КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Інформаційних технологій

(кафедра)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»

на тему: «Розробка мережі інтернет за технологією GPON, на базі лабораторних досліджень»

Стеценко Петро Олександрович

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2023 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Інформаційних технологій

(кафедра)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІТ
д.т.н., професор Цюцюра С.В.

«___» _____20___ року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»

на тему: «Розроблення підсистеми управління продажами інтернет-магазину з продажу промислових товарів»

Виконав:студент 4-го курсу, групи КН-42

Спеціальності: 122 «Комп`ютерні науки .

Спеціалізація: «Інформаційні управляючі системи та технології»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Стеценко П.О. .
(прізвище та ініціали)

Керівник _к.т.н., доц. Єрукаєв А.В
(прізвище та ініціали)

Рецензент _к.т.н., доц. Баліна О.І.
(прізвище та ініціали)

Київ, 2023 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: __автоматизації і інформаційних технологій
Кафедра:___інформаційних технологій
Освітній рівень: «бакалавр» за ОП
Спеціальність: _122 «Комп`ютерні науки»
Спеціалізація:__Інформаційні управляючі системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІТ
д.т.н., професор Цюцюра С.В.
_____
„___” _____2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»

Стеценко Петро Олександрович
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ’Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи: Розробка мережі інтернет за технологією GPON, на базі лабораторних досліджень
керівник роботи: Єрукаєв А.В , к.т.н., доц
затверджені наказом ректора КНУБА № 539/2 від « 16» березень 2023 р.
2. Термін подачі студентом роботи до захисту: 31.травня 2023 .
3. Вихідні дані до роботи: Перехід мереж доступу на оптичні технології.
4. Зміст пояснювальної записки: 1 Вступ. 2. Налаштування мережевого обладнення. 3. Монтаж оптичних ліній звязку та підключення апаратного забезпечення 4. Частина економічна
5. Перелік презентаційно-інформаційних слайдів: 1 Архітектури мереж доступу. 2. Налаштування мережевого обладнення. 3. Монтаж оптичних ліній звязку та підключення апаратного забезпечення.

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта, представника комісії	дата	підпис
Ергономіка інформаційних технологій	д.т.н. проф. Тєрєнтьєв О.О.		
Прийом програмного продуктуу	к.т.н. доц., Єрукаєв А.В.		

7. Дата видачі завдання: 16 березня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Р. 1. Частина загальна	Березень 2023 р.
Р. 2. Частина індивідуальна	Березень 2023 р.
Р. 3. Охорона праці та навколишнього середовища	Квітень 2023 р.
Р. 4. Частина економічна	Квітень 2023 р.
Оформлення роботи	Травень 2023 р.
Направлення роботи на рецензування	Травень 2023 р.
Попередній захист роботи на кафедрі	Травень 2023 р.

Бакалавр _____ Стеценко П.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Єрукаєв А.В
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Стеценко П.О «Розробка мережі інтернет за технологією GPON, на базі лабораторних досліджень ».

Атестаційна випускова робота бакалавра за спеціальністю: 122 «Комп'ютерні науки», спеціалізація: «Інформаційні управляючі системи і технології проектування».– Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2023.

В атестаційній випускній роботі розглянуто переваги переходу мереж доступу на оптичні технології, архітектурні рішення мереж доступу, технології та типи побудови пасивних оптичних мереж доступу. Виконано аналіз роботи технології GPON, розглянуто та описано обладнання, типи кабелів та додаткового пасивного обладнання для побудови мережі даного типу.

Наведено приклад побудови мережі GPON виконано розрахунок згасання на ділянці траси. Наведення приклад монтажу оптичних ліній зв'язку, з наступною пуско-наладкою.

Розраховано вимоги до умов охорони праці в лабораторному приміщенні. Проведено розрахунок собівартості обладнання, експлуатації, модернізації та амортизації наведеної мережі. Визначено баланс робочого часу, чисельність персоналу їх заробітну плату для побудови і експлуатації даної мережі. Обґрунтовано доцільності модернізації комп'ютерної мережі в лабораторії коледжу

Ключові слова: технологія GPON, монтаж оптичних ліній, Розрахунок, Дослідження на макеті.

