

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ ДЛЯ
КОМПАНИИ «TIGO» В ГОРОДЕ ДАР-ЭС-САЛАМ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,
профиль «Сети связи и системы коммутации»
очной формы обучения, группы 12001511
Катонья Увесу Саиди

Научный руководитель
ассистент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Рачинский С.А.

Рецензент
инженер электросвязи 1 категории
участка систем коммутации №1,
Белгородского филиала ПАО
«Ростелеком» Власов С.А.

БЕЛГОРОД 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАНИИ TIGO В Г. ДАР-ЭС-САЛАМ.....	4
1.1 Анализ структуры организации.....	4
1.2 Концепции реализации корпоративной сети.....	77
2 ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ДЛ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ФИЛИАЛОВ.....	8
2.1 Особенности проектирования распределенных сетей VPN.....	8
2.2 Компоненты VPN сети.....	13
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ ДЛ КОМПАНИИ TIGO В Г. ДАР-ЭС-САЛАМ.....	15
3.1 Построение СКС филиалов компании Tigo.....	15
3.2 Построение ЛВС филиалов компании Tigo.....	200
3.3 Выбор оборудования.....	2626
3.4 Модель сети VPN для компании Tigo.....	300
4 РАСЧЕТ ТРАФИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ КОМПАНИИ TIGO.....	32
4.1 Трафик IP-телефонии.....	32
4.2 Трафик передачи данных.....	34
4.3 Оценка требуемой полосы пропускания.....	36
5 РАСЧЁТ СТОИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ГОДОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ.....	37
5.1 Смета затрат.....	37
5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	38
6 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА.....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	4444
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	45

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка виртуальной частной сети для компании «Tigo» в городе Дар-эс-Салам	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Катонья У.С.						
Провер.		Рачинский С.А.					2	47
Рецензент		Власов С.А.				НИУ«БелГУ» гр.12001511		
Н.Контроль		Рачинский С.А.						
Утвердил		Жуляков Е.Г.						

ВВЕДЕНИЕ

В современных реалиях особую важность принимают информационное взаимодействие между людьми, процессами и вычислительными машинами. Необходимость обеспечения надежности и эффективности удаленных взаимодействий требует разработки современных телекоммуникационных решений. Одним из наиболее востребованных направлений в телекоммуникациях на данный является разработка виртуальных частных сетей (VPN), которые позволяют использовать сетевую структуру провайдеров Интернет для создания прозрачного канала как между отдельными сетевыми узлами, так между целыми сетевыми сегментами.

Для растущего телекоммуникационного сектора экономики стран восточной Африки особенно актуальным является развитие корпоративных сетей связи, которые бы позволяли обеспечить непрерывное предоставление услуг связи. Компания «Tigo» в г. Дар-эс-Салам, Объединенная Республика Танзания заинтересована в построении качественной сети связи, которая позволит выполнять задачи компании на рынке телекоммуникаций: повысит ее прибыль и снизит издержки.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка виртуальной частной сетевой инфраструктуры для безопасной и быстрой передачи разнородного трафика для компании «Tigo» в г. Дар-эс-Салам. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ и экспликацию объектов организации;
- Сформировать требования к проектируемой сети связи;
- Выработать стратегию построения сетевой инфраструктуры;
- Осуществить выбор телекоммуникационного оборудования и кабелей в соответствии с выбранной стратегией построения сети;
- Составить технико-экономическое обоснование принятых решений;
- Разработать рекомендации по внедрению разработанного проекта.

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.739.ПЗВКР				

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАНИИ TIGO В Г. ДАР-ЭС-САЛАМ

1.1 Анализ структуры организации

Компания «Tigo» г. Дар-эс-Салам представляет собой крупную быстроразвивающуюся телекоммуникационную компанию восточной Африки. Основные направления деятельности данной компании: 1) предоставление телекоммуникационных услуг (мобильной и фиксированной связи) частным и юридическим лицам в Танзании и в других государствах Африки; 2) финансовые услуги частным и юридическим лицам, связанные с переводами денежных средств в странах Африки.

Компания располагает центральными офисом и тремя филиалами в г. Дар-эс-Салам в них осуществляется прием посетителей, размещены центры технической поддержки пользователей, административные и бухгалтерские отделы, а также отделы маркетинга и финансов. Офисы компании располагаются в центральной части города Дар-эс-Салам.

Дар-эс-Салам является крупным городом восточной Африки, бывшей столицей Объединенной Республики Танзания. Город является крупнейшим экономическим и культурным центром восточной Африки. Население города составляет более 4.5 млн человек, является одним из самых быстрорастущих городов в Африке. Климат города субэкваториальный. Среднегодовая температура 25.8 градусов по Цельсию. Абсолютный максимум 39.2 градусов по Цельсию, абсолютный минимум 10.8 градусов по Цельсию.

Компания Tigo имеет центральный офис и три крупных филиала в городе Дар-эс-Салам. Для компании необходимо обеспечить хорошую телефонную связь и доступ в сеть Интернет. Кроме того, сотрудники компании Tigo в филиалах должны иметь доступ к серверам и сервисам центрального отделения.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

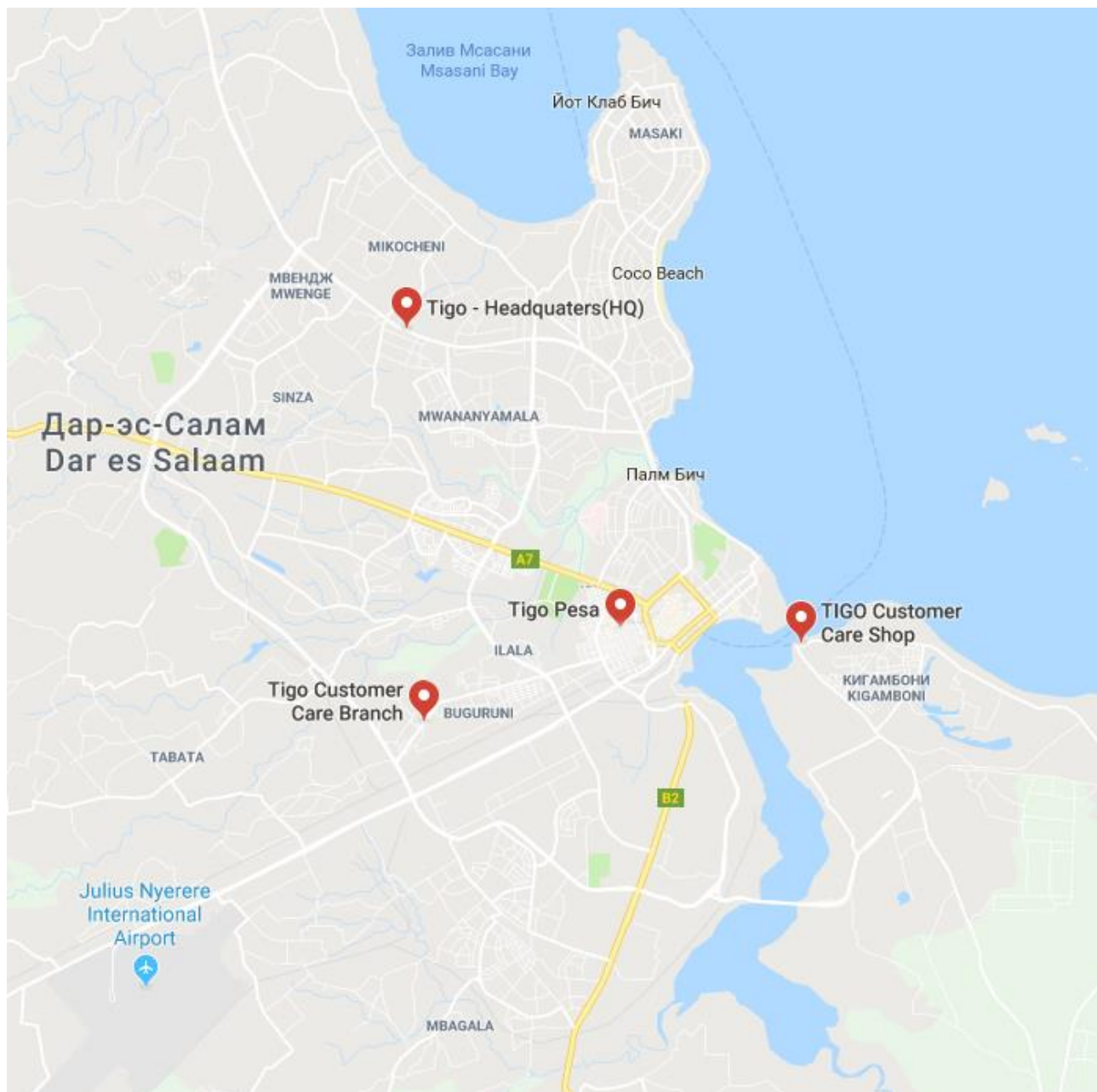


Рисунок 1.1 – Расположение филиалов компании Tigo на карте Дар-эс-Салам

Филиалы распределены по различным районам города: Ilalia, Kigamboni, Mikocheni, Buguruni. Все структурные подразделения должны быть логически связаны в одну корпоративную информационную структуру. При этом филиалы должны иметь доступ к ресурсам, предоставляемым центральным офисом компании Tigo (Tigo Headquarters Mikocheni).

Следует отметить, что филиалы расположены на большом расстоянии от центрального офиса компании и прокладка выделенных каналов между филиалами чревата большими финансовыми расходами. Более целесообразным

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

является аренда каналов у вышестоящего провайдера для организации VPN сети между филиалами. В таблице 1.1 вводные данные о компании Tigo, которые требуются для оценки проекта построения виртуальной частной сети.

Таблица 1.1 - Сводные данные по компании Tigo

Филиал	Число служащих	Количество абонентских портов	Количество серверов	Отделы
Центральный офис Tigo Headquarters - Mikocheni	130	120	5	1) Административный блок; 2) Бухгалтерия; 3) Отдел менеджмента; 4) Отдел финансов и транзакций; 5) Технический отдел.
Офис №1 Tigo Customer Care Shop - Kigamboni	70	60	0	1) Отдел технической поддержки пользователей; 2) Отдел продаж; 3) Отдел менеджмента.
Офис №2 Tigo Pesa - Kariakoo	55	40	0	1) Отдел продаж; 2) Отдел менеджмента.
Офис №3 Tigo Customer Care Branch - Buguruni	48	40	0	1) Отдел продаж; 2) Отдел менеджмента; 3) Административный блок.

В настоящее время в каждом филиале планируется использовать локальные вычислительные сети построенные по технологии Fast Ethernet.

Разрабатываемая организация сети связи должна отвечать современным требованиям предъявляемым к корпоративным сетям по скорости, безопасности трафика, конфиденциальности, уровню надежности и др.

