

**Министерство образования Московской области**

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Московской области «Щелковский колледж»**

**(ГБПОУ МО «Щелковский колледж»)**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**по специальности**

**11.02.08 Средства связи с подвижными объектами**

Тема: Проектирование системы ip-телефонии»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Студент\_Чернов Михаил Николаевич\_\_\_\_\_  Группа 69  Руководитель: Яковлев Валерий Павлович\_\_\_\_\_  Консультанты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Работа защищена « » 2020г.  с оценкой «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_»  Секретарь ГЭК:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Симакова Е. О./  подпись ФИО |

Долгое Лёдово  
  
2020

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| РАССМОТРЕНО  на цикловой комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Д. С. Солодова)  «29» августа 2019 г. |  | УТВЕРЖДАЮ  Зам.директора по УМР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Т.А. Круглова)  «29» августа 2019 г. |

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

студенту ГБПОУ МО «Щелковский колледж»

Чернову Михаилу Николаевичу

(фамилия, имя, отчество)

Содержание задания

Выполнить проект системы ip-телефонии для ООО «Ракурс»

Для этого:

* ознакомиться с предметной областью предприятия, для которого разрабатывается проект;
* определиться с выбором оборудования и средств реализации;
* разработать проект;
* выбрать решения, подходящие для организации;
* произвести расчет основных экономических затрат.

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.

Срок сдачи дипломной работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ М.Н. Чернов /

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ В. П. Яковлев/

**Содержание**

[Введение 5](#_Toc32763575)

[1. Общая часть 8](#_Toc32763576)

[1.1 Технология IP телефонии 8](#_Toc32763577)

[1.2 Технология Wi-Fi 11](#_Toc32763578)

[2. Специальная часть 15](#_Toc32763579)

[2.1 Необходимость внедрения мобильной офисной сети IP-телефонии 15](#_Toc32763580)

[2.2 Существующая сеть WiFi в офисе и Internet подключение 16](#_Toc32763581)

[2.3 План проектирования мобильной офисной сети IP-телефонии 19](#_Toc32763582)

[2.4 Проектирование сервера IP-телефонии 20](#_Toc32763583)

[2.4.1 Выбор сервера IP-телефонии 20](#_Toc32763584)

[2.5 Выбор оператора местной телефонной связи 24](#_Toc32763585)

[2.6 Выбор оператора Интернет-телефонии 25](#_Toc32763586)

[2.7 План нумерации сервера IP-телефонии и телефонная связь 27](#_Toc32763587)

[2.8 Настройка сервера Yeastar MyPBX 400 для подключения к оператору Зебрателеком 28](#_Toc32763588)

[2.9 Мобильная офисная IP-телефония 30](#_Toc32763589)

[2.9.1 Характеристика мобильных устройств сотрудников 30](#_Toc32763590)

[2.9.2 Выбор программного софтфона для ОС Android 31](#_Toc32763591)

[2.10 Расчет электропитания 50](#_Toc32763592)

[2.11 Размещения оборудования 52](#_Toc32763593)

[3. Мероприятия по охране труда и противопожарной безопасности 53](#_Toc32763594)

[3.1 Указание мер безопасности 53](#_Toc32763595)

[4. Экономическая часть 55](#_Toc32763596)

[4.1 Расчет капитальных затрат 55](#_Toc32763597)

[4.2 Расчет эксплуатационных расходов 55](#_Toc32763598)

[4.3 Расчет экономии от услуг связи 57](#_Toc32763599)

[Заключение 6](#_Toc32763600)2

[Список используемой литературы 6](#_Toc32763601)3

# **Введение**

На современном этапе развития информационные и телекоммуникационные технологии становятся основными факторами развития и роста экономики и бизнеса. Неотъемлемая часть этого развития – создание, обработка и передачи информации. Появление новых видов трафика, создание новых сетевых услуг приводят к необходимости внедрения передовых технологии обработки данных и появлению жестких требований к качеству передачи информации.

В нашу эпоху информационного взрыва большинство корпораций и компаний создают или технически перевооружают свои сети связи. И хотя масштабы и конфигурации этих сетей различны, все стремятся сегодня объединить свои технологические и общепроизводственные, цифровые и аналоговые сети в единую сеть. Эта сеть должна предоставлять все виды услуг для технологического, общепроизводственного и коммерческого использования, а каждый её объект должен иметь возможность получения всех необходимых услуг. Для этого следует обеспечить несколько направлений связи с объектом по цифровым и аналоговым линиям и возможность мультиплексирования, маршрутизации и автоматической коммутации на базе цифрового оборудования.

Сейчас фирмы-производители ведут широкие исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию электронных систем коммутации для передачи телефонной информации, данных и так далее в электронных автоматических телефонных станциях с временным разделением каналов, что позволяет одновременно устраивать несколько соединений через один и тот же коммутационный элемент. Это приводит к повышению использования оборудования коммутационного поля, а следовательно, к улучшению экономических показателей при сохранении требуемого качества передачи информации. Электронные автоматические телефонные станции с цифровым коммутационным полем, построенные по принципу преобразование сигналов в форме импульсно-кодовой модуляции, являются основной для организации интегральных цифровых сетей связи. То есть систем коммутации, в которых аппаратура коммутации и передачи выполнена на единых принципах и единой элементной базе, а все виды информации передаются по сети в единой цифровой форме.

С открытием для западных поставщиков российского рынка на сетях электросвязи появилось самое современное телекоммуникационное оборудование.

Новые возможности цифровых коммутаторов и технических средств транспортной среды позволяют рационально проектировать все виды сетей, такие как городские, сельские, корпоративные, учрежденческие.

К учрежденческим и корпоративным сетям предъявляются в настоящее время высокие требования в части номенклатуры услуг и их качества. Новые технологии обработки данных, не зависящие от вида передаваемой информации, позволяют на базе существующих технических средств передавать любые виды информации, удовлетворяющие потребности компании без значительных финансовых затрат. Объемы передаваемой информации сетям стремительно увеличиваются.

Современная корпоративная сеть должна решать следующие задачи:

- предоставление современных услуг связи сотрудникам корпорации, фирмы, ведомства и так далее;

- удовлетворение растущих потребностей в разнообразных информационных службах, требующих высокоскоростных каналов передачи данных;

- интеграция существующих подсетей связи (включая телефонную) и оптимизация процесса управления технологическими связями;

- минимизация затрат на построение и обслуживание собственных систем;

- обеспечение возрастающих требований к качеству информационных и телекоммуникационных услуг, в том числе к доступности информационных ресурсов;

- обеспечение требований информационной безопасности и конфиденциальности передаваемых данных.

**Актуальность** проблемы обусловлена тем, что многие предприятия испытывают острую необходимость в создании и обустройстве продуманной и надежной IT инфраструктуры. Необходимость обусловлена тем, что в повседневной работе большинства сотрудников используются компьютеры. Система IP-телефонии является частью IT инфраструктуры предприятия и её организация позволяет сотрудникам более эффективно, быстро, качественно выполнять свою работу, уменьшит время, затрачиваемое на выполнение сотрудниками своих непосредственных обязанностей, что в свою очередь и делает работу организации более эффективной и как следствие увеличит прибыль, которую приносит предприятие. Например, использование информационных систем по автоматизации бизнес процессов.

**Целью** дипломной работы является организация ip-телефонии в ООО «Ракурс».

Анализируя поставленную цель, определяем следующие **задачи**:

– исследование IT-структуры предприятия и определение концепций организации системы ip-телефонии;

– выбор оптимальной аппаратно-программной платформы;

– экономическое обоснование эффективности внедрения;

– изучить методы организации ip-телефонии.

**Предметом** исследования является IT инфраструктура ООО «Ракурс».

**Объектом** исследования является система ip-телефонии.

**Практической значимостью** исследования является снижение затратной части бюджета ООО «Ракурс».

# **1. Общая часть**

## Технология IP телефонии

IP-телефония - это технология, позволяющая использовать Интернет или любую другую IP-сеть для ведения телефонных разговоров и передачи факсов в режиме реального времени. Особенно актуально, с экономической точки зрения, использование данной технологии для осуществления международных и междугородных телефонных разговоров или для создания распределенных корпоративных телефонных сетей.

Для организации телефонной связи по IP-сетям используется специальное оборудование - шлюзы IP-телефонии. Общий принцип действия телефонных шлюзов IP-телефонии таков: с одной стороны шлюз подключается к телефонным линиям - и может соединиться с любым телефоном мира. С другой стороны шлюз подключен к IP-сети - и может связаться с любым компьютером в мире. Шлюз принимает телефонный сигнал, оцифровывает его (если он исходно не цифровой), значительно сжимает, разбивает на пакеты и отправляет через IP-сеть по назначению с использованием протокола IP. Для пакетов, приходящих из IP-сети на шлюз и направляемых в телефонную линию, операция происходит в обратном порядке. Обе составляющие процесса связи (вход сигнала в телефонную сеть и его выход из телефонной сети) происходят практически одновременно, что позволяет обеспечить полнодуплексный разговор. На основе этих базовых операций можно построить много различных конфигураций.

В настоящее время, все большую популярность приобретают IP-АТС, которые кроме функций шлюза IP-телефонии выполняют также традиционные функции обычных офисных АТС. Таким образом, при организации телефонной связи через IP-сети с использованием IP-АТС можно вполне обойтись без офисной АТС, т.е. сэкономить на дополнительном оборудовании.

