

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир сложно представить без компьютерных сетей. Компьютерные сети проникли во все сферы жизни человеческого общества и прочно там закрепились. Компьютерные сети используются в качестве средства общения, средства образования, средства развлечения.

Чаще всего, услышав словосочетание «компьютерная сеть», у человека в первую очередь возникают ассоциации с сетью Интернет. И это неспроста: подавляющее большинство пользователей блага обмена информацией между вычислительными машинами потребляют его при помощи личных устройств, будь то смартфон, домашний стационарный персональный компьютер или ноутбук, посредством именно этой глобальной сети.

Проникновение технологии компьютерных сетей в повседневный быт человека предоставило ему возможность беспрепятственно получить доступ к практически любой информации или стать её источником с потенциально широчайшим кругом потребителей. Доступность собеседника вне зависимости от его удалённости снижает важность расстояний и позволяет осуществлять деятельность в широком спектре направлений без дополнительных перемещений в пространстве.

Важнейшим местом в жизни человека, в том числе и в качестве места места выхода в Сеть, является его дом. Целью данной работы является разработка локальной компьютерной сети с выходом в Интернет жилого дома и обеспечение её соответствующей документацией.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В рамках данной курсовой работы осуществляется проектирование компьютерной сети с указанными в варианте задания параметрами. Далее будет проведен обзор компонентов, используемых в разрабатываемой сети.

1.1. Протокол DOCSIS

Протокол DOCSIS регламентирует особенности подключения к сети Интернет посредством телевизионного (коаксиального) кабеля. Был разработан с целью унификации подходов к реализации данного подключения между различными производителями оборудования.

Version	DOCSIS	
	Прямой канал (Down)	Обратный канал (Up)
1.x	42,88 (38)	10,24 (9)
2.0	42,88 (38)	30,72 (27)
3.0 4-channel	+171,52 (+152)	+122,88 (+108)
3.0 8-channel	+343,04 (+304)	+122,88 (+108)
DOCSIS 3.1	10000	2000
DOCSIS 3.1 полный дуплекс	10000	10000

Рисунок 1.1 – Сравнение скоростей (Мбит/с) разных стандартов DOCSIS [2]

1.2 Протокол Ethernet

Ethernet – семейство технологий пакетной передачи данных между устройствами компьютерных сетей, лежащее в основе большинства современных локальных вычислительных сетей ввиду обеспечиваемых им высоких показателей масштабируемости, производительности и безопасности. Протокол Ethernet определён на физическом и канальном уровне модели OSI.

Идентификация устройств в сети Ethernet осуществляется на основе присвоенных им уникальных шестибайтных MAC-адресов. Уникальность MAC-адресов обеспечивается их назначением из закреплённых за производителями устройств диапазонов адресов, в пределах которых уникальность поддерживается самим производителем.

Формат кадра Ethernet представлен на рисунке 1.1.

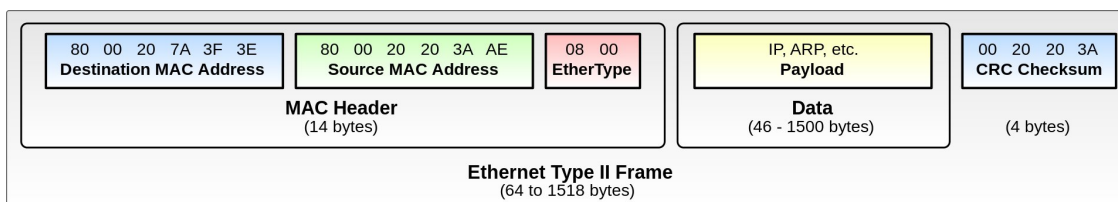


Рисунок 1.2 – Формат кадра Ethernet II [3]

1.3 Стандарт NAT

Стандарт NAT (Network Address Translation) регламентирует процесс подмены IP-адресов на маршрутизаторах. Может применяться как для предоставления нескольким устройствам из внутренней сети доступ к внешней с выделением в ней единственного адреса под все устройства, так и для сокрытия устройства внутренней сети.

Можно выделить 2 типа подмены адресов:

1. Статический NAT – одному адресу из внутренней сети жёстко ставится в соответствие адрес из внешней.
2. Динамический NAT – одному адресу из внутренней сети ставится в соответствие один адрес из внешней, причём внешний выбирается из фиксированного множества.

Также существует форма NAT, анализирующая адреса четвёртого уровня модели OSI, – PAT (Port Address Translation). PAT позволяет сразу несколько IP-адресов подменять одним, устанавливая им в соответствие его разные порты.

В данной работе используется динамическая разновидность PAT, суть её работы отражена на рисунке

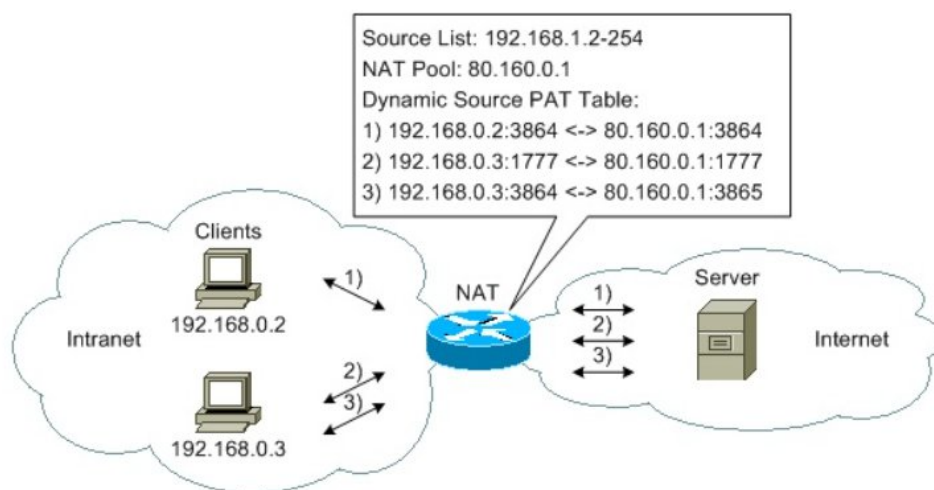


Рисунок 1.2 – Пример работы динамического PAT

1.4 Общие сведения

При написании работы преимущественно использовались знания, полученные в результате изучения дисциплин ТОКС, АКСиС и АОКС специальности.

В источнике [1] приведены требования к оформлению дипломных проектов выпускниками кафедры, актуальные в том числе и для курсовых. Сформулированные требования сопровождаются примерами следования им.

В ходе выполнения данной работы значительное внимание уделялось документации, предоставляемой производителями сетевого оборудования, и ассортименту интернет-магазинов, где это оборудование представлено.

