

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна  
Факультет комп'ютерних наук

Фактична робота  
з дисципліни  
"Комп'ютерні мережі"  
на тему "Моделювання комп'ютерної мережі.  
Проектування комп'ютерної мережі з  
використанням PON/GE-PON технологій"

Виконав: студент  
2 курсу групи КС-21  
спеціальності  
122 - Комп'ютерні науки  
Певельов:  
Володимир С. І.

Харків 2020

Я, студент группы КС-21, Бафук  
Юрий Русланович, самостоятельно и  
самостоятельно выполнил индивидуаль-  
ную работу. Содержание выполнено  
рукописно мной. Номер студенческого  
Билета: 122 84 003

23.04.2020

Бафук



Востребованность  
Целью данной работы является  
бурное проектирование пассивных  
оптоволоконных сетей PON/GEPON и  
практическое построение сети провайдера.

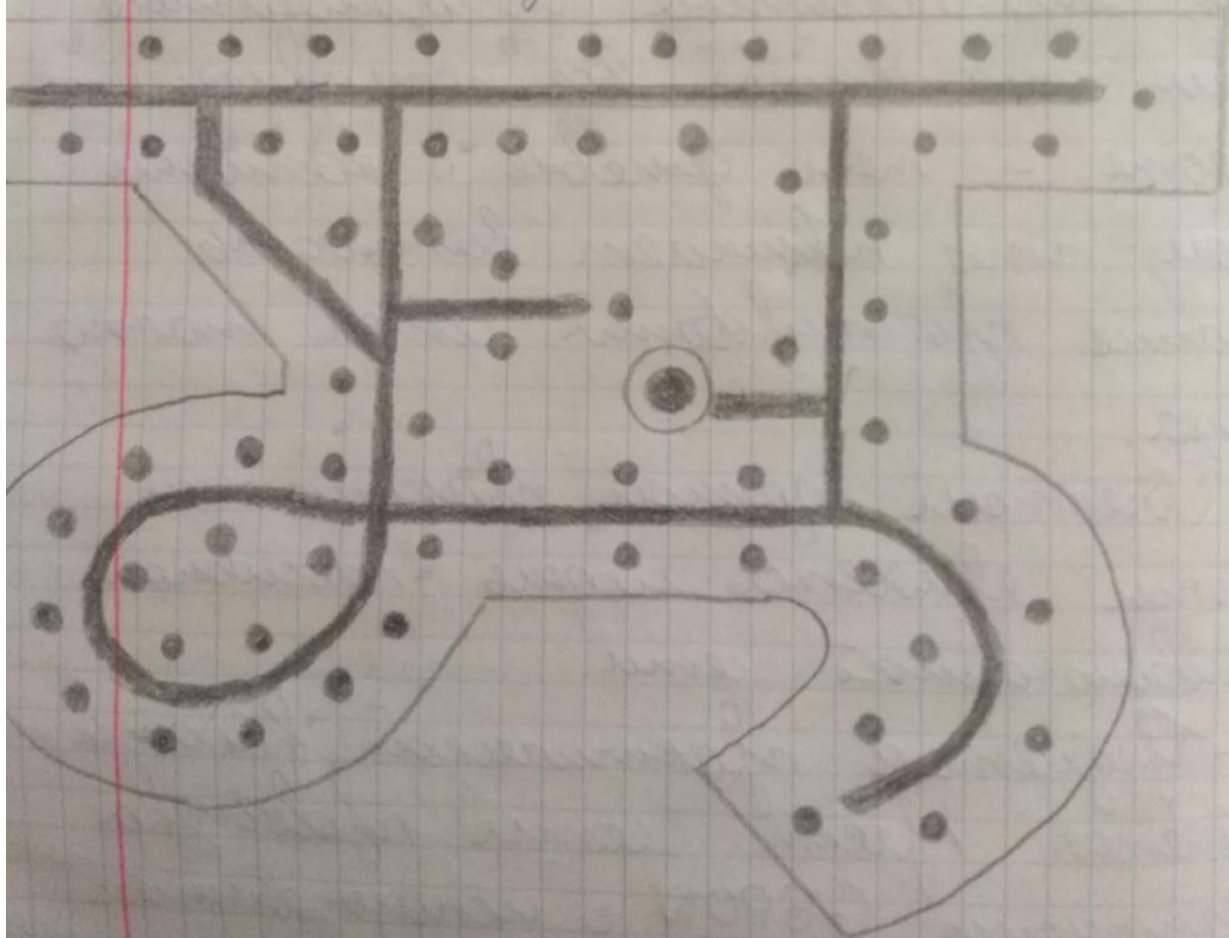
Актуальность работы состоит в  
том, что пассивные оптоволоконные  
сети становятся всё популярнее и  
вместе с тем дешевле с каждым  
годом, что повышает востребованность  
знания проектирования сетей такого  
рода.

