Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Аппаратное обеспечение компьютерных сетей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

ЛОКАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ,

ВАРИАНТ 37

БГУИР КП 1–40 02 01 01 207 ПЗ

Студент: А.В. Гуринович

Руководитель: И.И. Глецевич

МИНСК 2022

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | 37 |
| Объект | кафедра коммерческого университета, на которой обучают основам программирования |
| Форма здания, этажи, суммарная площадь помещений в квадратных метрах | прямоугольная, 3-4, 340 |
| Количество стационарных пользователей (ПК), количество стационарных подключений, количество мобильных подключений | 60, 67, 30 |
| Сервисы (дополнительные подключения) | web-сервер для внутреннего и внешнего использования |
| Прочее оконечное оборудование (дополнительные подключения) | принтеры, цветные принтеры |
| Подключение к Internet | ADSL2+ |
| Внешняя адресация IPv4,  внутренняя адресация IPv4,  адресация IPv6 | непосредственного подключения к провайдеру нет, публичная подсеть, взаимодействие в рамках внутренней сети |
| Безопасность | IPsec-VPN для удаленного подразделения |
| Надежность | особых требований нет |
| Финансы | бюджетная сеть |
| Производитель сетевого оборудования | HPE/Aruba |
| Дополнительные требования заказчика | нет |

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc118854097)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 5](#_Toc118854098)

[1.1 ADSL2+ 5](#_Toc118854099)

[1.2 IPSec-VPN 6](#_Toc118854100)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 7](#_Toc118854101)

[2.1 Модем 7](#_Toc118854102)

[2.2 Маршрутизатор 7](#_Toc118854103)

[2.3 Коммутаторы 7](#_Toc118854104)

[2.4 Беспроводные точки доступа 8](#_Toc118854105)

[2.5 Web-сервер 8](#_Toc118854106)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 9](#_Toc118854107)

[3.1 Производитель сетевого оборудования 9](#_Toc118854108)

[3.3 Выбор модема 11](#_Toc118854109)

[3.4 Выбор маршрутизатора 11](#_Toc118854110)

[3.5 Выбор коммутаторов 11](#_Toc118854111)

[4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 12](#_Toc118854112)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 13](#_Toc118854113)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 14](#_Toc118854114)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 15](#_Toc118854115)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 16](#_Toc118854116)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 17](#_Toc118854117)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 18](#_Toc118854118)

# ВВЕДЕНИЕ

В контексте кафедры коммерческого университета, которая обучает основам программирования, разработка локальной компьютерной сети (далее – ЛКС) является первостепенной задачей. Обучение программированию проводится на компьютерах, получение заданий и иной информации студентами в первую очередь будет осуществляется с локального хранилища кафедры или в сети Интернет, что подразумевает обеспечение стабильного и быстрого соединения в рамках кафедры.

Использование технологии ADSL2+ для доступа к сети Интернет накладывает ограничения на возможности связи кафедры с внешним миром, особенно ограничен восходящий канал. Необходимо организовать пиритизацию трафика устройств преподавателей, так как их действия, как правило, распространяются на всех студентов, а следовательно, являются более важными.

Так как кафедра располагается на нескольких этажах, логично расположить равное количество ПК на каждом из этажей. При расчёте на три этажа, по 20 ПК на каждом этаже, дополнительно несколько принтеров, беспроводные подключения, потребуется по коммутатору на этаж, точки беспроводного доступа.

Web-сервер должен быть доступен круглосуточно так как на неё могут содержаться задания и иная информация, которая должна быть доступна не только в рамках локальной подсети.

Использование IPSec-VPN позволит филиалу кафедры безопасно использовать внутренние ресурсы кафедры, которые закрыты от общего доступа через сеть Интернет.

Цель проекта: разработка проект локальной компьютерной сети для кафедры коммерческого университета, на которой обучаются основам программирования.

