

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт: Заочный  
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ В.И. Ширяев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Отказоустойчивая система корпоративной телефонии на базе протокола IP

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 09.03.01.2018.878.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

ведущий инженер, АО ЧЭМК

\_\_\_\_\_/ К.В. Титаренко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы

студент группы **ПЗ-597**

\_\_\_\_\_/ В.А. Шалаевских

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

доц. каф. САУ, к.т.н

\_\_\_\_\_/ Н.В.Плотникова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## Аннотация

Шалаевских В.А. Отказоустойчивая система корпоративной телефонии на базе протокола IP: ЮУрГУ (НИУ), ПИ: Заочный; 2018, 52 с. 8 ил., библиогр. список – 36 наим., 10 листов слайдов презентации ф. А4.

В работе рассмотрены способы и понятия, используемые при построении корпоративной телефонной связи на базе протокола IP. Рассмотрены возможные варианты построения IP-телефонии. Выбрана подходящая системы, дано описание используемого оборудования, произведена установка и настройка оборудования.

В заключении приводятся выводы, полученные при построении корпоративной телефонной системы на базе протокола IP, а так же приводятся направления дальнейшего развития системы.

					<i>09.03.01.2018.878.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Шалаевских В.А.</i>			<i>Отказоустойчивая система корпоративной телефонии на базе протокола IP</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Плотникова Н.А.</i>				<i>Д</i>	<i>4</i>	<i>52</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плотникова Н.А.</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра САУ</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Ширяев В.И.</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ .....	8
1.1 Общая характеристика организации Группы компаний «НГ-Сервис».....	8
1.2 Задание на построение устойчивой системы корпоративной телефонии и на базе протокола IP .....	10
1.3 Решения для построения IP-телефонии различных производителей .....	13
2 ВВЕДЕНИЕ В КОРПОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ .....	17
2.1 Понятие телефонии и телефонной связи .....	17
2.2 Различия между аналоговыми и цифровыми линиями связи.....	18
2.3 Основные определения и технологии построения IP-телефонии.....	21
2.4 Концепция мультисервисных сетей .....	26
2.5 Особенности и поддерживаемые функции выбранного решения на базе оборудования компании CiscoSystems .....	27
3 ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА.....	35
3.1 Установка и настройка оборудования отказоустойчивой системы корпоративной телефонной связи на базе протокола IP.....	35
3.2 Разработка телефонного плана нумерации Учреждения .....	40
3.3 Настройка маршрутизации телефонных звонков .....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	48

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выбранной темы.

Современный вид связи – "Интернет-телефония" – технология, которая используется в сети Интернет для передачи голосовых сообщений.

В сети Интернет для передачи голосовой информации, получившей название IP-телефония или VOIP (VoiceOverInternetProtocol), используется Интернет-протокол (InternetProtocol - IP), который также используют другие сети передачи данных, в том числе локальные, корпоративные, региональные и иные сети.

В связи с разработкой новых стандартов и протоколов, приблизивших качество IP-телефонии к качеству стандартного телефонного разговора, к данному виду связи проявляют интерес не только операторы связи, интернет провайдеры, производители оборудования, а также другие участники рынка телекоммуникационных услуг, но и пользователи информационных сетей. Кроме того, IP-телефония позволяет значительно сократить время использования пропускного канала, что приводит к снижению тарифов, в особенности на междугородные и международные звонки.

Традиционная телефония с коммутацией каналов в скором времени будет полностью вытеснена другими, более современными средствами передачи данных. В некоторых странах мира объем голосового трафика через IP-сети уже сегодня превышает объем голосового трафика классических телефонных сетей.

IP-сети вносят существенные перемены в жизни потребителей и производителей, а так же в работе государственных органов. С данной точки IP инфраструктура выглядит как основа для дальнейшего экономического роста и роста конкуренции в информационном обществе.

Для пользователей IP-телефонии предложены значительно более низкие цены междугородных и международных звонков по сравнению с традиционными коммутируемыми сетями. IP-сети предлагают потребителям современные виды сервисов и приложений, сочетая передачу голоса и других данных (например, услуга «WEB-звонок с сайта»). Все это свидетельствует о перспективном развитии данной технологии.

Объект исследования: технологии и средства построения устойчивой системы IP-телефонии, безотказной в применении и использовании.

Предмет исследования: устойчивая система корпоративной телефонной связи на базе протокола IP для ГК «НГ - Сервис» отдел продаж.

Цель проекта: обеспечение организации корпоративной системы телефонной связи на базе протокола IP, отвечающей следующим требованиям:

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- бесплатная телефонная связь между внутренними абонентами;
- устойчивость системы;
- возможность осуществления конференцсвязи;
- масштабность использования;
- географическая территориальная независимость;
- низкая себестоимость междугородной и международной телефонной связи

Задачи дипломного проекта:

1. Изучение теоретических подходов к построению корпоративной телефонии на базе протокола IP и их практическое применение.

2. Обозначение требований к внутриорганизационной системе IP-телефонии с последующим построением схемы сети данной телефонии.

3. Производство тестирования системы IP-телефонии, в том числе в осуществлении передачи и приема звуковых и видеосигналов, а также в устойчивой работе телефонной связи в целом.

Теоретическая база исследования:

- Сети TCP/IP. Принципы, протоколы и структура (Дуглас Э. Камер);
- IP-телефония (Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л.);
- Корпоративная IP-телефония (Дубровин В. С., Калташкина О. И.);
- Решения Cisco для построения сетей IP телефонии и IP видео телефонии (издание VI).

Методы исследования и разработки проекта: анализ, изучение, обобщение изученной литературы, изучение существующих решений IP – телефонии, выбор наилучшего решения, практическая реализация, тестирование.

Практическая значимость проекта: внедрение и реализация качественной и устойчивой универсальной системы корпоративной IP – телефонии в ГК «НГ-Сервис», позволяющей осуществлять бесперебойную, максимально удобную и доступную телефонную связь между сотрудниками организации.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ

## 1.1 Общая характеристика организации Группы компаний «НГ-Сервис»

Организация является коммерческой, преследующей в качестве основной цели своей предпринимательской деятельности - извлечение прибыли.

Осуществляет следующие виды деятельности:

- оптовая торговля автотранспортными средствами;
  - оптовая торговля моторным топливом, в том числе авиационным бензином;
  - оптовая торговля лесоматериалами;
  - оптовая торговля лакокрасочными материалами;
  - оптовая торговля ручными инструментами;
  - оптовая торговля синтетическими смолами и пластмассами в первичных формах;
  - оптовая торговля эксплуатационными материалами и принадлежностями машин и оборудованием;
  - розничная торговля автотранспортными средствами; - техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей;
  - техническое обслуживание и ремонт прочих автотранспортных средств;
  - розничная торговля автомобильными деталями, узлами и принадлежностями через агентов;
  - оптовая торговля тракторами;
  - прочая оптовая торговля;
  - деятельность автомобильного грузового транспорта;
  - хранение и складирование прочих грузов;
  - организация перевозок грузов.
  - покупка и продажа собственного недвижимого имущества;
  - лизинг;
  - коммерческая и посредническая деятельность;
- Конечная функция отдела информационных технологий:
- бесперебойно функционирующие информационные системы и ИТ-оборудование, обеспечивающие устойчивую и качественную работу ГК "НГ-Сервис";
  - инновационные ИТ-решения, предоставляющие конкурентные преимущества, выводящие ГК "НГ-сервис" на новый уровень развития и увеличивающие доход компании.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

## Анализ имеющегося программного обеспечения в Учреждении

В Учреждении достаточно большое количество различного программного обеспечения, которое позволяет на качественном уровне предоставить пользователям требуемые ресурсы, обеспечить требуемую сетевую безопасность и предоставляет достаточно удобное администрирование.

Список программного обеспечения и оборудования используемого в Учреждении:

– MicrosoftWindows 2016 – Используется в роли контроллера домена, предоставляет вход пользователям на персональные компьютеры, объединённые в домен gk.ng74.ru , посредством логина и пароля.

– MicrosoftWindows 2016 – Является резервным контроллер домена gk.ng74.ru, а так же включает в себя такое программное решение как KasperskySecurityCenter, тем самым позволяя анализировать состояние компьютеров в организации с установленным антивирусом KES.

– Debian 7 Wheezy – является прокси-сервером организации для выхода в интернет, посредством службы Squid.

– MSSQL, SkifBP сервер используемый пользователями бухгалтерии для программы Скиф БП

– MySQL, Apache, Perl сервер для открытой системы обработки заявок поступавших от пользователей посредством электронной почты

– Оборудование: Маршрутизатор Cisco 2921 для доступа локальных пользователей в сеть Интернет

– Оборудование: Коммутатор Cisco 2960 на 24 порта для подключения ПК 2шт.

– Оборудование: HP Server Proliant DL180 G6 VMware ESXI 5.0

– Оборудование: HP Server Proliant DL380 G5 VMware ESXI 6.0

– Оборудование: HP Server Proliant DL360 G7 VMware ESXI 5.0

– Оборудование: HP Server Proliant DL380 G8 VMware ESXI 6.0 2 шт.

## Анализ эффективности работы оборудования в Учреждении

Оборудование и программное обеспечение на предприятии было закуплено и установлено под специально поставленные задачи, для них и используется.

Данное оборудование и программное обеспечение выполняют свои функции и являются подходящим инструментом в решение поставленных задач, тем самым позволяя поддерживать корпоративную сеть предприятия в рабочем состоянии.

Структура сети представляет собой сеть персональных компьютеров, объединенных между собой коммутатором и получающих доступ в Интернет посредством маршрутизатора. Для безопасности и удобства администрирования

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

компьютеры объединены в доменную сеть посредством сервера Windows 2016 и запущенной службы ActiveDirectory.

Для хранения и общего доступа к данным используется файловый сервер, так же введенный в домен и имеющий при себе списки доступа к файлам, пользователи поделены на группы и каждая группа пользователей имеет доступ только к разрешённой информации.

Для безопасности рабочих станций и важной корпоративной информации на всех станциях установлен антивирус Касперского, для удобства администрирования и анализа также установлен сервер администрирования Касперского под названием KasperskySecurityCenter.

Для безопасного выхода пользователей в Интернет и для контроля посещаемых ресурсов установлен прокси-сервер, реализуемый на сервере LinuxDebian с запущенной службой Squid и Sams (web настройка) для удобства администрирования.

Анализ существующей схемы сети в Учреждении:

Сеть «НГ-Сервис» изображена на рисунке 1 и представляет собой локальную сеть компьютеров подключенных к сетевым коммутаторам Cisco 2960-24 посредством витой пары, а выход в интернет осуществляется с помощью местного Интернет-провайдера «Ростелеком», посредством маршрутизатора Cisco 2921.



Рисунок 1 Схема сети «НГ-Сервис»»

Выход в Интернет осуществляется посредством маршрутизатора Cisco 2921 и двух коммутаторов Cisco 2960-24, а так же Интернет-Провайдера Ростелеком.