IP-телефония опирается на две основных операции: преобразование двунаправленной аналоговой речи в цифровую форму внутри кодирующего/декодирующего устройства (кодека) и упаковку в пакеты для передачи по IP-сети. В IP-телефонии используется особая система передачи пакетов со звуковой информацией, что обусловлено спецификой передачи данных по IP-сетям.

В традиционных телефонных линиях между абонентами во время разговора создается электрическая цепь, и этим обеспечивается фиксированная пропускная способность для передачи сигнала. В то время как IP-сеть представляет собой систему, реализующую принцип коммутации и маршрутизации пакетов, и не предоставляет гарантированного пути между точками связи. Вся информация, передаваемая через IP (голос, текст, изображения, и т.п.) разделяется на пакеты данных, имеющие в своем составе адреса точек назначения (приема и передачи) и порядковый номер. Узлы IP направляют эти пакеты по сети до окончания маршрута доставки.

После прибытия пакетов к точке назначения, для восстановления исходного объема упорядоченных данных используются порядковые номера пакетов. Для приложений, где не важен порядок и интервал прихода пакетов, таких как e-mail, время задержек между отдельными пакетами не имеет решающего значения. IP-телефония является одной из областей передачи данных, где важна динамика передачи сигнала, которая обеспечивается современными методами кодирования и передачи информации. Для обеспечения стабильной телефонной связи по IP-сетям введены специальные протоколы передачи данных, например, H.323 и SIP.

H.323 - основополагающий стандарт, принятый ITU-T, где описывается, каким образом чувствительный к задержке трафик, в частности голос и видео, получает приоритет в локальных и глобальных сетях. Он состоит из ряда рекомендаций (стека протоколов) по смежным техническим вопросам, таким, как качество речи, стандарты кодирования звуковой и видеоинформации и пр. Протокол SIP (Session Initiation Protocol) принят в марте 2000 года организацией IETF в качестве стандарта RFC 2543. SIP в большей степени соответствует идеологии TCP/IP, чем стек протоколов H.323. О поддержке этого протокола заявили такие производители как 3Com, Cisco, Ericsson, Siemens и др. Однозначность стандарта SIP позволяет с уверенностью говорить о совместимости IP-шлюзов разных производителей.

При передаче в режиме реального времени до 30% пакетов могут быть утеряны или получены с опозданием (что в режиме реального времени одно и то же). Хорошее приложение IP-телефонии должно возместить нехватку пакетов, восстановив потерянные данные. Сам алгоритм кодирования речи также оказывает влияние на восстановление данных.

Для кодирования звуковой информации обычно используются следующие кодеки: G.711, G.722, GSM0610, G.723, G.723.1, G.728, и G.729. Для кодека G.711 требуется ширина полосы частот в 64 Кбит/с, поэтому он приемлем не во всех IP-сетях (например, в Интернет), т.к. большинство пользователей Интернета имеет канал заведомо меньшей ширины. Кодеки с низкой шириной полосы частот - G.729 в 8 Кбит/с и G.723.1 в 5.3/6.3 Кбит/с - вполне подходят для использования в Интернет. В частности, G.723.1 является одним из нескольких "стандартных" кодеков для IP-телефонии, особенно после того, как Intel, Microsoft и Netscape объявили о поддержке этого стандарта звукового кодирования.

Существует две основные группы потребителей услуг IP-телефонии.

К первой группе относятся корпоративные абоненты и частные лица, часто пользующиеся услугами междугородней и международной связи. Это обусловлено большой разницей в стоимости трафика междугородней и международной связи при использовании традиционных телефонных сетей (ТфОП) и при использовании IP-сетей (Internet).

Ко второй группе потребителей относятся организации у которых существует необходимость соединить (объединить) свои филиалы в единую корпоративную телефонную сеть. В результате организация получает одну большую распределенную УАТС с единым номерным планом. При этом, и для телефонной связи и для Интернет-услуг используется один общий транспорт - IP-сеть.

## 1.2 Технология Wi-Fi

WiFi — это сокращение от двух английских слов «Wireless Fidelity». Дословно это словосочетание можно перевести как «Беспроводная точность» или «Точность по радио». Термин WiFi часто применяется в компьютерных сетях и зачастую характеризует беспроводные локальные сети (WLAN) с высокой степенью мобильности клиентов сети.

Сейчас WiFi есть практически везде: в ноутбуках, нетбуках, мобильных телефонах и смартфонах, в КПК и электронных книгах. Некоторые провайдеры предоставляют доступ в сеть Интернет по WiFi.

Нас окружает эта технология, но мы ее не ощущаем и принимаем как данность, как удобную технологию доступа в сеть интернет.

Наиболее правильное определение термина WiFi — это торговая марка консорциума WiFi Alliance, которая курирует коммерческое развитие данной технологии на базе стандартов, разработанных и ратифицированных другой организацией — IEEE.

На данный момент, наибольшее распространение на рынке устройств получили следующие стандарты WiFi (так выражаться корректно, так как спецификаций IEEE группы 802.11 значительно больше тех, что ратифицировал WiFi Alliance):

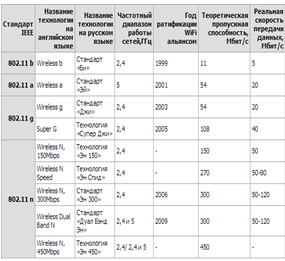


Рисунок 1 - Стандарты WiFi

Как видно из таблицы, большинство актуальных стандартов технологии WiFi используют частотный диапазон 2,4 ГГц, а если точнее — полосу частот 2400 МГц-2483,5 МГц.

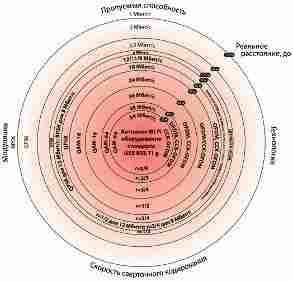
у

Рисунок 2 - Дальность действия WiFi

В реальных условиях, при соблюдении прямой оптической видимости и отсутствии помех, максимальное расстояние, на котором способны работать устройства данного стандарта, составляет «всего» 60 метров. При этом, пропускная способность (рассчитанная теоретически) будет составлять примерно 5,5 Мбит/с, а реальная скорость будет составлять примерно 30% от «теоретической», т.е. около 2-3 Мбит/с. Радиус зоны покрытия с пропускной способностью 54 Мбит/с (не путать с реальной скоростью — она в данном случае 18-24 Мбит/с) достигает 20 метров максимум при тех же «идеальных» условиях.

Для устройств стандарта IEEE 802.11 n (300 Мбит/с), использующих антенную технологию MIMO, радиус зоны покрытия может быть увеличен до 40%, если подключение к этой сети происходит посредством адаптера стандарта IEEE 802.11 n, также использующего технологию MIMO.

Основным режимом работы активного WiFi оборудования является режим AP (Access Point). В данном режиме, устройства (точки доступа WiFi и WiFi роутеры) создают вокруг себя радиопокрытие, находясь в котором, и, обладая устройством, способным работать в режиме AP-client (все без исключения WiFi адаптеры и некоторые модели точек доступа WiFi) можно подключиться к сети WiFi.

По сути, и WiFi роутеры и точки доступа WiFi выполняют одни и те же функции — создают радиопокрытие (режим AP), находясь в котором, любое устройство может подключиться к сети в режиме AP-Client. На этом сходства устройств заканчиваются. WiFi роутер — это более функциональное и универсальное устройство для построения домашней WiFi сети или сети небольшого офиса. Точки доступа, имеющие более богатый функционал в плане различных настроек WiFi сети, чаще используются для создания WiFi сетей с большими площадями. Наиболее типичным устройством, работающим в режиме AP-client является WiFi адаптер, хотя некоторые точки доступа (зависит от модели и аппаратной версии) также могут работать в этом режиме. WiFi адаптер — это устройство, позволяющее компьютерам, ноутбукам и прочим устройствам подключаться к WiFi сети, созданной другими устройствами, такими как WiFi точки доступа и WiFi роутеры (активное WiFi оборудование, работающее в режиме АР).

Все WiFi адаптеры помимо режима AP-client, поддерживают еще один режим работы — Ad-Hoc. Данный режим позволяет объединить 2 компьютера во временную одноранговую сеть типа «компьютер-компьютер» и организовать обмен данными между ними всего за несколько минут.

Поддержка устройством режима AP-client свидетельствует о возможности подключения данного устройства к уже существующей WiFi сети, созданной устройством, настроенным или работающим в режиме AP.



Рисунок 3 - Связь с уже существующей сеть WiFi с применением устройства, поддерживающего режим AP-client

Режим WDS позволяет воссоздать практически любую топологию сети.

WDS бывает нескольких видов:

- WDS типа «Точка-Точка» (Point-to-Point) (рис. 4);

- WDS типа «Точка-Многоточка» (Point-to-Multi-Point) (рис. 5);

- комбинация различных типов WDS = любая сетевая топология (рис. 6).



Рисунок 4 - Тип связи «Точка-Точка»

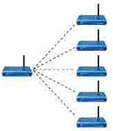


Рисунок 5 - Тип связи «Точка-Многоточка»



Рисунок 6 - Использование различных типов связи одновременно

# **2. Специальная часть**

## 2.1 Необходимость внедрения мобильной офисной сети IP-телефонии

ООО «Ракурс» занимается ремонтом компьютеров, ноутбуков и различной оргтехники. Компания выполняет работу различного уровня сложности и обсуживает как физические лица, так и юридические.

Команда специалистов производит диагностику неисправности, составляет отчет и план дальнейшей работы. Передает объект работы соответствующему специалисту.

