МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра системного програмного забезпечення та технологій дистанційного навчання

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему **Розробка мережі доступу на базі оптичних технологій**
Development of an access network based on optical technologies

Виконав: студент денної форми навчання
спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Захаров Артем Олександрович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник канд.фіз.-мат. наук, доц. Шугайло Ю.Б.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент канд.техн. наук, доц. Пенко В.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№___ від «___»_____ 2019 р.

Завідувач кафедри

_____ Ю.О. Гунченко

(підпис) (прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № ___

протокол № __ від «_ __» ____ 2019 р.

Оцінка _____/_____/_____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

_____ О.О.Арсірій

(підпис) (прізвище, ініціали)

Одеса – 2019

АНОТАЦІЯ

В сучасному світі з кожним днем росте вимога людей до доступу к інформації. Щоб задовільнити цю вимогу, виробникам мережевого обладнання постійно потрібно поліпшувати свої продукти, вводити нові технології, які б змогли заощадити кошти та задовільнити попит. В цьому допоможе технологія *EPON/GEPON (Ethernet PON)* яку описує стандарт *IEEE 802.3ah.* Ця технологія с кожним днем поширюється на території України, вона дозволяє заощадити на побудові інфраструктури та являється дуже гнучкою, що дозволяю використовувати її у різних задачах.

АННОТАЦИЯ

В современном мире с каждым днем растет требование людей к доступу к информации. Чтобы удовлетворить это требование, производителям сетевого оборудования постоянно нужно улучшать свои продукты, вводить новые технологии, которые бы смогли сэкономить средства и удовлетворить спрос. В этом поможет технология *EPON / GEPON (Ethernet PON)* которую описывает стандарт *IEEE 802.3ah.* Эта технология с каждым днем распространяется на территории Украины, именно она позволяет сэкономить на строительстве инфраструктуры и является очень гибкой, что позволяет использовать ее в различных задачах.

ABSTRACT

In the modern world, people's demand for access to information grows every day. To meet this demand, network equipment manufacturers need to constantly improve their products, introduce new technologies that could save money and meet demand. This will help the technology EPON / GEPON (Ethernet PON), which describes the standard IEEE 802.3ah. This technology is spreading every day to the territory of Ukraine, it saves on building of infrastructure and is very flexible, which allows using it in various tasks.

ЗМІСТ

ВСТУП….....6

1 АНАЛІЗ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ ТА МЕТОДІВ ЇХ ПОБУДОВИ……9

1.1 Аналіз використання оптичного волокна у якості середовища волокна…9

1.2 Аналіз технологічного процесу зварювання оптичного волокна……..21

2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ *GEPON*……....23

3 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПАСИВНОЇ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ *GEPON*……..39

4 РОЗРАХУНОК ОПТИЧНОГО БЮДЖЕТУ МЕРЕЖІ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ *GEPON*……...43

5 РОЗРАХУНОК КОШТОРИСУ НА ПОБУДОВУ ПАСИВНОЇ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ……..45

6 НАЛАШТУВАННЯ OLT BDCOM P3612……47

6.1 Базове налаштування OLT……47

6.2 Конфігурація OLT……..50

ВИСНОВОК……...55

СПИСОК ВИКОРАСТАННИХ ДЖЕРЕЛ……...57

ДОДАТОК А……..58

ДОДАТОК Б……...59

ДОДАТОК В……..…….....60

ВСТУП

Предметом роботи є технологія *GEPON*. *PON* (англ. *Passive Optical Network* – пасивна оптична мережа) – це швидко розвиваєма, найбільш перспективна технологія широкосмугового мультисервісного множинного доступу з оптичного волокна, що використовує хвилевий поділ трактів прийому / передачі. Активне обладнання в цій мережі є тільки на стороні провайдера і на стороні абонента.

Головна особливість ідеї *PON* полягає в тому, що інфраструктура працює на базі одного модуля, який відповідає за функції приймання та передачі даних. Розташовується цей компонент в центральному вузлі системи *OLT* і дозволяє обслуговувати таку кількість абонентів, яку дозволяє оптичний бюджет потужності і максимально швидкість приймально-передавальної апаратури. Кінцевим приймачем виступає пристрій *ONT*, що, у свою чергу, також виступає передавачем. Технологія, в принципі, не обмежує кількість учасників мережі, однак для оптимального використання ресурсів розробники телекомунікаційних проектів все ж ставлять певні бар`єри відповідно до конфігурації конкретної мережі. Трансляція інформаційного потоку від центрального приймально-передавального модуля до абонентського пристрою здійснюється при довжині хвилі, що становить 1490 нм. І навпаки, зворотні потоки даних від споживчих пристроїв до точки *OLT* передаються с довжиною 1310 нм. Для передачі сигналів цифрового телебачення використовується довжина хвилі 1550 нм. В *OLT* і *ONT* вбудовані мультіплексори *WDM,* які розділяють низхідні (від головної станції до абонентів) та висхідні (від *ONT* до головної станції) потоки даних. Дані потоки варто розглянути окремо.