## 1.2 Задание на построение устойчивой системы корпоративной телефонии на базе протокола IP

Основание для построения корпоративной системы IP-телефонии.

Основанием для построения телефонии является утвержденная тема дипломной работы в ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» и требования ГК «НГ - Сервис» по обеспечению отдела продаж системой корпоративной телефонной связи.

Функциональное назначение корпоративной телефонной системы.

Функциональным назначением корпоративной системы телефонной связи является обеспечение Учреждения современной отказоустойчивой телефонией для совершения входящих и исходящих, локальных и внешних телефонных звонков, для поддержания качественной деятельности Учреждения.

Требования к корпоративной системе телефонной связи.

– Использование соединений абонентов через существующую локальную вычислительную сеть (далее ЛВС) и корпоративную сеть передачи данных (далее КСПД)

– Коммутацию (входящие/исходящие) соединений с телефонной сетью общего пользования (далее ТФОП) обеспечивает Провайдер связи по протоколу SIP (30 линий).

– Использование услуг междугородних и международных телефонных вызовов.

– Конечное оборудование абонентов: программные телефоны SoftPhone, IP телефоны.

– Поддержка приема и набора в телефонную сеть общего пользования, а также поддержка телефонной связи между внутренними абонентами

Требования к функциональным характеристикам:

– Автоматическое определение номера

– Переадресация вызова с отключением абонента и с участием абонента

– Конференция между абонентами.

– Поддержка 3-значного плана нумерации внутри АТС

– Поддержка отображения 2 типов нумерации в зависимости от звонка внутри ведомственной телефонной сети или городской сети ТФОП

– Поддержка передачи вызова

– Поддержка запрета набора определённых внутренних и внешних номеров, назначаемых программно

– Поддержка возможности обработки не менее 30 вызовов одновременно.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

– Оптимизация распределения телефонной нагрузки между операторами IP-АТС и повышение оперативности при работе с абонентами.

– Управление учетными записями пользователей IP-АТС в реальном времени

– Получение статистических отчетов для анализа работы IP-АТС.

Требования к надежности системы:

– Обеспечение бесперебойной работы входящих и исходящих вызовов между абонентами системы и абонентами сетей ТфОП

– Возможность ограничения доступа к оборудованию IP-телефонии.

– Использование программных или аппаратных средства для защиты сети от несанкционированного доступа.

– Должны быть представлены сертификаты безопасности на поставляемое оборудование.

– Должны быть представлены сертификаты ФСТЭК на устройства защиты IP-телефона от съема информации.

– Все поставляемое оборудование должно быть обеспечено годовым сервисным обслуживанием от производителя, позволяющим обеспечить непрерывность работы телекоммуникационной сети и IP-телефонии.

Условия эксплуатации системы:

Главным условием эксплуатации системы является качественное предоставление корпоративной системы телефонной связи для Учреждения, в целях совершения внутренних, городских, междугородних, и международных телефонных звонков.

Для обеспечения прохождения голосовых пакетов по IP-сети необходимо использовать технологию QoS.

Классификацию трафика должны выполнять устройства, обеспечивающие подключение IP-телефонов (коммутаторы, коммутирующие модули маршрутизаторов).

Требования к составу и параметрам технических средств:

В целях построения отказоустойчивой системы телефонной связи должно использоваться оборудование, предоставляющее интеграцию телефонной системы с существующей сетью организации на основе протокола IP.

Система телефонии должна представлять собой программно-аппаратный комплекс с возможностью маршрутизации звонков и маршрутизации сетевых данных с целью предоставления пользователям телефонной связи и предоставления выхода в Интернет.

При отказе ведущего сервера программно-аппаратного комплекса системы управления вызовами роль УАТС должен брать на себя ведомый программно-аппаратный комплекс. При этом должна быть доступна вся функциональность

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

обслуживания вызовов. Количество обслуживаемых абонентов в данном аварийном режиме не должно быть ограничено.

Требования к информационной и программной совместимости:

Система телефонной связи должна быть совместима с существующим сетевым оборудованием Учреждения, должна дополнять и качественно функционировать в комплекте с данным оборудованием.

Требования к маркировке и упаковке:

Аппаратура должна иметь маркировку с обозначением товарного знака, типа, десятичного номера, порядкового номера и года изготовления. На упаковке, на самом изделии и в его технической документации может быть внесена информация о сертификатах соответствия.

Требования к транспортированию и хранению:

Аппаратура в упакованном виде должна выдерживать без повреждений транспортирование при температуре от минус 50 до плюс 50 °С и относительной влажности до 100% при 25 °С, а также при пониженном атмосферном давлении 12 кПа (90 мм рт. ст.) при температуре минус 50°С (авиатранспорт).

Требования к сети передачи данных:

Пропускная способность канала между оборудованием оператора связи и сервером и конечными точками пользователей должна быть достаточной для прохождения необходимого количества одновременных потоков закодированных заданным кодеком. Для одного канала при использовании G.711 кодека необходимая пропускная способность должна быть не менее 64Кбит/с в одну сторону, необходимая пропускная способность при использовании G.729 кодека должна быть не менее 6,3 Кбит/с в одну сторону.

### 1.3 Решения для построения IP-телефонии различных производителей

В настоящее время, рынок IP-телефонии достаточно обширен, но стоит выделить из данного рынка несомненных лидеров, которые в целом способны обеспечить большую часть коммуникационных потребностей рынка.

#### 1) Компания Avaya.

Компания Avaya на рынке информационных технологий известна как разработчик сетевого оборудования, так как маршрутизаторы, коммутаторы, точки доступа, а так же продукцией предназначенной для построения корпоративной телефонной сети на базе протокола IP. Телефония, впрочем, способна работать и по другим сетям, например коммутируемые линии ISDN, FrameRelay или E1.

Решения данной компании поставляются в виде программно-аппаратных комплексов. Компания является одним из лидеров на рынке в области

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

коммуникационных технологий [26], а именно занимает ведущие позиции в следующих областях:

- контактные центры;
- аудиоконференции;
- системы обмена сообщениями;
- корпоративная телефония;

У компании имеется множество различных клиентов, начиная с малых организаций, заканчивая крупными предприятиями и государственными структурами.

Оборудование компании Avaya позволяет обеспечить потребности организации в корпоративной телефонной сети, а именно осуществление голосовой связи между абонентами как в традиционной телефонной сети, а также ряд дополнительных функций присущих IP-телефонии.

Решения компании Avaya поддерживают совместимость своей продукции с оборудованием сторонних производителей, что повышает уровень конкурентоспособности данной компании, так как поддерживаются такие современные протоколы IP-телефонии как SIP и H.323 [26].

Таким образом, компания Avaya позиционирует себя как сильного игрока на рынке IP-телефонии, за счет широких функциональных возможностей.

## 2) Компания Asterisk.

Asterisk является свободным программным обеспечением, созданным для реализации телефонной корпоративной системы на основе семейства операционных систем Unix [25].

Asterisk работает в комплекте с необходимым оборудованием и тем самым позволяет организовать полноценную корпоративную систему на базе протокола IP. Стоит отметить, что система Asterisk обладает всеми функциями классической программно-аппаратной АТС, а также предоставляет дополнительные возможности VoIP телефонии [25].

В дополнение к функциям стандартной телефонии Asterisk обладает следующими возможностями:

- Голосовая почта;
- Конференции;
- Интерактивное голосовое меню (IVR);
- Постановка звонков в очередь;
- Запись звонков (CDR);

Asterisk является свободным программным обеспечением и распространяется на условиях лицензии GNUGPL, но также есть поддержка

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

двойной лицензии, которая позволяет установку закрытых модулей, которые содержат в себе информацию, например о кодеке G.729 [25].

Благодаря данному условию лицензирования Asterisk широко используется во всем мире. Рынок Asterisk активно развивается и занимает прочные позиции на рынке IT-технологий.

### 3) Компания 3Com.

3Com является мировым поставщиком решений для построения сети малого и среднего бизнеса, производительных и качественных устройств, в том числе и для сетей с передачей голоса и видео. Целью компании считается миссия по обеспечению заказчиков качественными и не дорогими решениями сетевой инфраструктуры с возможностью конвергенции систем и технологий.

Название 3Com содержит в себе три определения (Computers, Communications, Compatibility), что означает компьютеры, коммуникации и совместимость. Компания владеет немалым портфелем интеллектуальной собственности и партнерами мирового уровня, что подкрепляется устойчивым финансовым положением компании и позволяет ей обладать широким выбором продукции [36].

### 4) Решения компании CiscoSystems.

Компания CiscoSystems предлагает решения с возможностью построения единой сети по передаче аудио, видео и данных. Данная система носит название AVVID (Архитектура для голоса, видео и данных). Архитектура AVVID позволяет построить сетевые модели, базирующиеся на технологиях Ethernet. Тем самым позволяя снизить стоимость эксплуатации сети [36].

Основываясь на требованиях заказчика, компания CiscoSystems предлагает решения по внедрению таких корпоративных сервисов, как система голосовых меню и сообщений, система обработки вызовов и т.д.

AVVID позволяет решить следующие задачи:

- Построение корпоративной системы телефонной связи на базе протокола IP
- Интеграция IP-телефонии с традиционной телефонией общего пользования
- Обеспечение пользователей IP-телефонии широким кругом функций и сервисов
- Возможность создания системы видео телефонии, которая будет являться дополнением к телефонной системе

Значимость проекта:

Для организации, преследующей в качестве своей цели – извлечение прибыли, внедрение IP – телефонии необходимо для снижения затрат на междугородные, международные звонки. Реализация системы повысит качество

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

телефонной связи. Станет доступна бесплатная голосовая и видео связь между внутренними абонентами.

При помощи решений компании CiscoSystems существует возможность построения, как небольшой сети малого бизнеса, так и большой сети крупной компании [20].

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ВВЕДЕНИЕ В КОРПОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

### 2.1 Понятие телефонии и телефонной связи

Телефония – область занимающаяся изучением способов построения телефонных систем, разработкой аппаратуры для реализации данной системы, а так же занимается оценкой качества передачи голосовых сообщений по данным каналам связи.

С помощью телефонии можно установить соединение и вести такие телефонные переговоры как местные, междугородные или международные, а так же передавать факсы или устанавливать модемное соединение для выхода в интернет через телефонные сети.

Во время разговора слова, которые мы произносим (голосовые сигналы), изменяются в электрический сигнал и в таком виде передаются через телефонные сети другой стороне. После получения электронного сигнала адресатом, он обратным образом изменяется в оригинальные голосовые сигналы. Достоинством является распространенность, высокая скорость связи и надежность соединения, а так же простота использования. Для передачи данных используются аналоговые или цифровые линии связи. Цифровая связь использует мультиплексирование сигналов тем самым позволяя передать различные голосовые сигналы в одно и то же время [1].

С целью организации телефонного разговора, во время телефонного звонка устанавливается подключение между собеседниками с помощью телефонной станции, таким же образом работает факсовое или модемное соединение. Для того чтобы установить и поддержать соединение используются различные телефонные сигнализации, которые различаются в зависимости от типа связи. Сигналы с голосовыми данными передаются, используя телефонные линии, через выделенное подключение [6].

