

Министерство образования и науки Российской Федерации  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(Национальный исследовательский университет)  
«Высшая школа электроники и компьютерных наук»  
Кафедра «Инфокоммуникационные технологии»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Даровских С.Н.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

**Проектирование сети подключения к Интернет городского кампуса**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**К ВЫПУСКНУМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ**

**ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ**

Руководитель работы:  
Новиков В.В. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

Автор работы:  
студент группы КЭ -479  
Боженков С.В. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

Нормоконтролер:  
Спицына В.Д. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

## АННОТАЦИЯ

Боженков С.В. Проектирование кабельной сети доступа в Интернет городского кампуса: ЮУрГУ, ВШЭКН, 2018, 16 илл., 50 с. – Библиографический список – 10 наименований, 3 плаката формата А1

Целью проекта - разработка сети абонентского доступа с возможностью предоставления услуг связи для подключения к сети Интернет с использованием абонентского оборудования в отдельно взятом районе города Челябинска, знакомство и получение опыта работы с описанием в текущем отчете таких технологий, как волоконно-оптические сети, их характеристики, устройство, знакомство с оборудованием провайдеров для предоставления абонентам доступа к сети Интернет.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>			
<i>Илл.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектирование кабельной сети доступа в Интернет городского кампуса</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Глава</i>		<i>Боженков С.В.</i>					<i>3</i>	<i>56</i>
<i>Глава</i>		<i>Навиков В.В.</i>						
<i>Н. Книга</i>		<i>Спицына В.В. МС.</i>						
<i>Индекс</i>		<i>Даровских С.Н.</i>				ЮУрГУ, кафедра ИКТ		

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Ethernet - технология организации локальных сетей. Стандарты Ethernet описывают реализацию двух первых уровней модели OSI – проводные соединения и электрические сигналы (физический уровень), а так же форматы блоков данных и протоколы управления доступом к сети (канальный уровень).

UTP (англ. *Unshielded twisted pair*) — неэкранированная витая пара

PON (англ. *Passive optical network*, пассивная оптическая сеть) — технология пассивных оптических сетей.

Wi-Fi (англ. *Wireless Fidelity*, беспроводная точность) — это технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11.

WiMAX (англ. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов).

Биллинг — комплекс процессов и решений на предприятиях связи, ответственных за сбор информации об использовании телекоммуникационных услуг, их тарификацию, выставление счетов абонентам, обработку платежей.

Коммутатор - устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сегментов сети.

FTTN (Fiber To The Node) — волокно до сетевого узла;

FTTC (Fiber To The Curb) — волокно до микрорайона, квартала или группы домов;

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ					

FTTB (Fiber To The Building) — волокно до здания;

FTTH (Fiber To The Home) — волокно до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

SFP (англ. *Small Form-factor Pluggable*) — промышленный стандарт модульных компактных приёмопередатчиков (трансиверов), используемых для передачи и приема данных в телекоммуникациях.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Выбор способа подключения.....	9
2 Выбор серверного оборудования.....	13
2.1 Сервер.....	14
2.2 Биллинг.....	16
2.3 Коммутатор.....	17
2.4 Источник бесперебойного питания.....	20
3 Серверное помещение.....	25
4 Сеть ВОЛС.....	29
4.1 Структура.....	29
4.2 Оптический кабель.....	31
4.3 Крепления.....	39
4.4 Кроссы и муфты.....	40
4.5 Структурная схема.....	41
5 Внутриподъездное оборудование.....	42
5.1 Абонентский коммутатор.....	42
5.2 Витая пара.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



– и частный загородный сектор. Их можно сравнить с небольшим городом, у жителей которого существует очень большая потребность в интернете, но на территории не присутствует ни один из провайдеров. График роста объема предложений в проектах комплексного освоения территорий показан на рисунке 1.

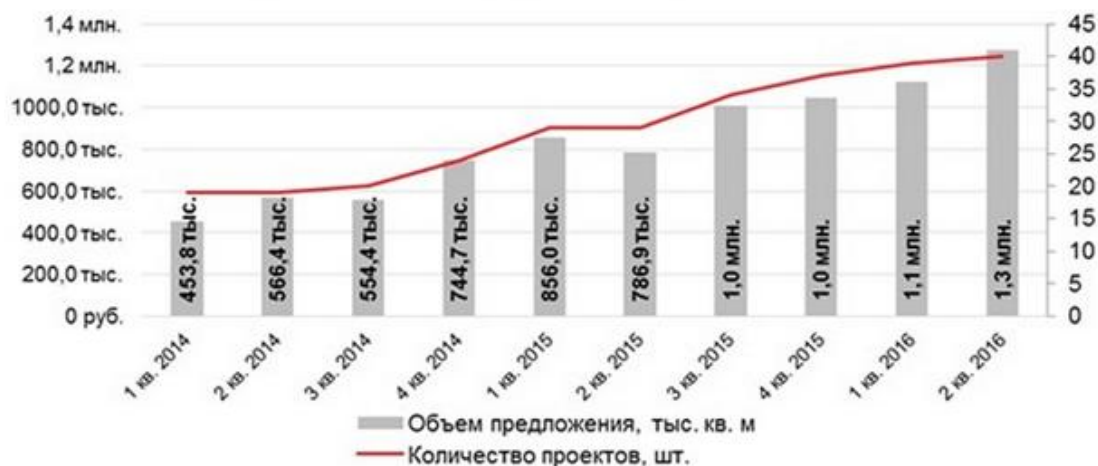


Рисунок 1 – Динамика объема предложений в проектах комплексного освоения территорий

Следовательно, проекты, подобные данному будут еще долгое время востребованы.

В данном проекте будут рассмотрены несколько шагов в создании сети абонентского доступа с возможностью предоставления услуг связи для подключения к сети Интернет с использованием абонентского оборудования в отдельно взятом районе города Челябинска.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 1 Выбор способа подключения

В первую очередь необходимо определить способ подключения абонентов к интернету и типы предоставляемых услуг, от этого в дальнейшем будет зависеть выбор оборудования и помещений, необходимые лицензии и разрешения.

До точек распределения по абонентам самым популярным является оптоволоконный канал связи, он дороже медного, но имеет значительные преимущества: практически неограниченная длина, минимальные задержки и потери пакетов, информационная безопасность, высокая пропускная способность, малый вес кабеля.

Последние несколько десятков метров до абонента можно организовать тремя основными способами:

- медный кабель (Ethernet) от оборудования провайдера до абонента;
- оптическим кабелем от оборудования провайдера до абонента;
- Wi—Fi-доступ до абонента.

Медный кабель (Ethernet) от оборудования провайдера до абонента – самый популярный способ коммутации, отличается низкой ценой и легкостью монтажа.

Подключение абонентов производится медным кабелем UTP категории 5е (двух- или четырехпарным), прокладываемым от помещения абонента до оборудования провайдера. Большинство абонентского оборудования (персональные компьютеры, ноутбуки) уже оснащено всеми необходимыми интерфейсами, а значит установки дополнительного оборудования (модемы, трансиверы и др.) не требуется. Дополнительное оборудование (wi-fi маршрутизатор) требуется лишь в случае желания абонента обеспечить

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ					



доступом к Интернет одновременно несколько устройств, и/или обеспечить беспроводную связь в помещении.

Преимущества данной технологии:

- скорость передачи данных до 1000 Мбит/сек;
- подключение без дополнительного оборудования;
- стабильная связь;

доступные цены при отличном качестве сервиса.

Оптика от оборудования провайдера до абонента (FTTB) – самый надежный, но и самый дорогой способ. Для подключения можно использовать технологию Ethernet (отдельный оптический порт на оборудовании провайдера) или технологию xPON (несколько абонентов на одном оптическом волокне). Самый современный, передовой и высокоскоростной из кабельных типов подключения к Интернету, позволяющий организовать гигабитный канал связи с предоставлением услуг Triple Play. Абоненту в дом или квартиру заводится оптический кабель который включается в специальное оборудование: медиаконвертер, sfp-модуль коммутатора или оптический терминал. В ближайшей перспективе в крупных городах все привычные медные кабельные каналы связи планируется перевести на оптоволоконные. Понятно, что такой переход займёт немало времени, тем не менее он уже постепенно начинает осуществляться.

Однако на данный момент этот способ имеет несколько существенных недостатков:

- более сложный монтаж кабеля, по сравнению с Ethernet;
- необходимость в дополнительном оборудовании со стороны абонента;
- сложность ремонта (в случае повреждения абонентского кабеля необходима полная его замена);

– цена выше, чем у Ethernet.

WiFi-доступ до абонента – решение, не требующее заведения проводов в квартиру абонента.