SUMMARY

Stetsenko P.O. "Development of the Internet using GPON technology, based on laboratory research." Attestation graduation thesis of a bachelor in the specialty: 122 "Computer sciences", specialization: "Information management systems and design technologies". - Kyiv National University of Construction and Architecture. - Kyiv, 2023.

The attestation thesis examines the advantages of switching access networks to optical technologies, architectural solutions of access networks, technologies and types of construction of passive optical access networks. An analysis of the operation of the GPON technology was performed, the equipment, types of cables and additional passive equipment for building a network of this type were considered and described.

An example of the construction of a GPON network is given, the attenuation calculation is performed on the route section. An example of the installation of optical communication lines, followed by commissioning.

The requirements for labor protection conditions in the laboratory premises are calculated. The cost of equipment, operation, modernization and depreciation of the given network was calculated. The balance of working hours, the number of personnel and their wages for the construction and operation of this network have been determined. The feasibility of modernizing the computer network in the college laboratory is substantiated.

Keywords: GPON technology, installation of optical lines, Calculation, Research on the layout.

Зміст

Вступ 8
1 Частина загальна 11
1.1 Перехід мереж доступу на оптичні технології 11
1.2 Архітектури мереж доступу 13
1.3 Технологія оптичних мереж доступу 14
1.3.1 Переваги й недоліки технології PON, її різновид 17
1.3.2 Принцип передачі даних з використанням GEPON-технології 21
1.4 Обладнання активне GEPON-мереж 22
1.5 Кабелі оптичні та муфти для GEPON-мереж 24
1.6 Розгалуджувачі оптичні для GEPON-мереж 26
1.7 Шнури оптичні з'єднувальні для GEPON-мереж 28
1.8 Розрахунок згасання ділянці траси 31
1.9 Розробка структурної схеми організації мережі на базі оптичних ліній звязку 33
1.9.1 Характиристики активного обладнення 36
2 Частина індивідуальна 38
2.1 Монтаж оптичних ліній звязку та підключення апаратного забезпечення 38
2.2 Налаштування мережевого обладнення 42
3 Охорона праці та навколишнього середовища 47
3.1 Аналіз умов праці на робочому місці 48
3.2 Положення з електробезпеки 49
3.3 Безпека пожежна в приміщенні 50
3.4 Вимоги безпеки при обслуговуванні комп’ютерного обладнання 56
3.5 Розрахунок штучного освітлення в приміщенні 61
4 Частина економічна 66
4.1 Розрахунок суми капіталовкладень та експлуатаційних витрат при модернізації та обслуговуванні комп’ютерної мережі 66
4.2 Розрахунок балансу робочого часу та чисельності персоналу 68
4.3 Розрахунок заробітної плати працівника 69

4.4 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання 70
4.5 Розрахунок собівартості проектованої та базової мережі 71
4.6 Розрахунок капітальних затрат на мережу 73
4.7 Обґрунтування доцільності модернізації комп’ютерної мережі в лабораторії коледжу 74
Перелік використаних джерел 75
Додаток А

Вступ

1966 року Ч. Као і Хокам представили оптичні волокна зі звичайного скла, які мали згасання в 1000 дБ/км (для порівняння: згасання в коаксіальному кабелі складало всього 5-10 дБ/км) через домішки, що в них містилися. Співробітник британської компанії Standard Telecommunication Laboratories (STL), китаєць за походженням Чарльз Као взявся досліджувати питання згасання сигналу в оптичному волокні. Зібравши всі можливі зразки матеріалів для виготовлення волокна, він прийшов до важливого висновку, що згасання залежить тільки від ступеня чистоти самого скла. Саме за ці дослідження Ч. Као 2009 року отримав Нобелівську премію з фізики.

Не минуло і 10 років, як фахівці лабораторії Corning отримали скловолокно зі згасанням менше 20 дБ/км за довжини хвилі 633 нм, яке задовольняло необхідні умови, запропоновані Чарльзом Као. Зауважимо, що зараз такі величини здаються несумісними з передачею даних, однак тоді вони здавалися прийнятними для організації зв'язку по волокну. Після прориву у виробництві оптоволокна відразу ж з'явилися (на той момент в лабораторних умовах) напівпровідникові лазери, здатні працювати за кімнатної температури.