Для телефонной связи телефонными станциями используются разветвлённые сети, связанные между собой соединительными линиями, что приводит телефонные компании при осуществлении своей деятельности к значительным финансовым вложениям. Данное обстоятельство в свою очередь влечет за собой повышение стоимости международной телефонной связи. Выделенное подключение к телефонной станции имеет избыточное время простоя или избыточную производительность во время телефонного разговора [3].

В течение времени сети общего пользования и сети передачи данных существовали и развивались независимо друг от друга. В наше время IP-телефонии активно развиваются и тем самым создают единую

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

коммуникационную сеть, которая является мощным и экономически выгодным средством связи [1]. Множество компаний по всему миру предлагают качественные решения для построения систем IP-телефонии. Такие решения комбинируют голосовые данные реального времени и обычные данные внутри одной сети и предоставляют недорогие междугородные и международные звонки, а также предоставляют различные дополнительные сервисы.

## 2.2 Различия между аналоговыми и цифровыми линиями связи

Разделение станций по аналоговому и цифровому принципу производится по типу коммутации. Преобразование голоса в аналоговый сигнал и его передача по коммутируемым каналам связи называется аналоговой телефонией. Цифровым сигналом называется сигнал, дискретизированный по времени и квантованный по уровню. Преобразование параметров аналогового сигнала, таких как амплитуда, частота или фаза в цифровой (дискретный), позволяет обрабатывать данный сигнал и передавать по цифровым каналам связи [23].

В телефонных сетях общего пользования (ТФОП) для передачи аналогового сигнала между абонентами происходит предоставление стандартного канала тональной частоты (ТЧ), полоса пропускания данного канала составляет 3100 Гц. В телефонной системе, работающей с цифровыми сигналами, выполняются такие операции как дискретизация и квантование, а также кодирование и устранение избыточности, т.е. сжатие. После чего система сформированный поток данных направляет адресату и по прибытию подвергает обратным процедурам [1].

Способ преобразования речевого сигнала зависит от того, по какой сети передаются голосовые данные. В настоящее время наиболее популярны такие технологии коммутации данных как InternetProtocol (IP), FrameRelay (FR) или AsynchronousTransferMode (ATM). Данные технологии наиболее эффективно передают цифровые электрические сигналы по сетям с коммутацией данных, в том числе речевые (голосовые) данные [13].

На сегодняшний день основными способами передачи голосовой информации, получившими большое распространение, являются такие стандарты, как ISDN и VoIP.

Современной технологией всемирной телефонной сети является ISDN (IntegratedServicesDigitalNetwork) – цифровая сеть с интеграцией услуг. Данные сети позволяют быстро и качественно передавать любую информацию, в том числе и голоса, от пользователя к пользователю.

Главным достоинством ISDN является то, что используя данные сети по одному сетевому интерфейсу, можно передавать несколько видов трафика

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



(телефон, модем, факс) и каждому устройству предоставить свой городской номер.

Аналоговый телефон подключается к телефонной станции парой медных проводников. При этом по данной паре можно произвести всего один телефонный разговор. Также минусом аналоговой телефонии является то, что при разговоре могут быть слышны различные помехи, например, шум, посторонние голоса, помехи. В сетях ISDN звук проходит преобразование в цифровой сигнал и передается по выделенному цифровому каналу, обеспечивая тем самым качественную телефонную связь [6].

Существует два стандарта ISDN:

Первый стандарт - Базовый доступ (BasicRateInterface) – имеет 2 В-канала скоростью 64 кбит/с и 1 D-канал скоростью 16 кбит/с.

Второй стандарт - Первичный доступ (PrimaryRateInterface) – имеет 30 В-каналов скоростью 64 кбит/с и 2 D-канала так же скоростью 64 кбит/с.

Одной из причин появления компьютерной телефонии послужило требование сотрудников по обеспечению телефонной системы дополнительными сервисами, которыми существующая телефония на данный момент не обладала и возможность внедрения нового решения либо являлось не возможным, либо было трудно реализуемым и дорогим.

Технология передачи голоса через сети с коммутацией пакетов (VoIP) и следующие развитие данной технологии изменили принципы построения корпоративных телефонных систем.

Интеграция стандартной телефонии с компьютерной телефонией возможна и происходит следующим образом. Одним интерфейсом некоторая компьютерная программа подключена к телефонной станции и переводит телефонные сигналы в программный код, а другим интерфейсом передает голосовую информацию по IP-сетям передачи данных[22].

С появлением компьютерной телефонии появилось новое понятие IP PBX (PrivateBrancheXchange). IP PBX (УАТС) является учрежденческой телефонной станцией, работающей на базе протокола IP. В работе IP PBX использует клиент-серверную архитектуру, что предполагает наличие серверной и клиентской части. В роли серверной части используется IP PBX, а в роли клиента используется IP телефон (программный или аппаратный), средой передачи голоса является IP-сеть.

Корпоративная телефония на базе протокола IP обладает различными преимуществами, такими как функционал, улучшение взаимодействия сотрудников и упрощение обслуживания системы.

Благодаря использованию открытых протоколов и широкому распространению IP, возможно расширение услуг предоставляемых телефонией и интеграция с различными сервисами [12].

При использовании IP-телефонии возможно построение единой централизованной системы с возможностью использования подсистемы IP-телефонии в удаленных подразделениях, но с возможностью местного администрирования.

В отличие от традиционной телефонии системы IP-коммуникаций обладают открытостью и высокой возможностью интеграции, тем самым предоставляя дополнительные возможности построения систем для территориально распределенных подразделений, обладающие высокой отказоустойчивостью в местных и удаленных подразделениях.

Интерфейсы аналоговой и цифровой телефонии

Наиболее часто используется в IP-телефонии – шлюз. Он сопрягает традиционные телефонные сети с сетями коммутации пакетов (IP). С одной стороны этого шлюза будет IP сеть, а с другой аналоговый или цифровой интерфейс. Следующие протоколы используются в телефонии:

FXS(ForeignExchangeSubscriber) – аналоговый интерфейс, используемый телефонной станцией. К такому интерфейсу подключаются телефонные аппараты и факсы, а также другие устройства используемые абонентами [23].

FXO(ForeignExchangeOffice) – аналоговый интерфейс, используемый абонентскими устройствами для подключения к телефонной станции [23].

E1- цифровой интерфейс, используемый для создания магистральных линий и для подключения к учрежденческим АТС. Цифровой поток включает в себя 32 канала скорость 64 кбит/с, два из которых служебные. В следствии с помощью данного потока можно организовать 30 одновременных телефонных разговоров [23].

Средой передачи данных потока E1 могут служить медные пары или оптоволокно. Возможность передачи любой цифровой информации: аудио, видео, данные.

Аналоговые и цифровые АТС

Автоматическая телефонная станция (АТС) – устройство позволяющее автоматизировано организовать телефонную связь между несколькими абонентами. Наиболее популярными являются цифровые и аналоговые АТС. Такие станции имеют свои особенности и преимущества.

Аналоговые АТС преобразовывают речь в непрерывный или импульсный цифровой сигнал. Основные возможности данного оборудования представляют собой: внутреннюю связь, тональный и импульсный набор, удержание и перевод

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

звонка, повторный набор номера, прием и передача звонков. Из недостатков аналоговых АТС можно выделить, маленькое количество функций и малая конфигурация [1].

Цифровые АТС преобразовывают речь в потоки двоичных импульсов при помощи методов импульсно-кодовой модуляции. Они имеют значительно большее количество функций, чем аналоговые АТС. К цифровым станциям можно подключать и цифровые и аналоговые телефонные линии [2]. Стоимость цифровых АТС дороже аналоговых, но они отличаются гибкостью настройки и возможностью программирования. Емкость внутренних телефонных номеров в отличие от аналоговых АТС более 30.

### 2.3 Основные определения и технологии построения IP-телефонии

IP-телефония – это вид связи, позволяющий использовать сети Интернет или любые другие IP-сети для проведения, междугородных или других телефонных разговоров, а так же для приема-передачи факсов [5]. Для построения телефонной связи на базе протокола IP используется специальное оборудование называемые IP-шлюзами или маршрутизаторами. Любой шлюз должен быть подключен к абонентской линии АТС, а пользователями данной линии будут абоненты IP-телефонии.

Два абонента использующие IP-шлюзы и находящиеся на расстоянии в несколько тысяч километров, могут разговаривать по IP-телефонии в режиме реального времени, оплачивая счета только за время использования интернет трафика. С тем же успехом маршрутизатор IP-телефонии способен работать в локальной IP-сети организации. Общая схема работы телефонных шлюзов IP-телефонии основывается на следующих принципах: с одной стороны шлюз соединяется с аналоговыми или цифровыми телефонными линиями – и может связаться с городскими телефонными линиями. С другой стороны маршрутизатор подключается к IP-сети – и может соединиться с компьютерами из сети Интернет, а так же с локальными компьютерами организации. Маршрутизатор получает телефонный сигнал, обрабатывает его, сжимает, разбивает на пакеты и отправляет по назначению с помощью протокола IP. Для пакетов, поступающих из IP-сети и направленных в телефонную линию, операция совершается в обратном порядке. Две образующие процесса связи (поступление сигнала в телефонную сеть и его вывод из телефонной сети) совершаются почти мгновенно, что дает возможность обеспечить полноценный разговор.

На базе этих операций можно создать большое количество конфигураций. Для того чтобы совершить междугородный или международный звонок с использованием IP-телефонии, организация или оператор связи должны иметь

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

маршрутизатор (шлюз), а так же IP-телефон в тех местах, где планируется совершать звонки [6]. Стоимость такого рода связи, меньше стоимости телефонного звонка по простым телефонным линиям. В особенности разница в стоимости ощутима при международных переговорах.

IP-телефония основывается на двух основных операциях: преобразование (сжатие) речи внутри устройства, и упаковывание информации в IP-пакеты для передачи информации по IP-сетям. Совершает такие операции, как кодирование\декодирование информации программа или алгоритм называемое кодеком.

В классических телефонных линиях в период разговора, формируется канал, чем образуется фиксированная пропускная способность для передачи сигнала. IP-сеть в данном случае выступает в роли системы, выполняющей принцип коммутации и маршрутизации пакетов.

IP-телефония представляет собой область передачи данных, в которой важна высокая динамичность передачи сигнала, которая обеспечивается за счет современных методов кодирования и передачи информации. Для осуществления стабильной передачи данных по телефонной линии с использованием IP-сетей, введены особые протоколы передачи данных, к примеру, RTP. При передаче данных до 30 процентов пакетов могут быть потеряны или получены с запозданием [8]. Восстановить потерянные данные возможно с помощью специального приложения IP-телефонии, тем самым возместив нехватку пакетов. На восстановление данных влияет алгоритм кодирования речи. Как правило, для кодирования звуковой информации используют следующие кодеки: G.711, G.723.1, G.729, G.726, G.728.