Сейчас очень много электронных устройств, таких как ноутбуки, телефоны, телевизоры, планшеты, идут уже со встроенным модулем WiFi. Чтобы подключиться пользователю всего лишь нужно выбрать сеть в списке и ввести пароль. Поэтому провайдеры всё чаще и чаще задумываются как бы лучше освоить и этот вид подключения к Интернету. Упирается всё в зону покрытия. Ведь для приемлемого качества предоставления услуги нужно хорошее покрытие. Иначе это будет играть против самого же оператора связи. А это требуем немалых финансовых вложений. Именно по этим причинам большие беспроводные сети развиваются в основном в крупных мегаполисах. Некоторые телекоммуникационные компании пытаются продвигать WiMAX для предоставления услуг доступа в сеть Интернет ввиду того, что эта технология более проста в развертывании и легко масштабируема, нежели обычный WiFi. К сожалению, большого распространения эта технология пока не получила.

В проекте будет рассматриваться классический Ethernet доступ до абонента, так как данная технология является оптимальным сочетанием простоты-удобства монтажа-качества.

Следовательно, в проекте будет разрабатываться сеть типа HFC.

Гибридные оптико-коаксиальные сети (HFC – Hybrid Fiber Coax) строятся по трем основным технологиям:

- а) FTTH (англ. *Fiber To Home*) – оптика до дома (квартиры).
- б) FTTB (англ. *Fiber To Building*) – оптика до здания (строения).  
Иногда можно видеть и слово Block – блок. Это означает, что оптика доведена до жилищного блока.
- в) FTTC (англ. *Fiber To Carb*) – оптика до группы домов.

Если FTTH является перспективной, но относительно дорогостоящей технологией, то FTTB является “оптимальной” технологией, наиболее удобной для российских городов среднего и большого размеров.

Под FTTB технологией понимают относительно глубокое проникновение оптики до абонента (см. рисунок 2), т.е. работу оптического узла (ОУ) в среднем на 100...250 абонентов (например, 9...12-ти этажный дом на 4...6 подъездов).



Рисунок 2 – Технология FTTB

Практика эксплуатации цифровых сетей показывает, что количество отказов на линиях связи, проложенных с использованием медного кабеля, значительно выше, чем на оптоволоконных каналах. Таким образом, технология FTTB резко снижает риск отказа всей сети, поскольку на магистральных линиях применяется оптическое волокно. Внутридомовая разводка также подвергается меньшему воздействию негативных факторов (перепады температур, влажности и т.д.).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Важным преимуществом сетей FTTB является низкий уровень «шумов ингрессии», поскольку на один оптический узел приходится сравнительно небольшое количество абонентов (порядка 100...200). Технология FTTB может быть легко модернизирована до FTTH. При этом первоначальные капитальные затраты на устройство сетей FTTB существенно ниже, за счет использования меньшего количества оптических узлов. Кроме того, снижаются требования к уровню выходного ОУ, поскольку за ним устанавливается внутридомовой усилитель, от которого и идет разводка по абонентам.

Таким образом, можно смело утверждать, что именно FTTB технология НФС сети является наиболее выгодной для российских условий эксплуатации как с точки зрения ценовой политики, так и с точки зрения реализации высоких технических параметров.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

## 2 Выбор серверного оборудования

Согласно сложившейся на данный момент ситуации, совокупная конкурентная картина представляет собой трехуровневую структуру (см. рисунок 3), где первым, фундаментальным уровнем идут крупные магистральные провайдеры, вторым — территориальные, а третьим местные клиентские сервисы. Именно эта градация диктует объемы и типы закупаемого оборудования.

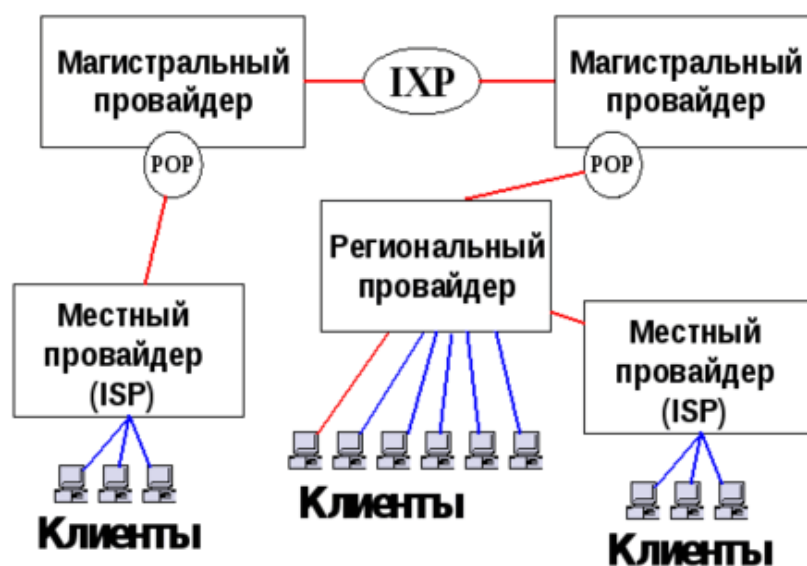


Рисунок 3 – Типы провайдеров

Соответствующим образом градуируется и отношение к клиентам. Крупнейшие фирмы позиционируют себя как массового подрядчика, предоставляющего стандартные типированные пакеты услуг и не занимающегося индивидуальной настройкой и обслуживанием. Местные в свою очередь предпочитают более плотную работу с населением и адаптацию по индивидуальным запросам. Балансирование в узком коридоре возможностей также обуславливается техническим оснащением.

Принято также дополнительное типирование поставщиков информации. В зависимости от избранного направления деятельности различают IPP - фирмы, обеспечивающие собственно присутствие клиентов в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

сети интернет, и РСР, занимающиеся созданием разнообразного контента, предназначенного для размещения в сети.

Соответственно, тесная взаимосвязь всех аспектов, отражаемых обычно в бизнес-плане, составляемом на начальном этапе работы, и приводит к необходимости более внимательно подойти к подбору оборудования.

Минимальный список оборудования:

- сервер на мощной платформе;
- биллинг;
- коммутатор;
- источник бесперебойного питания.

Для организации качественной передачи данных и предоставления дополнительных возможностей для многочисленных пользователей сети интернет потребуется приобрести достаточно мощное оборудование. Поэтому рассмотрим минимальный комплект оснащения, которого достаточно для организации качественной передачи данных для небольшого количества пользователей.

### 1.1 Сервер

Как пример, можно использовать Inpro Archer на платформе Intel SR1530 (см. рисунок 4). Учитывая высокие современные требования, процессор должен быть как минимум четырехядерный с частотой шины не ниже 1333 МГц. Для быстрой работы без сбоев достаточно оснастить платформу двумя Гб оперативной памяти. Серверный ПК должен быть оснащен как минимум 4, а лучше 8 Гб ОЗУ, на обеих платформах необходимо будет установить по одному или два жестких диска объемом не менее 250 Гб. Для крепления платформ будет требоваться специальная

стойка. Такая комплектация является самой оптимальной по соотношению цены и качества.



Рисунок 4 – Сервер Inpro Archer на платформе Intel SR1530

## 2.2 Биллинг

Для эффективной работы провайдера потребуется биллинг. Из имеющихся предложений можно выбрать NetUP UTM 5. Эта система пользуется высоко популярностью и насчитывает огромное количество абонентов, имеет сертификат ССС.

Автоматизированная система расчетов NetUP UTM 5.0 предназначена для осуществления комплексного обслуживания абонентов предприятий связи. При помощи системы UTM 5.0 осуществляются все основные шаги взаимоотношений с клиентами: заключение договоров, осуществление технической поддержки, подсчет предоставляемых клиенту услуг, выставление счетов, выписывание счетов-фактур, актов выполненных работ, различных отчетов и многое другое.

На данный момент при работе с UTM можно организовать предоставление следующих услуг:

- доступ в Интернет по выделенным линиям (Ethernet, Radio Ethernet, сети кабельного телевидения, xDSL, VPN, PPPoE и др.);
- доступ в интернет посредством Dial-up;
- доступ в интернет через точки публичного доступа (хотспот);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- классическая телефония;
- IP-телефония (VoIP).

### 2.3 Коммутатор

Для организации доступа большого количества пользователей сети потребуется коммутатор.

Современные модели коммутаторов могут серьезно отличаться друг от друга набором функциональных возможностей, от чего в том числе зависит стоимость устройств. Поэтому при выборе коммутатора необходимо понимать, какие из указанных характеристик и функций будут наиболее значимы для вашей сети, а какие будут играть второстепенную роль или не нужны вовсе. Коммутаторы принято делить на две большие группы.