Особенностью выполнения данной работы также является необходимость получения знаний в области, достаточно далёкой от ИТ-профиля получаемой специальности, – строительстве. Так при подборе используемого оборудования пригодился источник [12]. Согласно варианту задания были обозначены некоторые отдельные характеристики объекта автоматизации (жилого дома), но не был предоставлен конкретный проект, в результате чего его пришлось разрабатывать. В этом деле очень полезным оказался источник [10].

2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Согласно варианту задания для подключения локальной сети жилого дома к сети Интернет провайдером предоставляется 1 публичный статический IPv4-адрес. При этом выход в Интернет нужно обеспечить как минимум 72 (2 подъезда * 9 этажей * 4 квартиры на этаж * 1 стационарное подключение на квартиру) устройствам, каждое из которых нужно адресовать. Таким образом необходимо обеспечить представление нескольких адресов разных устройств одним, что позволяет осуществить устройство, поддерживающее механизм трансляции сетевых устройств – NAT. У NAT имеется несколько разновидностей, но наиболее подходящей для данной задачи является PAT, трансляция IP-адресов в которой осуществляется на основании программных портов. Помимо возможности адресовать несколько устройств по отдельности одним адресом, такой тип NAT также затрудняет установление соединения с адресуемыми таким образом устройствами извне (по внешней инициативе), что повышает информационную безопасность пользователей. В качестве такого устройства было принято решение использовать маршрутизатор с поддержкой NAT.

В целях обеспечения информационной безопасности жильцов отдельно взятой квартиры следует изолировать их персональные оконечные устройства от таковых у жителей остальных квартир. Для этого подключение оконечных устройств к головному (рассмотренному выше) маршрутизатору можно осуществить через отдельный для каждой квартиры маршрутизатор со сконфигурированным на нём соответствующим образом NAT. Помимо одного стационарного подключения обитателям квартиры также необходимо предоставить неустановленное количество мобильных, для чего подходит Wi-Fi маршрутизатор со сконфигурированным соответствующим образом DHCP. Таким образом оконечные устройства жильцов будут подключаться к установленному в их квартире Wi-Fi маршрутизатору с поддержкой NAT и DHCP.

Согласно заданию, разрабатываемая компьютерная сеть должна предоставлять жильцам доступ к Интернету на основе заключённых между ними и провайдером договоров. Такие договоры предусматривают наличие тарифов – наборов услуг, предоставляемых за некоторую плату. В данном случае таким набором услуг будет являться доступ к сети Интернет с фиксированными показателями максимальной скорости обмена данными по входящему и исходящему каналам. Таким образом следует предусмотреть механизм, ограничивающий предоставление услуги в случае её неоплаты, причём нужно обеспечить его защиту от воздействия клиентов.

Для управления предоставлением услуги достаточно изменять пропускную способность предоставляемого клиенту канала связи, что осуществимо на уровне установленных в квартирах жильцов Wi-Fi маршрутизаторов. Однако в целях максимизации комфортности потребления жильцами квартиры услуги следует предоставить им возможность

самостоятельно осуществлять подстройку установленных в их квартирах маршрутизаторов, соответственно изменять пропускную способность каналов следует вне квартир. Для установления подобных ограничений подойдут как управляемые коммутаторы, так и маршрутизаторы, установленные вне квартир и предоставляющие возможность сконфигурировать их соответствующим образом, причём сконфигурировать удалённо. Для удалённой конфигурации за соответствующими устройствами должны быть закреплены статические адреса. Из того, что дому предоставляется публичный статический IPv4 адрес, следует, что для обеспечения возможности удалённого управления каждым таким устройством закреплённый за ним адрес также должен быть публичным. Согласно заданию, провайдером предоставляется один единственный соответствующий IPv4-адрес и необходимое количество IPv6-адресов, отсюда данные устройства должны поддерживать IPv6-адресацию. Для повышения удобства администрирования и подключения данные устройства целесообразно располагать на каждом этаже.

При принятом ранее подходе к подключению квартир, в каждую квартиру проводится кабель, через который уже подключается Wi-Fi маршрутизатор. В целях повышения комфорта пользования жильцами разрабатываемой сетью можно обеспечить автоматическое конфигурирование подключаемых к этому кабелю устройств при помощи DHCP. Из Указа [18] Президента Республики Беларусь от 15 марта 2016 года № 98 «О совершенствовании порядка передачи сообщений электросвязи» следует необходимость различать трафик разных клиентов. В разрабатываемой сети трафик клиента соответствует трафику квартиры, соответственно в случае обеспечения предоставления динамических IP-адресов устройствам, подключаемым к упомянутым выше кабелям, их адреса должны относиться к уникальным для каждой квартиры диапазонам (подсетям).

Итого на роль устройства, подключаемого между «головным» маршрутизатором и домашним Wi-Fi маршрутизатором подойдёт маршрутизатор, позволяющий осуществлять раздачу адресов через DHCP из стольких подсетей, сколько к нему подключено домашних Wi-Fi маршрутизаторов.

Структурная схема разрабатываемой локальной сети представлена в приложении А.

3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В данном разделе пояснительной записки описывается схема адресации разрабатываемой компьютерной сети, даётся обоснование выбора используемого в ней сетевого оборудования и приводится его конфигурация.

Функциональная схема разрабатываемой локальной компьютерной сети представлена в приложении Б. Ввиду одинаковости схем подключения устройств к расположенным на этажах маршрутизаторам, в целях экономии места на функциональной схеме представлено подключение пользовательских устройств только к одному такому устройству.

3.1 Обоснование выбора используемого оборудования

Согласно варианту задания подключение локальной сети к сети Интернет осуществляется по технологии DOCSIS, однако поиск маршрутизатора, подходящего для подключения непосредственно к сети провайдера и поддерживающего данный стандарт не увенчался успехом. В результате было принято решение подключить упомянутый ранее маршрутизатор посредством модема, осуществляющего преобразование сигнала DOCSIS к Ethernet.

Все функции, описанные в предыдущем разделе, возложенные на маршрутизаторы, может выполнить и один маршрутизатор при условии поддержки им DHCP, NAT, VLAN и IPv6, однако не удалось найти предложение, обладающее достаточной вычислительной мощностью и пассивной системой охлаждения. В связи с этим было принято описанную выше функциональность распределить по разным устройствам.

3.1.1 Модем

Существуют различные поколения технологии DOCSIS, отличающиеся друг от друга способами модуляции сигнала и обладающие разными предоставляемыми скоростями соединения (см. рисунок 1.1).