Совокупность конечного оборудования, линий связи и узлов коммутации, выступает в роли сети IP-телефонии. Строится сеть IP-телефонии таким же образом, что и интернет сети. Но в отличие от обычных Интернет сетей, к IP-сетям которые используются в телефонии, предъявляют специальные требования по предоставлению качественной передачи речи. Для того чтобы уменьшить запоздание речевых пакетов применяют сокращение численности узлов коммутации, которые участвуют в соединении [22].

#### Связь через IP-сеть

Компьютер и компьютер – самый ранний и простой способ IP-телефонии. Для его реализации необходимы два компьютера со звуковыми картами, системами ввода-вывода звуковой информации (колонки, микрофон).

Компьютер и телефон. При этом абонентам необходимо иметь, с одной стороны, Компьютер со звуковой картой и системой ввода-вывода звука,

специальный IP-фон или телефонный IP-шлюз, а с другой обычный телефон, находящийся в любой точке планеты.

Телефон и телефон. При этом абоненту не нужно никакого специального оборудования только обычный телефон. Качество связи сопоставимо с качеством при обычном телефонном разговоре, т.к. компанией используются выделенные каналы связи

«WEB - телефон». Это звонок с Вэб-сайта. Услуга, которую предоставляют провайдеры IP-телефонии.

Протоколы, используемые в IP-телефонии

Лидером в сфере видеоконференций долгое время являлся стек протоколов H.323, но в последнее время лидирующие позиции занимает протокол SIP, который поддерживают крупные производители телекоммуникационного оборудования [16].

Для стандарта H.323 сети протокола IP не являются обязательными, так как данный стандарт поддерживает и другие сети передачи данных, но большинство решений основано на протоколе IP.

Протокол SIP (SessionInitiatProtocol) – является протоколом установки соединения и, так же как и H.323 является важным звеном в работе корпоративных телефонных систем. Протокол H.323 изначально разрабатывался для сетей отличных от IP, что снижает уровень оптимальности между данными протоколами. Большой опыт, накопленный при работе со стеком протоколов H.323 позволил выявить его слабые и сильные стороны, что, несомненно, было учтено при разработке SIP протокола.

SIP и H.323 относятся к технологии VoIP (VoiceoverIP). Существует тенденция все большего внедрения протокола SIP на замену H.323, так как последний протокол работает на уровне битовых полей (позволяет экономить трафик), что в условиях использования широкополосного Интернета, не является преимуществом [4].

SIP работает по сетевой модели OSI и является протоколом прикладного уровня. Использование протокола SIP позволяет кроме передачи голоса, настроить передачу видео, текстовых данных и факсов [4]. Для реализации передачи таких данных используется протокол SDP (SessionDescriptionProtocol) – протокол описания сессии, позволяющий определить, какие аудио, видео кодеки или другие данные использует удаленная сторона.

Передача данных осуществляется с помощью протокола RTP (Real-timeTransportProtocol), который является протоколом транспортировки данных в реальном времени. Протокол SIP в передаче данных не участвует, а используется

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

непосредственно для установления связи [16]. Понимается, что передача данных осуществляется не по протоколу SIP, а с помощью протокола SIP.

#### Качество звука IP телефонии

Одной из известной методики проверки качества систем телефонии на базе протокола IP является MOS (Mean Opinion Score). MOS представляет собой среднюю, численную оценку экспертов, а так же характеризует качество связи IP-телефонии. Идея MOS в том, что специальной группе людей предоставляется возможность использования системой телефонной связи и предлагается выставить оценку качеству связи в диапазоне от единицы до пяти, где единица представляет собой ужасное качество связи, а пять отличное качество связи [20].

Оценки данного исследования и представляют собой MOS. Кроме данного исследования существуют методы измерения качества речи телефонной системы на основе искажений (G.113), методы оценки качества вокодеров (PESQ и PSQM), данные методы рекомендуется организацией стандартизации электросвязи (ITU-T) [20].

Один из основных параметров, оказывающих влияние на качество телефонной связи, является используемый кодек. Все используемые кодеки в большей или меньшей степени сжимают голосовой трафик, тем самым во время сжатия, возможно искажения голоса, различимого на слух. В данном случае рассматривается влияние кодека на качество телефонной связи.

При телефонных разговорах ведённых на больших расстояниях, возможен эффект возникновения эха. Для решения проблем связанных с эхом, существует несколько алгоритмов, которые поддерживаются различными телефонными системами, например рекомендация ITU-T G.114.

Важным звеном качества IP-телефонии являются четыре параметра.

Полоса пропускания (Bandwidth). Определяет пропускную способность среды передачи данных, а именно ширину и длину канала. Чем шире и короче канал, тем быстрее передаются данные по данному каналу.

Задержка (Latency). Для обеспечения качественной связи, максимальный уровень задержки не должен превышать 250-300 мс (миллисекунд). Превышение данного порога, означает о том, что абоненты могут начать испытывать дискомфорт при общении, что не приемлемо для качественной телефонной системы. Задержка при передаче голоса определяется тем, насколько быстрым является канал передачи данных и тем насколько быстро обрабатывает информацию голосовой кодек [13].

Джиттер (jitter). В сети Ethernet используется технология коммутации пакетов, тем существует вероятность того, что пакеты могут быть получены клиентом в неправильном порядке, за счет высокой задержки или ограниченной

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

полосы пропускания. Для обеспечения качественной работы телефонной системы используется джиттер-буфер (Буферная память).

Задача джиттер-буфера состоит в том, чтобы накопить полученные пакеты и отсортировать их в правильном порядке, в соответствии с временной меткой, а далее передать пакеты декодеру [8].

Размер буфера рассчитывается во время работы устройства или настраивается вручную. Буфер не может быть слишком большим, потому, что большой размер буфера увеличит, задержку в сети. Но с другой стороны маленький размер буфера может повлечь за собой потерю пакетов в сети, тем самым снизив качество телефонного разговора.

Потеря пакетов (Packetloss). В сетях передачи данных с коммутацией пакетов, существует такое явление как потеря передаваемых пакетов. Потеря пакетов влияет на качество речи в телефонной системе, тем, что нужная информация не доходит до адресата. Существует рекомендация ITU-T, которая определяет, что потеря пакетов, превышающая более одного процента, ухудшает качество связи.

Для улучшения параметров загруженной сети используют QOS (QualityOf Service — качество обслуживания). Используют три модели, которые влияют на качество работы компьютерной сети [34]. В первой модели (наилучшей возможной) используется негарантированная доставка, которая позволяет снизить задержки в сети. Вторая модель (Интегральная) использует резервирование ресурсов используемой сети. А третья модель (Дифференциальная) использует распределение ресурсов между видами трафика, обеспечивая при этом минимальные задержки для трафика в котором используется аудио или видео данные.

#### Кодеки IP-телефонии

Аудиокодеком называется программа или алгоритм, который производит кодирование и декодирование голосовой информации, тем самым снижая требования к пропускной способности сети. Сравнительная таблица кодеков предоставлена в таблице 1.

Наиболее популярными кодеками в IP-телефонии являются, кодек G.711, который предоставляет наилучшее качество речи, но в большей степени загружает канал передачи данных. Требуемая пропускная способность данного кодека составляет, 64 кбит/сек [16].

А так же кодек G.729, который не требователен к ресурсам пропускной способности сети, так как производит максимальное сжатие данных, но достаточно требователен к процессорным ресурсам телефонной системы. Требуемая пропускная способность данного кодека составляет, 8 кбит/сек.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Так же стоит учитывать пропускную способность канала для передачи информации (ширину канала для одного голосового соединения), так как голосовые данные передаются вместе с интернет пакетами, а именно с заголовками и служебными, протокольными данными.

Таблица 1 – Сравнение аудиокодеков

Название кодека	Скорость передачи, кбит/с	Требуемая пропускная способность, кбит/с	MOS(Оценка качества)
G.711	64.0	87.2	4.10
G.726-32	32.0	55.2	3.85
G.726-24	24.0	47.2	3.85
G.728	16.0	31.5	3.61
G.729(8)	8.0	31.2	3.92
G.723.1-6.4	6.4	21.9	3.80
G.723.1-5.3	5.3	20.8	3.80

## 2.4 Концепция мультисервисных сетей

Мультисервисной сетью называется сеть, в которой возможна передача голоса, видео и данных. Основной целью для создания и развития таких сетей, являлось стремление к расширению функционала сетевого оборудования, а так же насыщение сетевых устройств, прикладными, мультимедиа программами [5].

Существует несколько аспектов мультисервисной сети.

Первый аспект относится к конвергенции сети, что представляет собой передачу различного вида информацию, такого как аудиоданные, видеоданные и обычных данных в рамках единой инфраструктуры в сети передачи данных с коммутацией пакетов.

Второй аспект состоит в том, что происходит конвергенция протоколов, которая определяет переход от различных сетевых протоколов к одному общему протоколу, например IP. В таком случае мультисервисные сети ориентируются на работу с единым протоколом и поддержку различных сервисов и видов трафика.

Третий аспект состоит в физической конвергенции сети, предъявляя требования к оборудованию используемого в сети. А также к пропускной способности сети и задержкам. Тем самым позволяет использовать модели качественного обслуживания QOS для различного вида трафика.



Выше перечисленные аспекты способны удовлетворить требования, как локальных вычислительных сетей, так и региональных, а так же позволяют интегрировать дополнительные приложения в рамках единого программных средств [2]. Например, использование Web-браузера для работы с единой страницей отображающей мультимедиа данные, такие как аудио, видео, графики и диаграммы.

## 2.5 Особенности и поддерживаемые функции выбранного решения на базе оборудования компании CiscoSystems

Достоинства оборудования компании CiscoSystems:

- Возможность передачи голосового трафика через IP. Использование следующих транспортных сред (Ethernet, FrameRelay, TokenRing, ATM)

- Наличие решений для настройки взаимодействия IP телефонии с уже имеющейся классической телефонной линией

- Единая линейка маршрутизаторов, коммутаторов, IP телефонов и другого различного оборудования Cisco, что позволяет построить единую телекоммуникационную сеть.

- Поддержка распространенных на данный момент протоколов для работы с IP телефонией SIP, H.323, MGCP

- Поддержка различных протоколов кодирования и декодирования голосовых сообщений

- Возможность построения географически распределенной телефонной линии

- Возможность масштабирования и расширения функционала системы

- Возможность интеграции телефонных сервисов с внешними приложениями

### Маршрутизаторы CiscoSystems

Маршрутизаторы Cisco являются аппаратно-программными решениями, которые осуществляют подключение компьютеров к интернету, обеспечивают безопасные коммуникации сотрудников фирмы и предоставляют возможности использования дополнительных сетевых сервисов [7]. Данные решения позволяют осуществить как внедрение новых сетевых сервисов, так и модернизацию существующих. Маршрутизаторы Cisco серии 2900 с интегрированными сетевыми сервисами, сочетают в себе функции маршрутизации, безопасности и высокого уровня доступности.