Опыт и знания специалистов компании позволяют показывать быструю и качественную помощь клиенту, успешно удерживают лидирующие позиции среди компаний, занимающихся ремонтом компьютеров и компьютерной техники.

Сотрудники компании обладают глубокими знаниями в целом ряде информационных технологиях, имеют хорошие рекомендации и большой опыт работы. Зарекомендовали себя как добросовестные и оперативные мастера своего дела.

В офисе компании ООО «Ракурс» работают 15 человек: 3 специалиста отдела диагностики, 7 специалистов отдела ремонта компьютеров и ноутбуков, 3 специалиста отдела ремонта оргтехники и сотовых телефонов, секретарь в приемной и 1 сотрудник вневедомственной охраны. Офис расположен по адресу г. Москва, Большая Татарская, 35, стр. 7-9.

На момент проектирования компания пользовалась услугами сотовых операторов и в каждом отделе было по 2 сотовых телефона для приема звонков. Всего 6 сотовых телефонных номеров. Но поскольку офис находится в зоне неуверенного приема связь с клиентами была плохая. Периодически происходили срывы звонков. Директор принял решение организовать собственную офисную систему связи с проводным подключением к местному оператору телефонной связи и подключением к оператору Интернет-телефонии. Поскольку наиболее гибким технологическим решением, как по цене, так и по предоставляемым услугам на сегодня является IP-телефония было принято решение организовать связь на ее основе.

Все сотрудники компании имеют в своем распоряжении современные смартфоны и коммуникаторы на основе ОС Android. Было принято решение, чтобы каждый сотрудник в качестве эксперимента использовал свой личный мобильный телефон с WiFi в качестве личного офисного средства связи -телефона. В будущем планируется использовать между сотрудниками не только телефонную связь через IP-сеть, но и видеосвязь. Для этого современные мобильные устройства хорошо подходят и будут удобны в работе.

## 2.2 Существующая сеть WiFi в офисе и Internet подключение

Офис поделен на 7 помещений:

- отдел диагностики;

- отдел по компьютерам;

- отдел по ремонту оргтехники;

- приемная;

- прихожая;

- комната отдыха;

- комната с оборудованием.

Локальная офисная сеть построена на базе оборудования WiFi компании TP link. В офисе установлено 4 точки доступа Tp-link tl-wr741nd.

TL-WR741ND – это комбинированное проводное/беспроводное сетевое устройство, которое обеспечивает совместный доступ в Интернет и объединяет в себе функции маршрутизатора и 4-портового коммутатора. Данный маршрутизатор использует технологию 802.11n и совместим со всеми устройствами, поддерживающими стандарты 802.11b и 802.11g. Он обеспечивает скорость передачи данных до 150 Мбит/с, что значительно превосходит скорость устройств на базе стандарта 11g, и позволяет использовать такие приложения, как просмотр потокового видео, IP-телефония и онлайн-игры.

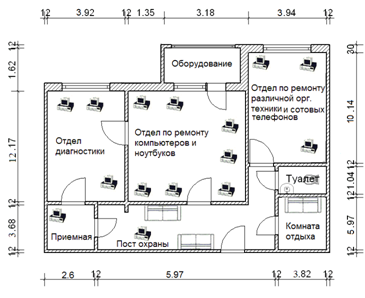


Рисунок 7 - Схема офиса «Ракурс»

1 точка доступа установлена в отделе по ремонту компьютеров, 1 точка – в отделе по ремонту орг. техники, одна – в комнате отдыха и одна в приемной.

Точки доступа полностью покрывают площадь офиса и прилегающие территории.

Tp-link tl-wr741nd связаны между собой в локальную сеть с помощью коммутатора Ethernet Dlink 1016d. D-Link DES-1016D является неуправляемым коммутатором 10/100 Мбит/с 2 уровня, предназначенным для повышения производительности работы небольшой группы пользователей, обеспечивая при этом высокую пропускную способность. Мощный и одновременно с этим простой в использовании, DES-1016D позволяет пользователям не задумываясь подключать в любой порт сетевое оборудование работающее на скоростях 10 Мбит/с или 100 Мбит/с, понизить время отклика и удовлетворить потребности в большой пропускной способности сети.

Компьютеры сотрудников подключаются к WiFi сети с помощью беспроводных адаптеров ASUS WL-167G. Они установлены в каждом компьютере. Подключение к сети интернет организовано с помощью маршрутизатора D-Link DI-804HV.

DI-804HV - это высокопроизводительный широкополосный маршрутизатор с функциями безопасной передачи данных, спроектированный специально для применения в связках центральный офис — отделение. Предлагая эффективное решения для подключения удаленных офисов во всем мире к центральному через Интернет, устройство составляет серьезную конкуренцию подключениям типа точка-точка по дорогим выделенным каналам. Маршрутизатор бизнес-класса DI-804HV поддерживает IPSec для обеспечения безопасности соединений VPN, связывая небольшие сети удаленных офисов в единую сеть или позволяя получать дополнительные сервисы вашим доверенным партнерам удаленно. В дополнение, маршрутизатор одновременно выполняет функции Интернет-шлюза, предоставляя доступ в Интернет всем сотрудникам офиса, используя одино единственное подключение к провайдеру через Ethernet WAN порт или подключенный к нему кабельный/DSL модем. DI-804V оснащен также 4-х портовым коммутатором 100 Мбит/с.

Провайдером доступа к сети интернет является ОАО «Рарус-телеком».

Подключение осуществляется на скорости 6,5 Мбит/c, абонентская плата 2450 руб/месяц. Линия Ethernet 100 Base TX «Рарус-телеком» подключена к маршрутизатору DI-804V в WAN порт.

Схема организация сети показана на рис. 8.

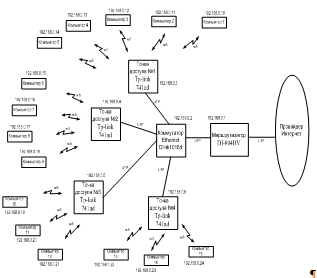


Рисунок 8 - Схема построения сети «Ракурс»

## 2.3 План проектирования мобильной офисной сети IP-телефонии

Для проектирования мобильной офисной сети IP-телефонии необходимо:

- выбрать сервер IP-телефонии и организовать его подключение к существующей сети передачи данных;

- выбрать оператора телефонной связи и организовать подключение проводных телефонных линий;

- выбрать оператора Интернет-телефонии и подключиться к нему через существующую сеть передачи данных;

- произвести настройку внутренних телефонных номеров сотрудников на сервере IP-телефонии;

- подключить мобильные телефоны к офисной сети WiFi;

- провести анализ, выбор и настройку программного софтфона для операционной системы Android;

- рассчитать влияние беспроводной сети WiFi на качество IP-телефонии

- организовать возможность подключение мобильных телефонов сотрудников из офисной WiFi сети к серверу IP-телефонии предприятия;

- организовать основное и резервное электропитание выбранного оборудования;

В компании ООО «Ракурс» принято решение, для создания IP телефонии использовать уже существующую в организации сеть передачи данных (СПД). Главной особенностью предприятия является то, что большая часть устройств работает в режиме беспроводного соединения по WiFi. Это было сделано ранее в связи с частой сменой места нахождения офиса предприятия.

Офисную сеть на основе WiFi можно развернуть практически за 30 минут или даже менее.

Главным устройством в проектировании офисной IP-телефонии будет являться специализированный сервер, который будет обрабатывать телефонную нагрузку. В рамках дипломного проекта он будет выбран и настроен. Это позволит создать функционал офисной АТС, но на базе сервера VOIP.

Сотрудники помощью устройств с поддержкой IP-телефонии смогут звонить как внутри офиса, так и за его пределы. Для звонков на городские телефонные номера будет организовано подключение к оператору местной телефонной связи. Для экономных звонков на междугородные и международные телефонные номера будет осуществляться подключение к провайдеру Интернет-телефонии.

В качестве устройств телефонной связи, которые будут подключаться к серверу IP-телефонии планируется использовать мобильные телефоны сотрудников. Они все разные и по цене и по внешнему виду, но основаны на мобильной операционной системе Android. Это позволит использовать их как IP телефоны, которые подключаются по WiFi к офисной сети и в пределах территории офиса могут звонить и принимать звонки. В рамках этой задачи будет произведен выбор программного обеспечения – софтфона для ОС Android, который далее будет установлен на все мобильные телефоны сотрудников. Поскольку существующее оборудование сети передачи данных не имеет резервного электропитания необходимо решить также эту задачу. План организации сети IP-телефонии представлен на рисунке.



Рисунок 9 - План организации IP-телефонии ООО «Ракурс»

## 2.4 Проектирование сервера IP-телефонии

### 2.4.1 Выбор сервера IP-телефонии

Аппаратной платформой для сервера IP-телефонии является ip-АТС, отвечающая всем современным параметрам нашего времени. Серверы должны обеспечивать работу по протоколу SIP и поддерживать подключение к операторам в режиме SIP trunk. На данный момент на рынке представлено множество моделей. Для установки в офисе ООО «Ракурс» необходимо выбрать одну из трех распространенных моделей.

Они различаются количеством SIP абонентов, количеством каналов SIPtrunk, количеством Ethernet портов и аппаратной начинкой.