Неуправляемые коммутаторы управляют передачей данных исключительно в автоматическом режиме и не предоставляют возможности ручной настройки каких-либо функций и мониторинга работы сети. В них также отсутствует возможность обновления программного обеспечения (прошивки) коммутатора. Неуправляемые коммутаторы чаще всего применяются в тех случаях, когда необходимо просто объединить несколько устройств в сеть и обеспечить им доступ в интернет, и при этом не требуется, например, ограничивать скорость на отдельных портах или приоритезировать трафик определенных протоколов.

Управляемые коммутаторы также работают в автоматическом режиме, но позволяют вручную настраивать различные функции управления трафиком и вести мониторинг. Возможность ручного управления позволяет оптимально организовать работу сети и оперативно изменять настройки под конкретные задачи.

Некоторые преимущества использования управляемого коммутатора:

- более высокая производительность;



- возможность резервирования или объединения каналов передачи данных;
- приоритезация и фильтрация трафика;
- ограничение скорости на отдельных портах;
- возможность удаленного управления, мониторинга и диагностики.

Для серверного помещения будет использоваться управляемый коммутатор.

Количество портов означает, сколько устройств можно подключить к данному коммутатору. Обычно варьируется от 5 до 48. Лучше выбрать коммутатор с некоторым запасом портов для расширения сети в будущем. В данном случае к портам серверного коммутатора будет подключаться внутридомовое оборудование. Следовательно, имея 10 зданий, которые необходимо подключить, и дополнительный порт для связи с сервером, необходимо выбирать коммутатор минимум с одиннадцатью портами. Также, предполагая дальнейшее расширение сети, необходимо выбирать коммутатор с изначально избыточным количеством портов (16 или 24).

Необходимо рассчитать, какой объем трафика будет передаваться по сети. Например, если требуется регулярно производить резервное копирование нескольких десятков или даже сотен гигабайт информации с нескольких компьютеров, будет разумно приобрести коммутатор с портами 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet). Для малых объемов трафика будет достаточно 100-мегабитного коммутатора (Fast Ethernet).

Кроме того, необходимо учитывать, какую скорость поддерживают сетевые адаптеры компьютеров и других устройств в сети. Если подавляющее большинство устройств оснащено сетевыми адаптерами Fast Ethernet 100 Мбит/с, то покупать гигабитный коммутатор не имеет смысла.

Однако следует отметить, что все современные материнские платы компьютеров оснащаются интерфейсом Gigabit Ethernet.

В нашем случае необходимо получить не менее 1000 Мбит/с на портах, обслуживающих оборудование каждого жилого дома и не менее 10 000 Мбит/с на порту связи с сервером.

Внутренняя пропускная способность коммутатора показывает, какой объем трафика коммутатор сможет обрабатывать в периоды пиковой нагрузки на все порты. Данную характеристику не следует путать с суммарной пропускной способностью всех портов в дуплексном режиме. Внутренняя пропускная способность может быть меньше, особенно у коммутаторов с большим количеством портов.

Например, у 16-портового коммутатора Fast Ethernet суммарная пропускная способность портов в дуплексном режиме составляет: 16 (количество портов) × 100 Мбит/с × 2 (дуплекс) = 3,2 Гбит/с. Если внутренняя пропускная способность коммутатора меньше 3,2 Гбит/с, то он будет плохо справляться с пиковыми нагрузками и может зависать.

В результате сравнения различных коммутаторов был выбран Коммутатор Dell PowerConnect 8132F 10 Gigabit Ethernet (см. рисунок 5).



Рисунок 5 - Коммутатор Dell PowerConnect 8132F

Коммутатор Dell PowerConnect 8132F оборудован 24 портами 10 Гбит/с SFP+ (10 Гбит/с или 1 Гбит/с) с возможностью расширения до 32 портов при использовании опционального модуля QSFP+/40GbE. Оборудование

включают в себя функцию стекирования, что позволяет нескольким коммутаторам работать как единое целое. Эти стеки включать до шести модулей и используют до четырех звеньев между членами стека.

Данный коммутирующий модуль поддерживает протоколы основного дерева, Virtual Router Redundancy Protocol, стандарт sFlow, протокол кратчайшего пути и бесклассовой маршрутизации. Оборудование оснащено системой строгого контроля потребления электроэнергии путем изменения продуктивности вентиляторов и наличия энергосберегающих портов.

В коммутатор встроена сеть, которая позволяет подключить серверы к базе Ethernet 40GbE. Благодаря ей увеличивается доступность сети для других коммутаторов и серверов.

Коммутатор Dell PowerConnect 8132F имеет пропускную способность до 640 Гбит в секунду, а скорость передачи пакетов до 960 Мбит в секунду. В то время как буферная память равна 9 Мбайт, флеш-память - 256 Мбайт.

#### 2.4 Источник бесперебойного питания

Для организации стабильной работы серверного оборудования требуется использовать надежный источник бесперебойного питания.

Неполадки электрической сети: скачки, повышенное или пониженное напряжение, отсутствие его в сети вовсе - все это может вывести оборудование из строя или привести к некорректному завершению работы с потерей важных данных. Избежать этой ситуации помогают источники бесперебойного питания, которые не только стабилизируют входное напряжение в сети, но и могут некоторое время поддерживать работоспособность сервера при полном его отсутствии.

В связи с “большой ответственностью”, возлагаемой на серверные ИБП, к ним предъявляют особые требования, такие как топология, мощность, емкость аккумуляторов, наличие байпаса и другие. Рассмотрим подробнее.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

Различают три основных топологии построения схем источников бесперебойного питания: online, line-interactive, off-line.

ИБП по схеме off-line обладают несколькими критическими недостатками: отсутствие стабилизации напряжения, отсутствие синусоиды на выходе при неполадках в сети, переключение на аккумуляторы при падениях и всплесках напряжения и высокое время переключения на резервное питание. Всё это делает их неприемлемыми для защиты сервера.

ИБП для сервера, построенные по line-interactive топологии, успешно справляются со стабилизацией напряжения, имеют быструю скорость переключения на батареи и обратно. Такие источники бесперебойного питания для сервера имеют приемлемую цену, учитывая обеспечиваемую защиту и гарантию надежности работы. Тем не менее, при скачках напряжения такие ИБП также задействуют аккумуляторы, а значит, есть периоды переходов. Такая схема подойдет для защиты небольших корпоративных серверов, сетевого оборудования.

Схема построения on-line обеспечивает непрерывную защиту оборудования как от перепадов, высокого, низкого напряжения, так и полного его отсутствия. Двойное преобразование тока позволяет подавать на выходе идеальный сигнал. Минусом таких ИБП является достаточно высокая цена, поэтому их использование в бытовых целях невыгодно, но для защиты особо важных устройств, серверов и сетевого и телекоммуникационного оборудования эти источники питания подойдут идеально.

Серверные системы, обслуживающие большое количество пользователей, имеют высокую мощность по сравнению с персональными компьютерами. Это обуславливает использование мощных ИБП для их защиты. При выборе ИБП следует иметь до 30 % запаса мощности для компенсации пусковых токов и надежного обеспечения энергией.

Источники бесперебойного питания мощностью до 500 ВА подойдут для питания домашних и небольших корпоративных систем, состоящих из одного сервера.

ИБП мощностью до 1500...2000 ВА подойдут для обеспечения безопасности производственных, серверных систем, состоящих из нескольких устройств.

Устройства от 3000 ВА и выше предназначены для питания больших серверных станций, оборудования провайдеров, телекоммуникационного оборудования и состоящих из большого количества серверов корпоративных систем.

В нашем случае мы имеем небольшую серверную станцию, поэтому остановимся на ИБП мощностью 1000 ВА.

Кроме стабилизации напряжения источники бесперебойного питания служат для резервного питания от аккумуляторов в случае отсутствия напряжения в сети. При работе с нагрузкой около 70% ИБП на внутренних аккумуляторах могут поддерживать работоспособность в течении 10...20 минут, в зависимости от модели.

Чаще всего этого достаточно для корректного завершения работы оборудования. Чем меньше мощности ИБП задействовано для питания нагрузки, тем больше времени автономного питания он состоянии обеспечить. Это еще один плюс большой мощности.

Модели ИБП для сервера отличаются от “домашних” устройство возможностью подключения дополнительных аккумуляторных блоков. Так ИБП компании Eaton позволяют подключать от одной до четырех внешних батарей, продлевая время автономной работы до четырех часов.

Эта возможность особенно востребована, когда нужно обеспечить длительную бесперебойную работу оборудования или дождаться запуска резервного источника электроснабжения, например, дизельного генератора.