Задачи: изучение материала по заданию на проект до начала выполнения проекта, как и дальнейшее изучение технологий по ходу выполнения проекта; разработка общей структуры сети, структурной схемы; выбор конкретных устройств, обоснование их выбора, описание настройки устройств, составление функциональной схемы; разработка структурной кабельной системы, составление её схемы.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 ADSL2+

Стандарт ADSL2+ регламентируется рекомендацией Международного союза электросвязи (далее – ITU) G.992.5 [1]. Технология относится к DSL-технологиям (Digital Subscriber Line), которые предполагают использование телефонной сети общего пользования для передачи данных. DSL позволяет получать широкополосный доступ в интернет без создания дополнительной инфраструктуры со стороны абонента, требуется только установка оборудования со стороны провайдера. Скорость придачи данных DSL значительно падает с увеличением длины линии.

DSL-технологии делятся на ассиметричные и симметричные по скорости приёма и придачи из сети.

Симметричные вариации технологии обеспечивают одинаковую скорость как для передачи данных в, так и для приёма данных из сети.

Ассиметричные вариации DSL предполагают, что скорость нисходящего потока (приём из сети) значительно превышает скорость восходящего потока (передача в сеть). Для этого используются разные частоты сигнала для принимаемого и отправляемого модемом сигнала, при этом частота принимаемого сигнала будет значительно больше.

Так как линия, используемая DSL-технологиями, также может использоваться для телефонной связи, которая осуществляется на частотах до 4 килогерц, они используют частоты выше, чтобы обеспечить возможность параллельного использования линии как для телефонии, так и для DSL-соединения.

Для разделения телефонного и DSL-сигнала используются сплиттеры – фильтры, которые разделяют и соединяют сигнал из абонентской линии на отдельные телефонную и DSL линии.

Со стороны абонента устанавливается модем, который моделирует цифровой сигнал, полученный из внутренней локальной компьютерной сети для передачи в среду передачи данных телефонной сети в аналоговом виде, а также осуществляет обратный процесс. Модем автоматически поддерживает постоянное соединение, выбирает допустимую скорость.

Со стороны провайдера устанавливается DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), который является мультиплексором доступа цифровой абонентской линии. Со стороны каждого абонента установлен интегрированный модем, осуществляющий аналогичные модему абонента действия, каждому абоненту назначается виртуальная локальная компьютерная сеть (далее – VLAN).

Данные со всех линий мультиплицируются и направляются дальше в сторону WAN, для чего используется соединение с более широкой полосой, например оптоволоконное.

Они поступают на BRAS (Broadband Remote Access Server), который представляет из себя маршрутизатор широкополосного удалённого доступа. BRAS являются шлюзом между DSL-сетью и сетью Интернет, осуществляет маршрутизацию данных, которым назначены VLAN, преобразует протоколы сети доступа в протоколы транспортной сети, аутентификацию, идентификацию и учёт пользователей, QoS.

ADSL2+ предполагает максимальные скорости 24 и 3,5 мегабит в секунду для соответственно нисходящей и восходящей передачи. Максимальным расстоянием, на котором возможно соединение составляет 5,5 километров, при этом уже 2-2,5 километрах длины линии, скорость падает более чем в два раза [2].

## 1.2 IPSec-VPN

В общем виде VPN представляет собой совокупность технологий управления доступом и контролем, аутентификации, туннелирования, используемых для защиты и безопасной передачи данных через сеть Интернет.

Использование туннелирования обеспечивает безопасность при передаче данных. При этом передача по сети протокольных пакетов сети одного типа инкапсулируются в протокольные пакеты другой сети. Туннелирование необходимо из-за того, что в сетях, использующих протокол IP, имеются уязвимости. Во время разработки протокола IP на его уровне не были предусмотрены какие-либо функции безопасности, что позволят легко подделать и перехватить данные в сетях, использующих данный протокол.