Основний (тобто прямий) потік від центрального модуля мережі відноситься до широкомовною. Це означає, що оптичні лінії сегментують загальний потік даних, виділяючи адресні поля. Таким чином, кожне

абонентське пристрій «читає» тільки інформацію, призначену спеціально для нього. Такий принцип розподілу цих можна назвати демультиплексорним.

У свою чергу, зворотний потік використовує одну лінію для трансляції даних від всіх абонентів, підключених до мережі. Так використовується схема множинного забезпечення доступу з поділами по часу. Для виключення вірогідності перетину сигналів від декількох вузлів-приймачів інформації устрій кожного абонента має своє індивідуальне розклад по обміну даними з поправкою на час затримки. Це загальний принцип, за яким реалізується *PON*-технологія в плані взаємодії приймально-передавального модуля з кінцевими споживачами. Однак конфігурація схеми прокладання мереж може мати різні топології.

GEPON – повноцінна мережа, побудована на пасивних оптичних складових на всьому протязі від провайдера до абонента. Цю технологію було стандартизовано 24 червня 2004 року документом *IEEE* 802.3*ah*-2004. Як і в інших технологіях пасивних оптичних мереж, в *GEPON*:

– використовується деревоподібна топологія (*Point To Multipoint, P2MP*) волоконно-кабельної системи з пасивним оптичним розгалуженням на сплітерах;

– робота системи здійснюється по одному волокну за принципом *WDM*.

Технологія *GEPON* дає можливість застосовувати один порт головної станції (*Optical Line Terminal, OLT*) на 64-а абонентські пристрої, сумарно, кількість абонентів підключених до одної *OLT* залежить від кількості *GEPON* портів на пристрої. Відстань на яку можна підключити *ONT* за цією технологією становить 20 км.

Низхідний потік даних (від головної станції до абонентів) транслюється на довжині хвилі 1490 нм зі швидкістю 1 Гбіт/с, а висхідні потоки (від усіх абонентів до головної станції) подаються на довжині хвилі 1310 нм із загальною швидкістю 1 Гбіт/с. За стандартом передбачена швидкість 1.25 Гбит/с, але 0.25 Гбит/с являються надлишковими даними, які використовуються для канального кодування. Пакети від різних

абонентських пристроїв передаються в різні інтервали часу, для чого використовується метод *TDMA.*

Довжину хвилі 1550 нм зарезервовано для надання необов'язкових послуг, зазвичай трансляції відео/телебачення.

Метою дипломної роботи є створення проекту для забезпечення усіх абонентів на території дачного масиву зв’язком до мережі Інтернет. Одним із головних завдань є розрахунок оптичного бюджету, розрахунок довжини ліній від *OLT* до *ONU* абонентів, розрахунок кошторису на побудову мережі та закупівлю обладнання, побудова всієї схеми мережі за якій буде надаватися доступ до послуг. При складанні системи, потрібно враховувати сумісність обладнання між собою, і його програмного забезпечення, що надається виробником.

Об’єктом дипломного проекту є оптична комп’ютерна мережа на базі технології *GEPON.*

ВИСНОВОК

В результаті виконання даного дипломного проекту була досягнута поставлена мета, яка полягає в проектуванні структурної схеми мережі доступу на базі технології *GEPON* для забезпечення користувачів дачного масиву Кошари доступом до мережі Інтернет у кількості 270 абонентів, на швидкості від 5 до 20 Мбіт/с.

Для досягнення поставленої мети виконані наступні завдання:

– проаналізовані принципи роботи технології *GEPON* та різні види топології мережі *PON*(дерево, зірка, шина);

– для проектування карти пасивної оптичної мережі було пораховано кількість потенційних абонентів;

– мережа була поділена на сектори;

– розрахований оптичний бюджет втрат до найвіддаленішого від OLT абонента у кожному секторі мережі, який становить:

1. Група A: -18,08 дБ;
2. Група B: -24,29 дБ;
3. Група C: -24,65 дБ;
4. Група D: -25,01 дБ;
5. Група E: -25,37 дБ;
6. Група F: -22,23 дБ.