Таблица 1 - Выбор IP-АТС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Yeastar MyPBX 400** | **IPNext50** | **ZyXEL X2002** |
| SIP абоненты | 36 | 60 | 50 |
| SIP trunk | 10 каналов | 30 каналов | 20 каналов |
| Количество портов FXO/FXS | 4 | 8 | 6 |
| Оперативная память | 64Mб | 128Мб | 128Мб |
| Ethernet порт | 1 | 2 | 2 |
| Flash-память | 512Mб | 512Мб | 256Мб |
| Цена | 11 170 руб | 20 711 руб | 27 880 руб |
| Программное обеспечение | Asterisk | Asterisk | Asterisk |

Из выше перечисленных IP-АТС было принято решение использовать IP-АТС фирмы Yeastar MyPBX 400, так как его параметры соответствуют для обслуживания до 36 пользователей, что гораздо больше требуемой численности штата сотрудников, более приемлемая цена. Обладают необходимым количеством каналов SIP trunk для подключения операторов Интернет-телефонии.

#### 2.4.2 Характеристика сервера IP-телефонии

Yeastar MyPBX 400 - это гибридная IP-АТС для малого бизнеса и удаленных подразделений (офисов, филиалов) крупных организаций (до 36 пользователей). MyPBX также предлагает гибридное решение (комбинацию VoIP- приложений и старого традиционного телеком-оборудования) для организаций, еще не готовых полностьюперейти на VoIP-решение. Основой MyPBX 400 является программный сервер Asterisk, который упакован в фирменную оболочку производителя.

Возможности IP-АТС:

- конференц-комнаты;

- режим «Не беспокоить» (DND);

- голосовая почта;

- музыка в режиме ожидания;

- групповой вызов;

- парковка;

- 3-сторонняя конференция с аналогового телефона;

- переадресация;

- маршрутизация вызова;

- перевод вызова;

- запись разговора (one touch record);

- режим ожидания;

- АОН (Caller ID);

- интерком (групповой (Paging Call) и одиночный);

- детализация звонков (CDR);

- интерактивный автоответчик (IVR);

- PIN пользователя;

- SIP SMS;

Технические характеристики:

- поддержка до 4 аналоговых портов;

-512 MB Flash;

- 64 Mb RAM;

- 1 Ethernet-порта;

- режимы работы с сетью: WAN, LAN, VLAN и PPPoE (10/100Мб);

- LED-статус: красный для FXO и зеленый для FXS;

- работа с протоколами SIP 2.0 (RFC3261), IAX;

- DTMF: RFC2833, SIP INFO, In-band;

- аудио кодеки: G.711 A/u-law, G.726, G.729 A/B, GSM, Speex;

- видео кодеки: H.261, H.263, H.263p, H264, MPEG4;

- питание: АС 100 ~ 240В, DC 12В 1,5А;

- размер: 193х153х30мм;

- вес: 500г.

Комплектация IP-АТС MyPBX:

- адаптер питания: вход: AC 100~240В, выход: DC 12В, 1A;

- Ethernet-кабель (RJ45);

- телефонный кабель (RJ11);

- CD-диск;

- краткая инструкция;

- гарантийный талон.



Рисунок 10 – Изображение IP-АТС Yeastar MyPBX 400

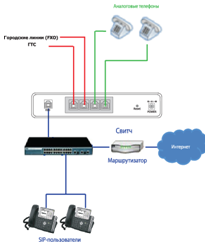


Рисунок 11 – Схема подключения Yeastar MyPBX 400.

Типовая схема подключения показана на рис. 11

Разъемы на задней панели:

- аналоговые порты (RJ11) – подключение аналоговых телефонов (FXS) и/или подключение аналоговых ГТС (PSTN) линий (FXO);

- Ethernet (RJ45) – подключение к интернету;

- индикация порта Ethernet (LED): желтый – состояние подключение; зеленый – рабочее состояние;

- Reset – сброс всех настроек к настройкам по умолчанию;

- Power – подключение питания с помощью адаптера питания.

Световая индикация.



Рисунок 12 – Световая индикация Yeastar MyPBX 400

Таблица 2 – Световая индикация Yeastar MyPBX 400.

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Индикатор питания. Зеленый - питание в норме. |
| 2 | Индикатор состояния MyPBX. Мигает зеленый - находится в рабочем состоянии. |
| 3 | Индикатор подключение интернета. Мигает зеленый – интернет подключен. Отсутствие световой индикации – интернет не подключен. |
| 4 | Индикатор подключение интернета. Зеленый – интернет подключен. Отсутствие световой индикации – интернет не подключен. |
| 5 | Красная подсветка – порт FXO  Мигание красной подсветкой – FXO-порт не подключен;  Мигание красной и зеленой подсветкой – FXO-порт получает входящий звонок;  Быстрое мигание красной и зеленой подсветкой – разговор на этом порту FXO.  Зеленая подсветка – порт FXS  Мигание зеленым и красным – вызов или разговор на этом порту FXS. |

## 2.5 Выбор оператора местной телефонной связи

IP-ATC Yeastar MyPBX 400поддерживает подключение телефонного оборудования по интерфейсу FXS/FXO. Это позволяет подключать телефонные линии проводных операторов связи.

По адресу офиса ООО «Ракурс» ул. Большая Татарская, 35, стр. 7-9 услуги предоставляют 3 операторов местной телефонной связи:

- ООО «Мосинтер»;

- ООО «Акадо Телеком»;

- ООО «Домру Бизнес».

Для того, чтобы определить телефонную линию какого оператора подключить произведем сравнение тарифов компаний.

Согласно плану организации связи в офис планируется провести одну телефонную линию и подключить местный телефонный номер.

У оператора ООО «Мосинтер» предоставление доступа к сети местной телефонной связи и подключение телефонной линии стоит 3400 руб. единовременно. Безлимитные звонки на местную телефонную связь стоят 565 руб./месяц.

У оператора ООО «Домру Бизнес» подключение городского телефонного номера и телефонной линии стоит 2000 руб. единовременно. Безлимитные звонки на местную телефонную связь стоят 555 руб./месяц.

У оператора ООО «Акадо Телеком» подключение городского телефонного номера и телефонной линии стоит 4500 руб. единовременно. Безлимитные звонки на местную телефонную связь стоят 550 руб./месяц.

Учитывая, что компания ООО «Ракурс» планирует организовать максимально экономически эффективную связь для подключения будет использоваться оператор связи ООО «Домру Бизнес».

Разница в стоимости составляет 1400 руб. на единовременном подключении и 120 руб./год на абонентской плате. Компания планирует подключить 3 телефонные линии.

## 2.6 Выбор оператора Интернет-телефонии

Одной из главных целей выполнения данного дипломного проекта является значительная экономия на услугах связи при организации связи между филиалами компании, а также при звонках на междугороднюю связь.

Одним из основных способов экономить на междугородной связи является организация подключения к оператору/операторам Интернет-телефонии.

Для определения наиболее выгодного и оптимального для использования оператора произведем выбор из следующих перечисленных:

- «Зебра телеком»;

- «Октолайн»;

- «Телфин».

Поскольку все они работают по протоколу SIP и предоставляют базовый набор дополнительных услуг выбор будем производить только стоимости тарифов.

Таблица 3 - Направления связи и операторы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Направление связи | Операторы Интернет-телефонии | | |
| Зебра телеком | Октолайн | Телфин |
| Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург (стационарные), руб./мин. | 0,4 | 0,6 | 0,45 |
| Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург (мобильные), руб./мин. | 1,3 | 1,85 | 1,95 |
| Пенза, Ижевск, Пермь, Воронеж, Нижний Новгород, Самара  (стационарные), руб./мин. | 1,5 | 1 | 1,2 |
| Пенза, Ижевск, Пермь, Воронеж, Нижний Новгород, Самара  (мобильные) руб./мин. | 2 | 1,85 | 1,95 |
| Остальные города России (стационарные), руб./мин. | 0,9 | 2,1 | 1,5 |
| Остальные города России (мобильные), руб./мин. | 2,5 | 1,85 | 2,5 |

По большинству направлений наиболее выгодным оператором является Зебрателеком. Поэтому будем рассматривать далее подключение к этому оператору. Планируется подключить 5 каналов для голосовой связи.

## 2.7 План нумерации сервера IP-телефонии и телефонная связь

В ООО «Ракурс» сервер IP-телефонии используется для совершения следующего типа звонков:

- внутренняя телефонная связь между сотрудниками;

- входящая/исходящая местная телефонная связь ООО «Домру Бизнес»;

- исходящая междугородная телефонная связь через оператора Интернет-телефонии Зебрателеком.

Для внутренних телефонных звонков между сотрудниками на сервере телефонии настроен диапазон номеров №201-№215 (3-х значная нумерация). Каждому из 15-ти сотрудников присвоен свой телефонный номер.

Для звонков на местные телефонные номера г. Москва сотрудники должны нажать на софтфоне цифру «9» и затем 7-значный номер телефона. Звонки на междугороднее направление через интернет телефонию маршрутизируются при нажатии цифры «1» + код города/страны + номер телефона. Входящая связь через оператора Интернет-телефонии не доступна.

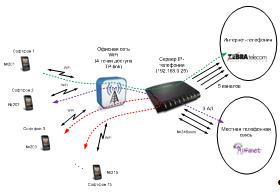


Рисунок 14 - Схема телефонной связи компании

## 2.8 Настройка сервера Yeastar MyPBX 400 для подключения к оператору Зебрателеком

На сайте оператора Зебрателеком размещена инструкция для настройки серверов на базе Asterisk. Поскольку выбранная IP-ATC Yeastar MyPBX 400 работает на его основе данные конфигурационные файлы совпадают.