Для обслуживания ИБП без отключения питания служит механизм байпаса (by-pass). Электричество направляется в обход ИБП, что позволяет заменить аккумулятор или даже все устройство не обесточивая нагрузку.

Различают электрический и механический байпас. Электрический байпас автоматически срабатывает при перегрузке или поломке ИБП. Механический байпас позволяет выключить устройство из сети вручную для сервисного обслуживания и замены.

Остановим свой выбор на источнике бесперебойного питания POWERMAN ONLINE 1000 PLUS (см. рисунок 6).



Рисунок 6 – ИБП POWERMAN ONLINE 1000 PLUS

POWERMAN ONLINE 1000 Plus построен по схеме двойного преобразования энергии, которая не требует переключения питания сеть/батарея. Форма выходного напряжения - всегда синусоидальная.

ИБП предназначен для длительного питания оборудования в отсутствии сетевого напряжения.

### Основные особенности ИБП POWERMAN ONLINE 1000 PLUS:

- мощность – 1000 ВА/800Вт.
- выходное напряжение при работе от сети - синусоидальное 220 В ± 2 %
- выходное напряжение при работе от батареи - синусоидальное 220 В ± 2 %
- время перехода сеть-батарея - 0 мс.
- обеспечивает корректную работу фазозависимой нагрузки как при работе от сети, так и при питании нагрузки от батареи.
- внешний блок свинцово-кислотных батарей напряжением 24 В (2 шт. × 12 В)
- максимальный ток автоматического зарядного устройства 6 А

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

### 3 Серверное помещение

Серверное помещение — это телекоммуникационное помещение, в котором размещаются распределительные устройства и большое количество активного телекоммуникационного оборудования. В серверном помещении могут размещаться распределительные пункты и пассивные распределительные устройства (патч-панели, кроссы, распределительные коробки). В стандартах нет критерия для определения типа (серверное помещение или кроссовое помещение) телекоммуникационного помещения по количеству установленного активного оборудования. Поэтому тип телекоммуникационного помещения определяется инсталлятором информационной системы [3].

Рассмотрим часть требований и рекомендаций к серверному помещению на основе стандартов ТИА/EIA-569 и СН 512-78 [4],[5].

Серверное помещение следует размещать как можно ближе к магистральным кабельным каналам. Желательно расположить серверное помещение рядом с главным распределительным пунктом, а если есть возможность, то установить главный распределительный пункт в серверном помещении. Не стоит размещать серверное помещение рядом с лифтовыми шахтами, лестничными пролетами, вентиляционными камерами и другими элементами здания, которые могут ограничить расширение аппаратного помещения в будущем.

Серверное помещение рекомендуется размещать так, чтобы была возможность расширения помещения серверного помещения за счет площади смежного помещения.

Необходимо избегать размещения серверного помещения ниже уровня поверхности земли, если помещение не будет обеспечено защитой от проникновения воды.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25



В серверной комнате не должны быть размещены трубопроводы и дренажная система, если они не предназначены для работы оборудования и специальных систем, размещенных в серверном помещении.

Если существует вероятность протечки воды в серверное помещение, то рекомендуется установить дренаж. Например, можно сделать сливное отверстие в полу.

Рекомендуется под серверное помещение использовать помещение без окон. Если в серверном помещении имеются окна, то необходимо заложить окна кирпичом.

Дверной проем должен быть в ширину не менее 0.91 м и высотой не менее двух метров. Дверь должна закрываться на замок, чтобы ограничить доступ в кроссовое помещение. Допускается использование раздвижной двери. Навесная дверь должна открываться наружу, раскрытие двери должно быть не менее 1800. Если планируется внос габаритного оборудования в серверное помещение, то рекомендуется установить двойную дверь с минимальным проемом в ширину не менее 1,82 метра и высотой не менее 2,28 метра.

Стены, потолок и пол должны иметь покрытие, которое затрудняет выделение, оседание и накапливание пыли на поверхности. Потолок должен иметь гидроизоляцию, чтобы исключить протечку воды. Стены должны быть окрашены светлой краской.

Система контроля и управления микроклиматом должна обеспечить в серверном помещении заданный уровень влажности и температуры необходимый для нормального функционирования активного оборудования. Система микроклимата должна обеспечить поддержку температурного режима не только летом, но и зимой и рассчитана на круглосуточную непрерывную работу. Если централизованная система микроклимата в здании не может обеспечить непрерывную работу и заданный уровень

температуры и влажности, то необходимо установить автономную систему в серверном помещении.

Рекомендуемая температура 18 ... 27 °С

Рекомендуемая относительная влажность 40 ... 55 %

Рекомендуется использовать систему очистки и фильтрации поступающего воздуха в аппаратное помещение. Если в здании установлена система резервного электропитания, то система поддержки микроклимата в серверном помещении должны быть подключена к системе резервного электропитания.

Необходимо обеспечить освещение в серверном помещении не менее 500 люкс. Уровень освещенности измеряется на высоте одного метра от уровня пола. Электропитание освещения серверного помещения и электропитание телекоммуникационного оборудования, установленного в серверном помещении, должно подаваться от разных распределительных электрических щитов. Светильники необходимо размещать на потолке.

В аппаратном помещении должна быть установлена магистральная телекоммуникационная заземляющая шина, к которой должны быть подключены заземляющие и соединительные проводники от монтажных конструктивов, телекоммуникационного оборудования, металлических кабелепроводов.

К аппаратному помещению должны быть подведены магистральные кабелепроводы. Для распределения кабелей и организации кабельных потоков в телекоммуникационном помещении необходимо использовать кабелепроводы и организаторы. Средства распределения и организации кабельных потоков должны быть надежно закреплены, выдерживать вес кабеля, должны обеспечить защиту и распределение кабелей с минимально допустимым радиусом изгиба кабеля. Кабелепроводы должны быть установлены от кабельного ввода в телекоммуникационное помещение до телекоммуникационных шкафов. Кабелепроводы расположенные под

потолком, должны быть открыты и доступны для проведения дальнейших работ по прокладке кабелей, шнуров или перемычек.

Необходимо после прокладки кабелей заделать огнеупорным материалом все кабельные вводы в серверное помещение. Для этих целей можно использовать специальные заглушки, устанавливаемые в кабельном вводе, которые в случае возникновения пожара расширяются, перекрывают пространство и не позволяют распространиться огню и дыму. Потолочные перекрытия, стены и перегородки серверного помещения должны быть несгораемыми и обеспечивать огнестойкость не менее 45 минут. Дверь должна обеспечить огнестойкость не менее 36 минут. Дверь может быть изготовлена из трудно сгораемого материала толщиной не менее 40 мм без внутренних пустот или можно использовать деревянную дверь, но покрыть ее слоем асбеста или обить листовой сталью толщиной не менее 4 мм с двух сторон.

Серверное помещение должно быть оборудована системами:

- охранной сигнализации;
- пожарной сигнализации;
- пожаротушения;
- кондиционирования и вентиляции;
- освещения и аварийного освещения.

Исходя из всего вышеизложенного, а так же из того, что постройка отдельного здания для серверного помещения является нерациональным, оптимальным будет размещение серверного помещения в жилом помещении (квартире одного из подключаемых домов) либо ином подходящем помещении. Также необходимо проведение работ по переоборудованию помещения под нужды серверной.

## 4 Сеть ВОЛС

### 4.1 Структура

Выбор здания в котором будет располагаться серверное помещение зависит от того, по какой структурной схеме будут прокладываться кабеля ВОЛС.

Наиболее распространенные схемы это «дерево» и «звезда».

При схеме «дерево» (см. рисунок 7) предполагается наличие одного магистрального кабеля, проходящего через все точки, нуждающиеся в подключении, с ответвлениями в этих точках.