– налаштоване обладнання *OLT BDCOM 3612*

– розрахований кошторис на закупівлю матеріалів та обладнання сума якого становить 900955 грн.

Обране наступне обладнання:

– *OLT BDCOM P3612* – 1 шт;

– *BDCOM ONU P1501C1* – 370 шт.

– обраний кабель марки ОКАДт-Д(1,5)П-2Е1 та ОКАДт-Д(2.7)П-8Е1 для побудови мережі (по 2 та 8 волокон відповідно);

Розроблена структурна схема пасивної оптичної мережі має два каскада дільників, має деревоподібною топологію 1x2 + 1x12, 1x3 + 1x24, 1x3 + 1x12, що робить її універсальною у багатьох випадках, які виникають при проектуванні нових мереж де поставленою задачею являється підключення абонентів на території під індивідуальну забудівлю.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гордиенко, В.Н. Оптические телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов и др. - М.: ГЛТ , 2011 – 368 с.

2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие / О.К. Скляров. - СПб.: Лань, 2010 – 272 с.

3. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON.Часть 1. Архитектура и стандарты, «*LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION*», 2004, № 1.

4. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON.Часть 2. ETHERNET на первой миле, «*LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION*», 2004, № 2.

5. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON.Часть 3. Проектирование оптимальных сетей, «*LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION*», 2004, № 3.

6. Игорь Никишин Журнал *MediaSat* (март 2013г.) – Статья "Революция сетестроения в Украине" (стр. 40-41;)

7. Игорь Никишин Журнал *MediaSat* (апрель 2013г.) – Статья " UA.PON топология построения *GEPON* сетей.

8. Смоляков Андрей Журнал *MediaSat* (июнь 2013г.) – Статья "Измерение пассивных оптических сетей (*PON*)".

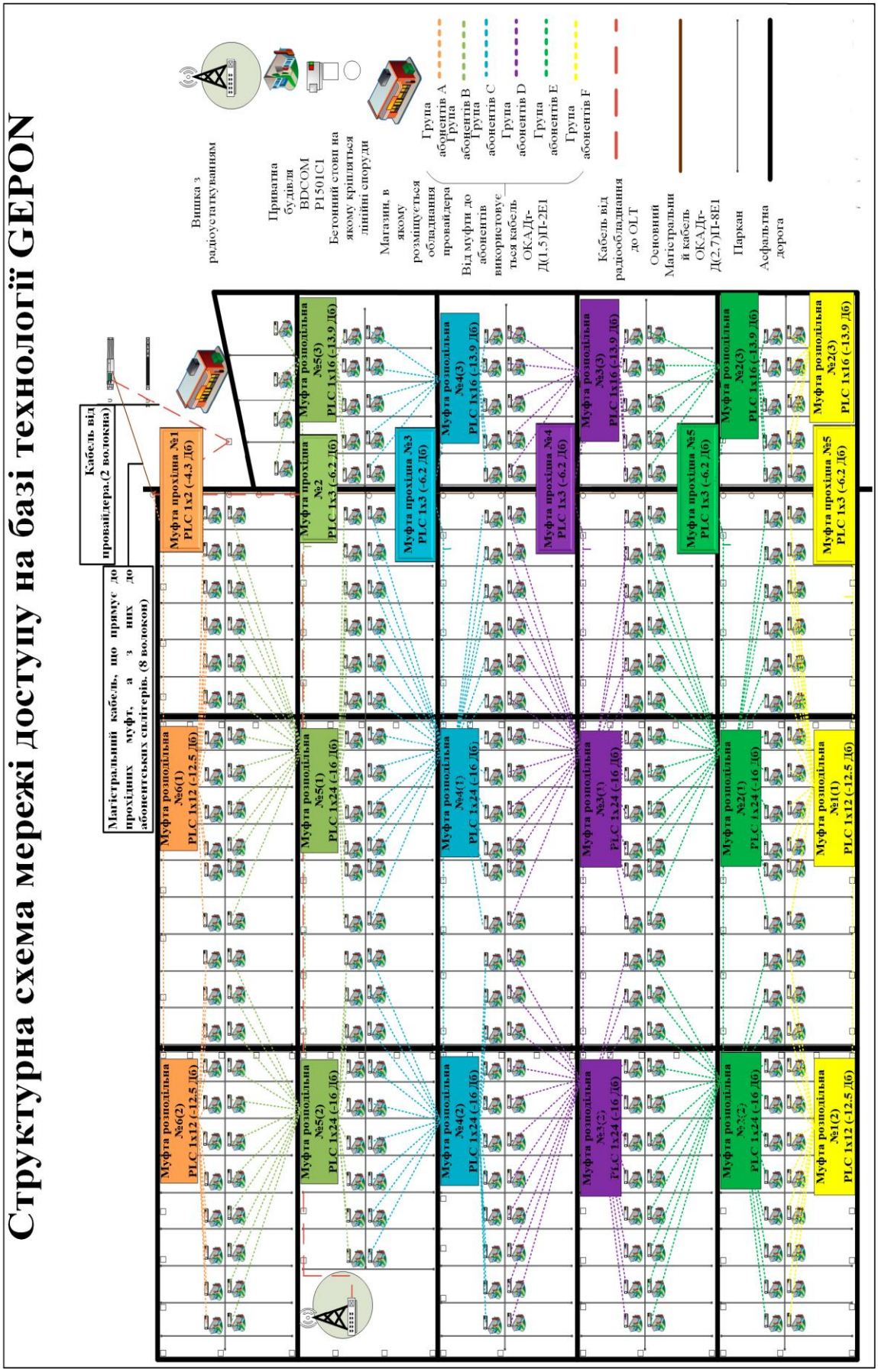
9. Інформаційно-новинний сайт «Хабрахабр» [Електронний ресурс] /*https://habrahabr.ru*