Настройка для внутренних конфигурационных файлов:

Sip.conf

[general]

bindport = 5060 ; *порт на который астериск принимает вызовы*

bindaddr = 192.168.0.10 ; *IP адрес на котором астериск принимает вызовы*

srvlookup = yes ; *необходимо для указания сип сервера в виде sip.zebra.ru, вместо IP*

t38pt\_udptl = yes,redundancy ; *режим факсов т38 с коррекцией ошибок*

dtmfmode = rfc2833 ; *режим донабора при звонках через сеть Зебры Телеком*

register => {sip id}:{password}:{sip id}@ sip.zebra.ru /{sip id}~3600

[zebra]

host = sip.zebra.ru ; *адрес или имя сервера*

type = friend ; *тип сервера*

username = {sip id}

fromuser = {sip id}

secret = {password}

fromdomain = sip.zebra.ru

usereqphone = yes ; *указание, что SIP URI содержит нормальный вызываемый номер*

context = incoming ; *название контекста входящей связи*

disallow = all ; *запрет всех кодеков*

allow = g729,ulaw,alaw ; *разрешение некоторых кодеков*

; sip id=000ХXXXX

extensions.conf

[incoming] ; *данная секция имеет смысл только при наличии у вас входящей связи*

exten => \_X.,1,Dial(SIP/6001/${EXTEN}) ; *направлять любой входящий номер пользователю 6001*

; *План входящих звонков на номер 7893738 выглядел бы следующим образом*

; exten => \_74957893738,1,Dial(SIP/6001/${EXTEN})

[CallingRule\_OutgoingMSK]

exten = \_XXXXXXX,1,Dial(SIP/zebra/8495${EXTEN}) ; *набор московских номеров в 7-значном виде через транк [zebra] описанный в sip.conf*

; Для Волгограда это правило выглядело бы exten = \_XXXXXX,1,Dial(SIP/zebra/88442${EXTEN})

[CallingRule\_OutgoingAll]

exten = \_X.,1,Dial(SIP/zebra/${EXTEN}) ; *набор любого номера через транк [zebra]*

[DLPN\_DialPlan1] ; *объединяет в себе два правила набора для упрощенного присвоениях их пользователям*

include = CallingRule\_OutgoingMSK

include = CallingRule\_OutgoingAll

users.conf

[6001] ; *описание пользователя 6001 с динамическим адресом за NATом*

host = dynamic ; *IP может изменяться*

hassip = yes

username = 6001

secret = \*\*\*\*\*\*\*\*

context = DLPN\_DialPlan1 ; *план набора исходящей связи*

nat = yes ; *указание на то, что пользователь находится за NATом*

canreinvite = no

insecure = port,invite ; *не проверять порт пользователя и invite пакеты при вызове*

disallow = all

allow = g729,ulaw,alaw

## 2.9 Мобильная офисная IP-телефония

### 2.9.1 Характеристика мобильных устройств сотрудников

Все сотрудники компании имеют в личном пользовании мобильные телефоны на базе операционной системы Android. Телефоны не являются служебными и не покупались для сотрудников на средства предприятия, но по договоренности с директором фирмы (за материальную компенсацию) в рабочее время будут использоваться для связи через сервер IP-телефонии.

Android — портативная (сетевая) [операционная система](http://ru.wikipedia.org/wiki/Операционная_система) для [коммуникаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/Коммуникатор), [планшетных компьютеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/Планшетный_компьютер), [электронных книжек](http://ru.wikipedia.org/wiki/Электронная_книга_(устройство)), [цифровых проигрывателей](http://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровой_проигрыватель), наручных часов, [нетбуков](http://ru.wikipedia.org/wiki/Нетбук) и [смартбуков](http://ru.wikipedia.org/wiki/Смартбук), основанная на [ядре Linux](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ядро_Linux). Изначально разрабатывалась компанией Android Inc., которую затем купила [Google](http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_(компания)). Впоследствии Google инициировала создание альянса [Open Handset Alliance](http://ru.wikipedia.org/wiki/Open_Handset_Alliance) (OHA), который сейчас и занимается поддержкой и дальнейшим развитием платформы. Android позволяет создавать [Java](http://ru.wikipedia.org/wiki/Java)-приложения, управляющие устройством через разработанные Google библиотеки. Android Native Development Kit создаёт приложения, написанные на [Си](http://ru.wikipedia.org/wiki/Си_(язык_программирования)) и других [языках](http://ru.wikipedia.org/wiki/Язык_программирования).

Другими словами эта операционная система установлена на сегодня практически в каждом втором смартфоне. Главным плюсом системы является открытый исходный код и большое количество бесплатных приложений. Еще одним важным плюсом, который для дипломного проекта особенно важен, является взаимодействие с сетевым окружением с помощью беспроводных сетей WiFi. Можно как принимать/передавать файлы, так и разрешить доступ таким приложениям как электронная почта и программы IP-телефонии.

У сотрудником используются различные модели Android смартфонов таких компаний как: LG, Samsung, Xiaomi и др.

Каждый из них может быть использован в качестве устройства IP-телефонии – VOIP-телефона, который в мобильном режиме подключается к беспроводной сети WiFI.

### 2.9.2 Выбор программного софтфона для ОС Android

Софтфо́н (с [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/Английский_язык) software telephone, программный телефон) — класс программного обеспечения для компьютерных устройств для совершения телефонных (голосовых) или [видеозвонков](http://ru.wikipedia.org/wiki/Видеотелефония) через [сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет) передачи данных (в общем случае через любую IP-сеть) без использования дополнительного аппаратного обеспечения. Софтфоны также могут устанавливаться на мобильные телефоны на практически любой операционной системе.

Софтфоны могут работать как по собственным специализированным закрытым протоколам ([Skype](http://ru.wikipedia.org/wiki/Skype), [Mail.ru Агент](http://ru.wikipedia.org/wiki/Mail.ru_Агент), [ICQ](http://ru.wikipedia.org/wiki/ICQ), [QIP](http://ru.wikipedia.org/wiki/QIP), [Google Talk](http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Talk)), так и по открытым протоколам [SIP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SIP) и [H.323](http://ru.wikipedia.org/wiki/H.323), что позволяет их использовать в качестве абонентского оборудования в системах [IP-телефонии](http://ru.wikipedia.org/wiki/VoIP).

Для установки на телефоны сотрудников произведем выбор из следующих софтфонов:

- 3cx phone;

- sipdroid;

- csipsimple.

Все они являются бесплатными и предназначены для IP-телефонии через беспроводные сети. Рассмотри их подробнее.

Сsipsimple.

Бесплатная программа, которая умеет интегрироваться со встроенной «звонилкой» таким образом, что вы можете выбирать как звонить перед набором номера: через [SIP](http://android.lospopadosos.com/sip) по WiFi или через сотовую линию 3G. Более того, можно сделать так, что SIP-приложение включается только когда, телефон подключен к Wi-Fi. Из удобного стоит отметить возможность вызова контактов и стандартной записной книги с полноценным поиском по имени, а так же есть статистика звонков. Интерфейс достаточно простой и понятный. Наличие SIP-соединения отображается в строке состояния телефона. Чтобы подключиться к серверу IP-телефонии необходимо либо выбрать шаблон подключения, либо создать настройки подключения вручную.



Рисунок 14 - csipsimple шаблоны подключения

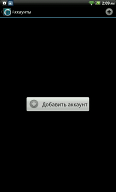


Рисунок 15 - csipsimple – добавить аккаунт

Можно настроить подключение как в упрощенном режиме, так и в продвинутом.



Рисунок 16 - csipsimple – упрощенная настройка



Рисунок 17 - csipsimple – детальная настройка -1



Рисунок 18 - csipsimple – детальная настройка -2



Рисунок 19 - csipsimple – детальная настройка -3



Рисунок 20 - csipsimple – детальная настройка -4

Телефонные номера после подключения к серверу набираются в привычном виде.



Рисунок 21 - csipsimple – окно набора номера

Рассмотрим достоинства и недостатки программы:

- удобный интерфейс;

- поддержка WiFi и 3G/4G;

- наличие упрощенной и продвинутой настройки;

- бесплатное использование;

- поддержка видеосвязи;

- отсутствие выбора голосового и видео-кодека.

3cx phone.

3CX Phone — [софтфон](http://ru.wikipedia.org/wiki/Софтфон) для осуществления звонков по технологии [VoIP](http://ru.wikipedia.org/wiki/VoIP). Является расширением для системы [IP-PBX](http://ru.wikipedia.org/wiki/IP-PBX) [3CX](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=3CX&action=edit&redlink=1). Существуют версии для ОС [Microsoft Windows](http://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows), [Android](http://ru.wikipedia.org/wiki/Android), [iPhone](http://ru.wikipedia.org/wiki/IPhone).

Основные особенности 3CX VoIP Phone :

- поддержка нескольких [SIP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SIP) аккаунтов (профилей);

- 20 настраиваемых кнопок — индикаторов BLF (быстрого вызова);

- 5-ти канальные SIP линии. Каждый SIP аккаунт может поддерживать до 5 одновременных вызовов;

- поддержка кириллицы для входящего и исходящего [Caller ID](http://ru.wikipedia.org/wiki/Caller_ID), истории вызовов и адресной книги;

- отображение даты в AM / PM или 24-часовом формате;

- автоматический вызов «Direct SIP», если в адресе абонента присутствует символ [@](http://ru.wikipedia.org/wiki/@);

- улучшена поддержка видео;

Рассмотрим интерфейс программы подробнее.



Рисунок 22 - 3cxphone – окно набора номера

Программа позволяет настраивать подключение как вручную, так и автоматически.



Рисунок 23 - 3cxphone – настройка

В настройках можно задавать как основные сетевые настройки подключения, так и производить детальную настройку.