Согласно варианту задания подключение к Интернету должно осуществляться на скорости 200 Мбит/с. Наиболее приближенными к этому значению показателями обладает стандарт DOCSIS 3.0, позволяющий обеспечить передачу данных на скорости до 343 Мбит/с по прямому каналу (в направлении от провайдера к клиенту) и до 143 Мбит/с по обратному (в направлении от клиента к провайдеру).

DOCSIS не является широко распространённым стандартом в Беларуси. Исходя из предложений соответствующего оборудования, представленных в интернет-магазинах, и географической принадлежности этих торговых площадок можно сделать вывод о наибольшей популярности технологии в применении при подключении к Интернету частных домов в США. В связи с этим возникли некоторые трудности с поиском конкретных предложений о

приобретении соответствующего модема в Беларуси. В итоге выбор пал на Motorola MB7220 как на предложение с неплохой по меркам рынка с учётом стоимости доставки ценой. Скриншот актуального на момент анализа рынка предложения [4] о покупке на eBay представлен на рисунке 3.1.1.

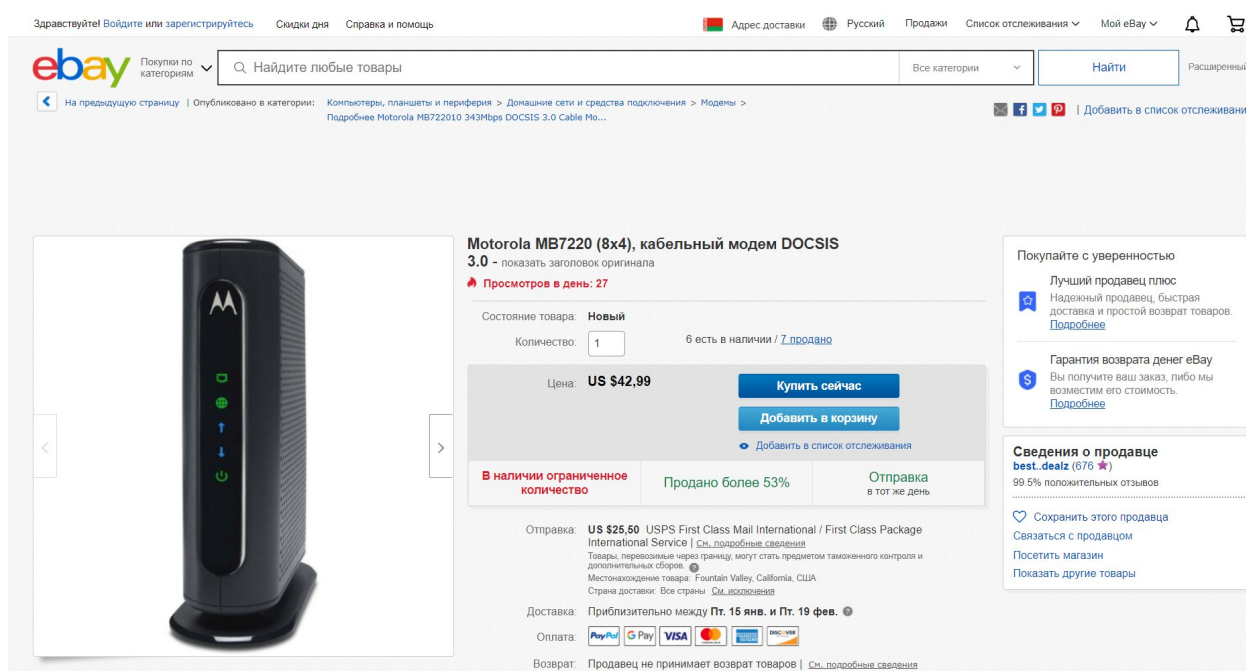


Рисунок 3.1.1 – Предложение о покупке Motorola MB7220

Согласно техническим характеристикам, указанным на сайте [5] производителя, Motorola MB7220 может обеспечить передачу данных на скорости до 343 Мбит/с по прямому каналу и до 123 Мбит/с по обратному. Помимо разъёма под коаксиальный кабель на корпусе также имеется LAN-разъём стандарта Gigabit Ethernet.

Судя по видео с разборкой аналогичных модемов на YouTube в конструкции Motorola MB 7220 не используются вентиляторы.

3.1.2 «Головной» маршрутизатор

Данный маршрутизатор подключается непосредственно к модему. Его задача – реализовать всю предоставляемую модемом пропускную способность и осуществлять при помощи динамического NAT преобразование адресов 72 «домашних» маршрутизаторов в 1.

Согласно варианту задания суммарная пропускная способность, которая предоставляется провайдером, составляет 200 Мбит/с, что соответствует пропускной способности 1 канала Gigabit Ethernet или не менее чем 2 агрегированных каналов Fast Ethernet. Устройство, к которому должен подключаться маршрутизатор, – модем – имеет единственный Ethernet-порт, и он соответствует стандарту Gigabit Ethernet. Соответственно наиболее рациональным вариантом будет использование маршрутизатора с портом,

соответствующим именно этому стандарту, что позволит избежать необходимости в приобретении ещё одного коммутатора.

Хоть маршрутизатор и должен обеспечивать относительно низкую пропускную способность, он должен осуществлять обработку пакетов достаточно большого количества получателей и отправителей, в связи с чем следует уделить внимание его вычислительной мощности.

Для поиска подходящего маршрутизатора были проанализированы предложения на market.yandex.by. Выбор по сочетанию технических характеристик, стоимости и отзывов пользователей пал на MikroTik hEX S (RB760iGS). Изображение маршрутизатора приведено на рисунке 3.1.2.1.



Рисунок 3.1.2.1 – MikroTik hEX S

Существенные для данной курсовой работы технические характеристики, взятые с сайта [7] официального дистрибьютера компании-производителя в России (не с сайта [8] самого производителя, так как их представление органичнее вписывается в структуру пояснительной записки), представлены на рисунке 3.1.2.2.

Процессор	2-х ядерный MT7621A с частотой 880 МГц, 4 потока
ОЗУ	256 МБ RAM
Версия RouterOS	4-й уровень
Гигабитные порты Ethernet	5 шт.
Общее количество портов Ethernet (RJ45)	5 шт.
Количество портов SFP	1 шт.
Общее количество оптических портов	1 шт.
Частота процессора	880 МГц
Количество ядер	2

Рисунок 3.1.2.2 – Характеристики MikroTik hEX S (RB760iGS)

Согласно информации с сайта [8] производителя, MikroTik hEX S оснащается пассивной системой охлаждения, то есть не имеет вентиляторов.