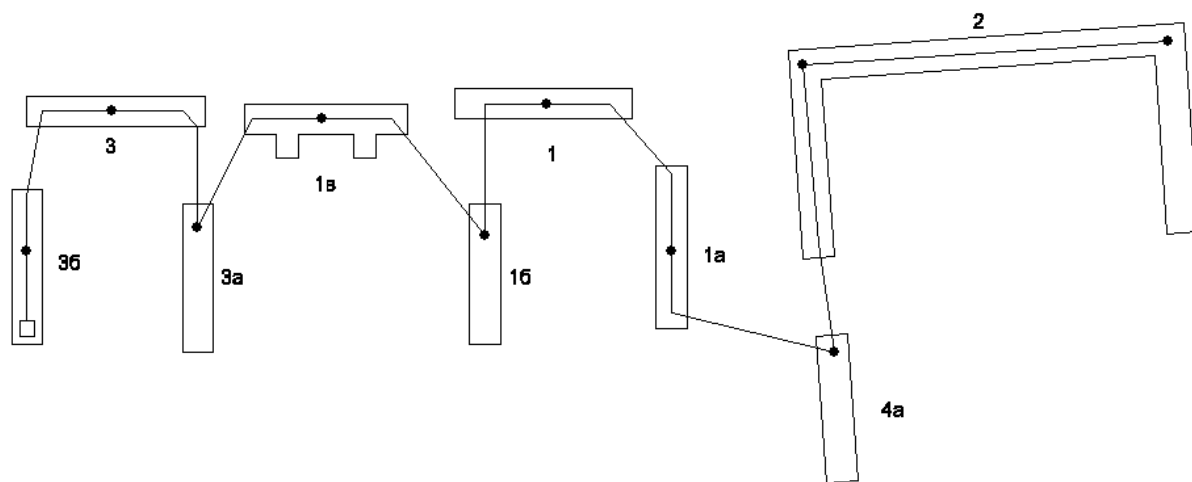


Рисунок 7 – Пример схемы типа «дерево»

Преимущество данной схемы в простоте прокладки, однако имеются и недостатки: большой объем сварочных работ и необходимость в многожильном кабеле.

Структурная схема «звезда» (см. рисунок 8) предполагает наличие отдельного кабеля к каждому жилому зданию.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

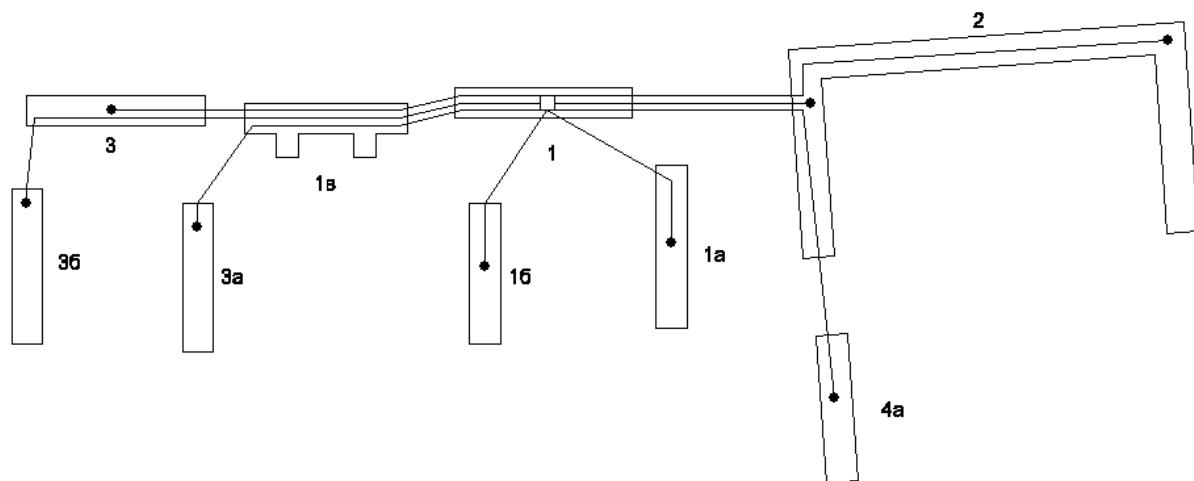


Рисунок 8 – Пример схемы типа «звезда»

Данная схема сложнее в прокладке, но проще в проведении сварочных работ и требует лишь одножильный (если не используется резервирование волокон) кабель.

Однако наиболее рациональной, является структурная схема, объединяющая элементы обеих предыдущих (см. рисунок 9).

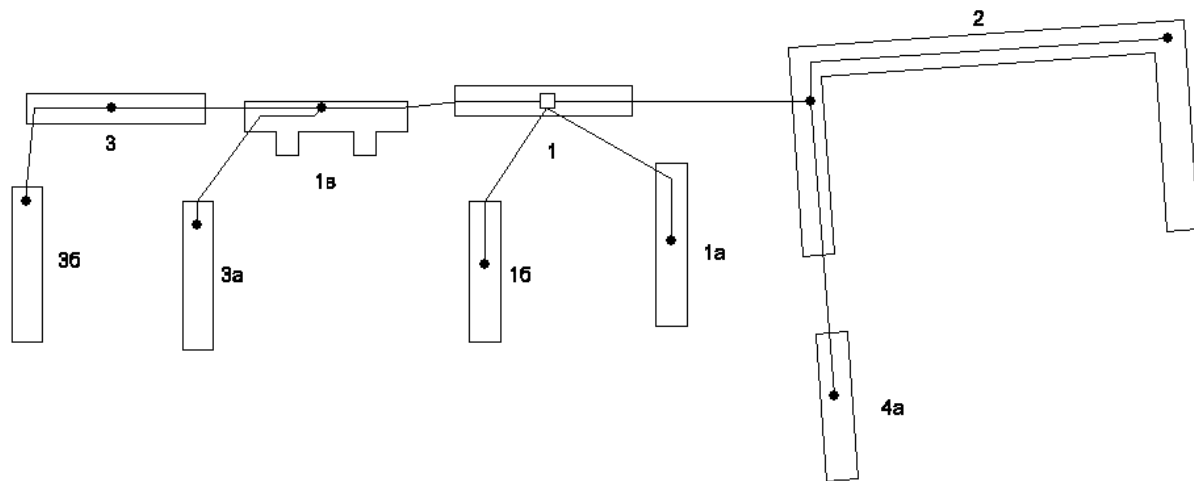


Рисунок 9 – Пример схемы, включающей в себя элементы схем «звезда» и «дерево»

Наиболее рациональным будет размещение серверного помещения в здании по адресу ул. Копейское шоссе 1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 4.2 Оптический кабель

В настоящее время существует множество разновидностей оптического кабеля. Его принято подразделять по способам, средам и условиям прокладки [6].

К основным видам прокладки оптического кабеля относятся:

- прокладка оптического кабеля внутри помещения;
- прокладка оптического кабеля посредством воздушно-кабельных переходов (ВКП);
- прокладка оптического кабеля в канализации;
- прокладка оптического кабеля в грунт.

Внутри помещения используется более легкий оптический кабель для внутренней прокладки или так называемый универсальный кабель. Он достаточно легкий, мягкий и не вызывает особых трудностей в работе. Трудоемкость прокладки такого кабеля сравнима с прокладкой витой пары. Однако в связи с тем, что этот кабель менее защищен его можно достаточно легко повредить. Поэтому при работе с ним требуется большая аккуратность и внимательность монтажников. В основном прокладка происходит по существующим коммуникациям, но в некоторых случаях требуется монтаж дополнительных кабель-каналов.

Внутри помещений кабель можно прокладывать:

- в существующем или специально смонтированном пластиковом коробе. В этом случае короб крепится на стены;
- в специальных металлических лотках или кабельных каналах используемых для монтажа СКС;
- в трубной разводке или в гофротрубе, как правило над фальш-потолком или под фальш-полом. В данном случае трубы или гофра крепятся на специальные клипсы — держатели;

- в кабельных стояках; на подвешенный трос, как правило на чердаках, в подвалах и тех-этажах.

Для воздушно-кабельного перехода используется специальный подвесной кабель с внешним силовым элементом (тросом) или самонесущий кабель (трос внутри). В некоторых случаях используется обычный кабель для внешней прокладки подвешенный на отдельно закрепленный трос.

Подвесной кабель с выносным силовым элементом — наиболее популярный среди провайдеров кабель. Популярность его вызвана дешевизной, прочностью и удобством в работе. Силовым элементом может быть как стальной, так и пластиковый, в большинстве случаев используется стальной. Он гораздо крепче, а пластиковый диэлектрик используется лишь в тех случаях, когда необходимо проложить кабель рядом с источником электромагнитных полей, т. е. силовыми кабелями с электрическим током. Впрочем, в таких случаях лучше будет проложить самонесущий кабель.

Внешних силовых элементов у подвесного самонесущего кабеля нет. Нагрузка распределяется на специальную внутреннюю оболочку и упрочняющие нити. Такой кабель принято использовать для прокладки рядом с силовыми линиями — металлических компонентов в нём нет. Работать с таким «цельным» кабелем удобнее, чем с кабелем с внешним несущим стержнем, но стоит такой кабель дороже, чем рассмотренные выше. Прокладка оптического кабеля методом ВКП один из самых быстрых способов прокладки. Есть два вида прокладки методом ВКП, это прокладка по столбам или по зданиям. Самое главное в прокладке кабеля по воздуху это рассчитать нагрузку на трос, предельную прочность троса на разрыв и максимальное растягивающее усилие. Важен такой параметр как расчет максимальной длины провиса при монтаже ВКП. В случае если не учитывать данные параметры может произойти растяжение кабеля и его обрыв. Кроме веса самого кабеля стоит учитывать такие факторы как ветер, дождь и замерзание льда, что приводит к увеличению нагрузки на кабель. При

подвесе оптического кабеля с обеих сторон ВКП используются специальные узлы крепления.