10. Інтернет енциклопедія «Вікіпедія» [Електронний ресурс]/*www.wikipedia.org*

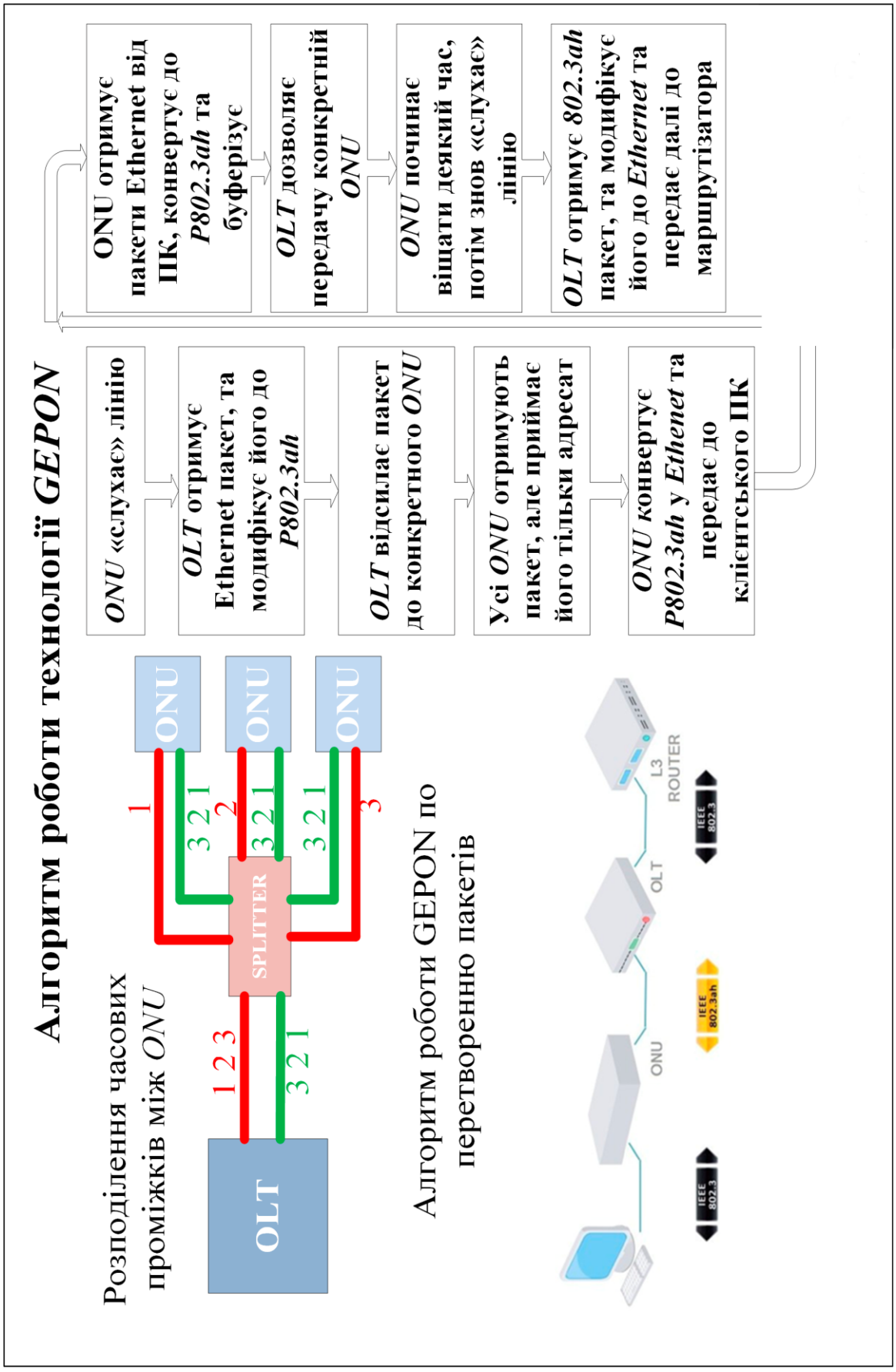
11. Інформаційний ресурс «Icline» [Електронний ресурс] / *www.ic-line.ua/*