3.1.3 «Домашние» маршрутизаторы

При отборе кандидатов на роль квартирных Wi-Fi маршрутизаторов следует учитывать низкую пропускную способность подключения к сети Интернет, в котором и заключается цель возведения разрабатываемой сети: на квартиру в среднем приходится $200 / 72 \approx 3$ Мбит/с. Соответственно от квартирного маршрутизатора не требуется высокая производительность.

Так как от маршрутизаторов не требуется высокая производительность, можно выбирать устройства из линеек производителей бюджетного сетевого оборудования. Из личного опыта, среди белорусских сетевых провайдеров пользуются популярностью решения от TP-Link.

Для ознакомления с ассортиментом компании были рассмотрены Wi-Fi маршрутизаторы из категории «для дома» на российском сайте производителя (выбор белорусского региона ведёт к нему же). Что удобно, сайт предоставляет отфильтровать маршрутизаторы по количеству комнат в целевой квартире. В ходе анализа [10] типовых проектов жилых домов панельного типа было выявлено, что заданные по варианту площади квартир являются крайне низкими, соответственно для трёхкомнатных квартир подойдут устройства из категории для 2-3 комнат, а для одно- и двухкомнатных – для 1-2.

Итого для трёхкомнатных квартир был выбран TP-Link Archer C24 (см. рисунок 3.1.3.1), обладающий четырьмя антеннами для раздачи Wi-Fi. Согласно заявленному производителем классу (AC750), беспроводное соединение обеспечивает обмен данными на скоростях до 300 Мбит/с в диапазоне 2,4 ГГц и до 433 Мбит/с в диапазоне 5 ГГц. Также в маршрутизатор встроен 1 WAN-разъём и 4 LAN-разъёма. Все разъёмы выполнены по стандарту Fast Ethernet.

Для одно- и двухкомнатных квартир был выбран Wi-Fi маршрутизатор TP-Link TL-WR844N (см. рисунок 3.1.3.2), обладающий двумя антеннами для раздачи Wi-Fi. Согласно заявленному производителем классу (AC750), беспроводное соединение обеспечивает обмен данными на скоростях до 300 Мбит/с в диапазоне 2,4 ГГц и до 433 Мбит/с в диапазоне 5 ГГц. Также в маршрутизатор встроен 1 WAN-разъём и 4 LAN-разъёма. Все разъёмы выполнены по стандарту Fast Ethernet.

Оба маршрутизатора вышли на рынок в 2020 году и в конструкции обоих не используются вентиляторы.

Следует также отметить наличие шестилетнего опыта эксплуатации маршрутизатора TP-Link TL-WR841N, относящегося к категории устройств для квартир с 1-2 комнатами согласно сайту производителя, в трёхкомнатной квартире с большей площадью, чем у трёхкомнатной квартиры из варианта задания.



Рисунок 3.1.3.1 – TP-Link Archer C24



Рисунок 3.1.3.2 – TP-Link TL-WR844N

3.1.4 «Промежуточные» маршрутизаторы

В качестве промежуточных маршрутизаторов были выбраны MikroTik hEX lite (RB750r2). MikroTik hEX lite (см. рисунок 3.1.4) является предшественником MikroTik hEX S, используемого в качестве «головного» маршрутизатора. Обе модели маршрутизаторов обладают схожими возможностями конфигурации, но более старая модель является существенно менее производительной:

- интерфейсы FastEthernet против GigabitEthernet;
- 64 Мбайт оперативной памяти вместо 256 Мбайт;
- одноядерный процессор с номинальной частотой 850 МГц против двухъядерного четырёхпоточного на 880 МГц.

Тем не менее, мощностей более дешёвой версии должно хватать с учётом необходимой пропускной способности.

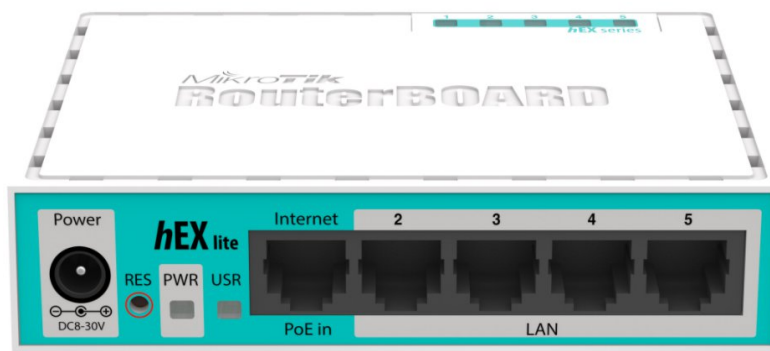


Рисунок 3.1.4 – MikroTik hEX lite

Особенности модели, обусловившие выбор её кандидатуры, следующие:

- возможность сконфигурировать все 5 Ethernet-портов на работу с разными сетями, соответственно удобство размещения: можно располагать по 1 маршрутизатору на этаже;
- возможность настроить раздачу адресов из нескольких подсетей через DHCP;
- разъёмы FastEthernet, как и у подключаемых к ним «домашних» маршрутизаторов;
- поддержка удалённого администрирования;
- поддержка IPv6
- возможность ограничения пропускной способности в различных направлениях.

Информация о технических характеристиках MikroTik hEX lite взята со страницы [9] товара на сайте производителя. Согласно этой информации, данная модель обладает пассивной системой охлаждения, то есть не имеет вентиляторов.

3.1.5 Коммутаторы

Для подключения 18 устройств к одному, обладающему пятью разъёмами, четыре из которых свободны, необходимо использование коммутаторов.

Используемые маршрутизаторы отличаются стандартами Ethernet-разъёмов: «головной» обладает разъёмами Gigabit Ethernet, «промежуточные» – Fast Ethernet. Оптимальным в данном случае будет являться подключение к

«головному» маршрутизатору коммутатора, обладающего как несколькими разъёмами Fast Ethernet, так и хотя бы одним разъёмом GigabitEthernet.

Подобные коммутаторы без активного охлаждения найти не удалось, поэтому было принято решение подключить «промежуточные» маршрутизаторы к «головному» посредством трёх TP-Link TL-SG108E (см. рисунок 3.1.5). Такая схема подключения предоставляет каждой отдельной квартире подключение к «головному» маршрутизатору с теоретической максимальной пропускной способностью в 100 Мбит/с и, благодаря стоимости компонентов, является весьма бюджетной.

TP-Link TL-SG108E [11] – управляемый коммутатор второго, согласно модели OSI, уровня. Обладает 8 портами Gigabit Ethernet с автосогласованием и поддержкой Auto-MDI/MDIX. Согласно информации с сайта производителя не оснащается встроенными вентиляторами.



Рисунок 3.1.5 – Коробка для TP-Link TL-SG108E

Диапазон рабочей температуры для данного коммутатора указан как 0...+40 °С. Согласно найденному на просторах сети ТКП [12], этот допустимый температурный режим является приемлемым при размещении устройств в пределах жилого дома.