Объектом данной практической  
работы является подсеть пассивной  
оптоволоконной сети.

Предметом практической работы  
является проект сети провайдера  
технологии GEAPON с использованием  
оборудования Ubiquiti.

1. Карта местности и процесс  
планирования клиентов

Конфигурация PON-сети провайдера  
в соответствии со схемой данного  
населенного пункта:



Условные обозначения

• жилой участок      (●) серверная (OLT)      — дрого

Рисунок 1 - карта населенного пункта



В населённом пункте находится 62 дома. Согласно проведённым опросам, процент проникновения составляет  $\sim 70\%$ , т.е. население подключить интернет выразили 43 жителя. С учётом перспективного расширения сети и возникновения новых клиентов, было принято решение расширить местность на 8 секторов.

## 2. Сектора, емкости свитчей и топология

Решение разделение на 8 районов (по 7-8 домов в каждом) было принято для обеспечения максимальной скорости взаимодействия сети и оптимальной скорости подключения абонентов, т.к. в данном варианте достаточно будет использовать ~~два~~ каскад свитчей  $1 \times 8 + 1 \times 8$ . Для обеспечения более быстрого развертывания сети можно использовать комбинацию ~~1x8 +~~  $1 \times 4 + 1 \times 16$ , в таком случае районов, и, соответственно, абонентских свитчей будет всего 4, кроме того, понадобится меньше количество шлюза PON сексов, а одного при этом будет хватать скорости подключения абонентов, так как



когда от абонентских щитков  
придется тянуть дальше. В широ-  
те с комбинацией  $1 \times 16 + 1 \times 4$  ситуа-  
ция противоположная. Таким образом,  
каскад  $1 \times 8 + 1 \times 8$  является наиболее  
оптимальным вариантом. Со  
стороны учета загрузки на  
щитках данные комбинации  
показывают почти равные  
результаты: каскад  $1 \times 4 + 1 \times 16$   
(или  $1 \times 16 + 1 \times 4$ ) имеет даже загрузку  
на щитках без учета соединений  
 $21,3 \text{ гб}$ , а  $1 \times 8 + 1 \times 8 - 21,4 \text{ гб}$ .



Рисунок 2 – схема секторов и размещения сплиттеров



Такими образом, карта населенная  
прихота разбита на 8 секторов по  
7 или 8 домов. В центре каждого  
из секторов устанавливается  
абонентский сплиттер 1x8, а недалеко  
от OLT, в месте распределения —  
корневой сплиттер 1x8

Исходя из карты существует  
2 топологии, которые можно применить  
„линия“ и „дерево“. При задействовании  
линейной топологии, затухание  
кабеля на участках будет минимальным  
а с учетом установки пор сплиттеров  
FBT и PLC, затухание на выходе  
абонентских сплиттеров в начале  
линии будет составлять ~14,43 дБ.  
(при комбинации FBT+1x8), а с учетом  
затухания на помехофальной  
линии у крайних абонентов оно  
будет достигать ~24 дБ, и это

Сез. четко соединений и зонтирование  
на кнопочках. Кроме того, шимона  
топология очень удобна в расщиплении  
потому в данной сети было  
выбрано топология „дефекто“. „Дефекто“  
сети можно считать „одиноко расщип-  
ли“, т.к. для обеспечения сетью  
всех участков на ~~на~~ данной  
местности достаточно одного  
порт OLT, другие отводы под  
расщипление или реконструкцию сети.  
Схематическое изображение  
топологии сети приведено на  
рисунке 3.