Следовательно необходимо разработать концепцию информационной сети, отвечающей следующим требованиям:

- безопасность и конфиденциальность трафика;
- возможность масштабируемости сети;
- объединение разнородного трафика;

- обеспечение высокой скорости передачи данных;
- отсутствие необходимости прокладки новых линий связи.

Далее в работе будут описаны этапы проектирования виртуальной частной сети для компании Tigo в г. Дар-эс-Салам.

1.2 Концепции реализации корпоративной сети

Для реализации корпоративной частной сети для компании Tigo предлагается следовать представленной ниже концепции, изображенной на рисунке 1.2.

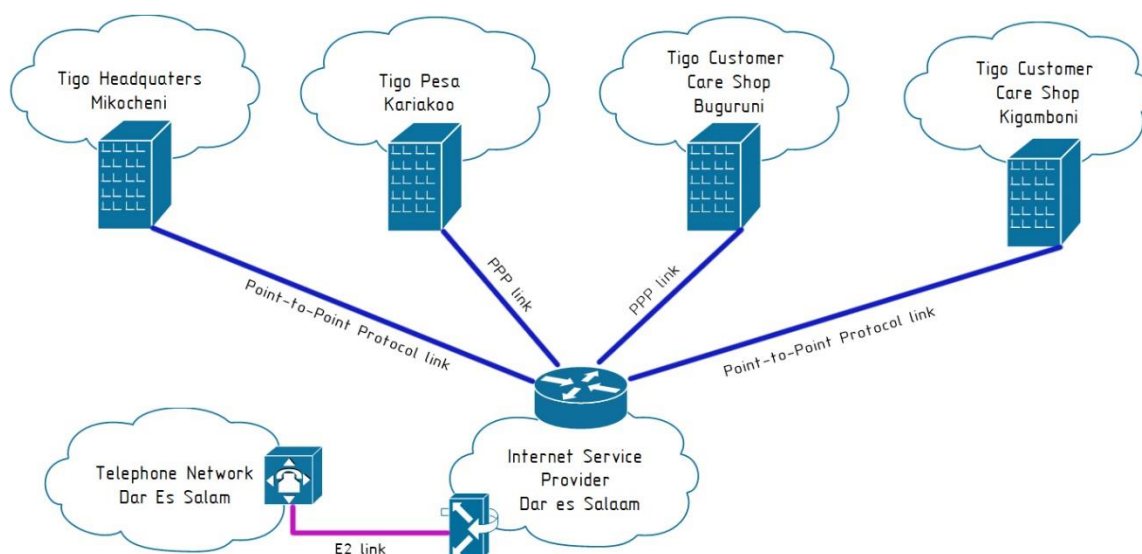


Рисунок 1.2 – Концепция реализации корпоративной виртуальной частной сети для компании Tigo г. Дар эс Салам

Реализация концепции объединения локальных вычислительных сетей филиалах заключается в подключении каждого филиала арендованным каналом точка-точка к Интернет провайдеру и построение виртуальной частной сети на базе этих каналов. При этом достигается прозрачность доступа к общим ресурсам между филиалами, а также транзит голосового трафика на телефонную сеть общего доступа. Далее рассмотрим особенности построения как ЛВС в филиалах, так и виртуальной частной сети, которая их объединит.

2 ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ФИЛИАЛОВ

2.1 Особенности проектирования распределенных сетей VPN

VPN представляет собой зашифрованное соединение между частными сетями или узлами через сеть общего доступа, например Интернет. Аббревиатура VPN означает Virtual Private Network или виртуальная частная сеть. Существует несколько различных типов виртуальных частных сетей:

- 1) Логическое соединение узел-узел;
- 2) Логическое соединение узел-сеть;
- 3) Логическое соединение сеть-сеть.

Для реализации виртуального канала используются технологии криптографии: механизмы аутентификации, шифрования трафика, защиты от повторной передачи и изменения логической структуры.

Прозрачность логического соединения VPN сети обеспечивается за счет использования инкапсуляции протокола точка-точка PPP (Point-to-point) в один из протоколов IP. Протокол точка-точка представляет собой логическое соединение на канальном уровне сетевой модели взаимодействия открытых систем. Для поддержки выше перечисленных качеств, PPP должен предоставлять управление по расширенному Link Control Protocol (LCP) и семейству протоколов Network Control Protocols (NCPs) которые используются для установления параметров связи.

Данный протокол содержит в себе криптографические механизмы RFC 1968 и механизмы сжатия данных. Существует ряд других рекомендаций, в которых описан протокол и особенности его функционирования:

- 1) Рабочее предложение PRFC 1661 Протокол PPP (точка-точка);
- 2) Рабочее предложение RFC 1662 Использование протокола High-Level Data Link Control в разработке PPP.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

3) Рабочее предложение PRFC 1994 Механизмы аутентификации в протоколе PPP посредством механизмов Challenge Handshake Authentication Protocol.

4) Протокол PPP, в свою очередь, можно представить в виде стека “подпротоколов” обеспечивающих все необходимые для функционирования виртуальной частной сети функции.

В таблице 2.1 приведем некоторые протоколы используемые при создании соединения типа точка-точка.

Таблица 2.1 - Сводные данные по компании Tigo

Название протокола	Назначение
Link Control Protocol	Протокол реализующий контроль и управление соединением позволяет 1) осуществлять идентификацию соединяемых устройств, 2) определяет оптимальный размер кадров для приема-передачи, 3) отвечает за обнаружение петель маршрутизации, 4) сжимает трафик, 6) шифрует трафик; 7) контролирует ширину канала связи, 8) осуществляет поиск и устранение ошибок в синтаксисе, 9) разрыв и установление соединения.
Network Control Protocol	Базовый межуровневый протокол
Password Authentication Protocol	Протокол аутентификации позволяющий осуществлять проверку подлинности пользователя с помощью связки имени пользователя и пароля в незашифрованном виде.
Challenge Handshake Authentication Protocol	Протокол аутентификации использующий механизм косвенного согласования с помощью трехэтапной процедуры согласования: 1) Отправка открытого ключа на окончательный сетевой узел; 2) Вычисление хэша на основе полученного открытого ключа и секрета и отправка его как ответ; 3) Сравнение полученного хэша с рассчитанным “ожидаемым” хэшем.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Архитектура протокола PPP изображена на рисунке 2.1.

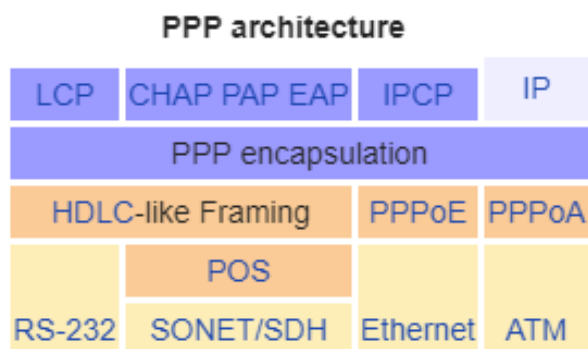


Рисунок 2.1 – Архитектура протоколов PPP

Концептуальная схема VPN сети представлена на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Концептуальная схема VPN сети

Вместо выделенной линии второго уровня VPN использует виртуальные подключения, которые маршрутизируются из частной сети компании к удаленной площадке или хосту служащего компании при необходимости.

Далее, в таблице 2.1, приведем сводные преимущества и ограничения в применение VPN решений для развертывания гибких и масштабируемых корпоративных сетей.

Таблица 2.1 – Преимущества и ограничения использования VPN сетей

№	Преимущество	Ограничение
1	Централизованное управление политиками аутентификации и безопасности;	Необходимость ручной настройки каналов PAT и NAT
2	Независимость локальных конфигураций от настроек удаленных узлов;	Необходимо обеспечивать единый удостоверяющий сервер
3	Сокращение затрат на реализацию сети	Необходимо использовать защищенные протоколы передачи IPSec, что вызывает повышенную нагрузку на оборудование связи

Существует два типа виртуальных частных сетей:

1. VPN для соединения площадок (site-to-site).
2. VPN удаленного доступа.

В настоящее время под виртуальными частными сетями обычно понимают защищенную реализацию сети VPN с шифрованием (например IPsec VPN).

VPN для соединения площадок (site-to-site) - расширение классической распределенной сети. Такие VPN используются для соединения полноценных сетей. Например они могут служить для подключения сети филиала к сети штаб-квартиры компании. В прошлом для связи площадок использовались арендованные каналы и каналы Frame Relay. Теперь, когда у большинства компаний есть выделенные каналы доступа в Интернет, эти каналы можно заменить на site-to-site VPN, что проиллюстрировано на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – VPN для расширения площадок (соединение филиалов) как расширение классической WAN сети

«В site-to-site VPN хосты отправляют и принимают обычный трафик TCP/IP через «шлюз» VPN. В данной ситуации шлюзом может выступать маршрутизатор, брандмауэр, VPN-концентратор и адаптивное устройство безопасности. Шлюз VPN выполняет инкапсуляцию и шифрование всего исходящего трафика площадки и отправляет его через туннель VPN в сети Интернет в аналогичный шлюз VPN на площадке назначения. При получении трафика шлюз VPN отделяет заголовки, расшифровывает контент и передает пакеты узлу назначения внутри частной сети.

Удаленный доступ представляет собой усовершенствование сетей с коммутацией каналов, таких как аналоговая телефонная линия или ISDN. VPN удаленного доступа предназначены для удаленных работников, мобильных пользователей и обмена данными между потребителем и организацией. VPN удаленного доступа обеспечивают безопасное подключение отдельных хостов к корпоративной сети через Интернет.

В прошлом корпорации работали с удаленными пользователями с помощью коммутируемого доступа через телефонную сеть и ISDN. С появлением VPN мобильные пользователи нуждаются только в доступе в Интернет для подключения к центральному офису. Удаленные работники, как правило,

службы VPN и ведущую в отрасли маршрутизацию в единое комплексное решение. Программное обеспечение Cisco VPN обеспечивает высокий уровень безопасности за счет шифрования и аутентификации. Маршрутизаторы, которые поддерживают Cisco VPN позволяют обеспечить довольно высокую производительность решений VPN для интрасетей, экстрасетей и site-to-site.