3.2 Схема адресации

Согласно варианту задания, провайдером предоставляется 1 публичный статический адрес IPv4 на разрабатываемую сеть. Этот адрес будет предполагаться выданным из подсети 178.159.240.0/21, содержащейся в списке [13] национальных сетей Республики Беларусь. Из этого же списка была выбрана и IPv6-подсеть, из которой выдаются адреса, назначаемые сетевым устройствам в целях их удалённого администрирования, – 2001:50:3::/48.

В качестве подсети, в которой находятся сообщающиеся интерфейсы «головного» и «промежуточных» маршрутизаторов выбрана частная подсеть 192.168.0.0/24.

Для WAN-интерфейсов домашних Wi-Fi маршрутизаторов через DHCP предоставляются адреса из частных подсетей 192.168.1.0/24 – 192.168.72.0/24. Значение в третьем октете (слева направо) октете адреса совпадает с номером квартиры, в которой находится маршрутизатор.

Для пользовательских устройств на Wi-Fi маршрутизаторах по умолчанию выделена частная сеть 192.168.0.0/24. Ввиду осуществляемых этими маршрутизаторами NAT-преобразований данная настройка является приемлемой для разрабатываемой сети.

Схема адресации разрабатываемой сети представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Схема адресации разрабатываемой сети

Назначение адресов	Подсеть IPv4	Маска подсети
Подсеть провайдера	178.159.240.0/21	255.255.248.0
Подсеть маршрутизаторов	192.168.0.0/24	255.255.255.0
Подсети «домашних» маршрутизаторов	192.168.1.0/24 – 192.168.72.0/24	255.255.255.0
Пользовательские оконечные устройства	192.168.0.0/24	255.255.255.0

3.3 Настройка сетевого оборудования

3.3.1 Настройка Wi-Fi роутеров

Причина использования в разрабатываемой сети Wi-Fi роутеров разных моделей заключается в различии покрываемых ими площадей. При этом обе используемые модели имеют общего производителя и, соответственно, общую операционную систему. В разрабатываемой сети Wi-Fi роутеры обладают одной ролью. Соответственно их настройка полностью идентична.

«Домашние» Wi-Fi маршрутизаторы TP-Link поставляются изначально преимущественно сконфигурированными. Их конфигурации для использования в разрабатываемой сети нуждаются лишь в незначительных изменениях: следует переопределить IP-конфигурацию WAN-интерфейса на получаемую через DHCP и установить пароль на беспроводное подключение.

Процесс конфигурирования Wi-Fi маршрутизаторов будет отображаться на примере имеющегося в распоряжении TP-Link WR840N.

Первым делом нужно подключиться к роутеру проводным или беспроводным образом и ввести в адресную строку браузера подключенного устройства адрес tplinkwifi.net. Ввод данных учётной записи роутера предоставит доступ к его настройкам. Соответственно сначала нужно

установить в настройках WAN-интерфейса тип подключения соответствующим DHCP (см. рисунок 3.3.1.1).

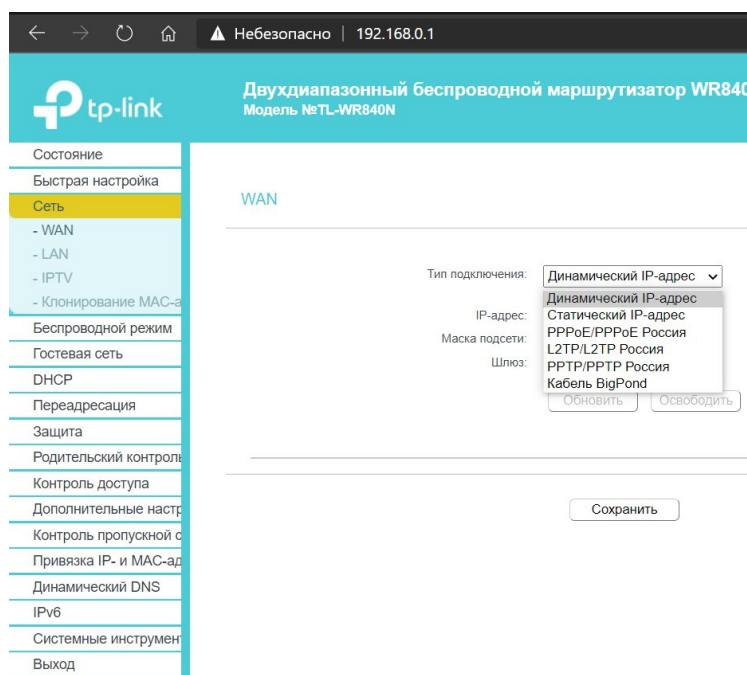


Рисунок 3.3.1.1 – Настройка типа подключения

Процесс настройки пароля на беспроводное подключение представлен на рисунке 3.3.1.2.

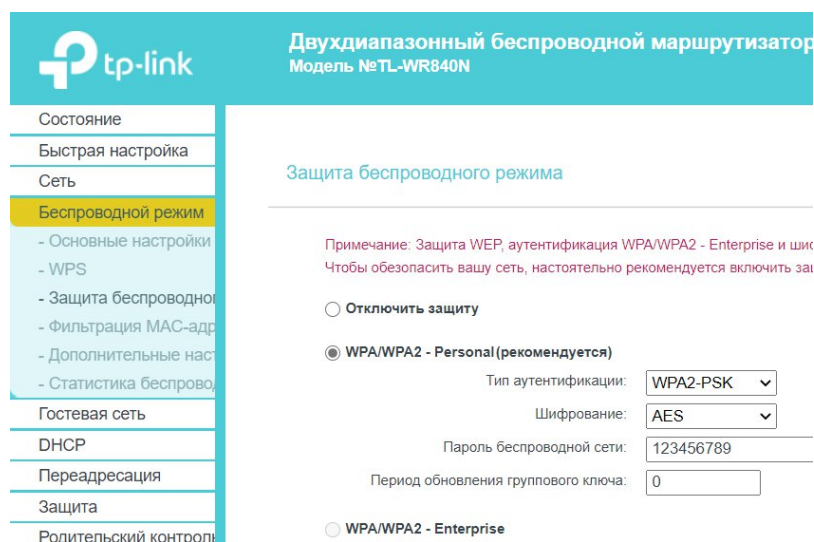


Рисунок 3.3.1.2 – Настройка пароля на подключение по Wi-Fi

3.3.2 Настройка «головного» маршрутизатора

MikroTik hEX S поставляется с предустановленной продвинутой сетевой операционной системой Router OS (см. рисунок 3.3.2).