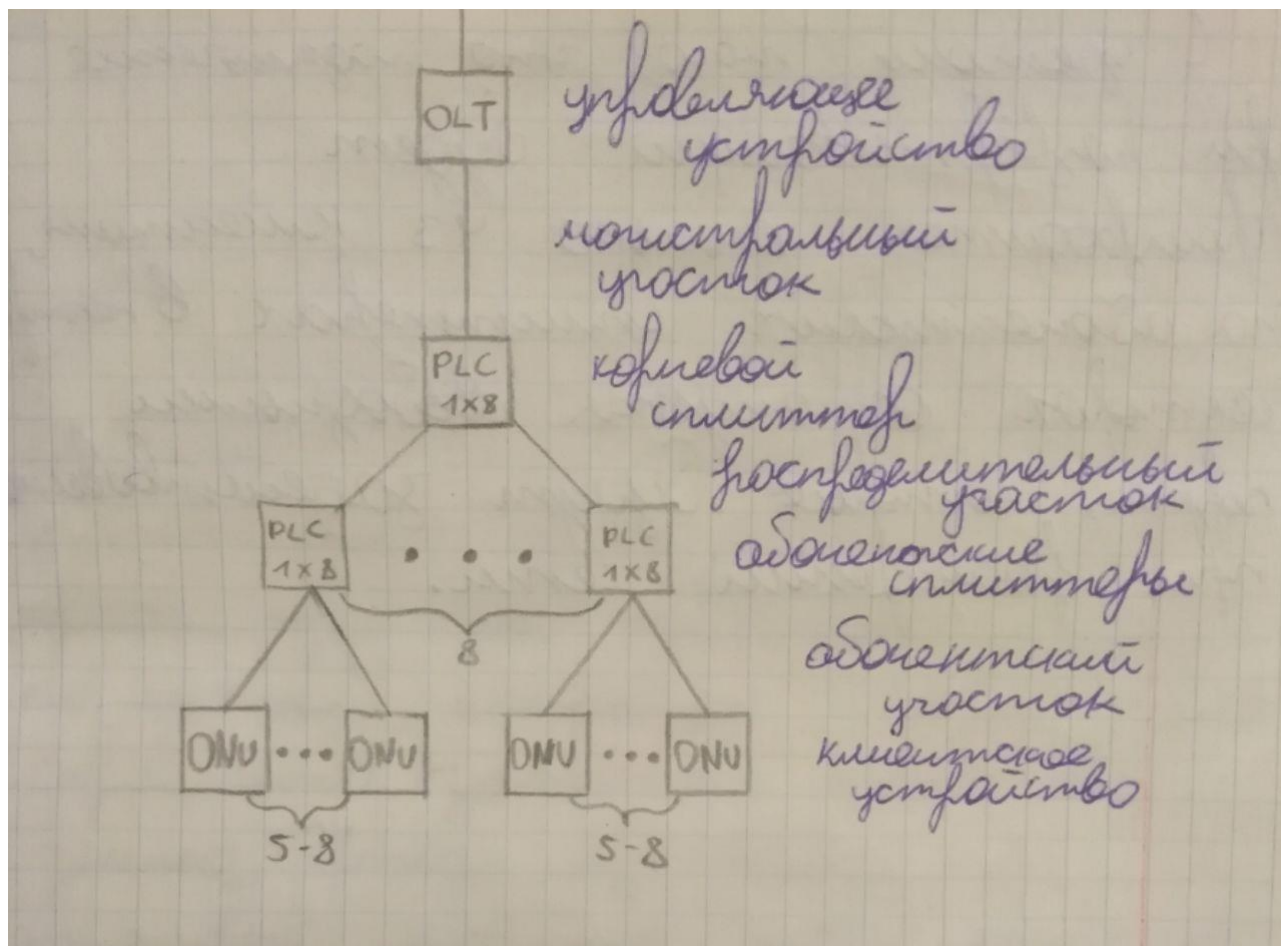


Рисунок 3 - схема топологии сети

С учётом того, что подключение при развёртывании будет производится только 43 клиента, на абонентских сплиттерах в некоторых секторах останутся свободными порты, которые будут задействованы при расширении сети.

### 3. Прассифовка кабеля и схема линий связи.

Так как в на территории отсутствуют теплопоступление и кабельные линии и возведение на прокладку кабеля без участка нет, единственным вариантом ~~проект~~ прокладка кабельной структуры по улицам, используя столбы вдоль дорог, либо закатывая кабель под землю. Исходя из этого, на некоторых участках будет целесообразнее проложить оптоволоконный кабель, для более удобной прассифовки по местности.