Так же предоставляют возможности подключения местных и удаленных сотрудников к общим ресурсам компании, посредством поддержки сетей VPN.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Серия маршрутизаторов Cisco 2900 предоставляет возможность по пакетной обработке и передаче голосовых данных. Что позволяет обеспечить потребность конечных потребителей (коммерческие и государственные организации) в телефонии, а так же упростить управление и эксплуатацию единой сетью, так как функции по обработке и передаче голосовых данных, интегрированы в маршрутизаторы доступа [15].

Маршрутизаторы CiscoSystems 2921 позволяют сократить затраты для построения сетевых решений включающих в себя голосовые и видео данные внутри единой сети предприятия, что выгодно выделяет маршрутизаторы CiscoSystems от оборудования других производителей. Помимо решений, которые предлагает данный маршрутизатор и его архитектура, существует возможность обновления программного обеспечения данного устройства, тем самым открывая новые возможности и технологии [15]. Изображение маршрутизатора представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 Маршрутизатор Cisco 2921

Маршрутизаторы CiscoSystems серии 2900 обеспечивают высокий уровень производительности и высокий показатель безотказной работы. Характеризуются высоким уровнем безопасности и качественной работой IP-телефонии и других сетевых сервисов. Модульная архитектура данной платформы позволяет наращивать и модифицировать возможности маршрутизаторов в соответствии с развитием организации. Данные маршрутизаторы работают на высокоскоростных подключениях.

#### Коммутаторы CiscoSystems

Серия коммутаторов CiscoCatalyst 2960 - ведущая серия коммутаторов второго уровня с поддержкой сетевой технологии IEEE 802.1Q (VLAN) , а так же поддержкой технологии PoweroverEthernet (PoE), что позволяет подавать электропитание на IP-устройства через Ethernet посредством витой пары. Они поддерживают передачу данных со скоростью 100 Мб/с и 1 Гб/с и допускают использование LAN сервисов для организаций среднего и крупного уровня.

Серия CiscoCatalyst 2960 обеспечивает высокую безопасность данных, поддержку QoS (качество обслуживания) и высокий уровень устойчивости системы.

Управление коммутаторами происходит через консольный порт или Telnet посредством интерфейса командой строки (CLI) или через Cisco SDM посредством WEB-браузера.

Данная серия допускают подключение 24 или 48 компьютеров, в зависимости от конкретной модели (Catalyst 2960-24, Catalyst 2960-48).

Коммутатор способен автоматически определять скорость на портах, тем самым позволяя оптимизировать частоту полосы пропускания. Изображение коммутатора представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 Коммутатор серии Catalyst 2960-24

### Телефонные аппараты CiscoSystems

Компанией Cisco выпускается большой ряд IP-телефонов, начиная с базовых моделей подходящих для большинства сотрудников и заканчивая моделями для приема большого количества звонков, так же выпускаются телефоны для руководящих должностей с поддержкой большого количества телефонных линий, большого количества кнопок быстрого вызова, а так же оснащены большим дисплеем [20]. IP телефоны Cisco 6921 включают себя функции классических цифровых телефонов, а так же современные функции, расширяющие возможности телефонной связи.

IP-телефоны интегрируются в локальную сеть и управляются с помощью таких систем как CiscoCallManager или CiscoCallManagerExpress. Так же поддерживается интеграция с системами других производителей по таким протоколам как SIP, H.323 SCCP [20]. В связке Cisco телефон и CiscoCallManager используется собственный протокол SCCP (SkinnyClientControlProtocol). Изображение телефонного аппарата представлено на рисунке 4.

### Основные функции IP-телефонов:

- возможность получения сообщения голосовой почты;
- возможность просмотра истории вызовов (входящие, исходящие, пропущенные вызовы);
- ускоренный набор;
- функция повторного набор номера;



Рисунок 4 IP Телефон Cisco 6921

- поддержка индивидуальных настроек телефона, т.к. мелодия звонка и контрастность ЖК-дисплея;
- поддержка нескольких телефонных линий;
- принятие двух звонков одновременно на одну линию;
- постановка звонка на ожидание;
- возможность создания телефонных конференций.
- Сетевые функции:
  - поддержка кодеков G.711 и G.729a;
  - протоколы DHCP, DNS;
  - протокол CDP (CiscoDiscoveryProtocol - обнаруживает устройства Cisco в сети);
  - возможность конфигурации телефона с помощью TFTP сервера.
- Модуль PVDM

Модуль PVDM (PacketVoiceDigitalModule) представляет собой устройство, включающее в себя DSP процессоры (DigitalSignalingProcessor). Данный модуль предназначен для обработки голосовых данных. Главной задачей модуля является преобразование голоса в информацию пригодную для передачи по сетям IP [31].

Модуль PVDM способен преобразовывать один голосовой кодек в другой (например, преобразование G.711 в G.729) и собирать голосовые потоки данных в один для обеспечения конференцсвязи.

Процедура обработки голоса проходит в реальном времени, тем самым процессор самого маршрутизатора может не справиться с данной работой, так как выполняет другие задачи, для этого и требуется установка PVDM модуля.

Чем больше DSP процессоров установлено в PVDM, тем больше производительность последнего, например модуль PVDM2-32 (на 32 канала) включает в себя два DSP процессора [31].

Модуль PVDM устанавливается в специальный разъем материнской платы в маршрутизаторе. Изображение маршрутизатора представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 Модуль PVDM

### Cisco Call Manager Express

Существует возможность использования ССМЕ совместно с уже существующими телефонными системы, в том числе цифровые и аналоговые АТС, а также возможно подключение аналоговых телефонных аппаратов.

Основной схемой при построении телефонной системы является установка маршрутизатора CiscoSystems, коммутатора CiscoSystems и IP-телефонных аппаратов CiscoSystems.

Кроме основных функций телефонии ССМЕ позволяет интегрироваться с программами и приложениями, которые уже используются на предприятии при помощи XML сервисов [29].

### Характерные черты CiscoCallManagerExpress

Сервис ССМЕ функционально доступен на маршрутизаторах Cisco с интегрированными сервисами серии Cisco 2600, Cisco 2900, Cisco 3600, Cisco 3900 и на коммутаторах серии CiscoCatalyst 4500 (с установленным голосовым модулем AGM) [29].

Обработкой телефонных звонков занимается маршрутизатор, который с помощью коммутатора подключается к IP-телефонам, посредством витой пары. Управлением и настройкой телефонных аппаратов так же занимается маршрутизатор. CiscoCallManagerExpress не требует дополнительных хранилищ или баз данных, так как все данные хранятся на маршрутизаторе.

CiscoIOS представляет собой операционную систему установленную на устройстве Cisco, и позволяет применять различное количество полезных функций и технологий. Данные функции важны при построении эффективной и качественной сети передачи голосовых данных [7].

К таким функциям относятся: возможности выставления приоритета при различных видах трафика (QOS); возможности безопасной передачи данных в сети; возможности создания виртуальных частных сетей (VPN) и другие функции. Возможности использования встроенной телефонной системы, работающие на основе протоколов SIP, H323, MGCP и SCCP [6].

Существует возможность перехода от более простой телефонной системы Cisco (ССМЕ) к более массивной и функциональной (ССМ), в данном случае

CCME переходит в режим резервного сервиса. Тем самым обеспечивая отказоустойчивость телефонной системы, при отказе главной системы CiscoCallManager (CCM). Данная служба отказоустойчивости имеет название SRST (CiscoUnifiedSurvivableSiteTelephony) и в большинстве случаев используется для обеспечения отдаленных офисов [29].

Так же для обеспечения отказоустойчивости существует протокол резервирования шлюза HSRP (HotStandbyRouterProtocol) и протокол устранения петель топологии сети STP (SpanningTreeProtocol), которые оказывают достаточно большое влияние при построении отказоустойчивой системы корпоративной телефонной связи на базе протокола IP [24].

#### Автоматизация процессов установки и настройки IP-телефонов

Ярким примером интеграции IP-телефонов с сетью организации является тот факт, что в телефоны компании CiscoSystems встроен мини-коммутатор на два порта. Через первый порт телефон соединяется с серверным коммутатором, получая при этом необходимые настройки и электропитание [20]. Вторым портом подключается к компьютеру пользователя, предоставляя при этом компьютеру необходимые настройки и выход в Интернет.

Для инициализации телефона и компьютера используется проприетарный протокол второго уровня CDP (CiscoDiscoveryProtocol) [31]. С помощью данного протокола коммутатор распознает, подключен ли в данный порт телефон или персональный компьютер (ПК). В данном случае используется разделение трафика с помощью технологии виртуальных локальных сетей (VLAN). Таким образом, телефонные аппараты имеют собственную сетевую адресацию, а персональные компьютеры так имеют свою адресацию.

Взаимодействие телефонных аппаратов и коммутатора посредством CDP примечательно тем, что с помощью данного протокола возможна автоматическая настройка и прошивка телефонного устройства, а так же свободное перемещение пользователя между кабинетами, без требования повторной настройки телефона.

Коммутаторы Cisco обрабатывают и предоставляют терминальным устройствам данные о механизмах качества обслуживания (QoS) для более качественного распределения трафика в сети [10].

Телефоны Cisco поддерживают технологию получения питания по Ethernet называемую PoweroverEthernet (PoE), так данную технологию поддерживает ряд коммутаторов Cisco. Что, несомненно, является большим преимуществом, при построении сети [33].

#### Обеспечение безопасности телефонных разговоров

Технология виртуальных локальных сетей позволяет на уровне сети распределить трафик между устройствами и тем самым обеспечить некоторую

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

надежность и безопасность. Так же списки доступа (ACL) предоставляют возможность получения доступа только авторизованных устройств посредством физического адреса устройства (MAC адрес).

Компания Cisco одна из первых предложила разделение физической сети передачи данных на виртуальные сети для передачи голоса и данных, тем самым, повысив производительность сети и устойчивость к угрозам.

Например, при поражении сети вирусом, будут заражены только те устройства, которые находятся в одной виртуальной локальной сети – VLAN [35]. Технологии VLAN и ACL доступны на всех современных маршрутизаторах и коммутаторах Cisco, а так же на межсетевых экранах.

Единая платформа для обработки голосовых и сетевых данных

Являясь единой системой маршрутизации, CiscoISR предназначены для построения телефонной системы на основе приложения CiscoCallManagerExpress с поддержкой до 450 пользователей в зависимости от характеристик и модели маршрутизатора [14].

Функция коммуникационного сервера Cisco Call Manager Express. Коммуникационный сервер – это устройство, которое управляет установлением соединений между IP-телефонами внутри офиса и с внешними абонентами. Телефонный аппарат после включения регистрируется на коммуникационном сервере, получает принадлежащий ему номер и другие индивидуальные настройки. После этого телефон может осуществлять звонок. Установление вызова при этом происходит через коммуникационный сервер.