Независимо от того, какую форму VPN выберет организация, конечный результат всегда будет одинаковым. VPN создают «туннели» через незащищенные публичные сети, чтобы установить безопасные соединения с частной сетью. Используя стандартные, но надежные средства безопасности, такие как шифрование данных и аутентификация конечных точек, VPN могут предотвращать несанкционированный доступ к этим туннелям и к сети организации на другом конце.

IPSec (IP Security) является набором протоколов для обеспечения защиты данных, передаваемых по межсетевому протоколу IP. Позволяет осуществлять подтверждение подлинности (аутентификацию), проверку целостности и/или шифрование IP-пакетов. IPsec также включает в себя протоколы для защищённого обмена ключами в сети Интернет. В основном применяется для организации VPN-соединений.

IPSec-VPN изначально предназначался для подключения типа «точка-точка» и предполагал удаленный доступ к сети через стандартный клиент или приложение. Эти VPN были в основном разработаны для постоянных удаленных сайтов для доступа к одной центральной сети.

Преимуществами IPSec VPN являются, во-первых, постоянная связь между локациями, во-вторых, поскольку IPSec работает на «уровне протокола» Интернета, то любой протокол на основе IP может быть отправлен через сеть. Это означает, что можно использовать IPSec приложений данных, использующих протоколы TCP и UDP.

# 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

В данном разделе описана структурная схема локальной компьютерной сети. Схема приведена в приложении А.

## 2.1 Модем

ADSL2+ модем является связующим звеном между локальной сетью и сетью Интернет. Модем моделирует цифровой сигнал, полученный из внутренней локальной компьютерной сети для передачи в среду передачи данных телефонной сети в аналоговом виде, а также осуществляет обратный процесс. Связан с маршрутизатором.

## 2.2 Маршрутизатор

Для корректной работы системы с более чем шестидесятью конечными устройствами, несколькими виртуальными локальными компьютерными сетями (далее – VLAN) и доступом в сеть Интернет необходима реализация IP-маршрутизации, то есть необходимо активное сетевое устройство-посредник, которое поддерживает третий (сетевой) уровень модели Open Systems Interconnection (далее – OSI).

Для этого можно использовать как коммутатор с поддержкой третьего уровня (далее – L3-коммутатор), так и маршрутизатор. Однако, одним из требований заказчика является реализация IPsec-VPN, который будет доступен только на маршрутизаторах.

Дополнительными аргументами за выбор маршрутизатора также может послужить необходимость обеспечения безопасности сети, реализации QoS, NAT. Данный функционал не представлен на L3-коммутаторах.

Таким образом, в структуре сети представлен один маршрутизатор, обеспечивает IP, является входной точкой для VPN-тоннеля, обеспечивает безопасность сети и иное. К маршрутизатору подключены три коммутатора и web-сервер.

## 2.3 Коммутаторы

Общее число подключённых к сети устройств, согласно требованию заказчика, стремится к сотне, что, учитывая необходимость проектирования с возможностью будущего расширения сети, подразумевает предусмотреть подключение примерно двести устройств, из которых проводных около ста тридцати. Подключить такое количество устройств напрямую к одному маршрутизатору невозможно. Рациональнее будет расположить на каждом этаже по коммутатору, к каждому из которых соответственно будут подключены все устройства этажа.

Коммутаторы расположены на каждом из трёх этажей, включая главный (на котором расположен ввод телефонной линии и маршрутизатор). Они связаны с маршрутизатором. Также предусмотрено соединение между коммутаторами, так как не весь трафик сети требует IP-маршрутизации или направлен в глобальную компьютерную сеть (далее – WAN). К коммутаторам подключаются принтеры, проводные и беспроводные конечные устройства пользователей, последние из получают доступ в сеть через беспроводные точки доступа.

## 2.4 Беспроводные точки доступа

Согласно требованию заказчика, должно быть предусмотрено подключение беспроводных устройств, для реализации данного требования, с учётом площади помещения, необходима установка нескольких беспроводных точек доступа на каждом этаж.