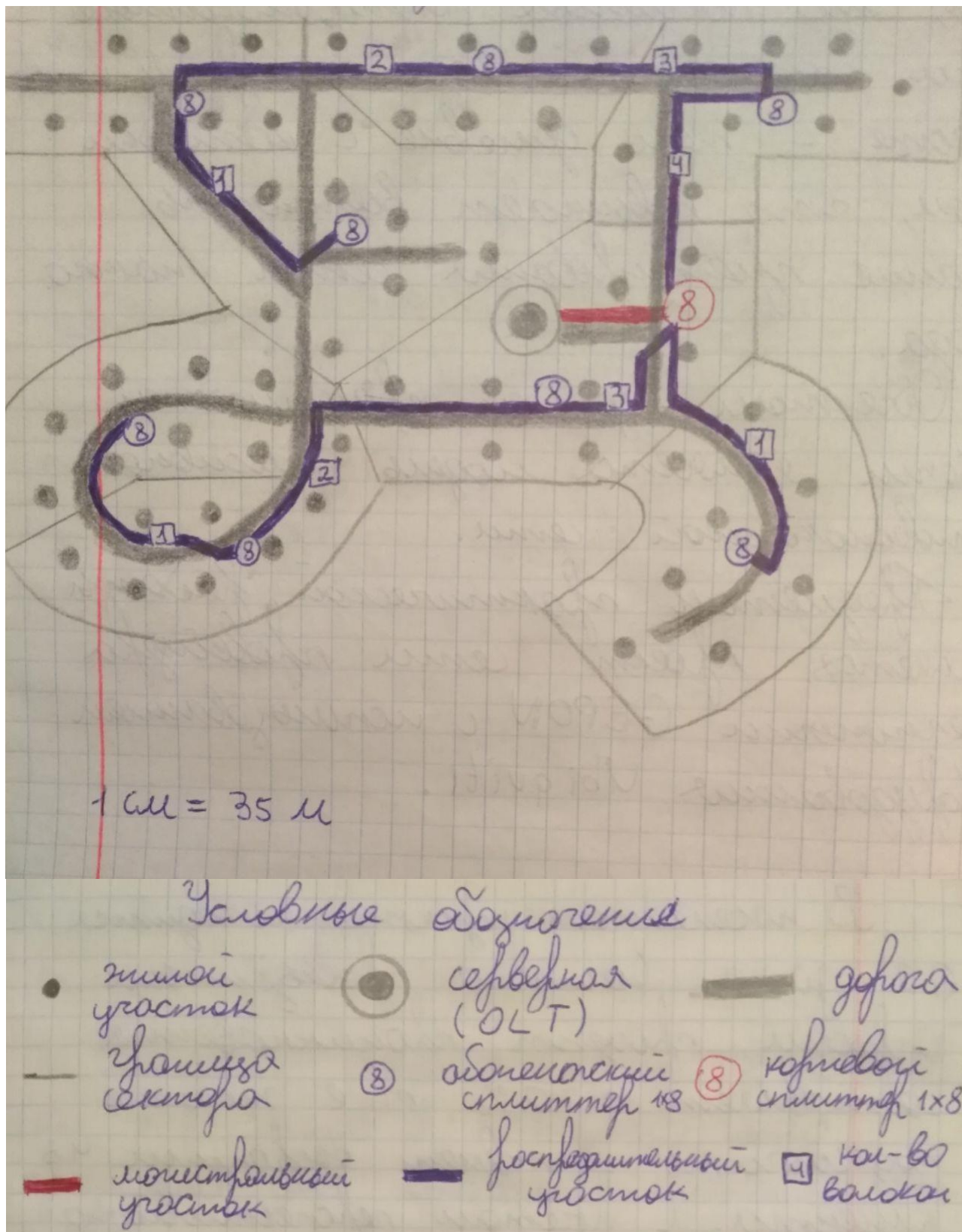


Рисунок 4 - схема трассировки кабельной структуры

Максимальная пропускная способность кабеля на участках не превышает 4, при этом 4-волоконный кабель имеется только на одном участке. Однако, учитывая, что сеть в дальнейшем может масштабироваться, следует обеспечить резервные волокна. Поэтому на всех участках стоит проложить 4-х волоконный кабель (на участках с пропускной способностью 1 можно в целях экономии использовать 2-волоконный), а на участке с 4-мя используемыми волокнами стоит проложить кабель большей пропускной способности, например, 8.