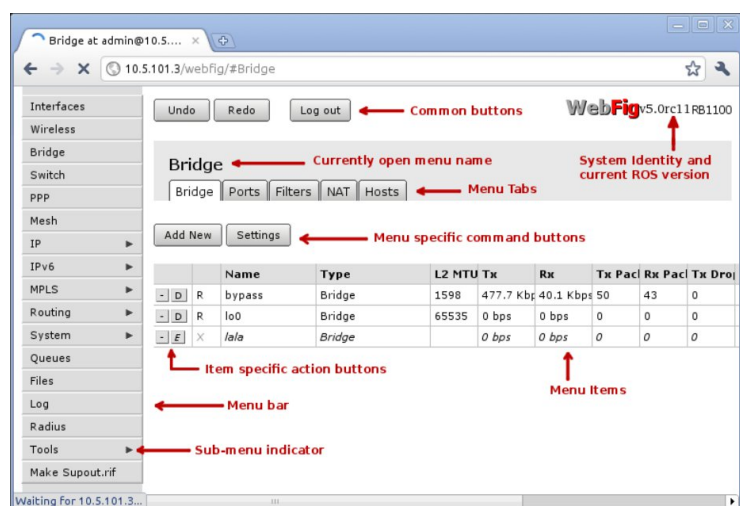


Рисунок 3.3.2 – Графический интерфейс настройки устройства с Router OS

Для работы в разрабатываемой сети на «головном» маршрутизаторе требуется:

1. Создать защищённую паролем учётную запись пользователя.
2. Программно объединить 3 интерфейса, через которые будут подключаться коммутаторы, в LAN-интерфейс.
3. Назначить выделенный провайдером IPv4-адрес обращённому к Интернету интерфейсу.
4. Прописать статические маршруты к «домашним» маршрутизаторам.
5. Настроить маршрутизацию, предоставляемую провайдером. Для данной курсовой работы – задать в качестве шлюза по умолчанию адрес из подсети внешнего интерфейса.
6. Настроить динамический PAT для трансляции адресов подсетей «домашних» маршрутизаторов в адрес подключенного к модему интерфейса.
7. Присвоить IPv6-адреса WAN- и LAN-интерфейсу, настроить IPv6-маршрут по умолчанию.

Ввиду отсутствия как доступа к реальному устройству или его эмулятору, так и опыта работы с Router OS, используемая конфигурация будет описана на основе изменённых команд, приведённых в статье [19], обнаруженной на просторах сети Интернет. Ниже приведены сами команды.

```
/user add name="admin-2" password="PASSWORD" group=full
/user set [find name="admin"] disable="yes"
/ip address add address=178.159.240.235/21 interface=ether1
network=178.159.240.0
/ip route distance=1 gateway=178.159.240.1
/interface bridge add name=bridge-1
/interface bridge port add bridge=bridge-1 hw=yes
interface=ether2
/interface bridge port add bridge=bridge-1 hw=yes
interface=ether3
/interface bridge port add bridge=bridge-1 hw=yes
interface=ether4
```



```

/ip address add address=192.168.0.254/24 interface=bridge-1
network=192.168.0.0
/ip route add dst-address=192.168.1.0/24 gateway=192.168.1.1
/ip route add dst-address=192.168.2.0/24 gateway=192.168.1.1
/ip route add dst-address=192.168.3.0/24 gateway=192.168.1.1
/ip route add dst-address=192.168.4.0/24 gateway=192.168.1.1
/ip route add dst-address=192.168.5.0/24 gateway=192.168.1.2
...
/ip route add dst-address=192.168.72.0/24
gateway=192.168.1.18
/ip firewall nat add action=masquerade chain=srcnat out-
interface=ether1
/ipv6 address=2001:50:3:28::19/64 interface=bridge-1
/ipv6 address=2001:50:3:5::35/64 interface=ether1
/ipv6 route add gateway=FE80::1%ether1

```

3.3.3 Настройка коммутаторов

Коммутаторы TP-Link TL-SG108E не нуждаются в дополнительном конфигурировании для функционирования в составе сети, однако следует как минимум установить пароль на вход в их конфигурационное меню и административно отключить неиспользуемые интерфейсы. Конфигурирование TP-Link TL-SG108E будет описано при помощи эмулятора [14] интерфейса коммутатора TP-Link TL-SL5428E.

Для настройки коммутатора сперва потребуется установить утилиту Easy Smart Configuration Utility, позволяющую обнаружить активные в сети коммутаторы TP-Link. После запуска утилиты нужно выбрать коммутатор, нуждающийся в конфигурировании, и подключиться к нему.

На рисунке 3.3.3.1 представлено окно смены пароля пользователя по умолчанию – admin.

TP-LINK
TL-SL5428E

User Table User Config

User Info

User Name:

Access Level:

☐ Password Modify:

Old Password:

New Password:

Confirm Password:

User Table

Select	User ID	User Name	Access Level	Operation
<input type="checkbox"/>	1	admin	Admin	Edit

Note:
The user name should not be more than 16 characters using digits, English letters and underlines only and password should not be more than 31 characters.

Рисунок 3.3.3.1 – Смена пароля пользователя

На рисунке 3.3.3.2 представлено окно, управляющее состоянием портов коммутатора.

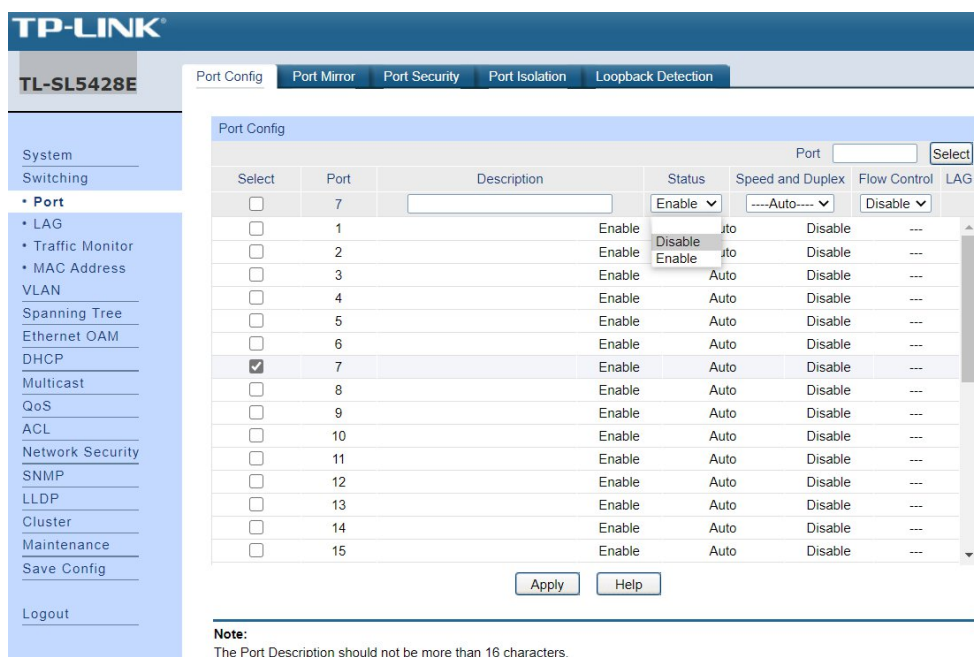


Рисунок 3.3.3.2 – Управление состоянием портов

3.3.4 Настройка «промежуточных» маршрутизаторов

Устройства, используемые в качестве «промежуточных» маршрутизаторов схожи с устройством, используемым в качестве «головного», соответственно схожи и процессы их настройки.