12. Інтернет-форум «Локал» [Електронний ресурс] / *www.local.com.ua/forum/*

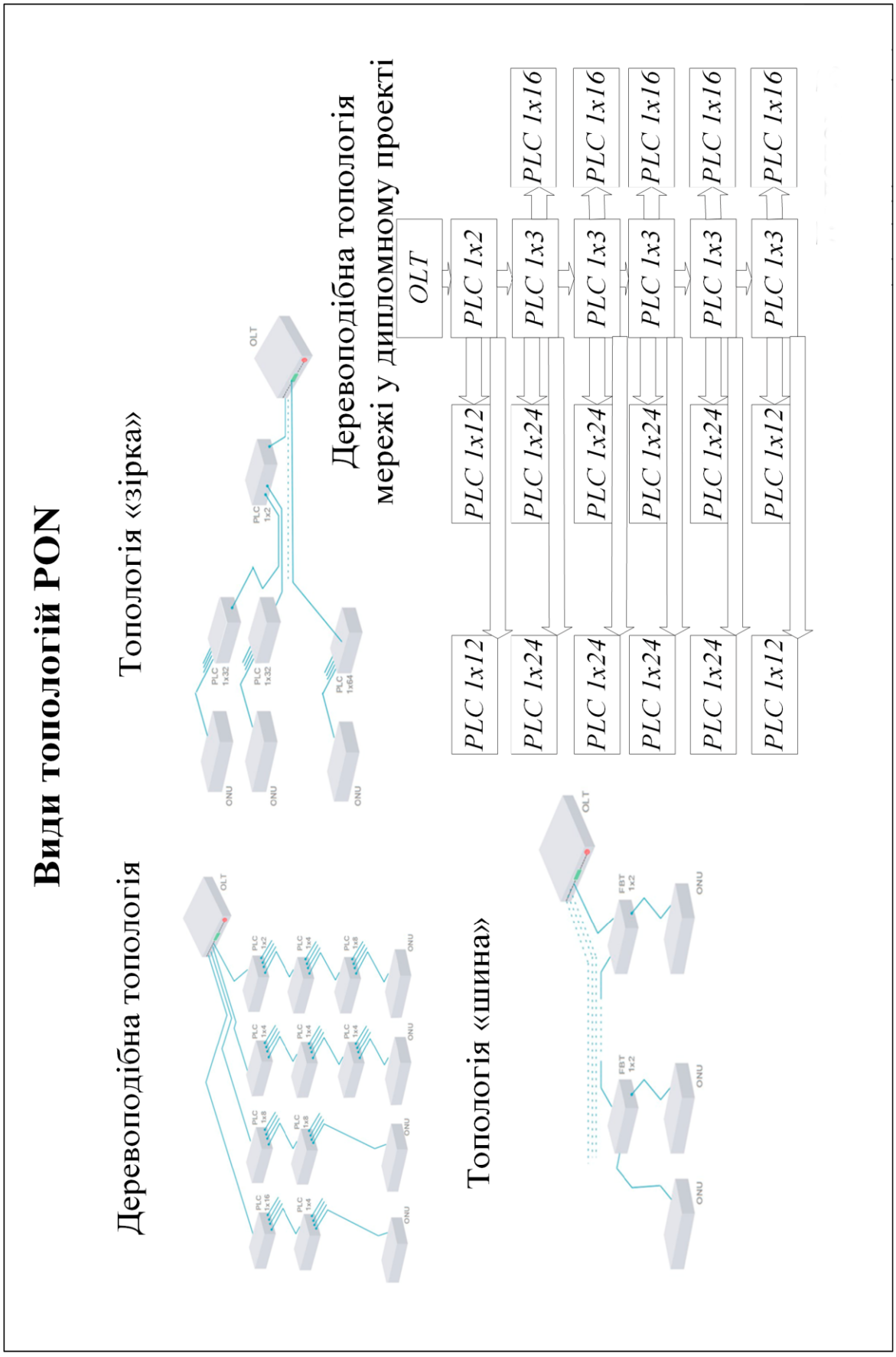
ДОДАТОК А


Структурна схема мережі доступу на базі технології GEPON
Кабель від провайдера.(2 волокна)
Магістральний кабель, що прямує до прохідних муфт, а з них до абонентських сплітерів. (8 волокон)
Вишка з радіоустаткуванням
Приватна будівля
BDCOM P1501C1
Бетонний стовп на якому кріпиться лінійні споруди
Магазин, в якому розміщується обладнання провайдера
Від муфти до абонентів використовується кабель ОКАДт-Д(1.5)П-2Е1
Кабель від радіообладнання до OLT
Основний Магістральний кабель ОКАДт-Д(2.7)П-8Е1
Паркан
Асфальтна дорога
Група абонентів A
Група абонентів B
Група абонентів C
Група абонентів D
Група абонентів E
Група абонентів F
Муфта розподільна №6(2) PLC 1x12 (-12.5 Дб)
Муфта прохідна №1 PLC 1x2 (-4.3 Дб)
Муфта розподільна №5(3) PLC 1x16 (-13.9 Дб)
Муфта прохідна №2 PLC 1x3 (-6.2 Дб)
Муфта прохідна №3 PLC 1x3 (-6.2 Дб)
Муфта розподільна №5(1) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №4(3) PLC 1x16 (-13.9 Дб)
Муфта прохідна №4 PLC 1x3 (-6.2 Дб)
Муфта розподільна №3(3) PLC 1x16 (-13.9 Дб)
Муфта прохідна №5 PLC 1x3 (-6.2 Дб)
Муфта розподільна №2(3) PLC 1x16 (-13.9 Дб)
Муфта прохідна №5 PLC 1x3 (-6.2 Дб)