(с учетом масштаба на схеме  $1 \text{ см} = 35 \text{ м}$ ), самый длинный участок кабеля именно будет иметь длину 682,5 метра, а с учетом подрезов и стыков кабеля, а также его провисов и изгибов  $\sim 702,5$  метра.



#### 4. Оптический бюджет сети

~~С~~

С учетом всех вышеописанных  
данных, можно теперь посчитать  
затухание в сети.

В сети используется 2-хфузное  
дерево, соответственно, когда световод от  
OLT к ONU проходит в 2 сегмента.

В сети используются два планарных  
децимеля 1x8, коэффициент затухания  
на каждом из которых равен 10,7 дБ.  
Соответственно, затухание на децимелях  
без учета соединений — 21,4 дБ.

Соединения используются как  
волновые, так и механические (коннекторы).

Выходы децимелей подключаются  
каждому для удобной диагностики  
и поиска неисправностей в сети, а  
входы соединяются при помощи волн  
в целях минимизации затухания в

местах, где возможность  
разведения не так важна.

Суммарный коэффициент затухания на  
коннекторах в сети:  $0,5 + 0,5 = 1 \text{ дБ}$

Суммарный коэффициент затухания на  
соединениях в сети:  $0,05 +$   
 $0,05 + 0,05 = 0,15 \text{ дБ}$ .

На самый длинный сегмент  
кабеля от OLT к ONU (702,5 м)  
коэффициент затухания будет состав-  
лять  $0,2529 \text{ дБ}$  (на длине волны 1310 нм)  
или  $0,1545 \text{ дБ}$  (на длине волны 1550 нм)

Итого оптический ~~до~~ бюджет  
потери в сети составляет  $21,4 + 1 +$   
 $0,15 + 0,2529 \text{ дБ} \approx 22,8 \text{ дБ}$ , при  
оптическом бюджете мощности  
PON-сети в  $30 \text{ дБ}$ . Остаточный  
оптический бюджет составляет  
 $30 - 22,8 = 7,2 \text{ дБ}$ , чего вполне должно  
хватить на дальнейшее расширение сети.



## 5. Используемое оборудование

В ходе выполнения работы было использовано оборудование компании Ubiquiti:

1. UFiiber OLT-4: 4-портовое OLT с поддержкой по одному порту до 128 ONU

2. UFiiber Nano G: компактное ONU с фактическим качеством и стабильностью работы и оптимальной мощностью и чувствительностью.

3. UFiiber SM-PATCH-APC-APC - оптоволоконный кабель с поддержкой технологии SC/APC (отключение оптических сигналов)

4. UFiiber ADAPTER-APC - адаптер для оптических соединений.

5. UFiiber PLC-SPLITTER-8 - пассивный

разъемы 1x8 для кабеля APC.

6. VFiber GPON OLT SFP Modules B+ -  
- оптический трансивер на OLT

Количество оборудования:

1. OLT - 1 шт.

2. ONU - 43 шт.

3. PLC-сплиттер - 9 шт.

4. APC-адаптеры - 72 шт.

5. SFP-трансиверы - 1 шт.

Расчетная длина кабеля:

1. 2-волоконный - 673 м

2. 4-волоконный - 700 м

3. 8-волоконный - 105 м.



## Выводы

В ходе выполнения данной работы было спроектировано пассивная оптоволоконная сеть провайдера, рассмотрены варианты внедрения, модернизации сети. Было выполнено сопоставительно с действующим прикладной объект формирования. Было создана схема сети с размещением ключевых узлов и каналов связи, проведены расчеты оптического бюджета потерь в сети.

Из анализа на территории посетителя пункта модели подключены к интернету 70%. В дальнейшем рассматриваются варианты расширения сети: на объектах есть свободные розетки, кроме того в каналах связи предусмотрены резервные

оптические волокна. В шире  
объемов и вех зонтик и секторов  
манипуляция фотонная сети -  
замена оптических с повышенной  
коэффициента ветвления. Кроме того,  
на OLT есть еще 3 свободных порта,  
каждый из которых в состоянии  
поддерживать до 128 ONU. Возможно  
расширение как в "одиночные"  
деревья, так и в "лесопосадку" с  
автоматическим волокном (мультиспальцевым)  
с портов OLT.