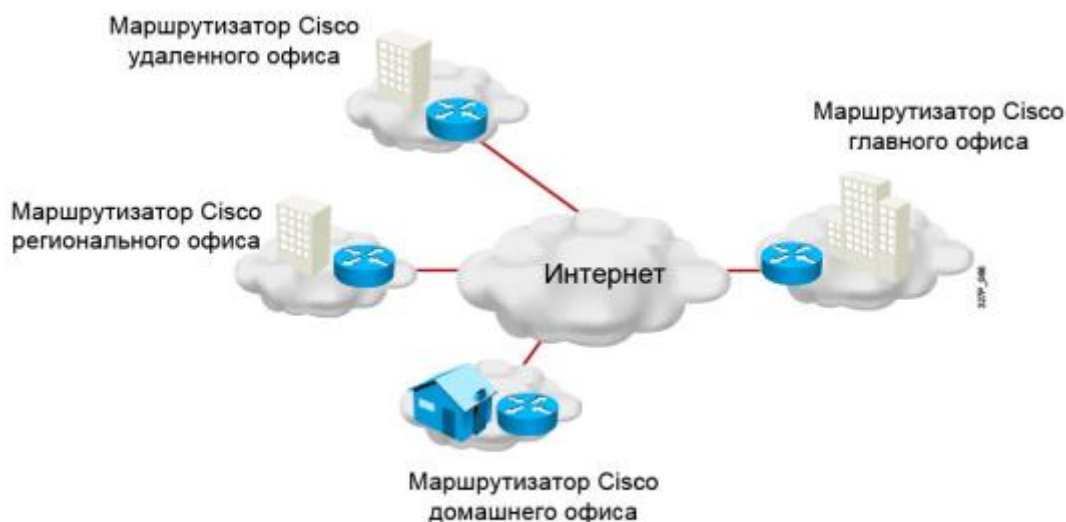


Рисунок 2.5 – Концепция построения VPN на базе маршрутизаторов Cisco

Cisco ASA предлагает функции IPsec и SSL VPN на одной платформе, устраняя потребность в параллельных решениях. Помимо служб VPN ASA предлагает брандмауэр для анализа приложений и службы предотвращения вторжений.

- Службы безопасности IPsec выполняют 4 важные функции;
- Конфиденциальность (шифрование);
- Целостность данных;
- Аутентификация;
- Защита от повтора пакетов.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ ДЛЯ КОМПАНИИ TIGO В Г. ДАР-ЭС-САЛАМ

Проектирование компьютерной сети предприятия является сложной задачей. Для облегчения решения эту задачу принято разбивать на части. В данной главе будут последовательно решены три следующие задачи:

- 1) Построение структурированных кабельных систем офисов компании Tigo;
- 2) Построение локальной вычислительной сети в каждом из филиалов компании Tigo;
- 3) Выбор оборудования и кабелей связи.

В рамках данной главы будут последовательно решены задачи:

- 1) сформированы требования к проектируемой сети связи;
- 2) выработана стратегия построения сетевой инфраструктуры и линейно-кабельных сооружений;
- 3) осуществлен выбор телекоммуникационного оборудования и кабелей связи;
- 4) разработаны проектные решения по организации связи.

3.1 Построение СКС филиалов компании Tigo

Для реализации структурированной кабельной системы в филиалах компании Tigo рационально применить иерархическую концепцию построения сетей. В качестве линий связи между филиалами организации в пределах города используем транспортную сеть одного из провайдеров Интернет Танзании. В соответствии с рядом нормативных документов:

«ГОСТ Р 58238-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Порядок и нормы проектирования.

ГОСТ Р 58239-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Телекоммуникационные трассы и пространства горизонтальной и магистральной подсистем структурированной кабельной системы.

ГОСТ Р 58240-2018» Слаботочные системы. Кабельные системы. Горизонтальная подсистема структурированной кабельной системы.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		15

ГОСТ Р 58241-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Магистральная подсистема структурированной кабельной системы.

ГОСТ Р 58242-2018 Слаботочные системы. Кабельные системы. Телекоммуникационные пространства и помещения.

Используя в качестве наиболее распространенной среды передачи – витой пары и стандарт Ethernet представим следующую конфигурацию структурированной кабельной системы разработанной для офисов №1, №2 и №3 компании Tigo, города Дар-эс-Салам.»

Следует отметить, что структурированная кабельная система ограничена с одной стороны телекоммуникационными розетками пользователей или коннекторами для подключения оконечного оборудования, с другой стороны точкой разграничения, входящей в состав точки внешнего подключения СКС.

Коммутационные шнуры, используемые для подключения оборудования пользователей к телекоммуникационным розеткам, не являются частью СКС. а относятся к оборудованию рабочего места пользователя. В случае, когда оборудование подключается непосредственно без использования розеток, коннекторы для подключения оконечного оборудования относятся к СКС.

Минимум одна установочная коробка для монтажа телекоммуникационных розеток должна быть отведена на каждое рабочее место пользователя. При планировании мест расположения телекоммуникационных розеток рекомендуется использовать базовый показатель площади рабочего места, равный 10 м². В данном проекте преимущественно будут использованы сдвоенные телекоммуникационные розетки.

Структурированная кабельная система офиса №1 Tigo Customer Service представляет собой кабельные линии связи построенные на базе витой пары категории 5е. Состав необходимых материальных средств для реализации структурированной кабельной системе представлен в таблице 3.1, а схема реализации на рисунке 3.1.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		16

Схема СКС для офиса №1 Tigo Customer CS

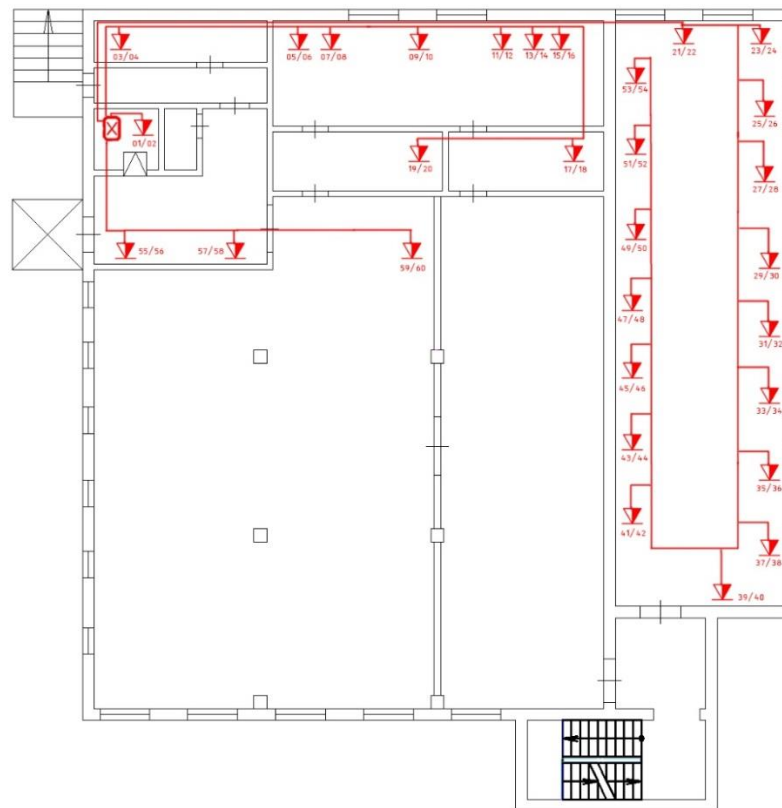


Рисунок 3.1 – Схема структурированной кабельной системы для офиса №1 компании Tigo Customer Care Shop – Kigamboni

Таблица 3.1 – Список необходимых средств для построения СКС офиса №1 компании Tigo Customer Care Shop – Kigamboni

Описание	Количество
Витая пара категории 5е	2000 метров
Телекоммуникационная розетка двойная RJ-45 типа 8p8c кат. 6	30
Кросс витой пары на 24 порта RJ-45 типа 8p8c кат. 6	3
Кабель-органайзер	3
Шкаф телекоммуникационный 12U 19"	1
Коммутационный шнур RJ-45 2 метра	180 шт

Структурированная кабельная система офиса №2 Tigo Customer Service представляет собой кабельные линии связи построенные на базе витой пары категории 5е. Состав необходимых материальных средств для реализации

структурированной кабельной системе представлен в таблице 3.2, а схема реализации на рисунке 3.2.

Схема СКС для Офиса №2 Tigo Pesa

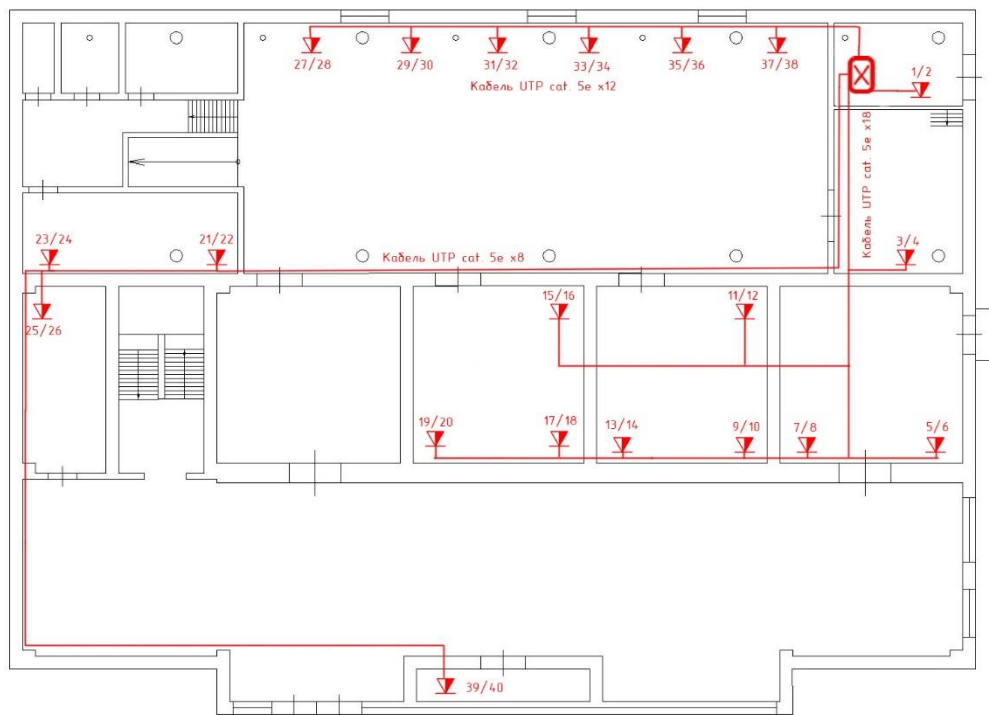


Рисунок 3.2 – Схема структурированной кабельной системы для офиса №2 компании Tigo Pesa – Kariakoo

Таблица 3.2 – Список необходимых средств для построения СКС офиса №2 компании Tigo Pesa - Kariakoo

Описание	Количество
Витая пара категории 5е	1000 метров
Телекоммуникационная розетка двойная RJ-45 типа 8p8c кат. 6	20
Кросс витой пары на 24 порта RJ-45 типа 8p8c кат. 6	2
Кабель-органайзер	2
Шкаф телекоммуникационный 12U 19"	1
Коммутационный шнур RJ-45 2 метра	120 шт

Структурированная кабельная система офиса №2 Tigo Customer Service представляет собой кабельные линии связи построенные на базе витой пары категории 5е. Состав необходимых материальных средств для реализации

структурированной кабельной системе представлен в таблице 3.3, а схема реализации на рисунке 3.3.