Для работы в разрабатываемой сети на «промежуточных» маршрутизаторах требуется:

1. Создать защищённую паролем учётную запись пользователя.
2. Присвоить интерфейсам адреса.
3. Указать «головной» маршрутизатор в качестве шлюза по умолчанию.
4. Настроить раздачу параметров домашним маршрутизаторам через DHCP.
5. Ограничить пропускную способность соединений.
6. Присвоить IPv6-адрес обращённому к «головному» маршрутизатору интерфейсу, настроить IPv6-маршрут по умолчанию.

Ниже приведены команды, необходимые для настройки маршрутизатора, расположенного на втором этаже первого подъезда дома.

```
/user add name="admin-2" password="PASSWORD" group=full
/user set [find name="admin"] disable="yes"
/ip address add address=192.168.0.1/24 interface=ether1
network=192.168.0.0
/ip address add address=192.168.5.1/24 interface=ether2
network=192.168.0.0
```

```

        /ip address add address=192.168.6.1/24 interface=ether3
network=192.168.0.0
        /ip address add address=192.168.7.1/24 interface=ether4
network=192.168.0.0
        /ip address add address=192.168.8.1/24 interface=ether5
network=192.168.0.0
        /ip route distance=1 gateway=192.168.0.254
        /ip pool add name=pool-1 ranges=192.168.5.2-192.168.5.9
        /ip pool add name=pool-2 ranges=192.168.6.2-192.168.6.9
        /ip pool add name=pool-3 ranges=192.168.7.2-192.168.7.9
        /ip pool add name=pool-1 ranges=192.168.8.2-192.168.8.9
        /ip dhcp-server add address-pool=pool-1 dns-server=8.8.8.8
gateway=192.168.5.1 netmask=24 disabled=no interface=ether2
lease-time=1h name=dhcp-server1
        /ip dhcp-server add address-pool=pool-2 dns-server=8.8.8.8
gateway=192.168.6.1 netmask=24 disabled=no interface=ether3
lease-time=1h name=dhcp-server2
        /ip dhcp-server add address-pool=pool-3 dns-server=8.8.8.8
gateway=192.168.7.1 netmask=24 disabled=no interface=ether4
lease-time=1h name=dhcp-server3
        /ip dhcp-server add address-pool=pool-4 dns-server=8.8.8.8
gateway=192.168.8.1 netmask=24 disabled=no interface=ether5
lease-time=1h name=dhcp-server4
        /queue simple add target=ether2 max-limit=2M/3M
        /queue simple add target=ether3 max-limit=2M/3M
        /queue simple add target=ether4 max-limit=2M/3M
        /queue simple add target=ether5 max-limit=2M/3M
        /ipv6 address=2001:50:3:28::2/64 interface=ether1
        /ipv6 route add gateway=2001:50:3:28::19

```

3.3.5 Настройка модема

Для описания процесса настройки модема Motorola MB7220 ниже, ввиду отсутствия иной информации, будет представлена переведённая и реструктуризированная выдержка из англоязычного мануала [6] от производителя.

«Для активации подключения по DOCSIS после подсоединения нужных кабелей к устройству – телевизионного коаксиального и Gigabit Ethernet от компьютера – и включения самого устройства нужно, в зависимости от провайдера связи, либо позвонить своему провайдеру, чтобы он всё настроил, либо самостоятельно настроить подключение при помощи веб-интерфейса, доступного через веб-браузер».

Motorola MB7220 совмещает в себе функции как модема, так и маршрутизатора. В разрабатываемой в ходе данной курсовой работы сети данное устройство используется в качестве модема. Согласно статье [17], ссылка на которую размещается на странице данного устройства на сайте производителя, по умолчанию оно сконфигурировано как модем, соответственно дополнительная настройка не требуется.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКС

В данном разделе пояснительной записки описывается проектирование структурированной кабельной системы разрабатываемой локальной компьютерной сети.

План этажа жилого дома, для которого осуществляется проектирование разрабатываемой компьютерной сети, представлен в приложении В.

4.1 Расположение оборудования в помещениях

Для обеспечения более равномерного покрытия площади квартир Wi-Fi маршрутизаторы следует располагать ближе к их центру. Следует отметить, что на плане этажа обозначены только комнаты квартир для упрощения их дифференциации.

Неуправляемые коммутаторы должны располагаться на каждом этаже здания в настенных защитных ящиках. Наиболее компактным, соответствующим размерам MikroTik hEX lite вместе с необходимым ему запасом пространства под размещение проводки, из найденных вариантов оказался корпус металлический ЩМП-1-1 36 УХЛЗ IP31 ИЭК [15].

Коммутаторы, маршрутизатор MikroTik hEX S и модем следует разместить на техническом этаже сверху дома – в наиболее вероятном, согласно полученному от более сведущих в строительных вопросах людей мнению, месте, куда мог быть подведён телевизионный кабель. Для размещения оборудования был выбран телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.8-3ААА [16], обладающий достаточным объёмом для его размещения.

4.2 Выбор среды передачи данных

Согласно характеристикам, представленным на сайте [11] производителя, коммутатор TP-Link TL-SG108E для обеспечения передачи данных в соответствии со стандартами 100BASE-TX или 1000BASE-T следует подключать посредством кабелей неэкранированной витой пары стандарта не ниже 5 и протяжённостью не более 100 метров (см. рисунок 4.2.1).

Согласно quick guides для маршрутизаторов, производитель рекомендует подключать MikroTik hEX lite посредством витой пары 5-6 категории, MikroTik hEX S – 6 категории.