Рисунок 24 - 3cxphone – детальная настройка-1

Можно производить подстройку громкости голоса, эхо подавление и размер буфера.



Рисунок 25 - 3cxphone – аудио-настройка



Рисунок 26 - 3cxphone – аудио-настройка

Софтфон позволяет настраивать вручную тип кодека или разрешить одновременно несколько кодеков.



Рисунок 27 - 3cxphone – настройка SIP

В отличие от софтфона «csipsimple» позволяет выбирать тип аудио и видео кодеков, а также производить подстройки аудио-параметров. Интерфейс программы также интуитивно понятный и простой. Основной протокол работы – SIP. Поддерживается до 5 линий на одну учетную запись

Sipdroid.

Программа Sipdroid является простым SIP клиентом для смартфонов на базе Android. Использование IP-телефонии - это самый простой и доступный способ совершать практически бесплатные звонки своим деловым партнерам, родственникам и друзьям, особенно, если приходится звонить за границу. Приложение Sipdroid считается основателем подобных 'интернет-звонилок', так как обладает открытым исходным кодом. Использование программы дает возможность получения сервиса вне зависимости от местоположения. Для пользователей Google Voice можно создать бесплатный счет PBXes, который автоматически связан с существующим счетом Google Voice (требуется версия ОС не ниже 2.0), поддерживает работу по протоколу SIP.

Рассмотрим интерфейс программы.



Рисунок 28 - Sipdroid – главный экран

Интерфейс программы разбит на блоки настройки, каждая из которых управляет своей функцией. Учетная запись позволяет подключать до 2-х линий. Поддерживается работа по сетям WiFi и 3G. Также имеется возможность настройки VPN соединения.



Рисунок 29 - Sipdroid – экран настройки



Рисунок 30 - Sipdroid – учетная запись

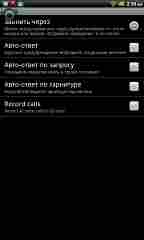


Рисунок 31 - Sipdroid – функции вызова

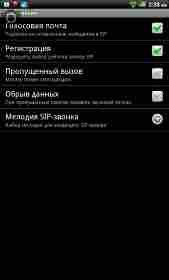


Рисунок 32 - Sipdroid – уведомления

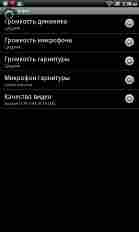


Рисунок 33 - Sipdroid – аудио-видео настройки

Есть возможность выбора громкости голоса, качества видеопотока, типа кодека.



Рисунок 34 - Sipdroid – голосовые кодеки

Есть также возможность выбирать режим подключения к WiFi и режим работы.



Рисунок 35 - Sipdroid – WiFi

В сравнении с ранее рассмотренными софтфонами позволяет производить больше пользовательских настроек по управлению функциями вызова, настройке параметров SIP, выбора качества видео и голосовой связи, управления режимами работы WiFi при подключении и разговоре. Набор кодеков аналогичен с 3cx phone. Интерфейс также удобен и понятен.

Для установки на смартфоны сотрудников по комплексу параметров выбираем софтфон Sipdroid.

#### 2.9.3 Подключение мобильного телефона на ОС Android к офисной сети WiFi

Рассмотрим настройку подключения к беспроводной сети WiFi в операционной системе Android. Она выполняется в несколько шагов.

Необходимо войти в меню настроек операционной системы андройд на мобильном телефоне. Настройка аналогична на всех смартфонах сотрудников.



Рисунок 36 - Окно настройки андройд

Далее необходимо войти в меню «Беспроводные сети» и включить адаптер WiFi.



Рисунок 37 - Окно WiFi

После включения адаптера беспроводной сети WiFi, мобильный телефон находит ближайшие точки доступа, уровень их сигнала, а также отображает сохраненные в памяти точки доступа.



Рисунок 38 - Окно WiFi – доступные точки доступа

Для подключения к точке доступа необходимо нажать на ее название в списке и при первом подключении ввести пароль доступа.



Рисунок 39 - Окно WiFi – авторизация

Сеть WiFi ООО«Ракурс» состоит из 4-х точек доступа TP-link 741nd.

Им присвоены сетевые имена:

- KM1;

- KM2;

- KM3;

- KM4.

Кроме основной функции – подключения устройств к WiFi сети на точках доступа также настроена функция DHCP-сервера. Т.е. при успешном подключении мобильного устройства к сети WiFi точка доступа посылает автоматические настройки (IP-адрес, адрес маршрутизатора и т.д.). Это избавляет от необходимости ручной настройки IP-адреса устройства и других сетевых настроек. Для каждой точки доступа настроены диапазоны IP-адресов, которые она транслирует устройствам в режиме DHCP:

- KM1 (192.168.0.30-192.168.0.59);

- KM2 (192.168.0.60-192.168.0.99);

- KM3 (192.168.0.100-192.168.0.129);

- KM4 (192.168.0.130-192.168.0.159).

Как только мобильный телефон сотрудника получит IP-адрес из офисной

WiFi сети ему ставятся доступны на сетевом уровне все устройства, в том числе и сервер IP-телефонии Yeastar MyPBX 400

2.9.4 Характеристика и выбор типа голосовых кодеков

Для соединения с оператором Интернет-телефонии и для голосовой связи сотрудников внутри офиса на IP-АТС и на софтфонах необходимо настроить и использовать тип голосового кодека. Рассмотрим распространенные кодеки из которых будем производить выбор.

G.711

Рекомендация, утверждённая МККТТ в 1984 г., описывает кодек, использующий ИКМ преобразование аналогового сигнала с точностью 8 бит, тактовой частотой 8 Кгц и простейшей компрессией амплитуды сигнала. Скорость потока данных на выходе преобразователя составляет 64 Кбит/с (8 Бит ´ 8 КГц). Для снижения шума квантования и улучшения преобразования сигналов с небольшой амплитудой, прикодировании используется нелинейное квантование по уровню согласно специальному псевдо - логарифмическому закону A или m – Law.

Одним из примеров применения кодека G.711 могут послужить [IP-телефоны](http://cisco.udm.ru/adv/phones/7960.htm) компании CISCO.

G.723.1

Рекомендация G.723.1 описывает гибридные кодеки, использующие технологию кодирования речевой информации, сокращённо называемую – MP-MLQ (Multy-Pulse – Multy Level Quantization – Множественная Импульсная, Многоуровневая Квантизация), данные кодеки можно охарактеризовать, как комбинацию АЦП/ЦАП и вокодера. Как уже упоминалось выше, своим возникновением гибридные кодеки обязаны системам мобильной связи. Применение вокодера позволяет снизить скорость передачи данных в канале, что принципиально важно для эффективного использования как радиотракта, так и IP-канала. Основной принцип работы вокодера – синтез исходного речевого сигнала посредством адаптивной замены его гармонических составляющих соответствующим набором частотных фонем и согласованными шумовыми коэффициентами. Кодек G.723 осуществляет преобразование аналогового сигнала в поток данных со скоростью 64 Кбит/с (ИКМ), а затем при помощи многополосного цифрового фильтра/вокодера выделяет частотные фонемы, анализирует их и передаёт по IP-каналу информацию только о текущем состоянии фонем в речевом сигнале. Данный алгоритм преобразования позволяет снизить скорость кодированной информации до 5,3 – 6,3 Кбит/с без видимого ухудшения качества речи. Структурная схема кодека приведена на рисунке 3. Кодек имеет две скорости и два варианта кодирования: 6,3 Кбит/с с алгоритмом MP-MLQ и 5,3 Кбит/с с алгоритмом CELP. Первый вариант предназначен для сетей с пакетной передачей голоса и обеспечивает лучшее качество кодирования по сравнению с вариантом CELP, но менее адаптирован к использованию в сетях со смешанным типом трафика (голос/данные).

Процесс преобразования требует от DSP 16,4 – 16,7 MIPS (Million Instructions Per Second) и вносит задержку 37 мс. Кодек G.723.1 широко применяется в голосовых шлюзах и прочих устройствах IP-телефонии. Кодек уступает по качеству кодирования речи кодеку G.729а, но менее требователен к ресурсам процессора и пропускной способности канала.

Гибридные кодеки G.729

Семейство включает кодеки G.729, G.729 Annex А, G.729 Annex B (содержит VAD и генератор комфортного шума). Кодеки G.729 сокращенно называют CS-ACELP Conjugate Structure - Algebraic Code Excited Linear Prediction – Сопряжённая структура с управляемым алгебраическим кодом линейным предсказанием. Процесс преобразования использует 21,5 MIPS и вносит задержку 15 мс. Скорость кодированного речевого сигнала составляет 8 Кбит/с. В устройствах VoIP данный кодек занимает лидирующее положение, обеспечивая наилучшее качество кодирования речевой информации при достаточно высокой компрессии.

G.726

Рекомендация G.726 описывает технологию кодирования с использованием Адаптивной Дифференциальной Импульсно-Кодовой Модуляции (АДИКМ) со скоростями: 32 Кбит/с, 24 Kбит/с, 16 Kбит/с. Процесс преобразования не вносит существенной задержки и требует от DSP 5,5 - 6,4 MIPS. Кодек может применяться совместно с кодеком G.711 для снижения скорости кодирования последнего. Кодек предназначен для использования в системах видеоконференций.

G.728

Гибридный кодек, описанный в рекомендации G.728 в 1992 г, относится к категории LD-CELP – Low Delay - Code Excited Linear Prediction – Кодек с управляемым кодом линейным предсказанием и малой задержкой. Кодек обеспечивает скорость преобразования 16 Кбит/с, вносит задержку при кодировании от 3 до 5 мс и предназначен для использования в системах видеоконференций. В устройствах IP-телефонии данный кодек применяется достаточно редко.