Схема СКС для офиса №3 Tigo Customer Care Branch

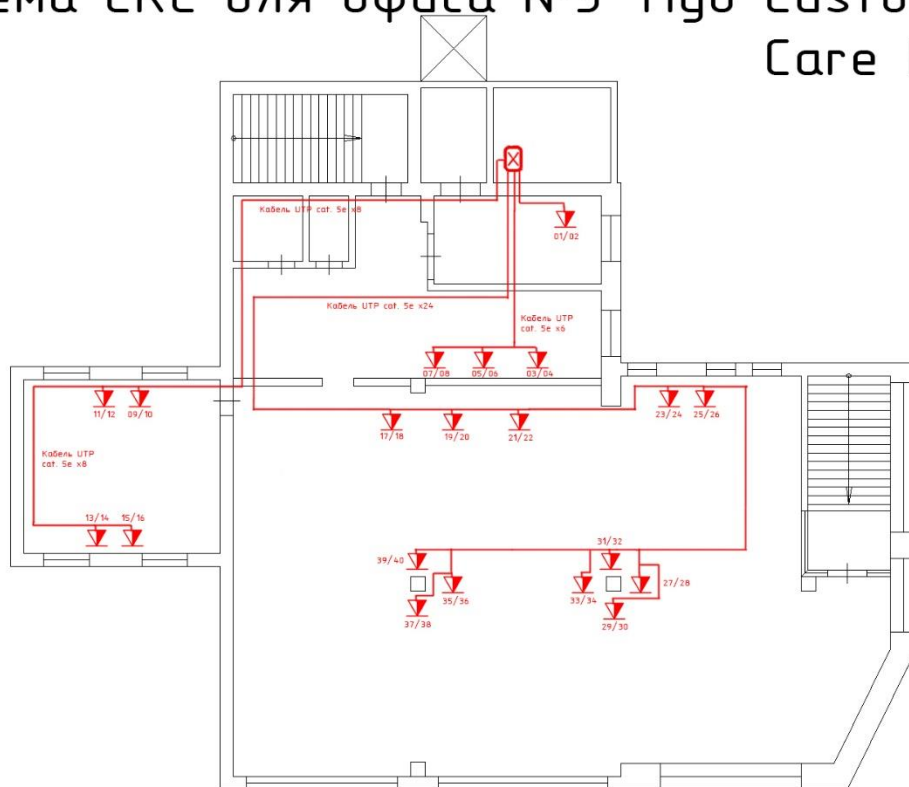


Рисунок 3.3 – Схема структурированной кабельной системы для офиса №2 компании Tigo Customer Care Branch – Buguruni

Таблица 3.3 – Список необходимых средств для построения СКС офиса №2 компании Tigo Customer Care Branch – Buguruni

Описание	Количество
Витая пара категории 5е	800 метров
Телекоммуникационная розетка двойная RJ-45 типа 8p8c кат. 6	20
Кросс витой пары на 24 порта RJ-45 типа 8p8c кат. 6	2
Кабель-органайзер	2
Шкаф телекоммуникационный 12U 19”	1
Коммутационный шнур RJ-45 2 метра	120 шт

Для реализации связи между филиалами планируется аренда каналов связи провайдера Интернет и организации на их базе VPN сети компании Tigo.

3.2 Построение ЛВС филиалов компании Tigo

Для реализации гибкой и безопасной сетевой инфраструктуры требуется использовать концепцию виртуальных локальных вычислительных сетей – VLAN. Таким образом, каждый отдел будет иметь свое адресное пространство для конечных устройств.

В рамках данного проекта будем использовать два стека адресации конечных устройств IPv4 и IPv6 как перспективное адресное пространство, которое позволит перейти в сеть следующего поколения Internet of Things. Проект адресного пространства представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Распределение адресного пространства по VLAN для сети компании Tigo в г. Дар-эс-Салам

Отдел/направление	VLAN	VLAN name	Network IP v4	Network IP v6
Административный	10	Administrative	172.16.0.0/25	2001:db8:acad:a::
Бухгалтерия	20	Booking	172.16.0.128/25	2001:db8:acad:14::
Финансовый	30	Financial	172.16.1.0/25	2001:db8:acad:1e::
Менеджмента	40	Managment	172.16.1.128/25	2001:db8:acad:28::
Технический	50	Tech	172.16.2.0/25	2001:db8:acad:32::
Продаж	60	Sales	172.16.2.128/25	2001:db8:acad:3c::
Сервера	99	Server	172.16.3.0/27	2001:db8:acad:63::
Управления сетью	100	Net-managment	172.16.4.0/27	2001:db8:acad:64::

«Сокращение адресного пространства протокола IPv4 — основной стимулирующий фактор для перехода к использованию IPv6. «По мере того как Африка, Азия и другие регионы планеты все больше нуждаются в подключении к сети Интернет, остается все меньше IPv4-адресов, чтобы соответствовать таким

темпам развития. Как показано на рисунке, у четырех из пяти региональных интернет-регистраторов (RIR) не осталось свободных IPv4-адресов.

Теоретическое максимальное количество IPv4-адресов — 4,3 миллиарда». Частные адреса вместе с механизмом преобразования сетевых адресов (NAT) позволяли какое-то время замедлить процесс истощения адресного пространства IPv4. Однако, механизм преобразования сетевых адресов (NAT) имеет определенные ограничения, которые ухудшают коммуникации в одноранговой сети.

Разделение IPv6-сети на подсети подразумевает использование другого подхода, чем разделение на подсети IPv4-сети. Те же причины для разбиения адресного пространства IPv4 на подсети для управления сетевым трафиком существуют и в случае IPv6. Однако из-за большого числа IPv6-адресов экономить адреса не приходится. Главное внимание при распределении IPv6-адресов может быть уделено оптимальному иерархическому подходу для управления и назначения подсетей IPv6.

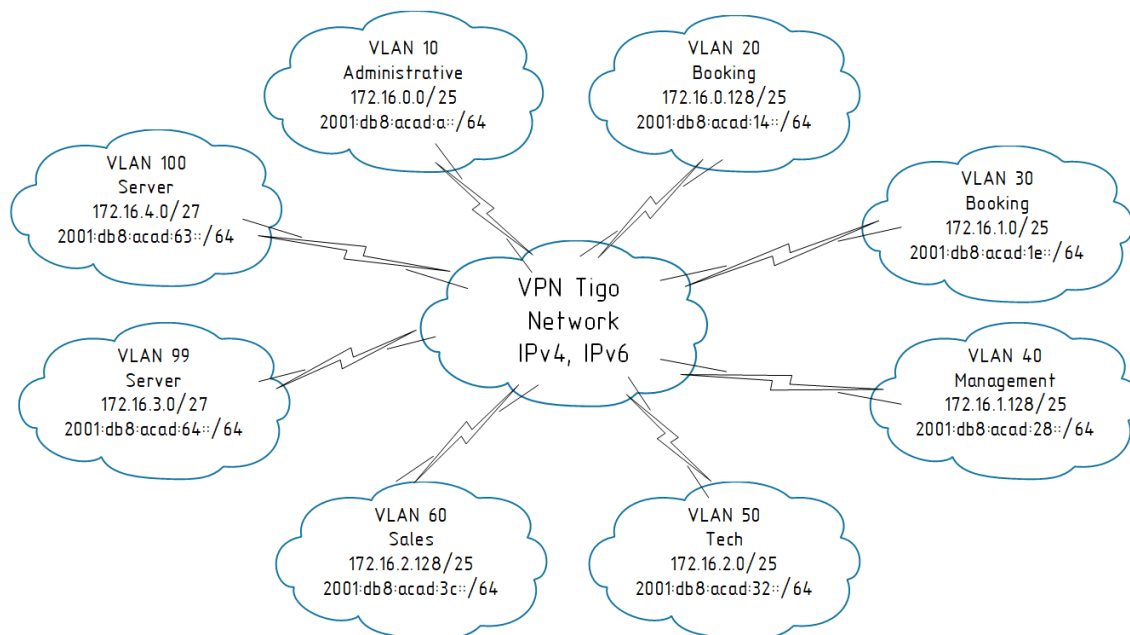


Рисунок 3.4 – Концепция разрабатываемой сети компании Tigo в г. Дар-эс-Салам

Длина IPv6-адресов составляет 128 бит, написанных в виде строки шестнадцатеричных значений. Каждые 4 бита представлены одной шестнадцатеричной цифрой, причем общее количество шестнадцатеричных

значений равно 32. IPv6-адреса не чувствительны к регистру, их можно записывать как строчными, так и прописными буквами.

Концепция разрабатываемой VPN сети с использованием технологии виртуальных локальных сетей представлена на рисунке 3.4. Следует отметить что необходимость применения VLAN и VPN продиктована соображениями безопасности и экономической целесообразности.

Разбиение на подсети IPv4 предполагает не только ограничение широковебательных доменов, но и борьбу с нехваткой адресов. Определение маски подсети и использование VLSM позволяет сэкономить адреса IPv4. Разбиение на подсети IPv6 не предполагает экономии адресного пространства. Идентификатор подсети включает более чем достаточно подсетей. Целью разбиения IPv6-сети на подсети является создание иерархии адресов на основе количества необходимых подсетей.

На рисунках 3.1 – 3.4 представлены разработанные концепции локальных вычислительных сетей для всех офисов компании Tigo в г. Дар-эс-Салам. В таблицах 3.5 – 3.9 представлен список необходимых средств для реализации ЛВС.