В последнее время все чаще применяется распределительный абонентский оптический кабель. Они используются в сетях FTTH для каблирования отдельно стоящих домов. Такой кабель не предназначен для длинных проёмов, его прокладывают от уличной распределительной муфты до частного дома. Преимущества данного вида кабеля очевидны: малая цена, небольшие размеры, возможность использовать миниатюрные зажимы для подвеса. К тому же, за счёт двойных стеклопластиковых прутков, между которыми спрятаны волокна, повредить такой кабель довольно сложно. Вторым по популярности способом прокладки кабелей является прокладка в кабельной канализации. Отличие данных кабелей друг от друга заключается в основном в количестве и толщине дополнительных оболочек. Броня же в виде стальной гофры присущая всем кабелям такого типа. Выбор конкретного вида зависит от состояния канализации. Здесь используется кабель более тяжелый и защищенный. В его конструкции присутствуют дополнительные защитные и силовые элементы, такие как центральный силовой элемент, дополнительная пластиковая оболочка, кевларовые волокна, стальная гофрированная лента и гидрофобное заполнение. Все эти элементы призваны защитить кабель от воздействия внешней агрессивной среды.

Процесс прокладки ВОЛС в телефонной канализации более сложный и трудоемкий и требует наличия специальных навыков и инструмента. Телефонная канализация оснащена специальными закладными трубами, которые могут быть из металла, пластика или асбоцемента, в которые и выполняется прокладка оптического кабеля. Каждые 50...80 метров на протяжении телефонной канализации размещены специальные колодцы. Для того чтобы в камерах колодцев кабель беспорядочно не висел и не подвергался дополнительным нагрузкам, камеры обеспечены специальными

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ*

*Лист*

33



конструктивными элементами для крепления проходящего в них кабеля. Для того, чтобы затянуть кабель в трубы телефонной канализации используются специальные устройства — УЗК (устройства закладки кабеля). Это устройство представляет из себя крутящийся барабан на специальной подставке, для того чтобы можно было легко наматывать и разматывать саму протяжку — стекловолоконный или стальной пруток в пластиковой оболочке.

Кабели для прокладки в грунте довольно редко используются городскими провайдерами. Они предназначены в первую очередь для магистральных линий связи и прокладываются там, где нет другой инфраструктуры в виде зданий и столбов. По структуре они похожи на кабели для канализации, но здесь добавлено бронирование стальной проволокой и металлический центральный силовой элемент. Здесь больше внимания уделяется защите кабеля от грызунов и от усадки грунта. Для того, чтобы уменьшить влияние усадки грунта используются ПНД трубы и прокладка ВОЛС идет уже непосредственно в них.

Если кабель планируется класть в водоёмы или сложные грунты, то броня и вовсе может быть двойной.

Кроме стальной, броня может быть также и диэлектрическая. Подобный вид защиты используется, если рядом с трассой находятся силовые линии.

Прокладка ВОЛС в грунт имеет ряд недостатков, один из них это достаточно трудоемкий процесс копки. Однако в современных условиях к ручной копке при прокладке оптического кабеля практически не прибегают. На данный момент есть специализированная техника для организации траншеи под прокладку. Кроме этого есть специальные установки горизонтального-направленного бурения, которые позволяют делать проколы и закладывать ПНД трубы практически в любых условиях включая подкоп

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

под реками и озерами. К сожалению, данный вид прокладки достаточно дорог даже сейчас. Помимо способа прокладки при выборе оптического кабеля стоит учитывать и другие важные характеристики: количество волокон, количество модулей, максимально допустимое растягивающее усилие и т. д.

Приняв во внимание вышеизложенное был выбран кабель для воздушной прокладки. Также понадобится некоторое количество кабеля для прокладки внутри помещений от муфт, расположенных на технических этажах, до распределительного оборудования.

В настоящее время подавляющая часть кабелей сейчас одномодовые, хотя и еще встречаются многомодовые.

Главное отличие одномодового оптоволокна от многомодового в способе распространения оптического излучения в волокне. В первую очередь это зависит от размера сердечника световода.

Многомодовое оптоволокно (многомод) или MultiMode (MM) – способность передачи нескольких независимых световых сигналов (мод), которые различаются фазами или длинами волн. Однако это требует большего диаметра сердечника, а с увеличением диаметра сердечника световода увеличивается вероятность отражения света от внешней поверхности сердечника.

Возникает модовая дисперсия. В результате уменьшается расстояние и пропускная способность между повторителями (ретрансляторами) сигнала. Пропускная способность многомодового оптоволокна — до 2,5 Гбит/с.

Одномодовое оптоволокно (одномод) или SingleMode (SM) – способность передачи только одной моды (одного светового несущего сигнала). Поскольку такое волокно имеет сердечник диаметром 10 мкм и меньше (очень тонкий), при передаче сигнала наблюдается меньшая модовая дисперсия. Это позволяет передавать сигнал на большие расстояния, не

используя повторители. В цифрах: пропускная способность одномодового оптоволокна — 10 Гбит/с и более.

Как правило многомодовый кабель используют при монтаже ВОЛС небольших длин, например для соединения серверных или офисов, при расстояниях не превышающий 500-1000м. При больших расстояниях предпочтительно использовать одномодовый оптический кабель. Сварка оптоволокна этих двух типов принципиально не отличается, небольшие отличия есть только в результатах: одномодовый кабель более критичен к качеству сварки, потери на стыках у одномодового волокна как правило выше чем у многомодового.

Целесообразней использовать одномодовый кабель.

Количество волокон в кабеле варьируется в широких пределах. Их может быть от 2 до 196, хотя начиная с некоторого количества кабели делаются на заказ. Масса кабеля прямо зависит от волоконности, а обрыв выводит из строя множество узлов. Поэтому волоконность кабеля следует тщательно рассчитывать, одновременно с выбором кроссов под него.

Некоторое количество волокон резервируется для будущего расширения сети. Поэтому нужно использовать кабель двукратным количеством волокон относительно минимально необходимого.

Согласно структурной схеме для реализации проекта понадобится порядка 400 метров 8-мижильного и 600 метров 2-хжильного кабеля для воздушной прокладки, а также около 500 метров кабеля для прокладки внутри помещений.

В качестве кабеля для воздушной прокладки остановим выбор на Alpha Mile Mini-8 (см. рисунок 10). Данная конструкция кабеля состоит из центральной модульной трубки. Внутри трубки расположены одномодовые оптические волокна Corning SMF-28 Ultra. Трубка заполнена гидрофобом. Вынесенный силовой элемент — стальной трос, диаметром 2,2 мм из канатной проволоки. Защитная оболочка — полиэтилен высокой плотности.

						<i>ИУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			36

Кабель предназначен для подвески на опорах воздушных линий связи, столбах городского освещения и между зданиями. Его характеристики представлены в таблице 1.



Рисунок 10 – Кабель Alpha Mile Mini-8

Таблица 1 - Технические характеристики кабеля Alpha Mile Mini-8:

Характеристика	Значение
Коэффициент затухания на 1550 нм не более, дБ/км	0,22
Допустимое растягивающее усилие, кН	4,0
Температурный диапазон, °С	-60...+70
Количество волокон	1...8
Максимальная нагрузка при растяжении (при относительном удлинении волокна 0,6%), кН	4
Максимальная нагрузка при растяжении (при относительном удлинении волокна 0,33%), кН	2,4
Максимальная нагрузка при растяжении (при относительном удлинении волокна 0,25%), кН	1,8
Стойкость к ударной нагрузке, Дж	не менее 5
Диаметр кабеля по тросу, мм	4,0
Диаметр кабеля по трубе, мм	4,0
Диаметр модуля, мм	2,0
Габаритный размер, мм	6,7 × 4,0
Масса кабеля, кг/км	39,4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

В качестве кабеля для прокладки внутри помещений был выбран NKL-F-002M2I-00C-OR (см. рисунок 11). Этот распределительный оптический кабель, усилен арамидными нитями, предназначен для прокладки внутри зданий, в кабельных лотках и каналах, трубах и блоках. Используется при построении магистральной кабельной подсистемы здания. Его характеристики представлены в таблице 2.