Удаленные офисы организации так же могут подключаться к системе телефонной связи Учреждения, в данном случае преимущество единой компьютерной сети IP-телефонии очевидны. Компания один из немногих предоставляет единые решения для построения сети с возможность передачи данных, голоса, видео, коммутации данных и предоставления безопасного доступа в Интернет.

Сервисная интеграция различных протоколов в одном устройстве гарантирует целостность и безопасность, как центрального офиса, так и удаленного [14].

При отсутствии системного подхода в построении телефонной системы, Учреждению потребуется приобретение различного, дополнительного оборудования, потребуется достаточно большое количество времени для сложной установки и настройки традиционной телефонной системы, без возможности обновления и роста системы.

Возможности маршрутизаторов Cisco ISR

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

- интегрированное программное обеспечение для построения телефонной системы CiscoCallManagerExpress;
- интегрированный сервисный модуль для записи голосовой почты CiscoUnityExpress;
- наличие слота для установки цифрового сигнального процессора, позволяющего кодировать и декодировать голосовую информацию;
- наличие интегрированных WAN интерфейсов для подключения к глобальной сети Интернет;
- возможность интеграции FXO и PRI модулей для подключения к традиционным телефонным станциям;
- возможность интеграции коммутационных модулей с поддержкой PoE, для коммутации и подключения точек доступа или IP-телефонов;
- наличие средств, для обеспечения качественного обслуживания (QualityofService - QoS).

Преимущества построения телефонной системы на маршрутизаторах с интегрированными сервисами Cisco:

Решение построения телефонной системы на маршрутизаторах Cisco с интегрированными сервисами ISR (IntegratedServicesRouters) представляет собой интеллектуальную сеть, которая автоматически определяет какое устройство подключено к системе, и какие произвести действия с данным устройством. Это означает, что конечные терминальные устройства автоматически получают доступ к нужным ресурсам в зависимости от политики Учреждения, и требований пользователя.

Конечные устройства автоматически обнаруживают требуемые им ресурсы, например IP-телефон компании CiscoSystems, подключенный к маршрутизатору CiscoISR, посредством коммутатора CiscoCatalyst, получит необходимое электропитание, настройки и механизмы качества обслуживания.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



### 3 ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА

#### 3.1 Установка и настройка оборудования отказоустойчивой системы корпоративной телефонной связи на базе протокола IP

При исследовании сети «НГ-Сервис» было принято закупить и установить устройства компании CiscoSystems.

Список, требуемого для построения отказоустойчивой системы корпоративной телефонной связи приобретённого оборудования и программного обеспечения (ПО), приведён в таблице 2.

Таблица 2 - Необходимое оборудование и ПО CiscoSystems

PartNumber	Наименование оборудования	Ко л-во
WS-C2960-24PC-L	Коммутатор Cisco Catalyst 2960-24PC-L Ethernet 10/100 PoE ports 370W	1 шт.
C2921-CME-SRST/K9	Маршрутизатор Cisco 2921 Voice Bundle w/PVDM3-32, FL-CME-SRST-25, UC Lic,FL-CUBE10	1 шт.
CP-6921-W-K9	IP телефон Cisco 6921, 2 линии SIP\SCCP, 2 x FE (FastEthernet)	40 шт.
FL-CME-SRST-25	Лицензия на маршрутизатор Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	4 шт.
PVDM3-32= -W9	Модуль PVDM3-32	2 шт.

Для передачи и обработки голосовых данных необходимо использовать систему управления звонками CiscoCallManagerExpress (CCME). В роли CCME будут использоваться два маршрутизатора Cisco 2921 VoiceBundle в режиме отказоустойчивости (HSRP). Данные маршрутизаторы будут установлены в главном офисе Учреждения. Номерной план телефонии ГК «НГ-Сервис» будет содержаться в двух маршрутизаторах Cisco 2921. Связь с традиционной телефонией будет поддерживаться через Провайдера Интернет-телефонии посредством магистрального канала (Trunkport). Телефонные аппараты Cisco

будут установлены на рабочих местах посредством витой пары в разрыв между коммутатором и персональным компьютером, что позволяет нам технология питания устройств по витой паре PoE (PowerOverEthernet) реализованная в коммутаторах Cisco и мини-коммутатор встроенный в телефон.

На первом маршрутизаторе Cisco 2921 настраиваем протокол динамической выдачи сетевых адресов (DHCP), а так же настраиваем виртуальные локальные сети (VLAN). Таким образом, при включении оборудования, маршрутизатор Cisco опознает телефон Cisco при помощи протокола CDP и присвоит ему голосовой VLAN (Voice-VLAN), соответственно компьютеру присвоиться VLAN настроенные для компьютерной сети (PC-VLAN). Данные сети имеют разную адресацию и настройки, тем самым позволяют логически разделить устройства в сети. Данные VLAN настраиваются на каждом маршрутизаторе и коммутаторе в режимах Trunk и Access в зависимости от требований.

Маршрутизатор подключается к коммутатору 2-го уровня Cisco 2960 в целях обеспечения функционирования IP-телефонов и компьютеров. Компьютеры Учреждения объединяются в локальную сеть посредством двух коммутаторов второго уровня WS-C2960-48TT-S. В целях создания отказоустойчивой системы, устанавливаем третий коммутатор и создаем между данными коммутаторами избыточные связи для функционирования протокола STP (SpanningTreeProtocol), который отслеживает и устраняет сетевые петли, а так же позволяет восстановить работоспособность сети. При нарушении одного из каналов связи между коммутаторами, протокол STP перестраивает путь до маршрутизатора.

После настройки VLAN, DHCP, установки дополнительного коммутатора и телефонов на рабочие места, требуется настройки внутренней телефонии. Первым этапом является установка купленных лицензий на маршрутизатор, для включения голосовых функций. После установки лицензий заходим в телефонный сервис командой маршрутизатора Cisco -telephony-service. Указываем количество телефонных линий используемых в сети, так как телефонных аппаратов 40 штук, указываем следующие параметры, «max-ephones 40», «max-dn 40». Так же указываем «ipsource-address» который задаёт IP-адрес, интерфейс и порт, на котором будут слушаться запросы от SCCP-телефонов. Далее требуется настройка каждого Ephone и Dn. В свойствах ephone указываем внутренний номер каждого абонента, «ephone-dn 1», number 101». Для каждого «dn» указываем физический адрес (MAC) телефонного аппарата, «ephone 1, mac-address 0800.2770.9F0C». Указываем кодеки, которые будем использовать командами «codexpreference 1 g711alaw, codexpreference 2 g711ulaw, codexpreference 3 g729br8».

После указания настроек для каждого телефона, местная корпоративная система телефонной связи будет запущена.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Второй маршрутизатор Cisco 2921 настраивается таким же образом, как и первый, имеет такие же настройки DHCP и VLAN, но свой сетевой адрес на каждом VLAN (Gateway – шлюз по умолчанию). Маршрутизатор подключается к глобальной сети Интернет посредством второго выделенного канала связи, через местного Интернет-провайдера «Ростелеком» и совместно с первым маршрутизатором имеет настройки сетевой трансляции адресов (NAT), для обеспечения выхода в сеть Интернет, местных компьютеров.

Для обеспечения отказоустойчивости, при выходе из строя одного маршрутизатора используется протокол HSRP (HotStandbyRouterProtocol). Таким образом, на каждом маршрутизаторе производится настройка каждого VLAN и создается общий сетевой адрес (StandbyIP), который будет являться шлюзом по умолчанию для каждого VLAN. Тот маршрутизатор, у которого выставлен больший приоритет, StandbyPriority, является основным маршрутизатором (Active) и выполняет все сетевые функции, а второй маршрутизатор (Standby) находится в режиме ожидания, и выполняет только функции отслеживания доступности активного маршрутизатора. При потере связи с активным маршрутизатором, например, при выходе из строя, резервный маршрутизатор принимает на себя роль активного и продолжает поддерживать работоспособность сети.

Для проверки работоспособности запускаем команду ping на персональном компьютере и проверяем доступность одного из местного или внешнего сетевого адреса, после проверки доступности, отключаем активный маршрутизатор и наблюдаем за тем, что по прошествии не большого количества времени резервный маршрутизатор принимает на себя роль активного и сеть совместно с IP-телефонией продолжает работать.

Связь с городской телефонной сетью осуществляется через провайдера Интернет-телефонии «Ростелеком», по протоколу SIP (Trunk). Данный канал связи не требует подключения дополнительных аналоговых и цифровых линий, а работает по существующему каналу связи Интернет.

Городские номера получаем посредством SIP-транка через сети интернет, диапазон составляет сорок телефонных номеров и начинается с номера 211-68-01, а заканчивается номером 211-68-40. Провайдер предоставляет тридцать каналов связи, что означает, о том, что одновременное количество телефонных разговоров ограничено числом тридцать.

Основными параметрами, которые используются, в CiscoCallManagerExpress для работы IP-телефонии являются:

– telephony-service – режим конфигурации телефонных сервисов

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

1. max-ephones – указывает на максимальное количество телефонных аппаратов
2. max-dn (directorynumber) – указывает на максимальное количество телефонных номеров
3. ipsource-address – параметр, определяющий IP адрес и интерфейс на котором маршрутизатор ожидает подключение телефонных аппаратов
  - Ephone-dn – определяет телефонный номер, который может быть привязан к телефонному аппарату с помощью клавиш (button)
4. Single-lineephone-dn – использование одного вызова в один промежуток времени
5. Dual-lineephone-dn – использование двух вызовов в один промежуток времени
  - Ephone – указывает на физический адрес (MAC) телефонного аппарата, требуемый для регистрации аппарата и привязывает его к нужному Ephone-dn с помощью команды button.

– Sip-ua – режим подключения внешних телефонных линий по SIP

Построенная корпоративная мультисервисная сеть ГК «НГ-Сервис» представлена на рисунке 6.

Настройка маршрутизатора на работу с программными и аппаратными телефонами по протоколу SIP

Голосовой сервис CiscoCallManagerExpress изначально настроен на работу по протоколу SCCP, разработанный и поддерживаемый компанией Cisco. Так как большинство программных и аппаратных телефонов работают со свободным протоколом SIP, произведем настройку маршрутизатора Cискона работу с данным свободным протоколом и протестируем рабочее место с установленным программным телефоном.

Для настройки протокола SIP в CCME используется команда «voiceregisterglobal», в параметрах команды указываем количество телефонных аппаратов и телефонных номер командами «max-dn» и «max-pool» и также как и при работе с протоколом SCCP указываем адрес, на котором маршрутизатор будет ожидать подключение абонентов по протоколу SIP.