Концепция локальной вычислительной сети
Центрального офиса Tigo Headquarters - Mikocheni

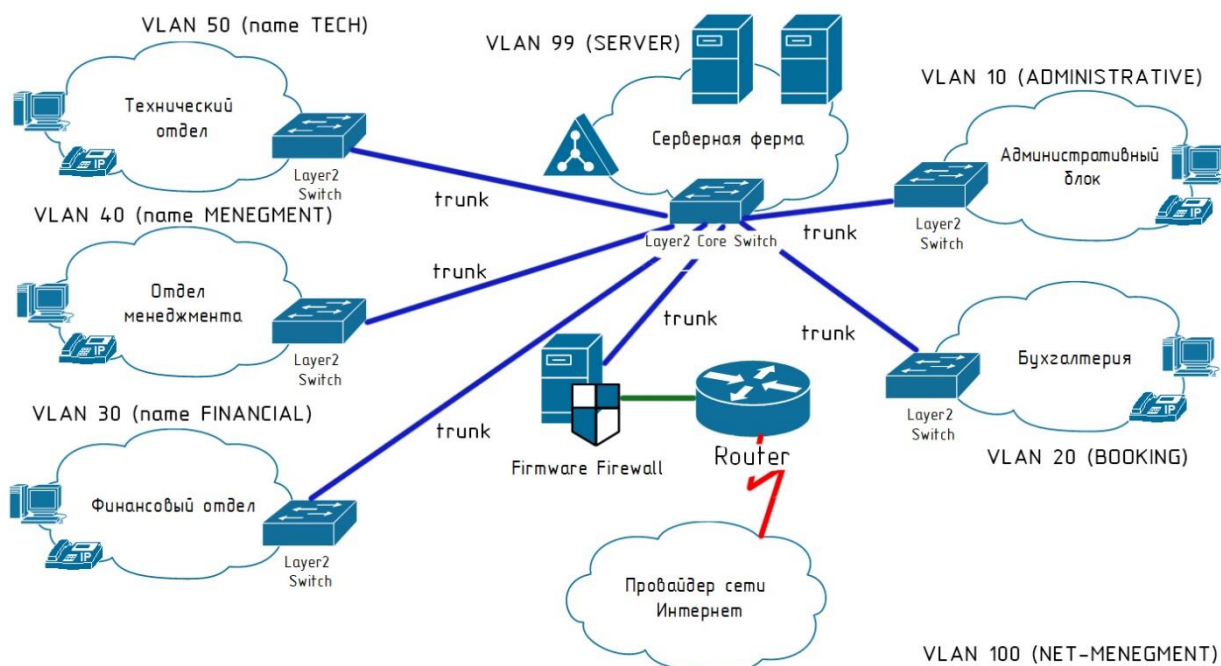


Рисунок 3.5 - Схема организации сети Центрального офиса компании Tigo

Таблица 3.5 – Список необходимых средств для построения ЛВС центрального офиса компании Tigo

Описание	Количество
Управляемый коммутатор 2 уровня	7 шт.
Межсетевой экран	1 шт.
Маршрутизатор / VPN шлюз	1 шт.
Серверная платформа	3 шт.
Персональные компьютеры	120 шт.
IP телефоны	120 шт.
АТС IP-PBX	1 шт.

Следует отметить, что помимо телекоммуникационного оборудования для реализации сети необходимо приобретения ряда программных средств и программного обеспечения, однако данные задачи выходят за рамки данного проекта и в данной выпускной квалификационной работе не рассматриваются.

Далее приведем схемы построения связи для филиалов компании Tigo в г. Дар-эс-Салам. На рисунке 3.6 представлена концепция локальной вычислительной сети для офиса №1 Tigo Customer Care Shop – Kigamboni. Список необходимых средств для построения ЛВС представлен в таблице 3.6

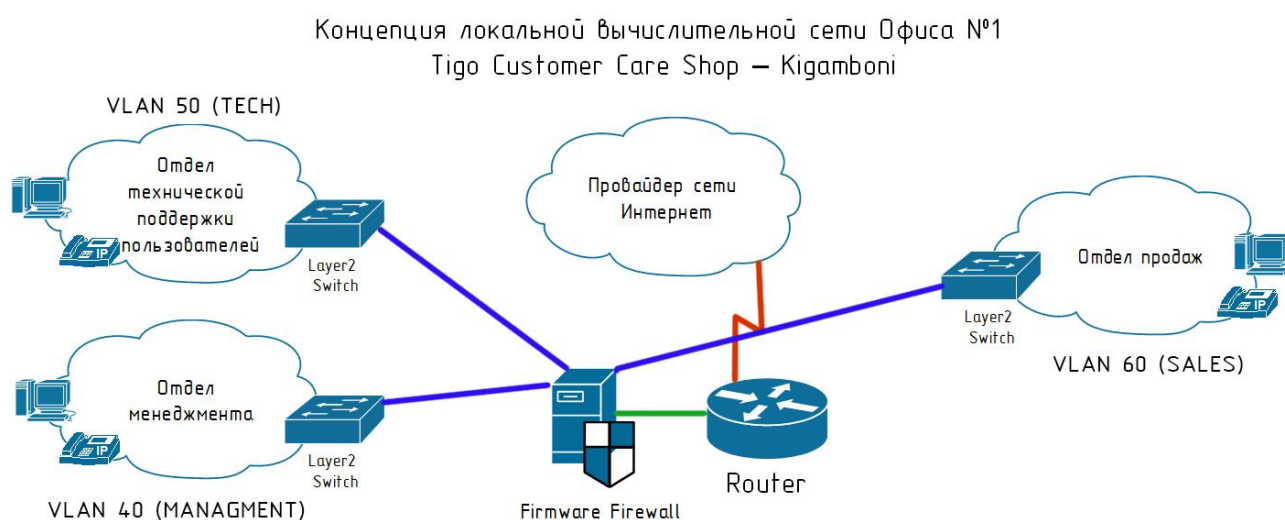


Рисунок 3.6 - Схема организации сети офиса №1 компании Tigo

Таблица 3.6 – Список необходимых средств для построения ЛВС офиса №1

Описание	Количество
Управляемый коммутатор 2 уровня	3 шт.
Межсетевой экран	1 шт.
Маршрутизатор / VPN шлюз	1 шт.
Персональные компьютеры	60 шт.
IP телефоны	60 шт.

На рисунке 3.7 представлена концепция локальной вычислительной сети для офиса №2 Tigo Pesa - Kariakoo. Список необходимых средств для построения ЛВС представлен в таблице 3.7

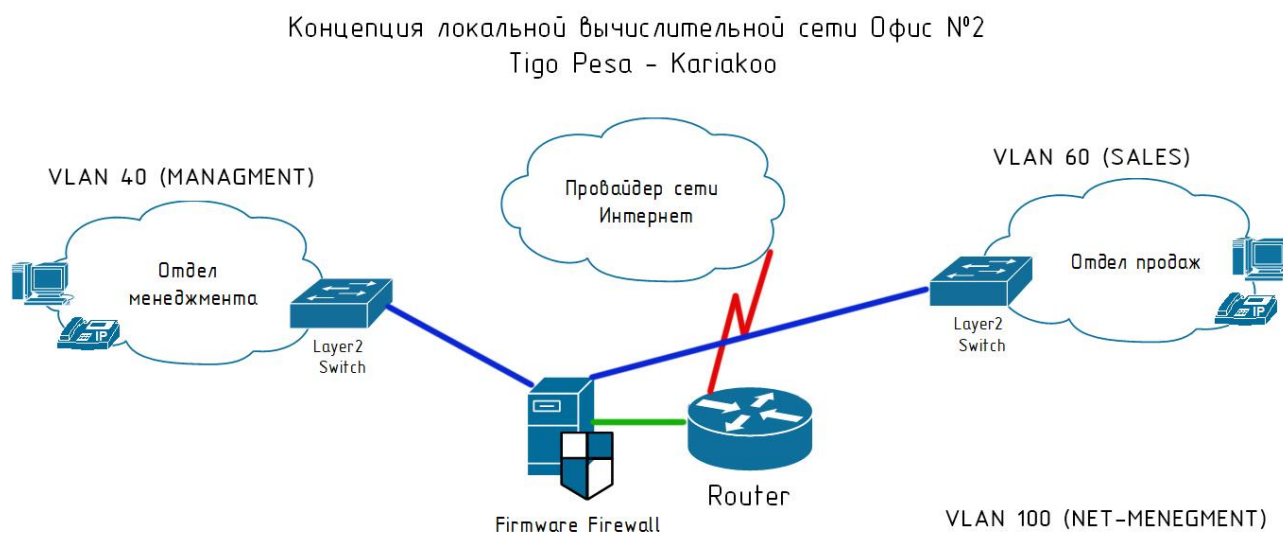


Рисунок 3.7 - Схема организации сети офиса №2 компании Tigo

Таблица 3.7 – Список необходимых средств для построения ЛВС офиса №2

Описание	Количество
Управляемый коммутатор 2 уровня	2 шт.
Межсетевой экран	1 шт.
Маршрутизатор / VPN шлюз	1 шт.
Персональные компьютеры	40 шт.
IP телефоны	40 шт.

На рисунке 3.8 представлена концепция локальной вычислительной сети для офиса №3 Tigo Customer Care Branch - Buguruni. Список необходимых средств для построения ЛВС представлен в таблице 3.8

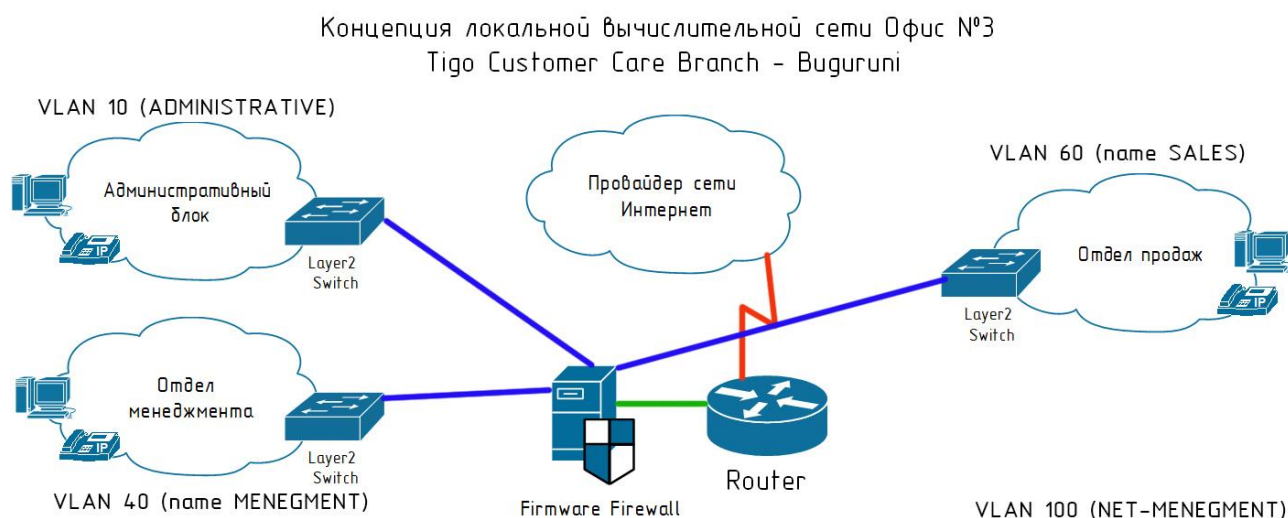


Рисунок 3.8 - Схема организации сети офиса №3 компании Tigo

Таблица 3.8 – Список необходимых средств для построения ЛВС офиса №2

Описание	Количество
Управляемый коммутатор 2 уровня	2 шт.
Межсетевой экран	1 шт.
Маршрутизатор / VPN шлюз	1 шт.
Персональные компьютеры	40 шт.
IP телефоны	40 шт.

Далее в соответствии с разработанными концептуальными решениями необходимо провести выбор моделей оборудования и кабелей связи для построения телекоммуникационных локальных вычислительных сетей для компании Tigo в г. Дар-эс-Салам.