Подключать беспроводные точки доступа напрямую к маршрутизатору нет необходимости, поэтому точки доступа соединены только с коммутаторами.

## 2.5 Web-сервер

Web-сервер подключён напрямую к маршрутизатору, такое решение обусловлено тем, что web-сервер будет использоваться всеми участниками сети, а также доступ к нему возможен и из сети Интернет. То есть отнести сервер к какому-либо этажу или VLAN невозможно.

# 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Данный раздел посвящён выбору оборудования разрабатываемой локальной компьютерной сети, её функциональному проектированию.

## 3.1 Производитель сетевого оборудования

Согласно требованиям заказчика, в проекте должно использоваться оборудование, поставляемое компаниями Hewlett Packard Enterprise (далее – HPE) и Aruba. Последняя является дочерней компанией первой, благодаря чему всё поставляемое обеими компаниями оборудование представлено на сайте HPE [3.0]

HPE является одним из двух наследников разделившейся Hewlett-Packard Company, другим наследником является HP Inc. HPE унаследовала производство сетевого оборудования, серверов, и иных решений. HP Inc. же унаследовала производство персональный устройств, таких как персональные компьютеры, моноблоки, многофункциональные устройства (далее – МФУ).

Aruba приобретена HPE в 2015 году. Компания в первую очередь занимается производством беспроводных устройств, обеспечивает свои облачные решения.

## 3.2 Выбор модема

Наиболее оптимальным решением было бы отказаться от модема и использовать маршрутизатор с функцией модема, однако подобные маршрутизаторы более не выпускаются выбранными производителями, также ими не выпускаются и сами модемы, из-за чего выбор придётся производить из устройств других производителей. Единственным критерием выбора в таком случае остаётся поддержка модемом технологии ADSL2+.

Из-за устаревания технологии выбор модемов на рынке крайне мал, большинство устройств совмещают в себе как функцию модема, так и маршрутизатора или беспроводного маршрутизатора. Так как необходимость в дополнительных функциях отсутствует, рациональным выбором будет модель TD-8616 от компании TP-Link [3.1]. Стоимость составляет 10$.

Технические характеристики:

1. Один порт RJ-45.

2. Стандарт Fast Ethernet c максимальной скоростью 100 мегабит в секунду.

3. Один порт RJ-11.

4. Поддержкой рекомендации ITU G.992.5.

## 3.3 Выбор маршрутизатора

Основными критериями при выборе маршрутизатора являются: достаточное количество портов со стороны локальной компьютерной сети, поддержка VPN, поддержка IPv6-маршрутизации.

Требуется минимум четыре порта для локальной компьютерной сети, однако, учитывая необходимость предусмотреть возможность расширении сети, следует рассматривать модели с минимум восьмью портами. Учитывая устаревание технологии ADSL2+, не стоит выбирать маршрутизатор с низкой скоростью WAN-порта, так как при будущей модернизации системы это может стать причиной общей низкой скорости доступа к сети Интернет из проектируемой локальной компьютерной сети.

Согласно этим критериями была выбрана модель HPE FlexNetwork MSR1003 8S AC Router [3.2], обладающая следующими техническими характеристиками [3.3]:

1. 3 SIC slots, or 1 DSIC slot, and 1 SIC slot

2. 2 RJ-45 autosensing 10/100/1000 WAN ports

3. 8 RJ-45 autosensing 10/100/1000 LAN ports

4. RISC @ 667 MHz, 1GB DDR3 SDRAM, 256 MB flash

5. Performance Throughput up to 500 Kpps (64-byte packets)

6.Routing table size 200 000 entries (IPv4), Forwarding table size 200 000 entries (IPv4),

7. 200 000 entries (IPv6), 200 000 entries (IPv6)

8.Supports DES, 3DES, and AES 128/192/256 encryption, and MD5 and SHA-1 authentication

9. Comware v7 operating system

## 3.4 Выбор коммутаторов

Так как количество станций на этаж составляет примерно двадцать единиц, следует выделить среди критериев выбора вдвое большее количество LAN-портов, то есть в количестве сорок и более. Не стоит рассматривать L3-коммутаторы, так как дополнительный функционал, который отличает их от коммутаторов, работающих на втором уровне модели OSI, уже присутствует на маршрутизаторе.