Если принять высоту этажа равной 3 метрам, то максимальное расстояние, на которое должен быть протянут кабель в разработанной сети примерно равно $3 * 9 + 25$ (примерная ширина подъезда), что существенно меньше 100 метров. Максимальная протяжённость кабеля соответствует подключению коммутатора, расположенного на первом этаже здания, к коммутатору, расположенному на техническом этаже в телекоммуникационном шкафу, то есть, с учётом характеристик выбранного

оборудования, это подключение должно соответствовать стандарту 100BASE-TX. Кабели, подключение по которым должно соответствовать стандарту 1000BASE-T, располагаются внутри телекоммуникационного шкафа. Таким образом для подключения устройств, которые должны работать по стандарту 100BASE-TX можно использовать неэкранированную витую пару категории 5, для 1000BASE-T – 5е.

Среда передачи данных

10BASE-T: UTP (неэкранированная витая пара) кабель категории 3, 4, 5 (не более 100 м);
EIA/TIA-568 STP (экранированная витая пара) 100 Ом (не более 100 м);
100BASE-TX: (неэкранированная витая пара) кабель категории 5, 5е (не более 100 м);
EIA/TIA-568 STP (экранированная витая пара) 100 Ом (не более 100 м);
1000Base-T: UTP (неэкранированная витая пара) кабель категории 5, 5е, 6 или выше (макс. 100 м);
EIA/TIA-568 STP (экранированная витая пара) 100 Ом (не более 100 м)

Рисунок 4.2.1 – Требования к подключению TP-Link TL-SG108E

4.3 Монтаж СКС

Особенностью налаживания сети в уже построенном жилом доме является необходимость учитывать уже имеющуюся в нём инфраструктуру. Конкретный проект вместе с заданием предоставлен не был, в связи с чем в проект целевого дома была внедрена располагающаяся рядом с лестничной площадкой техническая комната, в которой находится электрический щиток, позволяющий «запитать» от него маршрутизатор, и в стене которой располагается шахта для электрической проводки, способная вместить ещё и необходимый набор сетевых кабелей.

Вертикальное распространение разрабатываемой кабельной системы осуществляется посредством вышеупомянутой шахты.

От ящика с коммутатором сетевые кабели проводятся в квартиры по стенам, размещённые в смонтированных под потолком кабель-каналах из ПВХ, в целях повышения защищённости кабелей от механического воздействия и придания кабельной системе более благородного вида. В квартирах кабели также проложены в кабель-каналах под потолком, чтобы не создавать помех перемещению жильцов и открыванию дверей. На уровне расположенных в квартирах сетевых розеток кабели пускаются вертикально вниз: с расположенной не под потолком, а ближе к полу розеткой комфортнее управляться человеку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы была спроектирована локальная компьютерная сеть жилого дома с выходом в Интернет.

Согласно варианту задания разрабатываемая сеть обозначалась как среднебюджетная, однако по факту в ней использовалось низкобюджетное активное сетевое оборудование в больших количествах. Обилие используемых устройств является следствием требования заказчика об отсутствии в применяемом оборудовании вентиляторов: более-менее мощные сетевые устройства оснащаются активной системой охлаждения. Хотя сеть и обладает низкой для её масштабов пропускной способностью, эти самые масштабы требуют наличия некоторой вычислительной мощности, задачи по предоставлению которой распределены между большим количеством маломощных устройств.

Процесс поиска предназначенного для использования в разрабатываемой сети оборудования привёл к более глубинному пониманию способа его функционирования. Было изучено состояние рынка сетевого оборудования, рассмотрены различные его предложения, состоялось знакомство с ранее неизвестными его производителями.

По ходу выполнения работы возникла необходимость ознакомиться с некоторыми особенностями строительной сферы. Попытки разместить оборудование в обозначенной инфраструктуре освежили взгляд на устройство компьютерных сетей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Глецевич, И. И. Вычислительные машины, системы и сети. Дипломное проектирование : учебно-метод. пособие / И. И. Глецевич, В. А. Прытков, А. С. Сидорович. – Минск : БГУИР, 2019. – 99 с.

[2] DOCSIS. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>

[3] Ethernet. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

[4] Motorola MB7220 (8x4), кабельный модем DOCSIS. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://www.ebay.com/itm/MOTOROLA-MB7220-8x4-Cable-Modem-DOCSIS-3-0/224239910240?epid=2255475405&hash=item3435bd7d60:g:elMAAOSwK8Nftbp8>

[5] Motorola MB7220. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://www.motorola.com/us/mb7220/p>

[6] Motorola MB7220 cable modem. Quick Start. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://motorolacable.com/documents/MB7220-QuickStart.pdf>

[7] MikroTik hEX S. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://mikrotik.ru/katalog/katalog/hardware/routers/soho/RB760iGS>

[8] MikroTik hEX S specifications. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
https://mikrotik.com/product/hex_s#fndtn-specifications

[9] MikroTik hEX lite. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://mikrotik.com/product/RB750r2>

[10] Типовые серии домов. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
https://www.kvmeter.ru/information/homes_series

[11] TP-Link TL-SG108E. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://www.tp-link.com/ru/business-networking/easy-smart-switch/tl-sg108e>

[12] Жилые здания. Строительные нормы проектирования. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<http://bdpo.by/bdpo/UserFiles/file/2018/%D0%A2%D0%9A%D0%9F%20%D0%96%D0%B8%D0%BB%D1%8B%D0%B5%20%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9.pdf>

[13] Список национальных сетей Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://beltelecom.by/business/hosting/belnetworks>

[14] Эмулятор интерфейса TP-Link TL-SL5428E. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://emulator.tp-link.com/SL5428E3.0/Index.htm>

[15] Корпус металлический ЩМП-1-1 36 УХЛ3 IP31 ИЕК. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://electromag.by/shchmp-1-1-36-ukhl3-ip31-cid1781.html>

[16] Шкаф телекоммуникационный напольный 18U. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
https://www.cmo.ru/catalog/napolnye_telekommunikatsionnye_shkafy/universalnye_shkafy_shtk_m/shkaf_telekommunikatsionnyu_napolnyu_18u_600_800_dver_metall/

[17] How Do I Put My Cable Modem + Router Combo (also called a Gateway) into Bridge Mode, So I Can Connect Another Router behind It? [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://motorolamentor.zendesk.com/hc/en-us/articles/115007129847>

[18] В Беларуси создана система противодействия нарушениям порядка пропуска трафика на сетях электросвязи. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://www.mpt.gov.by/ru/news/18-03-2016-65>

[19] Настройка MikroTik Routerboard, базовая конфигурация для роутера. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:
<https://xn----7sba7aachdbqfnhtigr1.xn--j1amh/kak-nastroit-router-mikrotik-bazovaya-konfiguracziya/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема СКС структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

•
Схема СКС функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

План этажа жилого дома

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Перечень оборудования, изделий и материалов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Ведомость документов