Рисунок 11 – Кабель NKL-F-002M2I-00C-OR

Таблица 2 - Технические характеристики кабеля NKL-F-002M2I-00C-OR:

Характеристика	Значение
Количество волокон:	2
Тип оптического волокна	Одномодовое волокно 50/125 (Multi Mode)
Диаметр буфера, мкм	900 ± 25
Силовой элемент	Арамидные нити
Материал внешней оболочки	LSZH-компанд
Диаметр кабеля, мм	3,6 ± 0,3
Погонная масса, кг/км	11
Минимальный радиус изгиба	не менее 10 Ø кабеля
Допустимое растягивающее усилие, Н	440
Раздавливающее усилие, Н/см	100
Диапазоны температур, °С	от - 20 до +70

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### 4.3 Крепления

Для крепления кабеля с вынесенным несущим элементом понадобятся анкерные зажимы. Зажим анкерный клиновой (см. рисунок 12) предназначен для крепления и удержания в натянутом состоянии оптического кабеля с выносным силовым элементом.

Натяжной зажим состоит из пластикового корпуса с зажимными металлическими невыпадающими клиньями и хомута из стального нержавеющей троса.

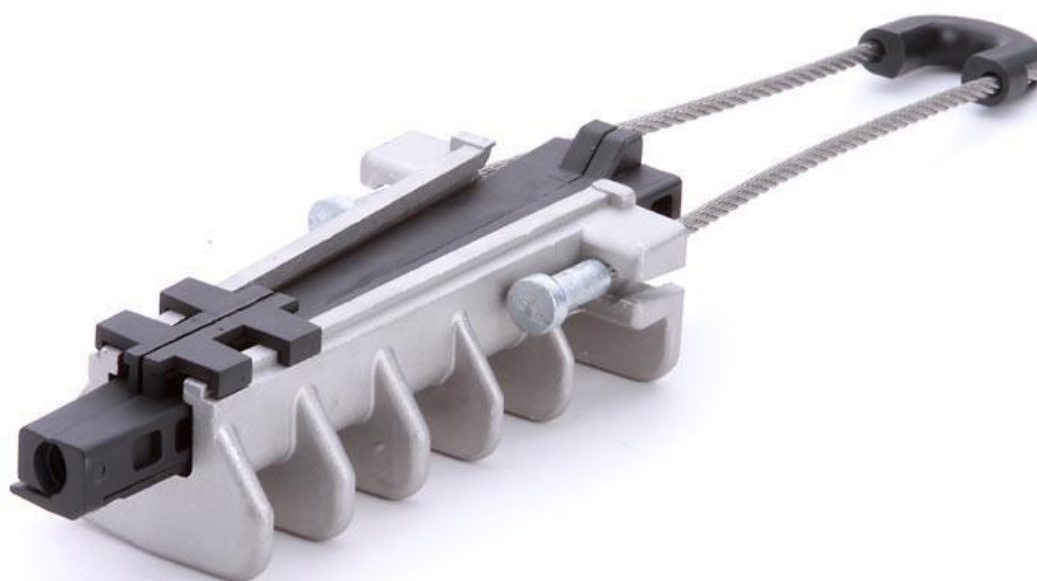


Рисунок 12 – Зажим анкерный клиновой

Преимущества анкерных зажимов:

- простота и скорость монтажа (не требуется специальных умений и дополнительных инструментов, что позволяет избежать повреждений кабеля при его монтаже);
- надежность (позволит сохранить целостность кабеля даже при таких повреждениях как упавшее дерево во время грозы);
- безопасность (сведен к минимуму риск получения травмы при монтаже);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- качество (анкерный зажим устойчив к нагрузкам, растяжениям, нагреванию и вибрациям).

#### 4.4 Кроссы и муфты

Также для окончательного монтажа и сварки сети ВОЛС понадобятся оптический кросс и муфты.

Кросс оптический стоечный является пассивным устройством, представляет собой стальной корпус, укомплектованный оптическими компонентами для наиболее удобного распределения волокон.

Оптический кросс используется для концевой заделки оптоволоконного кабеля, распределения и коммутации оптических волокон посредством сварной и механической коммутации с дальнейшей защитой мест сварки от повреждений. Устанавливается в монтажные стойки, телекоммуникационные и серверные шкафы.

Для проекта был выбран кросс КРС-12-SC (см. рисунок 13).



Рисунок 13 – Кросс КРС-12-SC

Оптическая муфта - устройство, предназначенное для соединения любого типа оптических кабелей на опорах воздушных линий связи и электропередачи, при их прокладке в грунте, каналах кабельной канализации

т.д., а также защиты оптического кабеля в местах сварки или механического соединения от внешних воздействий.

Муфта представляет собой герметичный корпус из высокопрочного ультрафиолетостойкого пластика устойчивого к механическим и химическим воздействиям с герметичными кабельными вводами. Внутри корпуса располагаются крепления для кабеля, сплайс-кассеты (предназначенные для защиты и укладки сварных/механических соединений, а также запаса волокна), заземляющие элементы. Монтаж оптической муфты осуществляется путём завода волоконно-оптического кабеля в кабельные вводы, укладке и разварке оптических волокон, герметичном закрытие корпуса и подвеса или укладки муфты.

В данном случае, так как оптические кабеля имеют малое количество волокон, возможно использовать небольшие муфты, например GJS-X20A (см. рисунок 14).



Рисунок 14 – Муфта оптическая GJS-X20A

#### 4.5 Структурная схема

После выбора всего оборудования сети ВОЛС можно построить ее структурную схему. Она представлена на рисунке 15.



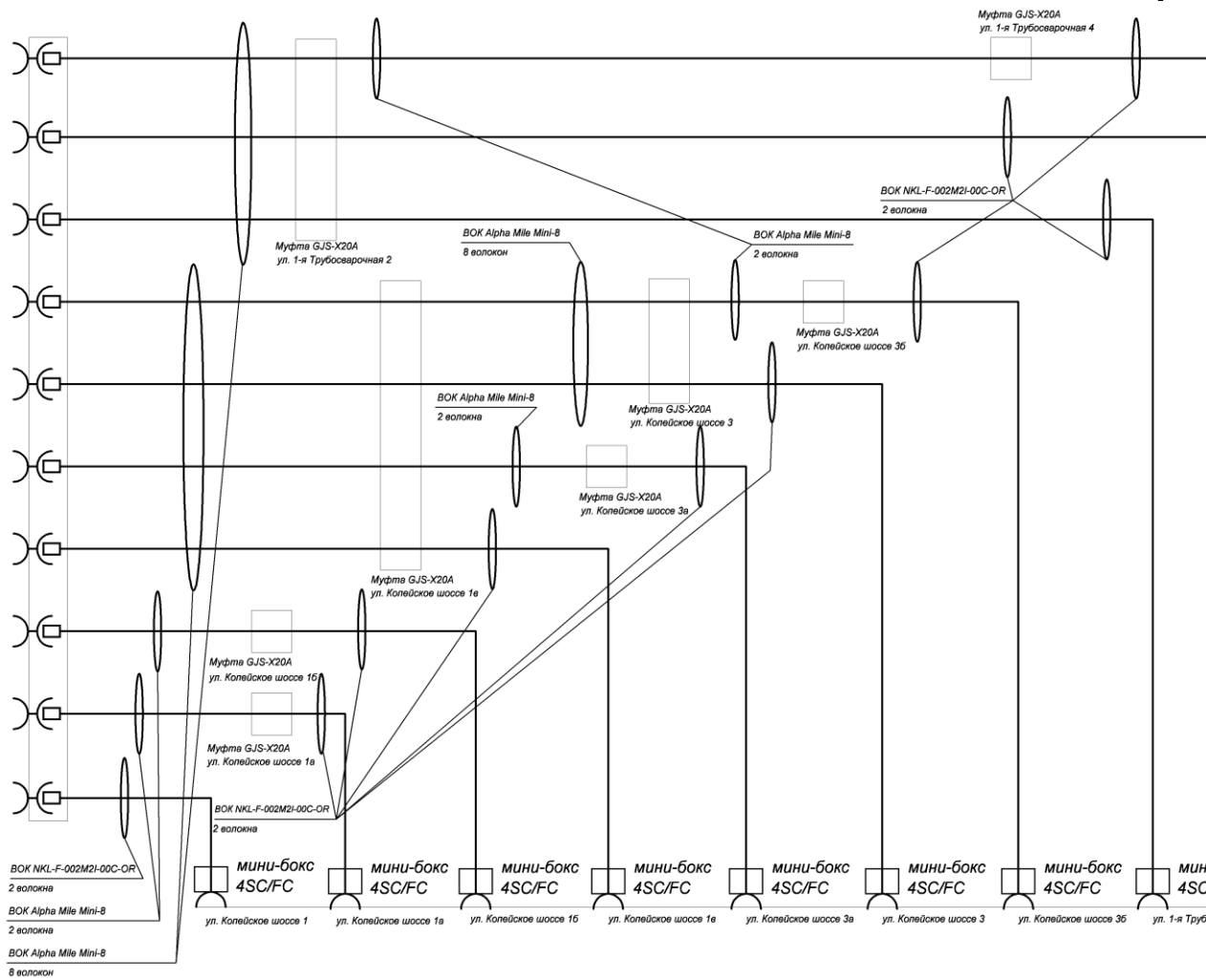


Рисунок 15 – Структурная схема сети ВОЛС

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ

Лист

42

## 5 Внутриподъездное оборудование

### 5.1 Абонентский коммутатор

Для выбора внутриподъездных коммутаторов важными являются следующие параметры:

- количество портов;
- пропускная способность отдельного порта;
- общая пропускная способность коммутатора в момент пиковой нагрузки.