Создаем для телефона внутренний телефонный номер 341, указываем в настройках кодеки используемые телефоном и связываем его со специально созданной телефонной линией. Для регистрации телефона на маршрутизаторе в отличие протокола SCCP, протокол SIP использует аутентификацию по логину-паролю, в то время как протокол SCCP регистрирует телефонные аппараты по физическому (MAC) адресу. Для этого командой «voiceregisterpool 1» производим настройки и создаем логин user1 и пароль к нему.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

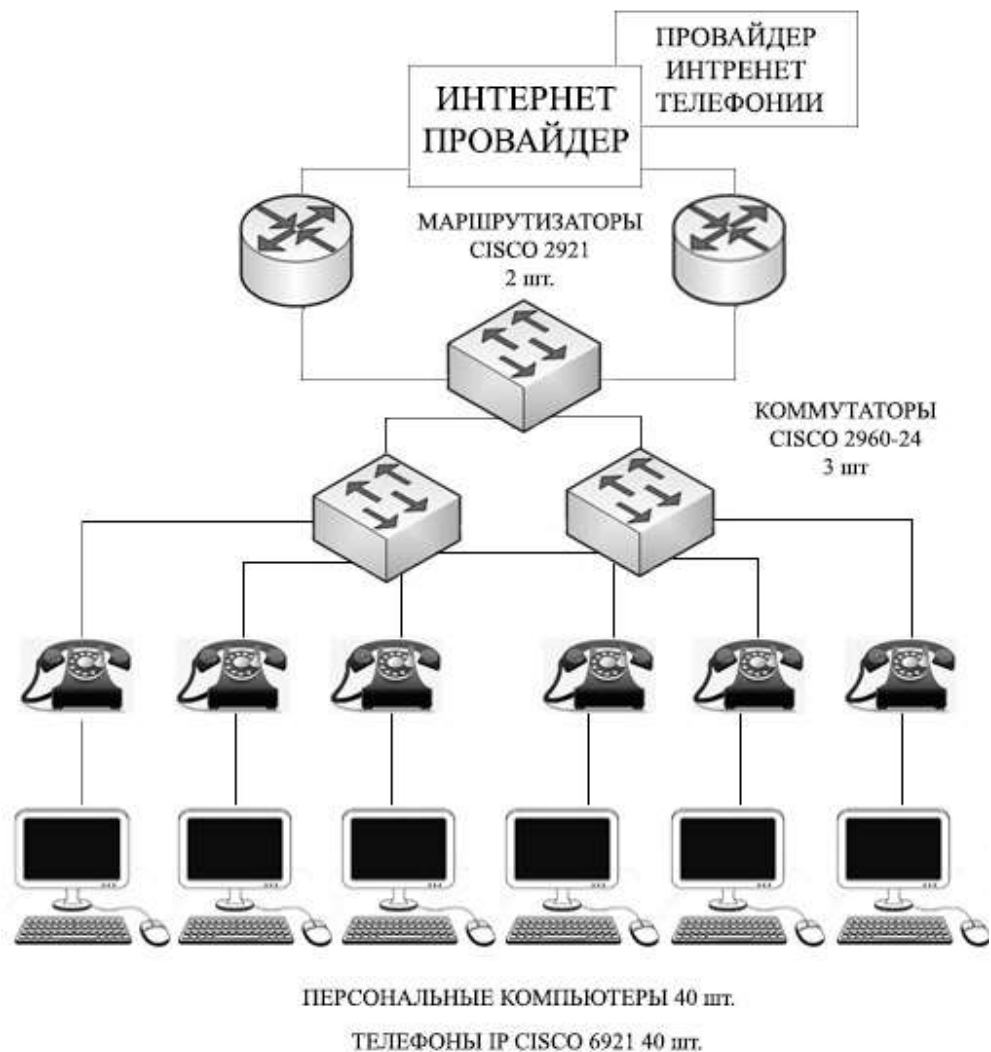


Рисунок 6 - Мультисервисная сеть ГК «НГ-Сервис»

Для проверки работы протокола SIP используем программный телефон 3CXPhone (softwaretelephone). Программный телефон представляет собой решение, позволяющее использовать корпоративную систему телефонной связи, силами компьютера и гарнитуры (наушники с микрофоном).

Устанавливаем программу на персональном компьютере, прописываем в настройках сетевой адрес маршрутизатора, аутентификационные данные, и проверяем работоспособность. Изображение программного телефона представлено на рисунке 7.



Рисунок 7 Программный телефон 3CXPhone

### 3.2 Разработка телефонного плана нумерации Учреждения

В системах корпоративной телефонной связи не зависимо от размеров организации для взаимодействия и координации сотрудников организации кроме предоставления вызова в город или межгород, интегрируется специальная внутренняя связь. Внутренняя телефонная связь работает непосредственно с помощью комплекса телефонной связи установленного в организации и не требует подключению к провайдеру Интернет-телефонии для совершения звонка. Звонок совершается, например силами маршрутизатора Cisco с установленной службой CiscoCallManagerExpress.

Для построения внутренней телефонной связи используется номерной план организации, в котором у каждого телефонного аппарата Cisco имеется свой внутренний номер, например 301, данный номер существует отдельно от городского телефонного номера предоставляемого провайдером телефонии и настраивается техническим специалистом данной организации.

Краткий список соотношений городского и внутреннего номера предоставленного сотруднику указан в таблице 3.

По данной технологии создается весь номерной план ГК «НГ-Сервис». В номерном плане, на маршрутизаторе заведено 40 телефонных аппаратов, данным образом CiscoCallManagerExpress обеспечиваем каждого сотрудника городским и внутренним телефонным номером.

Таблица 3- Соотношение телефонных номеров

ФИО Абонента	Внутренний номер	Городской номер
Смирнов С.А.	301	211-68-01
Иванова И.В.	302	211-68-02
Кузнецова Л.П.	303	211-68-03

Попов В.А.	304	211-68-04
Николаев А.А.	305	211-68-05
Петрова Ю.В.	306	211-68-06
Соколов А.Г.	307	211-68-07
Андреев А.С.	308	211-68-08
Морозова Е.А.	309	211-68-09
Лебедев В.В.	310	211-68-10

Имея два телефона с внутренними номерами 301 и 302, сотрудники могут без проблем позвонить друг, другу набрав нужный внутренний номер и начать разговор, пример данной схемы приведен на рисунке 8.

### 3.3 Настройка маршрутизации телефонных звонков

Для направления вызовов на оборудовании Cisco используются Dial-peer, которые называют диалпирами.

Диалпиры делятся на VoIP (регламентирующие обработку вызовов в IP-сетях) и POTS (для работы с сетями традиционной телефонией).

Тип диалпира указывается при его создании:

```
(config)#dial-peer voice {номер диалпира} {тип диалпира}
```

Для каждого вызова всегда существует входящий диалпир.

Для вызова может существовать исходящий диалпир.

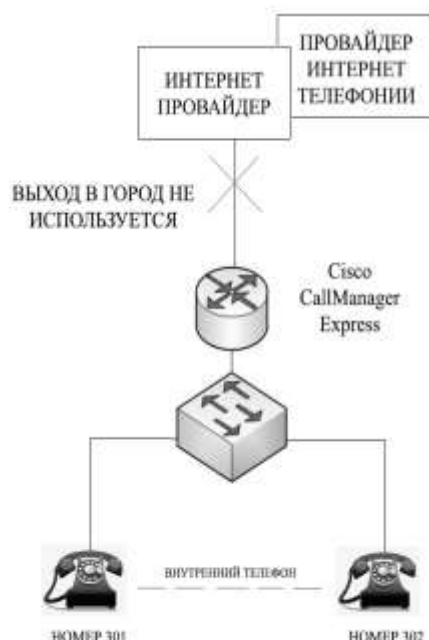


Рисунок 8 Схема внутренней телефонии

Критерий выбора исходящего диалпира: наиболее точное совпадение параметра Destination-pattern с набранным номером.

В Destination-pattern номерной план можно указывать как в явном виде (диалпир #3 в примере ниже), так и в виде регулярных выражений.

Примеры записи простейших регулярных выражений:

1. «.» — одна любая цифра
2. «45678.» — шестизначный номер, у которого первые пять цифр заданы явно, а последняя, одна любая
3. «Т» — любое количество любых цифр

Примеры диалпиров:

1) dial-peer voice 1 voip

destination-pattern 2Т «Номер любой длины, начинающийся с 3»

session-target ipv4:10.1.1.1

2) dial-peer voice 2 voip

destination-pattern 222... «шестизначный номер, начинающийся с 222»

session-target ipv4:10.2.2.2

3) dial-peer voice 3 voip

destination-pattern 222333 «Номер 222333»

session-target ipv4:10.3.3.3

4) dial-peervoice 4 voip

destination-pattern 222[4-8]44 -= шестизначный номер, начинающийся с «222», далее цифра от 4 до 8, и ещё «44»

session-target ipv4:10.4.4.4

Критерии выбора входящего диалпира в порядке применения:

1. Наиболее точное совпадение параметра диалпира «incoming called-number» с DNIS (Dialed Number Identification Service) — кому хзвонят.
2. Наиболее точное совпадение параметра диалпира «answer-address» с ANI (Automatic number identification) — кто звонит.
3. Наиболее точное совпадение параметра диалпира «destination-pattern» с ANI.

Полная конфигурация маршрутизатора приведена в приложении «А».

Вывод

Компания CiscoSystems предлагает преимущественные решения для построения мультисервисной сети, данные преимущества, оценены и использованы в решении поставленной задачи. В итоге Учреждение получает качественное, функциональное и комплексное решение IP-телефонии. В данном случае телефония является частью сетевой инфраструктуры и предоставляет удобное администрирование и безопасное использование системы.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



В отделе продаж «НГ - Сервис» построена IP сеть. Построена сеть с помощью двух маршрутизаторов Cisco 2921 Series Integrated Services Routers и трех коммутаторов Cisco Systems серии Catalyst 2960. Использование данного оборудования позволяет организовать передачу голоса и интернет трафика по протоколу IP.

Система IP-телефонии является актуальным и выгодным решением для построения корпоративной системы телефонной связи, в связи с тем позволяет экономить на междугородных и международных звонках.

Так как данный вид телефонии использует существующие компьютерные сети, уже используемые в организации, то данный вид связи не предполагает обязательные работы по дополнительной коммутации новых телефонных линий.

Смета затрат на оборудование показана в таблица 4.

Таблица 4 – Смета на оборудование

Наименование	Кол-во	Стоимость за единицу	Цена, руб
Маршрутизатор Cisco 2921	1	129 518	153 420
Модуль PVDM3-32	2	48 256	96512
Лицензия Cisco L-SL-29-UC-K9	2	28 540	57080
Cisco Catalyst WS-C2960-24PC-L	1	75 279	75 279
Лицензия FL-CME-SRST-25	4	23 373	93492
IP телефон Cisco 6921	40	8159	326360
Итого:			726864

Экономическая эффективность составляет 43454 рублей 68 копеек.

Рентабельность, составляет 24 процента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были рассмотрены возможные варианты решения задачи по обеспечению Учреждения корпоративной системой телефонной связи. Преимущественным вариантом была выбрана система, работающая по сетевому IP протоколу.

В теоретической части работы рассмотрены технологии и определения, используемые при построении телефонных систем на основе компьютерных сетей, произведено сравнение с традиционными телефонными сетями.