3.3 Выбор оборудования

Выбор оборудования для телекоммуникационной сети является задачей с неоднозначным решением. Для удобства построения и управляемости телекоммуникационной сети следует ориентироваться на оборудование одного производителя. Практика показывает, что использование оборудование одного производителя позволяет избежать проблем с совместимостью оборудования и технологий передачи.

Для проектируемой сети было выбрано оборудование фирмы Cisco Systems (США). Выбор производителя был продиктован его лидирующим положением в области ИТ. К основным экспликации преимуществ решений на базе оборудования производителя относится:

1. Высокий уровень надежности и безопасности;
2. Использование передовых инфокоммуникационных технологий;
3. Техническая поддержка;
4. Сертификация оборудования и специалистов.

На основе исследования коммерческих предложений и готовых решений компании Cisco было выбрано следующее оборудование, отвечающие всем требованиям, предъявляемым к телекоммуникационному оборудованию необходимому для построения VPN сети компании Tigo.

Управляемый коммутатор 2 уровня: WS-C2960-24TC-L Cisco Catalyst сетевой коммутатор 24 x FE RJ-45, 2 x combo SFP/GE, LAN Base.

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 серии с программным обеспечением — LAN Base - это линейка автономных интеллектуальных устройств с фиксированной конфигурацией, позволяющих использовать Power Over Ethernet (PoE) или конфигурацию без PoE для обеспечения настольной совместимости с Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, делая доступными расширенные сетевые службы для малых корпоративных, предприятий среднего размера, и сетей филиалов офисов. Программное обеспечение LAN Base обеспечивает встроенную безопасность, включая Network Admission Control (NAC), расширенное качество

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		26

обслуживания(QoS), и отказоустойчивость для обеспечения интеллектуальных служб в граничных сетях.

Характеристики выбранного коммутатора представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Характеристики коммутатора WS-C2960-24TC-L Cisco Catalyst

Характеристика	Значение
Уровень коммутатора	2+ уровень
Тип Cisco IOS	LAN Base
Порты доступа Ethernet	24 x FE RJ-45
Порты агрегации Ethernet	2 x GE RJ-45
Универсальные порты Ethernet	2 x SFP
Таблица MAC адресов	8000 MAC адресов
Максимальный VLAN ID	4096
Число активных VLAN	255 VLAN
Протоколы VLAN	802.1Q/Private VLAN/VTP/URT/VMPS VLAN(Edge)/Voice
Габаритные размеры (ВхШхГ) см	4,4x44,5x23,6
Память FLASH	32 Мб
Объем ОЗУ	64 Мб
Гарантия	90 дней Cisco Limited Warranty
Работа в кластере	До 16 коммутаторов на кластер
Потребляемая номинальная/максимальная мощность	20/30 Ватт
Тип питания	AC 220В
Высота RM UNIT	1U
Коммутация Мпакетов/с (MPPS)	6,5 MPPS
Матрица коммутации	16 Гбит/с
Тип установки	Стойечное/настоельное
Порты консольные	RJ-45 (RS232)

Маршрутизатор/VPN-шлюз: VPN маршрутизатор модульный CISCO 2901-SEC 2 x GE RJ-45, 4 x EHWIC, 2 x DSP, 1 x ISM.

Маршрутизатор CISCO2901-SEC/K9 с 3-мя портами Gigabit Ethernet обладает интегрированным сервисом услуг, мощным цифровым процессором и качественным брандмауэром, которые в совокупности обеспечивают высокий уровень обслуживания. Это устройство предоставит надежное и защищенное подключение сотрудников к одному или нескольким офисным серверам.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Платформа, на которой основано устройство, поддерживает широчайший спектр вариантов подключения, таких как T1/E1, T3/E3, XDSL, а также медные и оптоволоконные стандарты соединения Gigabit Ethernet.

Характеристики выбранного маршрутизатора представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Характеристики коммутатора Cisco 2901-SEC/K9

Характеристика	Значение
Серия	Cisco 2900 Series ISR
WAN порты Ethernet	2 x GE
LAN порты Ethernet	Совмещаются с WAN
Слоты интерфейсных карт	4 слота
Память FLASH	256 Мб
Память FLASH максимум	4 Гб
Объем ОЗУ	512 Мб
Память ОЗУ максимум	2 Гб
Гарантия	90 дней Cisco Limited Warranty
Потребляемая мощность номинальная/максимальная	40/150 Ватт
Тип питания	AC 220В
Типы поддерживаемых карт	4 слота EHWIC
Слоты DSP ресурсов	2 слота PVDM
Высота RM UNIT	1U
Внутренний сервисный слот	1 слот ISM
Тип установки	Стоечное/настольное
Порты консольные	RJ-45 (RS232), AUX RJ-45(RS232), USB
Порты USB	2 x USB 2.0

Межсетевой экран: Cisco ASA5550-SEC-BUN-K9 с портами 8 x GE RJ-45, 25 туннелей IPSec VPN 100 Мбит/с, безлимитное кол-во пользователей, лицензия 3DES/AES. Высокопроизводительный межсетевой экран Cisco ASA 5550 имеет 8 Gigabit Ethernet. Поддержка 200 виртуальных подсетей (VLAN) и сервиса Active/Active и Active/Standby способствует возможности создания кластеров до 10 фаерволов с общим количеством VPN IPSec туннелей до 50 тысяч штук. При этом данный брандмауэр поддерживает балансировку нагрузки и стекирование виртуальных сетей. Устройства безопасности серии Cisco ASA 5500 поддерживают различные VPN-сервисы и новую архитектуру Adaptive Identification and Mitigation (AIM)

						<i>Лист</i>
					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Пропускная способность брандмауэра 5550 может достигать 1,2 Гбит/с. При этом его могут применять неограниченное количество пользователей и узлов. Это устройство работает на основании лицензии и алгоритма шифрования Data Encryption Standard.

Характеристики выбранного межсетевого экрана представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Характеристики коммутатора Cisco ASA-5550

Серия	Cisco ASA 5550
Порты доступа Ethernet	8 x GE RJ-45
Число IPSec VPN	25
Производительность FIREWALL	550 Мбит/с
VLAN 802.1q стандарт/макс	200
Габаритные размеры (ВхШхГ) см	4,45x20,04x17,45
Память FLASH	128 Мб
Объем ОЗУ	512 Мб
Гарантия	Cisco Limited Hardware Warranty
Тип питания	AC 220В
IPSec VPN 3DES/AES	100 Мбит/с
Новых сессий в секунду, макс	3000
Число SSL VPN	2
Тип установки	Стойечное/настольное/настенное
Производительность IPS	до 75 с AIP SSC-5
Кол-во однорв сессий стандарт/макс	10000/25000
High availability	Нет
Модули SSC/SSM	Нет
Количество защищаемых узлов	150
Потребляемая мощность	80 Ватт

Данное оборудование рекомендуется к приобретению для построения корпоративной сети компании Tigo.

3.4 Модель сети VPN для компании Tigo

В соответствии с разработанной и описанной в разделе 3.1 и 3.2 концепцией реализации корпоративной виртуальной частной сети компании Tigo в г. Дар-Эс-Салам разработали модель VPN сети для проверки работоспособности ее основных узлов. Которая представлена на рисунке 3.9.

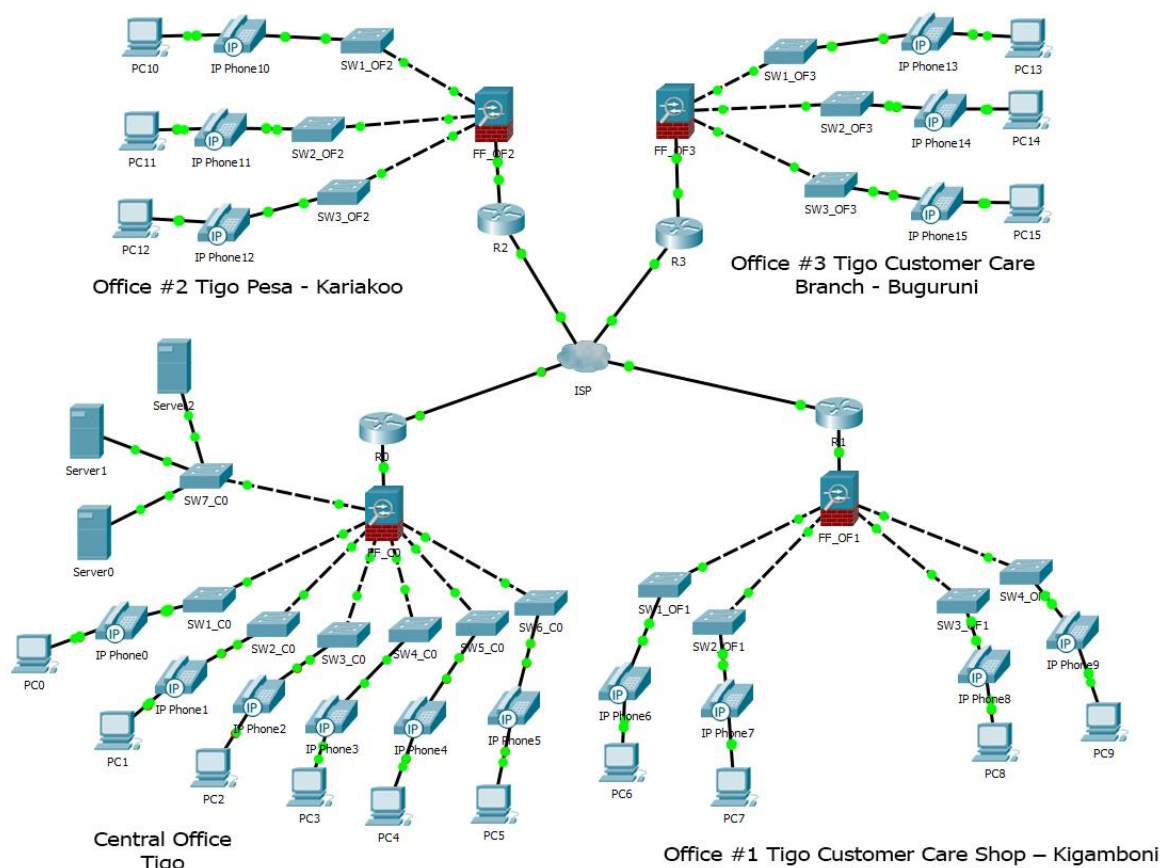


Рисунок 3.9 - Схема VPN сети компании Tigo в г. Дар-эс-Салам

Разработанная модель реализации VPN сети позволяет оценить работоспособность как сети в целом, так и отдельных устройств, входящих в нее: компьютеров, телефонов, периферийного оборудования и серверов. Все персональные компьютеры могут обмениваться данными в рамках разработанной сети. Кроме того, с помощью IP PBX сервера реализована телефонная связь между филиалами компании Tigo, что позволяет решать ряд важных коммуникационных задач. В рамках работы были разработаны политики и списки доступа, которые позволяют обеспечить конфиденциальность и безопасность

передаваемых по сети данных. Данные политики и списки доступа внедрены в межсетевые устройства, обеспечивающие фильтрацию входящего и исходящего трафика.

