требует дорогостоящего оборудования и знаний по настройке системы. Неопытному человеку будет очень сложно настроить и обслуживать данную систему.

### Список опубликованных работ

[1] Влияние пропускной способности канала на качество IP-телефонии (В.В. Малышко, Н.В. Тарченко//Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР – Мн.: БГУИР , – 2014 – с.229–230.