Муфта розподільна №5(2) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №4(1) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №3(1) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №2(1) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №1(1) PLC 1x12 (-12.5 Дб)
Муфта розподільна №4(2) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №3(2) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №2(2) PLC 1x24 (-16 Дб)
Муфта розподільна №1(2) PLC 1x12 (-12.5 Дб)

ДОДАТОК Б


Алгоритм роботи технології GEPON
ONU «слухає» лінію
OLT отримує Ethernet пакет, та модифікує його до P802.3ah
OLT відсилає пакет до конкретного ONU
Усі ONU отримують пакет, але приймає його тільки адресат
ONU конвертує P802.3ah у Ethenet та передає до клієнтського ПК
ONU отримує пакети Ethernet від ПК, конвертує до P802.3ah та буферізує
OLT дозволяє передачу конкретній ONU
ONU починає віщати деякий час, потім знов «слухає» лінію
OLT отримує 802.3ah пакет, та модифікує його до Ethernet та передає далі до маршрутізатора
Розподілення часових проміжків між ONU
OLT
SPLITTER
ONU
ONU
ONU
1
2
3
1 2 3
3 2 1
3 2 1
3 2 1
3 2 1
Алгоритм роботи GEPON по перетворенню пакетів
ONU
OLT
L3 ROUTER
IEEE 802.3
IEEE 802.3ah
IEEE 802.3

ДОДАТОК В


Види топологій PON
Деревоподібна топологія
Топологія «зірка»
Деревоподібна топологія мережі у дипломному проекті
Топологія «шина»
OLT
PLC 1x2
PLC 1x12
PLC 1x24
PLC 1x3
PLC 1x16
ONU
FBT 1x2