Произведен организационный и технический анализ Учреждения в целях определения требований к системе телефонной связи.

Составлено задание на построение корпоративной системы телефонной связи на базе протокола IP, в котором определены функциональные и технические требования к системе.

В аналитической части работы рассмотрены комплексы телефонных систем, предлагаемых информационными компаниями, обладающих достаточным функционалом для решения задач Учреждения.

Технологический раздел работы представляет собой описание и особенности выбранного оборудования, показывает его лучшие качества и поддерживаемые функции. Составлен список требуемого для закупки оборудования и лицензий на программное обеспечение, произведена установка и настройка закупленного оборудования. Организована отказоустойчивая компьютерная и телефонная сеть. Описан порядок подключения персональных компьютеров, телефонных аппаратов и активного оборудования к одной локально-вычислительной сети. Составлен внутренний номерной план организации и произведена проверка внутренней телефонной связи. Выбранный провайдер предоставляет диапазон городских телефонных номеров, позволяющий совершать городские, междугородные и международные телефонные звонки.

Построенная система отвечает требованиям, предъявляемым к корпоративной системе телефонной связи, и предоставляет качественное решение, позволяющее решать повседневные задачи Учреждения.

Перспективы последующего развития работы заключаются в росте и расширении системы по требованиям, предъявляемым Учреждением.

Таким образом, цели достигнуты, задачи решены.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Абилов, А.В. Сети связи и системы коммутации: учебное пособие для вузов / А.В Абилов. – М.: Радио и связь, 2004. – 288 с.

2 Бройдо, В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник для вузов / В.Л. Бройдо, О.П. Ильина.– 4-е изд. - СПб.: Питер, 2011. – 560 с.

3 Гольдштейн, Б.С. IP-Телефония/ Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.

4 Гольдштейн, Б.С. Протокол SIP: справочник / Б.С. Гольдштейн, А.А. Зарубин, В.В. Саморезов.– М.: 2005. – 390 с.

5 Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. – М.: Телеком, 2013. – 396 с.

6 Основы передачи голосовых данных по сетям IP / Д. Дэвидсон, М. Бхатия, С. Калидинди, С. Мукхержи. – М.: Вильямс, 2007. – 400 с.

7 Ермаков, А.Е. Основы конфигурирования корпоративных сетей Cisco / А.Е. Ермаков. – М.: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» , 2013. – 247 с.

8 Камер, Д. Э. Сети TCP/IP. Принципы, протоколы и структура: том 1 / Д. Э. Камер.– М.: Вильямс, 2003. – 851 с.

9 Карнаух, Н.Н. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Н.Н. Карнаух.– М.: Юрайт, 2013. – 380 с.

10 Коммутаторы Cisco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/products/switches/index.html>. – Свободный. – (Дата обращения: 27.04.2018).

11 Коробко, В.И. Охрана труда: учебное пособие для студентов вузов / В.И. Коробко, – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 239 с.

12 Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: учебник для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов, В.И. Иванов, В.А. Бурдин, А.В. Крыжановский. – 2-е изд. – М.: Телеком, 2008. – 424 с.

13 Мак-Квери, С. Передача голосовых данных по сетям CiscoFrameRelay, АТМ и IP / С. Мак-Квери, К. Мак-Грю, С. Фой. – М.: Вильямс, 2002. – 512 с.

14 Маршрутизаторы с интегрированными сервисами, CiscoISR [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.cisco.com/web/RU/products/integrated\\_services\\_routers.html](http://www.cisco.com/web/RU/products/integrated_services_routers.html). – Свободный. – (Дата обращения: 16.05.2018).

15 Маршрутизаторы Cisco, CiscoSystemsInc, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/products/routers/index.html>. – Свободный. – (Дата обращения: 14.04.2018).

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

16 Мультимедийные протоколы SIP и H.323 [Электронный ресурс]: Студопедия - лекционный материал для студентов, 2014. – Режим доступа: [http://www.studopedia.su/2\\_60401\\_protokoli-SIP-i-n.html](http://www.studopedia.su/2_60401_protokoli-SIP-i-n.html). – Свободный. – (Дата обращения: 18.05.2018).

17 Некоторые умозаключения об IP-телефонии - основной цифровой сигнал, кодеки, полоса пропускания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/135316/>. – Свободный. – (Дата обращения: 17.05.2018).

18 Пример конфигурации CiscoCallManagerExpress [Электронный ресурс].– Режим доступа:[http://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/9/92/92187\\_tdcmecue.html](http://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/9/92/92187_tdcmecue.html). – Свободный. – (Дата обращения: 13.04.2018).

19 Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. – М.: Радио и связь, 2012. – 408 с.

20 Способы оценки субъективного качества речи [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/177099/>. – Свободный. –(Дата обращения: 12.04.2018).

21 Телефония на Cisco (CallManagerExpress) - Часть 1 [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/95802/>. – Свободный. – (Дата обращения: 11.04.2018).

22 Токарев, В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В.Л. Токарев. – Промпилот, 2010. – 477 с.

23 Учебник по IP–телефонии Planet Networking Communication. –М.: PLANET Technology Corporation, 2004. – 180 с.

24 Функции и возможности протокола HSRP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/9/92/92159\\_hsrpguideto.html](http://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/9/92/92159_hsrpguideto.html). – Свободный.– (Дата обращения: 05.05.2018).

25 Asterisk [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Asterisk>. – Свободный. – (Дата обращения: 11.05.2018).

26 Avaya, телефонные станции Avaya [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.profi-sp.ru/avaya.htm>. – Свободный. – (Дата обращения: 06.05.2018).

27 CDP (CiscoDiscoveryProtocol) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CDP>. – Свободный. (Дата обращения: 21.04.2018).

28 Cisco CallManager Administration Guide / Copyright Cisco Systems. – Inc., 2003. – 798 с.

29 Cisco. Cisco Unified Communications Manager Express System Administrator Guide / Copyright Cisco Systems. – Inc., 2015. – 1751 с.

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

30 CiscoSystems. Решения Cisco для построения сетей IP телефонии и IP видеотелефонии: Руководство. – (Издание VI), 2004. – 54 с.

31 Cisco. Вопросы и ответы. Компьютерные бизнес системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cbs.ru/site/faq/?section=9476>. – Свободный. (Дата обращения: 20.05.2018).

32 IP телефония для предприятий. Система унифицированных коммуникаций CISCO UnifiedCallManager [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cisco-sale.ru/solution.php?id=17>. – Свободный.–(Дата обращения: 20.05.2018).

33 PoweroverEthernet (PoE) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Power\\_over\\_Ethernet](https://ru.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet). – Свободный. (Дата обращения: 19.04.2018).

34 QoS (QualityofService) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/QoS>. – Свободный. – (Дата обращения: 06.05.2018).

35 VLAN в Cisco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xgu.ru/wiki/vlan/cisco>. – Свободный. – (Дата обращения: 13.05.2018).

36 VoIP–Телефония 3com. Все об Интернет–телефонии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.voip–tel.ru/manufacturers/3com.html>. – Свободный. – (Дата обращения: 11.05.2018).

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

Конфигурация маршрутизатора с установленным и настроенным ГОЛОСОВЫМ сервисом Cisco CallManager Express.

```
СМЕ-2191#sh run
!
version 15.0
!
ip dhcp excluded-address 10.1.1.1
ip dhcp excluded-address 10.1.2.1
ip dhcp excluded-address 10.1.3.1
!
ip dhcp pool USER-PC
  network 10.1.1.0 255.255.255.0
  default-router 10.1.1.1
!
ip dhcp pool PHONE
  network 10.1.2.0 255.255.255.0
  default-router 10.1.2.1
!
ip dhcp pool MANAGER-VLAN
  network 10.1.3.0 255.255.255.0
  default-router 10.1.3.1
!
ip name-server 8.8.8.8
ip ssh version 2
!
voice-card 0
!
voice service voip
  allow-connections sip to sip
!
voice class codec 1
  codec preference 1 g711ulaw
  codec preference 2 g711alaw
!
```

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

```

voice translation-rule 1
 rule 1 /^2116801/ /301/
 !
translation-rule 1
 Rule 0 ^2116801 301
 !
interface FastEthernet0/0
 description Inet
 ip address x.x.x.x 255.255.255.252
 ip nat outside
 duplex auto
 speed auto
 !
interface FastEthernet0/1
 description TRUNK
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 !
interface FastEthernet0/1.10
 description ### USER-PC ###
 encapsulation dot1Q 10
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 ip nat inside
 !
interface FastEthernet0/1.20
 description ### PHONES ###
 encapsulation dot1Q 20
 ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
 !
interface FastEthernet0/1.30
 description ### MANAGER-VLAN ###
 encapsulation dot1Q 30
 ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
 no snmp trap link-status
 !
 ip classless

```

```

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 x.x.x.x
ip nat inside source list 1 interface FastEthernet0/0 overload
ip nat inside source static tcp 10.1.1.2 22 x.x.x.x 2222 extendable
ip nat inside source static tcp 10.1.1.3 22 x.x.x.x 2223 extendable
ip nat inside source static tcp 10.1.1.4 22 x.x.x.x 2224 extendable
access-list 1 permit 10.1.1.0 0.0.0.255
access-list 100 permit ip 10.1.1.0 0.0.0.255 any
!
control-plane
!
dial-peer voice 1 voip
destination-pattern .....
voice-class codec 1
session protocol sipv2
session target ipv4:100.100.100.101
dtmf-relay rtp-nte
no vad
!
dial-peer voice 2 voip
destination-pattern 3[0-9]
session target ipv4:x.x.x.x
dtmf-relay rtp-nte
no vad
!
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 301
session target ipv4:10.1.3.1
incoming called-number 2116801
dtmf-relay h245-alphanumeric
codec g711ulaw
no vad
!
sip-ua
authentication username 81239730 password
055B575D711D1D5C4E5122E5C577B7C737D
no remote-party-id
retry invite 2

```

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



```
retry register 10
timers connect 100
registrar ipv4:chel.media.usi.ru expires 3600
sip-server ipv4:chel.media.usi.ru
telephony-service
max-ephones 40
max-dn 40
ip source-address 10.1.3.1 port 2000
auto assign 1 to 40
calling-number initiator
user-locale RU
max-conferences 4 gain -6
dn-webedit
time-webedit
!
ephone-template 1
!
ephone-dn 11 dual-line
number 341
label SoftPhone
name User1
!
ephone-dn 12 dual-line
number 301
name SmirnovSA
!
ephone-dn 13 dual-line
number 302
name IvanovaIV
!
ephone-dn 14 dual-line
number 303
name KuznetsovaLP
!
ephone-dn 15 dual-line
number 304
!
```

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

```
ephone 1
  mac-address 0016.D3CA.5C35
  button 1:11
!
ephone 2
  mac-address 0019.D195.020B
  button 1:12
!
ephone 3
  mac-address 0013.7790.2E18
  button 1:13
!
ephone 4
  mac-address 000E.7FF8.561B
  button 1:14
!
end
```

					09.03.01.2018.878.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52