Самым ресурсоемким по использованию полосы пропускания канала связи, но и самым качественным кодеком является G.711. Менее ресурсоемкой альтернативой является кодек G.729. При хорошем качестве он обладает невысокими требованиями к полосе пропускания канала. Тем не менее, применять один и тот же кодек необходимо на всем используемом оборудовании, а это может быть только кодек G.711. К тому же IP-телефония не является для беспроводной сети очень ресурсоемким приложением.

##### 2.9.5 Настройка мобильных софтфонов для подключения к Yeastar MyPBX 400

В качестве софтфона для мобильных телефонов сотрудников ранее был выбран Sipdroid. Чтобы подключиться к серверу VOIP необходимо настроить учетную запись SIP.



Рисунок 40 - Sipdroid – главный экран

Необходимо настроить следующие параметры:

- имя пользователя – номер телефона сотрудника;

- пароль – 20 знаков (индивидуально заведен для каждого номера телефона);

- сервер – IP-адрес Yeastar MyPBX 400 (192.168.0.25);

- имя– имя латинскими буквами с транслитерацией (например Vasilii Ivanov). Оно будет отображаться при входящем SIP вызове

- порт – 5060;

- использовать WLAN –да.



Рисунок 41 - Sipdroid – учетная запись

Также в меню выбора кодека необходимо оставить активированным только PCMU (G.711).



Рисунок 42 - Sipdroid – голосовые кодеки

2.10 Расчет полосы пропускания канала WiFi для IP-телефонии

Голос по сети пакетной коммутации будет передаваться по принципам IP-телефонии. При этом полоса пропускания, выделенная под данный разговорный канал должна учитывать следующие факторы:

- тип кодека (кодер/декодер) и размер выборки голоса (мс);

- IP/UDP/RTP заголовки;

- тип сетевой технологии передачи;

- детектор речевой активности (если есть).

IP/UDP/RTP заголовки в сумме занимают объем передачи 40 байт на пакет. Заголовок Ethernet в сумме занимает объем 38 байт на пакет.

Общая структура пакета будет выглядеть следующим образом.



Рисунок 43 – Структура пакета

Выбранный тип кодека и размер выборки оказывают большое влияние на качество передаваемой речевой информации и на ее задержку при передаче. Количество голосовых выборок упаковываемых в пакет также оказывает влияние на задержки и требуемую полосу пропускания канала.

Таблица 4 - Параметры распространенных кодеков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип кодека | Скорость кодирования, кбит/c | Период семпла, мс | Количество фреймов в пакете |
| G.711 | 64 | 20 | 1 |

Полоса пропускания, требуемая для передачи одного речевого канала рассчитывается по формуле:



 , (1)

где *Ethernenoverhead* - суммарный объем заголовков Ethernet;

*IP/UDP//RTPoverhead* – суммарный объем заголовков IP/UDP/RTP;

*PL* – объем полезной голосовой нагрузки в байтах исходя из длительности семпла в пакете;

 - количество голосовых семплов в 1с времени =50 пак/с.

Объем полезной нагрузки рассчитывается по формуле:

*PL=B / Nпак*, (2)

где  - скорость кодирования одного голосового канала на выходе

определенного типа кодека.

*PL = PL=B / Nпак= (8000/50)=160, байт*

*B1тлф-IP =*  *+ IP/UDP/RTP\_overhead + PL* *= (38+40+160)\*50\*8=95200 бит/c*

Поскольку вся связь сотрудников в офисе идет по каналу WiFi необходимо учитывать общее количество каналов как на оператора Интернет-телефонии, так и на местного оператора связи.

При занятии всех каналов на местную и междугородную связь в сторону операторов будет занято 8 линий. Общая полоса пропускания равняется скорости одного потока умноженного на количество каналов.

*Bcум = B\*N* , (3)

где B- скорость одного потока кбит/с;

N - количество каналов.

*Bcум = B\*N= 95,2\*8=761,6 кбит/c*

При одновременном занятии всех телефонных каналов в сторону провайдеров полоса пропускания канала IP в направлении Интернет будет загружена на *761,6* кбит/c.

## 2.11 Расчет электропитания

На момент проектирования в ООО «Ракурс» сетевое оборудование было без резервного электропитания. В качестве основного электропитания выступала линия переменного тока напряжением 220 В. Поскольку сервер IP-телефонии планируется установить в помещении существующей серверной расчет резервного электропитания будем производить для всего оборудования, находящегося в данном месте.

Расчет будем производить для следующего оборудования:

- сервер IP-телефонии Yeastar MyPBX 400 – мощность 18 Вт;

- коммутатор Dlink 1016d – мощность 15 Вт;

- маршрутизатор Dlink DI-804 – мощность 12 Вт.

Суммарное энергопотребление устройств составит 45 Вт.

В качестве источника бесперебойного питания будем использовать ИБП Powerware 9130i-1000T-XLU2. Емкость внутренней батареи 8 (А\*час). Возможна установка батарейных модулей Eaton 9130 EBM 1500RM с емкостью каждой 9 (А\*час).

Рассчитаем время работы устройств при подключении к Powerware 9130 с внутренней батареей.

Тогда время работы коммутатора, сервера и маршрутизатора от источника бесперебойного питания и составит:

T =  \* V \* η /  (4)

где - суммарная емкость источника бесперебойного, А\*час

V- напряжение одного аккумулятора; В

η *–* Коэффициент полезного действия

Суммарное энергопотребление узла, Вт;

T =  \* V \* η /  =8\* 12 \* 0,85 / 45 = 1,81 часа

Таким образом, в случае отказа электропитания на узле, наше оборудование сможет проработать 1,8 часа, что является недостаточным. Поэтому необходимо установить 1 дополнительный батарейный блок емкостью 9 (А\*час).

Тогда суммарная емкость источника бесперебойного питания составит 17 (А\*час).

Тогда время работы оборудования составит:

T =  \* V \* η /  =17\* 12 \* 0,85 / 45 = 3,8 часа

Это время работы является достаточным для восстановления линии основного электропитания.

## 2.12 Размещение оборудования

Оборудование размещается в существующей серверной комнате, где уже размещен коммутатор и маршрутизатор. Весь монтаж оборудования настенного типа. Кабель, который проведен до точек доступа WiFi уложен в кабель-канал. Все оборудование подключено к блоку розеток с напряжением переменного тока 220 В.

Схема монтажа показана на рис. 45.



Рисунок 45 - Схема монтажа оборудования

# **3. Мероприятия по охране труда и противопожарной безопасности**

## 3.1 Указание мер безопасности

Серверное помещение, в котором размещается все оборудование относятся к классу помещений с повышенной опасностью. К эксплуатации оборудования допускается обслуживающий персонал, имеющий теоретические навыки в обращении с системой, знающий правила техники безопасности, обученный приемам от электрического тока и правилам оказания первой помощи пострадавшим.

Проверка знаний правил техники безопасности у обслуживающего персонала должна производиться в следующих случаях:

- один раз в год одновременно с проверкой правил эксплуатации оборудования;

- при нарушении правил техники безопасности или правил эксплуатации;

- при определении квалификации группы вновь прибывшего обслуживающего персонала.

Металлические конструкции должны быть заземлены.

Лица, обслуживающие серверное помещение, должны быть обучены приемам освобождения попавшего под напряжения электрического тока, приемам реанимационного дыхания, правилам оказания первой помощи и способам тушения пожара.

Для предупреждения несчастных случаев с обслуживающим персоналом и аварий, должны выполняться следующие требования и меры предосторожности:

- заземлять все оборудования и приборы, работающие от сети переменного тока;

- определять наличие напряжения на выводах схем и источников питания только с помощью измерительных приборов.

Должностные лица и весь обслуживающий персонал должны выполнять правила пожарной безопасности. Противопожарный инвентарь, находящийся в помещениях, должен быть комплектным исправным, находиться в специально отведенных местах. Места расположения пожарного инвентаря должны быть помечены красной краской. Проходы в помещениях, основные и запасные выходы должны содержаться в постоянной готовности. В случае пожара в помещениях вентиляционные установки должны отключаться.

# **4. Экономическая часть**

## 4.1 Расчет капитальных затрат

Исходные данные взяты интернет-сайта market.yandex.ru.

Капитальные затраты включают в себя расходы на приобретение и доставку данного оборудования. ООО «Ракурс» закупила следующее оборудование: IP-ATC Yeastar MyPBX 400– 1 шт..

Таблица 5- Капитальные затраты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование затрат | Единица измерения | Количество единиц | Сметная стоимость, тыс.руб. | |
| единицы | общая |
| IP-ATC Yeastar MyPBX 400 | шт | 1 | 11,17 | 11,17 |
| Итого |  |  |  | 11,17 |
| Накладные расходы от затрат на оборудование | % | 10 |  | 1,117 |
| Итого: капитальные затраты |  |  |  | 12,287 |

Линейные сооружения и ЭПУ не предусмотрены.

## 4.2 Расчет эксплуатационных расходов

Монтаж оборудования и настройка учтены в расчете капитальных затрат, в статье «Накладные расходы». Оборудование не нуждается в постоянном обслуживании, поэтому оплата заработной платы сотрудников не учитывается.