Работоспособность разработанной модели позволяет утверждать о правильности принятых решений и эффективности проекта.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

4 РАСЧЕТ ТРАФИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ КОМПАНИИ TIGO

Построение корпоративной локальной вычислительной сети позволяет предоставить частным и физическим лицам такие услуги, как телефония, доступ в Интернет и к корпоративным ресурсам и сервисам.

Проектируемая сеть должна быть надежной и на ней не должно быть перегрузок. Поэтому все необходимые расчеты трафика будем производить для часа наибольшей нагрузки для одного оптического сетевого узла.

После того как выгодное было определено количество абонентов, пользующихся определенными услугами можно переходить непосредственно к расчету нагрузок проектируемой корпоративной сети. Весь трафик, создаваемый группами абонентов (группа абонентов представляет собой радиус охвата одного коммутатора доступа - до 24 абонентов) будет обрабатываться на коммутаторах доступа, затем трафик будет агрегирован на двух сетевых узлах агрегации, что, в свою очередь, и составит нагрузку на транспортную сеть корпоративной сети компании Tigo.

Среднее число абонентов, приходящееся на один узел, составляет около 19 активных портов. Далее расчет будем производить исходя из среднего количества абонентов, приходящихся на один узел.

4.1 Трафик IP-телефонии

Исходными данными для расчета являются:

- количество источников нагрузки – абоненты, использующие терминалы SIP и подключаемые в пакетную сеть на уровне мультисервисного абонентского коммутатора, $NV_{\text{IP}} = 19$, человек;
- тип кодека в планируемом к внедрению оборудовании, G.729A;
- длина заголовка IP пакета, 58 байт.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		32

Полезная нагрузка голосового пакета G.729 CODEC составит согласно формуле:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч. голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{звуч. голоса}}$ - время звучания голоса (мс),

$v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала (кбит/с).

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

Использование кодека G.729A позволяет передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, исходя из этого, полоса пропускания для одного вызова определится по формуле :

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит} / \text{байт} \cdot 50 \text{ pps}, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (4.2)$$

где $V_{\text{пакета}}$ – размер голосового пакета, (байт).

$$ППр_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит} / \text{с}.$$

С помощью средств подавления пауз обычный голосовой вызов можно сжать примерно на 50 процентов (по самым консервативным оценкам – 30%). Исходя из этого, необходимая полоса пропускания для нашего коммутатора доступа составит:

$$VD = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (4.3)$$

где $ППр_1$ – полоса пропускания для одного вызова (кбит/с), N_{SIP} – количество голосовых портов в точке присутствия (шт), VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7)

$$VD = 30 \cdot 19 \cdot 0,7 = 399 \text{ Кбит} / \text{с}.$$

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

4.2 Трафик передачи данных

Среди всех пользователей сети в час наибольшей нагрузки (ЧНН) в сети будет находиться и передавать данные только часть абонентов (активные абоненты), и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим количество активных абонентов составит:

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб}, \quad (4.4)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле,

$DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 19 * 0,8 = 16 \text{ аб.}$$

В час наибольшей в сети находится 16 человек с одного сетевого узла, охватывающего в среднем 19 абонентов.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.5)$$

где OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (16 * 5) * (1 + 0,1) = 88 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных:

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.6)$$

где OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (16 * 5) * (1 + 0,15) = 92 \text{ Мбит/с.}$$

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

Количество абонентов, передающих или принимающих данные в течении некоторого короткого промежутка времени, определяют пиковую пропускную способность сети. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки определяется коэффициентом Data Peak Activity Factor по формуле:

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб}, \quad (4.7)$$

где DPAF – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течении короткого интервала времени.

$$PS = 16 * 0,5 = 8 \text{ аб}.$$

Пиковая пропускная способность измеряется за короткий промежуток времени (1 секунда). Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки:

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.8)$$

где PDBS – пиковая скорость приема данных, Мбит / с.

$$BDDP = (8 * 10) * (1 + 0,1) = 88 \text{ Мбит / с}.$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.9)$$

где PUBS – пиковая скорость передачи данных, Мбит / с.

$$BUDP = (8 * 10) * (1 + 0,15) = 92 \text{ Мбит / с}.$$

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети:

$$BDD = \text{Max}[BDDA; BDDP], \text{ Мбит / с},$$

$$BDU = \text{Max}[BUDA; BUDP], \text{ Мбит / с},$$

где BDD – пропускная способность для приема данных,

BDU – пропускная способность для передачи данных.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

$$BDD = \text{Max} [88; 88] = 88 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [92; 92] = 92 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (4.10)$$

где BDD – максимальная пропускная способность для приема данных,

BDU – максимальная пропускная способность для передачи данных.

$$BD = 88 + 92 = 180 \text{ Мбит/с}.$$

Итак, для передачи данных на одном сетевом узле доступа необходима полоса пропускания не менее 180 Мбит/с.

4.3 Оценка требуемой полосы пропускания

Полоса пропускания для передачи и приема трафика телефонии, данных и доступа к сети Интернет на одном сетевом узле составит:

$$\text{ППр}_{\text{Allg}} = VD + BD, \text{ Мбит/с}, \quad (4.11)$$

где VD – пропускная способность для трафика IP телефонии;

$$\text{ППр}_{\text{Allg}} = 0,4 + 180 = 180,4 \text{ Мбит/с}.$$

Из расчета можно сделать вывод, что требуемую полосу пропускания для коммутатора доступа на направление агрегации может обеспечить два канала EtherChannel 100Base TX или один канал 1000Base-TX(LX).

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		36

5 РАСЧЁТ СТОИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ГОДОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВИРУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ

5.1 Смета затрат

Смета затрат (таблица 5.1) содержит затраты на оборудование, кабели связи и дополнительные средства используемые для построения сети связи.

Таблица 5.1 – Смета затрат на приобретение оборудования и кабелей связи

	Наименование	Кол-во	Стоимость	Сумма
1	Маршрутизатор Cisco 2901-SEC/K9, шт	4	110000	440000
2	Коммутатор L2 Cisco WS-C2960S-F24TS-S, шт	17	67000	1139000
3	Межсетевой экран Cisco ASA-5550, шт	4	92000	368000
4	Cisco IP-Phone 301, шт	280	4000	1120000
5	Персональный компьютер Dell OptiPlex 5060, шт	280	70000	19600000
6	Витая пара Hyperline UTP Cat. 5e 4 pair бухта 305 метров, шт	13	6500	84500
7	Розетка двойная телекоммуникационная RJ-45, шт	140	200	28000
8	Патч-панель на 24 порта cat.6, шт	17	1500	25500
9	Шнур коммутационный 2 метра RJ-45 UTP cat.5e, шт	420	100	42000
10	Кабель-органайзер в стойку 19", шт	17	700	11900
11	Шкаф телекоммуникационный 12U 19"	4	30000	120000
	ИТОГО (Кпр):			22978900

Смета затрат составлена согласно следующим источникам [22-25].

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы: $K_{пр}$ – Затраты на приобретение оборудования и кабелей связи; $K_{тр}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{пр}$); $K_{смр}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{пр}$); $K_{т/у}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{пр}$); $K_{зср}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{пр}$); $K_{прр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{пр}$).

$$K_{кап} = K_{пр} * (K_{пр} + K_{тр} + K_{смр} + K_{т/у} + K_{зср} + K_{прр}) \quad (5.1)$$

$$K_{кап} = 19580366 * (0,04 + 0,2 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) = 25199931 \text{ Р}$$

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		37

Таким образом, общие капитальные затраты на реализацию проекта виртуальной частной сети для компании «Tigo» в г. Дар-эс-Салам

5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети связи. Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном эквиваленте.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Фонд рабочего времени месяца, составляет 176 часов. Расходы на оплату труда в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования

Должность	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Инженер связи	398	1	70 000
Системный администратор	284	2	2x50 000
ИТОГО (ЗПст)		3	170 000

Рекомендуемый состав линейного персонала предприятия связи приведён в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Инженер линейных сооружений	398	1	70 000
Кабельщик-монтажник	227	3	3x40 000
ИТОГО (ЗП)		4	190 000

Годовой фонд оплаты труда определяется как:

$$\Phi OT_{\text{год}} = 3П * m * K_d * K_{pr} \quad (5.4)$$

где $m=12$ – количество месяцев в году; $K_d=1,04$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда; $K_{pr}=1,25$ размер премии 25 % от зарплатного фонда.

1. для станционного персонала:

$$\Phi OT_{\text{ст}}^{\text{год}} = 170000 * 12 * 1,04 * 1,25 = 2652000 \text{ Р}$$

2. для линейного персонала:

$$\Phi OT_{\text{лн}}^{\text{год}} = 190000 * 12 * 1,04 * 1,25 = 2964000 \text{ Р}$$

Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\Phi OT^{\text{год}} = \Phi OT_{\text{ст}}^{\text{год}} + \Phi OT_{\text{лн}}^{\text{год}} \quad (5.5)$$

$$\Phi OT^{\text{год}} = 2652000 + 2964000 = 5616000 \text{ Р}$$

Годовой фонд оплаты труда составит 5 миллионов 616 тысяч рублей.

Страховые взносы составляют 30 % от фонда оплаты труда (2019 год):

$$СВ = 0,30 * \Phi OT^{\text{год}} \quad (5.6)$$

где $X_{СВ}=0,30$ - коэффициент страховых выплат;

$$СВ = 0,3 * 5616000 = 1684800 \text{ Р}$$

Сумма страховых взносов составляет 1 миллион 684 тысячи 800 рублей.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле:

$$АО_{\text{год}} = \Phi_{\text{перв}} * N_a \quad (5.7)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям); N_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

$$АО_{\text{год}} = 29573844 * 0,05 = 1478692 \text{ Р}$$

Затраты на амортизационные отчисления 1 миллион 478 тыс. 692 рублей.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

1. затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования, (17 ЭУ – коммутаторы доступа Cisco Catalyst WS-C2960, номинальная потребляемая мощность 20 Ватт/час согласно таблице 3.9, 4 ЭУ – маршрутизатор Cisco 2901/K9-SEC, номинальная потребляемая мощность 40 Ватт/час согласно таблице 3.10, 4 ЭУ – межсетевой экран Cisco ASA 5550, номинальная потребляемая мощность 80 Ватт, согласно таблице 3.11):

$$Z_{ЭН} = T * Z_t * (P * n) \quad (5.8)$$

где $T = 20$ руб. кВт/час – тариф на электроэнергию; $Z_t = 8760$ часов;

Тогда, затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{ЭН} = 142963 + 67277 + 134554 = 344794 \text{ Р}$$

2. затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:
Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле:

$$Z_M = ОПФ * L \quad (5.9)$$

где $ОПФ$ - это основные производственные фонды (капитальные вложения),
 L – коэффициент затрат на материалы 0,035.