В идеале количество портов должно соответствовать количеству квартир в подъезде. Однако, маловероятно что удастся добиться более чем 50 процентного охвата. Следовательно, в выборе количества портов необходимо исходить из этой цифры. Но, так как в кампусе присутствуют здания с различной архитектурой, различным количеством квартир в подъезде (от 15 до 60), выбор должен быть индивидуальным для каждого отдельного случая.

Так же необходимо учитывать то, что распределительные домовые коммутаторы (к которым подключается оптоволокно, и от которых информация идет на остальные подъезды) должны иметь дополнительные порты для подключения коммутаторов в других подъездах.

Пропускная способность отдельного абонентского порта должна соответствовать заявленной скорости. Изначально скорость, предоставляемая абонентам, планируется не более 100 Мб/с, однако необходимо учесть и возможность в ближайшее время перехода на 1 Гб/с. Следовательно, лучше выбрать сразу коммутаторы с такой скоростью на каждом абонентском порту.

Также распределительный домовый коммутатор должен обладать скоростью 10 Гб/с на вводном порту.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

Всем вышеперечисленным параметрам удовлетворяет коммутатор D-Link DGS-1210-28X/ME(см. рисунок 15). Его рекомендуется использовать в качестве распределительного домового коммутатора. Также, в случае малого количества абонентов в здании и наличии возможности, можно использовать его в качестве единственного домового коммутатора. Его характеристики представлены в таблице 3.



Рисунок 16 – коммутатор D-Link DGS-1210-28X/ME

Таблица 3 -Характеристики Коммутатор D-Link DGS-1210-28X/ME.

Характеристика	Значение
Базовая скорость передачи данных	10/100/1000/10G Мбит/сек
Общее количество портов коммутатора	28
Количество портов 100 Мбит/сек	24
Количество портов 1 Гбит/сек	24
Поддержка PoE	нет
Количество SFP-портов	4
Размер таблицы MAC адресов	16000
Внутренняя пропускная способность	128 Гбит/сек
Скорость обслуживания пакетов	95.24 Mpps

Все коммутаторы необходимо оснастить модулями SFP.

Модули SFP используются для присоединения платы сетевого устройства (коммутатора, маршрутизатора или подобного устройства) к оптическому волокну или неэкранированной витой паре, выступающим в роли сетевого кабеля.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Так как в нашем случае связь между коммутаторами осуществляется по одному волокну, то необходимо применять модули типа WDM.

Такие модули работают в паре, с одной стороны сигнал передается на длине волны 1310 нм, с другой 1550 нм. Это позволяет вместо двух волокон для организации одного канала использовать одно. Приемник на таких модулях так и остается широкополосным. Бывают как для 1GE, так и для 10GE.

Для экономии возможно сначала установить модули на 1 Гб/с, а при необходимости увеличения пропускной способности сети заменить их в последствии на 10 Гб/с.

Либо же сразу установить высокоскоростные, например SFP+ WDM 10G BIDI Tx1270/Rx1330 20km LC DDM (см. рисунок 17).



Рисунок 17 – Модуль SFP+ WDM 10G BIDI Tx1270/Rx1330 20km LC DDM

Также, для поддержания коммутаторов в рабочем состоянии, желательно оснастить коммутаторы источниками бесперебойного питания. Однако, так как от внутридомовых коммутаторов обычно не требуется обеспечивать работу Интернет при отсутствии электричества во всем здании (так как абонентские устройства также отключаются), то можно обойтись и без них, либо же использовать обычные ИБП от персональных компьютеров.

## 5.2 Витая пара

Согласно стандартам телекоммуникационных кабельных сетей EIA/TIA 568, и ISO 11801 существует 10 категорий витой пары: категории 1-4 не соответствуют современным требованиям, и в данный момент не используются, а категории 7 и 7а уступают в целесообразности оптическому кабелю. Поэтому речь пойдет о категориях 5, 5е, 6, 6а [7].

Основное различие категорий витой пары – это частота передаваемого сигнала, что, в свою очередь, определяет качество и скорость передачи данных. Категории 5 и 5е работают в полосе частот до 100 МГц. С использованием кабеля категории 5е скорость передачи данных, при этом, может составлять до 1 Гбит/с, поэтому Кабель этой категории, в данный момент, является наиболее распространенным для прокладки компьютерных сетей.

Категории 6 и 6а применяются для сигнала с частотами 250 и 500 МГц соответственно. Такой сигнал позволяет организовать передачу данных со скоростью до 10 Гбит/с на расстояния до 50 метров. В дальнейшем планируется использовать его для передачи данных со скоростью до 40 Гбит/с. Однако такие параметры скорости узкоспециализированы, и использование шестой категории кабеля для прокладки сетей сложно назвать экономически оптимальным вариантом.

Жилы витой пары могут быть медными, или омедненными. Разница, как обычно, в цене и качестве. Проводимость меди выше, но и кабель с медными жилами стоит дороже. Омеднение жил производится с расчетом на скин-эффект. Его суть состоит в том, что при высоких частотах передаваемого сигнала, большая часть тока протекает по поверхностному слою проводника. Однако, несмотря на то, что у омедненного кабеля много противников, мало кто учитывает, что омеднение омеднению рознь, и плакированный алюминий кабеля Nortex может стать хорошей альтернативой медному кабелю. Качественная плакировка позволяет

					ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

добиться показателей близких к параметрам медного проводника. Все дело в технологии производства и процентном содержании меди в проводнике кабеля.

Также различают витую пару с оболочкой для внешней или внутренней прокладки.

Существуют типы витой пары для прокладки вблизи сильных источников электромагнитного излучения.

При пролегании витой пары вблизи линий электропитания, мощных источников электромагнитного излучения, или аппаратуры создающей сильные электромагнитные помехи, такие факторы как качество изоляции и экранирование кабеля, приобретают дополнительное значение. Как правило, для предотвращения наводок, и потерь сигнала, сетевой кабель прокладывают не ближе 15 см от бытовой электропроводки, однако для каждого конкретного случая расстояние определяется отдельно.

При наружной прокладке кабеля, или вблизи сильных источников ЭМИ, рекомендуется использовать экранированный кабель. Маркировка экранированного кабеля следующая:

- а) FTP – общий экран из фольги для всех пар в кабеле
- б) STP – экранирована каждая пара, а общий экран может быть выполнен в виде металлической сетки
- в) S/FTP – каждая пара экранирована фольгой, плюс присутствует медная оплетка для всего кабеля целиком.
- г) SF/UTP – в этом типе реализована двойная оплетка всего кабеля (без отдельного экранирования пар) из фольги и медной оплетки.

Для целей, обозначенных в проекте, подойдет кабель 5й категории. Целесообразней использовать сразу 5е, чтобы в дальнейшем легче осуществить переход на скорости Интернет до 1 Гб/с. Так как кабель будет использоваться внутри жилых помещений и подъездов, то наличие троса или брони не требуется. Сильных источников ЭМИ также не предвидится. Следовательно, нет необходимости в экранированном кабеле. Из экономических соображений лучше выбрать кабель с обедненными алюминиевыми жилами. Рекомендуется использовать марку **Proconnect 01-0043-3** или аналогичные.

Подключение абонентов осуществляется с помощью стандартных коннекторов типа RJ45.

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>					

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте произведена разработка сети абонентского доступа с возможностью предоставления услуг связи для подключения к сети Интернет с использованием абонентского оборудования в отдельно взятом районе города Челябинска. Рассмотрены этапы проектирования сети, выбор оборудования как серверной комнаты, так и размещенного в жилых зданиях. Даны рекомендации в выборе топологии сети, типов волоконно-оптического и Ethernet кабелей. Произведено знакомство и получен опыт работы с описанием в текущем отчете таких технологий, как волоконно-оптические сети, их характеристики, устройство, оборудование провайдеров для предоставления абонентам доступа к сети Интернет.

					<i>ЮУрГУ – Д 11.03.02.2018.416.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49