Амортизационные отчисления на полное восстановление определяются исходя из сметной стоимости основных производственных фондов(кабельных линий связи, аппаратуры систем передачи , ЭПУ) и норм

Таблица 6 – Расчет амортизационных отчислений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид основных и производственных фондов | Стоимость основных производственных фондов, тыс.руб | Норма амортизации на полное восстановление, % | Амортизационные отчисления, тыс.руб |
| Оборудование | 12,287 | 5,6 | 0,688 |
| Всего | 12,287 |  | 0,688 |

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется:

 (5)

где Кi- количество единиц оборудования определенного вида, ед;

Wi- мощность потребляемая за час работы единицей оборудования, кВт;

ti- время действия оборудования за год, ч;

n – коэффициент полезного действия оборудования составляет 80%.

*ti=24\*365=8760 ч.*



*= (1\*0.018\*8760/0.8) = 197,1 кВт*

Затраты на электроэнергию определяются:

где Т – тариф за 1 кВт установленной мощности, руб.

*Э=T\*W* (6)

*Э=T\*W* =3\**197,1=*0,591 *тыс.руб.*

Расходы на материалы и запчасти определяются по удельному весу данных затрат на аналогичных предприятиях от общей суммы рассчитанных затрат.

, (7)

где  - удельный вес затрат на материальные и запасные части, (10%).



 тыс.руб.

Прочие расходы определяются по уделенному весу этих затрат на аналогичных предприятиях от общей суммы затрат

, (8)

где  - удельный вес прочих затрат (8%).



*=* *тыс.руб.*

Таблица 7- Затраты на производство услуг связи

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование статей затрат | Сумма затрат, тыс. руб. |
| Амортизационные отчисления | 0,688 |
| Затраты на электроэнергию | 0,591 |
| Затраты на материалы и запчасти | 0,127 |
| Прочие | 0,112 |
| Всего: эксплуатационные расходы (*Сэ*) | 1,518 |

## 4.3 Расчет экономии от услуг связи

После организации подключения к оператору Интернет телефонии ежемесячный междугородный / международный трафик составит:

Направление 1 (Н1) - Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург (стационарные) – 400 минут;

Направление 2 (Н2) - Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург (мобильные) – 200 минут;

Направление 3 (Н3) - Остальные города России (стационарные) – 300 минут;

Направление 4 (Н4) - Остальные города России (мобильные) - 100 минут;

Таблица 8 - Стоимость трафика по направлениям связи

|  |  |
| --- | --- |
| Направление связи | Стоимость, руб./мин. |
| Н1 | 0,5 |
| Н2 | 1,5 |
| Н3 | 0,78 |
| Н4 | 2,7 |
| Н5 | 0,9 |
| Н6 | 2,5 |

Рассчитаем затраты телефонии в месяц.

*З1=Н1\*K1+ Н2\*K2 +Н3\*K3+ Н4\*K4+Н5\*K5+ Н6\*K6*(9)

где *НN* – количество трафика в направлении Н, минут;

*KN –* стоимость минуты трафика в направлении Н.

*З1*= *Н1\*K1+ Н2\*K2 +Н3\*K3+ Н4\*K4+Н5\*K5+ Н6\*K6=* *400\*0,5+ 200\*1,5 +300\*0,78+ 100\*2,7=1,04 тыс. руб.*

Годовые затраты по данному проекту составят:

*З2год.=Кз\*Ен+Сэ* (10)

где *Сэ*– эксплуатационные расходы;

Ен – нормативный коэффициент значения эффективности (0,15);

*Кз* – капитальные затраты.

*З2год.=Кз\*Ен+Сэ=12,287\*0,15+1,518=3,361 тыс.руб.*

Ежемесячные затраты составят:

*З2мес.= З2год. /12* (11)

*З2мес= З2год. /12.= 3,361 /12=0,28 тыс.руб.*

Ежемесячно на телефонную связь (местную и мг/мн) компания будет тратить 0,28 тыс. руб.

Следовательно компания будет экономить ежемесячно:

*Э= З1 - З2мес.*(12)

*Э= 1,04– 0,28=0,76 тыс. руб.*

# **Заключение**

В ходе выполнения данного дипломного проекта, была спроектирована сеть IP-телефонии по технологии Wi-Fi. Это составит значительную экономию на услугах связи, так как на момент проектирования компания пользовалась услугами сотовых операторов и в каждом отделе было по 2 сотовых телефона для приема звонков. Всего 6 сотовых телефонных номеров. Также улучшится качество связи, так как офис находится в зоне неуверенного приема сотовых сетей и периодически происходили срывы звонков. Поскольку наиболее гибким технологическим решением, как по цене, так и по предоставляемым услугам на сегодня является IP-телефония было принято решение организовать связь на ее основе.

Также, в связи с тем, что все сотрудники компании имеют в своем распоряжении современные смартфоны и коммуникаторы на основе ОС Android, было принято решение, качестве личного офисного средства связи -телефона, сотрудники использовали свои мобильные телефоны поддерживающие технологию Wi-Fi. В будущем планируется использовать между сотрудниками не только телефонную связь через IP-сеть, но и видеосвязь. Для этого современные мобильные устройства хорошо подходят и будут удобны в работе. Этим достигается существенная экономия на покупке VOIP-телефонов и аудио-гарнитур.

# **Список используемой литературы**

1. Компьютерные сети // «Альтеркомм» телекоммуникационная компания. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.altercomm.ru/lan>.
2. Сети Ethernet // Компьютерные сети [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dokanet.net/locnet/15-seti-ethernet.html>
3. Беспроводные сети // Компьютерные сети [Электронный ресурс]. URL: http://www.dokanet.net/locnet/12-besprovodnaja-set-wi-fi.html
4. Сетевая топология // Википедия – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0% A2% D0% BE % D0% BF % D0% BE % D0% BB % D0% BE % D0% B3% D0% B8% D1% 8F\_%D1% 81% D0% B5% D1% 82% D0% B8.
5. Гольштейн Б.С. Учебник для вузов: «Системы коммутации». С-Пб.:БХВ-Санкт-Петербург, 2015.-318 с.:ил.
6. Гольштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А. Л. IP-телефония.- М.: Радио связь, 2017.- 366с.:ил.
7. Гольштейн Б.С. , Зарубин А. А., Саморезов В. В. Справочник по телекоммуникационным протоколам: «Протокол SIP». С-Пб.:БХВ-Санкт-Петербург, 2015.-456с.:ил.
8. Емельянова Н. Партыка Т. Романов В. Проектирование экономических информационных систем: Методология и современные технологии: Учебное пособие для вузов / Емельянова Н. Партыка Т. Романов В. – Мск, Экзамен, 2015, 256
9. Кирх О., Доусон Т. Linux для профессионалов. Руководство администратора сети. 4-е изд. / Кирх О., Доусон Т. – С-Пб, Питер, 2018,368.
10. Колисниченко Д. Linux-сервер своими руками. / К. Шрёдер – С-Пб, Питер, 2016,432.
11. Колисниченко Д., Аллен П. Linux: полное руководство (2-е издание) / Колисниченко Д., Аллен П. – Мск, Наука и техника, 2016, 784.
12. Кулемина Ю. Информационные системы в экономике / Кулемина Ю.–Мск, Окей-книга, 2018, 112.
13. Лазарев И. Лазарев К. Хижа Г. Новая информационная экономика и сетевые механизмы ее развития / Лазарев И. Лазарев К. Хижа Г. – Мск, Дашков и Ко, 2015, 244.
14. Манн C., Крелл М. Linux. Администрирование сетей ТСР/IP/ Стахов А.–Мск, Бином – Пресс, 2017, 1056.
15. Манн С., Митчелл э., Митчелл К. Безопасность Linux. Руководство администратора по системам защиты с открытым исходным кодом / Манн С., Митчелл Э., Митчелл К. – Мск, Вильнюс, 2016,624.
16. Одинцов Б. Романов А. Информационные системы в экономике: Учебное пособие / Одинцов Б. Романов А. – Мск, Вузовский учебник, 2017, 300.
17. Старовойтов А. Сеть на Linux. Проектирование, прокладка, эксплуатация / Старовойтов А.–С-Пб, БХВ-Петербург, 2016, 288.
18. Стахнов А. Сетевое администрирование Linux / Стахнов А.–С-Пб, БХВ-Петербург, 2017,480.
19. Стахнов А. Сеть для офиса и LINUX-сервер своими руками / К. Шрёдер – С-Пб, БХВ-Петербург, 2016, 551.
20. Стахов А. Linux. / Стахов А.–С-Пб, БХВ-Петербург, 2017, 1056.
21. Шашлов С Азбука сисадмина. Энциклопедия iXBT.com / Шашлов С – С-Пб, Питер, 2016, 208.
22. Ясенев В. Информационные системы и технологии в экономике / Ясенев В.–Мск, Юнити-Дама, 2015, 560.
23. Манн C., Крелл М. Linux. Администрирование сетей ТСР/IP/ Стахов А.–Мск, Бином – Пресс, 2012, 1056.
24. Росляков А.В., Самсонова М.Ю., Шибаев И.В.. IP-телефония.-М.: Эко-Тренд, 2012. - 252.:ил.
25. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерный сети. - СПб.:БХВ-Петербург, 2017.-950 с.:ил.
26. Сайт производителя Huawei. Режим доступа: http://www.huawei.com
27. Курс лекций «Сети связи следующего поколения». Режим доступа: http://www.intuit.ru
28. Сайт производителя Cisco. Режим доступа: http://www.cisco.com - сайт производителя. Документация.
29. Статьи лаборатории сетевых технологий. Режим доступа: http://www.netlab.mephi.ru
30. Сайт IP-PBX Asterisk. Режим доступа: http://www.asterisk.org/