Согласно этим критериями была выбрана модель Aruba CX 6000 48G 4SFP Switch (R8N86A), которая имеет следующие технические характеристики:

1. 48x ports 10/100/1000BASE-T Ports 4x 1G/1G SFP ports

2. Fixed fans

3. CPU Dual Core ARM Cortex A9 @ 1016 Mhz

4. Memory and Flash 4 GB DDR3 16 GB eMMC

5. Packet Buffer 12.38MB (4.5MB Ingress/7.875MB Egress)

6. Model Switching Capacity 104 Gbps

7. Model Throughput Capacity 77.3 Mpps

8. Switched Virtual Interfaces (dual stack) 16

## 3.V Виртуальные локальные компьютерные сети

Для обеспечения безопасности сети, разграничения пользователей, организации QoS, предусмотрено использование VLAN.

### 3.V.1 Административная подсеть

Для управления сетевым оборудованием предусмотрена VLAN с номером 100. Доступ к данной подсети имеет только сервер, с которого обеспечивается настройка. Используя его, можно получить доступ ко всему сетевому оборудованию и править его конфигурации.

### 3.V.2 Преподавательская подсеть

Для преподавателей и работников кафедры предусмотрена отдельная подсеть с номером 10. Доступ к ней предусмотрен только для рабочих станций преподавателей и работников. Так как ширина полосы доступа в Интернет значительно ограничена, требуется предусмотреть приоритизацию для трафика этого VLAN.

### 3.V.3 Студенческая подсеть

Для студентов, использующих стационарные рабочие станции предусмотрена подсеть с номером 20. Так как ширина полосы доступа в Интернет значительно ограничена, требуется предусмотреть ограничения на доступ к развлекательным медиаресурсам, которое

# 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Официальный сайт Международного союза электросвязи [Электронный ресурс]. – G.992.5: Asymmetric digital subscriber line 2 transceivers (ADSL2)- Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2plus) – Режим доступа: https://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.5-200901-I/en – Дата доступа: 12.10.2022

[2] Официальный сайт Белорусского института системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы [Электронный ресурс]. – Современные технологии реализации скоростных каналов связи на уровне «последней мили» – Режим доступа: http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/2\_2007/art9\_6\_2007.html – Дата доступа: 12.10.2022

[3.0] Официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise [Электронный ресурс]. – Networking | HPE Store US – Режим доступа: https://buy.hpe.com/us/en/networking/c/12883 – Дата доступа: 09.11.2022

[3.1] Официальный сайт компании TP-Link [Электронный ресурс]. – TD-8616 | ADSL2+ Modem – Режим доступа: https://www.tp-link.com/us/home-networking/dsl-modem-router/td-8616/ – Дата доступа: 09.11.2022

[3.2] Официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise [Электронный ресурс]. – HPE FlexNetwork MSR1003 8S AC Router – Режим доступа: https://buy.hpe.com/us/en/networking/routers/modular-ethernet-routers/msr-modular-products/hpe-flexnetwork-msr1003-8s-ac-router/p/jh060a – Дата доступа: 09.11.2022

[3.3] Официальный сайт компании Hewlett Packard Enterprise [Электронный ресурс]. – HPE FlexNetwork MSR1000 Router Series – Режим доступа: https://www.hpe.com/psnow/doc/c04212582.pdf?jumpid=in\_pdp-psnow-qs – Дата доступа: 09.11.2022

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Схема структурная

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Схема функциональная

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

План этажа

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

Перечень оборудования, изделий и материалов