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 1035085 \text{ Р}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны сумме затрат на электроэнергию и материальных затрат:

$$Z_{Общ} = Z_{ЭН} + Z_M \quad (5.10)$$

$$Z_{Общ} = 1379879 \text{ Р}$$

Материальные затраты составили 1 миллион 379 тысяч 879 рублей.

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.739.ПЗВКР				

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($Z_{пр.}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{эк.}$):

$$Z_{пр} = 0,15 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (5.11)$$

$$Z_{эк} = 0,25 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (5.12)$$

Подставив значения в формулы (5.11) и (5.12), получаем:

$$Z_{пр} = 0,15 * 5616000 = 842400 \text{ Р}$$

$$Z_{эк} = 0,25 * 5616000 = 1404000 \text{ Р}$$

Таким образом, сумма прочих расходов определяется как:

$$Z_{\text{прочие}} = Z_{эк} + Z_{пр} \quad (5.13)$$

$$Z_{\text{прочие}} = 842400 + 1404000 = 2246400 \text{ Р}$$

Затраты на прочие расходы составят 2 миллиона 246 тысяч 400 рублей.

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Структура, %
1. Фонд оплаты труда, годовой	5616000	45
2. Страховые взносы, годовые	1684800	14
3. Амортизационные отчисления	1478692	12
4. Материальные затраты	1379879	11
5. Другие расходы	2246400	18
ИТОГО (Э)	12405771	100

6 «ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

Техническое помещение для мультисервисной сети связи является помещением с повышенной опасностью поражения электрическим током, в силу опасности одновременного прикосновения к металлическим корпусам оборудования с одной стороны и к заземлённым металлическим конструкциям с другой. Для предотвращения этого необходимо соблюдать нормы на проектирование эксплуатационных проходов – 1800 мм и размещение оборудования вдали от батарей центрального отопления. Места разъёмов должны располагаться в безопасном для человека месте, все провода должны быть изолированы.

Ремонт и техническое обслуживание мультисервисного оборудования необходимо производить в соответствии с правилами техники безопасности при эксплуатации электрических установок до 1 000 В. К обслуживанию должны допускаться лица, имеющие квалификацию четвёртой группы по правилам техники безопасности.

Пожар, возникающий на участке мультисервисной сети, может привести к выходу из строя оборудования, и угрожает жизни и здоровью людей. К основным причинами пожаров относятся: неисправности электрооборудования (короткое замыкание, пробой в цепях электрического тока, перегрузка и так далее); самовозгорание горючих веществ; неправильное хранение пожароопасных материалов (спирт, бензин); курение в не предназначенных для этого местах.

На участке ЭМС заранее разработаны мероприятия, обеспечивающие быструю ликвидацию возникшего пожара. К этим мероприятиям относятся:

1. установка устройств пожарной сигнализации,
2. организация средств пожаротушения, с набором средств

пожаротушения. Во всех технических помещениях АТС предусмотрена установка углекислотных огнетушителей ОУ-8, в которых в качестве огнегасящего» вещества используется углекислый газ, не являющийся электропроводным; кроме

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		42

того, он не портит предметы, подвергающиеся тушению;

3. организация двух выходов из технического помещения - главного и запасного, и наружных пожарных лестниц.

«При возникновении аварийной ситуации на рабочем месте, работающий с персональным компьютером обязан работу прекратить, отключить электроэнергию, сообщить руководителю и принять меры к ликвидации создавшейся ситуации. При наличии травмированных:

- устранить воздействие повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавших (освободить от действия электрического тока, погасить горящую одежду и т.д.);
- оказать первую помощь;
- вызвать скорую медицинскую помощь или врача, либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение;
- сохранить, по возможности, обстановку на месте происшествия;

Разработанные в разделе мероприятия и рекомендации в полной мере решают вопросы охраны труда. Мероприятия по эргономическому обеспечению (удобное рабочее место оператора, оптимальное размещение оборудования, правильное освещение) способствует созданию наилучших условий работы оператора.

Мероприятия по технике безопасности (заземление и зануление оборудования, применение защитных средств) соответствуют требованиям системы стандартов безопасности труда. Мероприятия по пожарной профилактике (надёжная изоляция токонесущих проводов, оснащение помещений огнетушителями и сигнализацией) позволяют предотвратить возникновение пожара, вовремя его обнаружить и принять меры по его устранению.»

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана корпоративная сеть связи на базе виртуальной частных каналов.

Разработанный проект виртуальной частной сети представляет собой современное решение и отражает последние тенденции в развитии телекоммуникаций.

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана архитектура корпоративной сети компании Tigo в г. Дар-эс-Салам, произведен выбор оборудования для коммутации, маршрутизации и фильтрации трафика. В качестве коммутаторов доступа была выбрана модель управляемого коммутатора WS-C2960-24TC-L Cisco Catalyst. В качестве устройства маршрутизации предлагается использовать маршрутизаторы Cisco 2901/K9, которые будут выполнять роль VPN шлюзов. Для фильтрации трафика и ведения политик доступа предлагается использовать межсетевой экран Cisco ASA 5550, он позволит обеспечить безопасность виртуальной частной сети компании Tigo. В качестве поставщика медножильного кабеля рекомендуется выбрать компанию Hyperline, как одного из лидеров на рынке телекоммуникационного оборудования.

Были произведены работы по проектированию структурированных кабельных систем для филиалов компании Tigo, а так же разработаны проекты локальных вычислительных сетей для всех филиалов и центрального офиса компании. Создана концептуальная модель виртуальной частной сети компании Tigo, на которой были проверены основные решения, принятые в проекте и подтверждена работоспособность сети.

Был произведен расчет экономической части проекта: рассчитана стоимость материалов, телекоммуникационного оборудования. Общая стоимость построения виртуальной частной сети для компании Tigo в г. Дар-эс-Салам составила 23 млн. рублей, ежегодные эксплуатационные расходы 1.2 млн.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		44

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Росляков, А.В., Самсонов, М.Ю. Сети следующего поколения NGN [Текст] // А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов - М.: Эко-Трендз, 2008.- 449 с. 25.
Росляков, А.В., Самсонов, М.Ю., Сети следующего поколения NGN [Текст] / А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов. - М.: Эко-Трендз, 2008.- 449 с.
2. Интернет вещей. Обзор перспектив [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Cisco Systems / Режим доступа: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/overview.html> (Дата обращения 10.04.18)
3. Соколов Н.А. Сети доступа FTTx. Принципы построения. [Текст] // Н.А. Соколов -М.: ЗАО “ИГ” Энтер-профи, 2006, 308с.
4. Бакланов, И.Г. Технологии xDSL теория и практика применения [Текст] // И.Г. Бакланов. – М.: Метротек, 2007, 384с.
5. Семенов А.Ю. Пассивные оптические сети. [Текст] // А.Ю. Семенов - М.: Радио и связь, 2009, 317с.
6. Гольдштейн Б.С. Беспроводные сети доступа [Текст] // Б.С. Гольдштейн, - М.: Радио и связь, 200.-317с.
7. Вишневский В.А. Энциклопедия WiMax. Путь 4G. [Текст] // В.Вишневский, С.Портной, И.Шахнович - М.: Техносфера, 2009 г. — С. 472
8. Парфенов Ю.А., Мирошников Д.Г. Последняя миля на медных кабелях.- М.: ЭКО-Трендз, 2001.-222с.
9. Шмалько А.В. Цифровые сети связи . Основы планирования и построения [Текст] // А.В. Шмалько - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001, -222с.
10. Никульский И.Е. Построение сетей связи на базе технологии DOCSIS [Текст] // И.Е. Никульский, -Вестник связи, 2001, №11.- с.57-61.
11. Колпаков И.А. Универсальная мультисервисная транспортная среда на базе сетей кабельного телевидения (часть 1) [Текст] // Колпаков И.А. Васькин О.П., Смирнов С.С., Теле-Спутник, 2002, январь.- С.54-56.

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45

12. Дар-эс-Салам / Википедия: свободная энциклопедия [Текст] // Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Dar_es_Salaam Г.А. Башилов, Журнал сетевых решений, 2011, №6.- с.43-61.

13. Решения FTTO на базе оборудования компании Cisco [Электронный ресурс] // Официальный сайт Cisco Systems / Режим доступа: <http://www.cisco.com/ethernet-solutions/ftto.html> (Дата обращения 05.04.19)

14. Одом У. Официальное руководство по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA Маршрутизация и коммутация, академическое издание [Текст] // У. Одом - М.: Вильямс, 2015. -761с.

15. Гольдштейн Б.С. Сети связи [Текст] // Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г.Г.- СПб.: «БХВ – Петербург», 2014. – 400 с.

26. Руководящий технический материал «Принципы построения мультисервисных сетей электросвязи» [Текст] // – ФГУП ЦНИИС, 2011. - версия 4.0, с. 291.

17. Международный стандарт ISO/IEC IS 11801-2002 Information Technology. Generic cabling for customer premises [Электронный ресурс] // Сайт sb-ufa ISO/IEC IS 11801-2002 / Режим доступа: http://sb-ufa.ru/wp-content/uploads/2013/12/ISO_IEC_11801_2002.pdf (Дата обращения 05.04.18)

18. ГОСТ Р 53246-2008 Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/48148/> (Дата обращения 05.04.18)

19. ГОСТ Р 53245-2008 Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытания [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/48147/> (Дата обращения 05.04.19)

20. ГОСТ 21.406-88 Система проектной документации для строительства. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/19553/> (Дата обращения 05.04. 19)

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46

21. IEEE Standarts 802.3: Ethernet [Электронный ресурс] // IEEE Standarts download page / Режим доступа: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html> (Дата обращения 06.04.19)

22. СвязьСтройДеталь продукция для построения сетей связи [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: http://ssd.ru/files/catalog_2019.pdf (Дата обращения 10.05.19)

23. Монтаж-линия. Кабели связи [Электронный ресурс] // Каталог товаров и услуг / Режим доступа: <http://goitl.com/catalog/2017.pdf> (Дата обращения 19.04.19)

24. Сетевое оборудование ВТК-связь [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ВТК, Каталог оборудования от компании Cisco Systems / Режим доступа: <http://www.vtkt.ru/catalog/localarea/cisco/> (Дата обращения 21.04.19)

25. Сетевое и серверное оборудование [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании NAG / Режим доступа: www.shop.nag.ru/catalog (Дата обращения 21.04.19)

26. IEEE Standarts 802.1Q: VLAN [Электронный ресурс] // IEEE Standarts download page / Режим доступа: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.1q.html> (Дата обращения 16.04.19)

27. СН 512-78 Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин, редакция №2 [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ Е.: / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901707386/> (Дата обращения 15.04.19)

					11120005.11.03.02.739.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		47