Після інтенсивних досліджень у період з 1975 по 1980 рік з'явилася перша комерційна волоконно-оптична система, що оперувала світлом з довжиною хвилі 0,8 мкм і використовувала напівпровідниковий лазер на основі арсеніду галію (GaAs). Бітрейт систем першого покоління складав 45 Мбіт/с, відстань між повторювачами – 10 км.

22 квітня 1977 року в Лонг-біч, штат Каліфорнія, компанія General Telephone and Electronics уперше використала оптичний канал для передачі телефонного трафіку на швидкості 6 Мбіт/с.

Друге покоління волоконно-оптичних систем було розроблене для комерційного використання на початку 1980-х. Вони оперували світлом з довжиною хвилі 1,3 мкм від InGaAsP- лазерів. Проте такі системи все ще були обмежені через розсіювання, що виникало в каналі. Проте вже у 1987 році ці системи працювали на швидкості до 1,7 Гбіт/с за відстані між повторювачами в 50 км.

Прокладання першої у світі трансокеанської волоконно-оптичної лінії зв'язку було завершено в 1988 році (між Японією і США), її довжина склала близько 10 тисяч кілометрів. Перший трансатлантичний телефонний оптичний кабель (ТАТ-8) був введений в експлуатацію також в 1988 році. У його основі лежала оптимізована Е. Дезюрвіром (E.Desurvire) технологія лазерного

посилення. TAT-8 розроблявся як перший підводний волоконно-оптичний кабель між Сполученими Штатами і Європою.

Розробка систем хвилевого мультиплексування (технологія, що дозволяє одночасно передавати декілька інформаційних каналів по одному оптичному волокну на різних частотах) дала можливість у декілька разів збільшити швидкість передачі даних по одному волокну. Таким чином, до 2003 року завдяки застосуванню технології спектрального ущільнення було досягнуто швидкості передачі в 10,92 Тбіт/с (273 оптичні канали по 40 Гбіт/с). У 2009 році в лабораторії Белла за допомогою мультиплексування 155 каналів по 100 Гбіт/с вдалося передати дані із швидкістю 15,5 Тбіт/с на відстань 7000 км.

Дослідники з Саутгемптонського університету (Англія) змогли передати 73.7 Тбіт/с майже зі швидкістю світла у вакуумі за допомогою створеного ними оптоволокна із порожнистою серцевиною.

Завдяки використанню ефекту фотонних заборонених зон, їм вдалося надійно «замкнути» світло всередині волокна, досягнувши небаченого раніше для порожнистих волокон поєднання рівня загасання сигналу (3,5 дБ/км), смуги пропускання (160 нм) і можливості спектрального ущільнення каналів (37-40-гігабітних каналів на одне волокно). Швидкість поширення сигналу склала 99,7% швидкості світла у вакуумі, або майже у півтора рази більше, ніж у звичайному оптоволокні.

Які ж основні переваги та недоліки волоконно-оптично мереж? Основною перевагою передачі інформації по оптичному каналу є те, що по одній жилі інформація може передаватися в широкому спектрі діапазонів. На додаток до всього, використання «спектрального ущільнення каналів» дозволило істотно збільшити загальну пропускну здатність існуючих ліній оптичного зв'язку. В результаті за допомогою всього однієї жили оптичного волокна можна замінити до шестисот пар жил мідного дроту.

Інші переваги використання оптичного кабелю можна назвати такі:

– висока стійкість до перешкод, в порівнянні з електричним кабелем;

– практично повна відсутність впливу окремих жил кабелю одна на одну;

– велика пропускна здатність;

– відсутність перешкод при передачі інформації;

– захищеність каналу: вкрай складно підключитися до каналу передачі даних без його істотного ушкодження;

– збільшення відстаней передачі інформації без використання підсилювачів сигналів;

– загальна безпечність (у першу чергу пожежна) оптичних кабелів у разі розриву.

В той же час є і ряд недоліків волоконно-оптичних кабелів, серед яких можна відмітити:

– підвищену ламкість оптичних кабелів за надлишкового вигину;

– труднощі при ремонті ліній;

– залежність згасання сигналу від кількості з’єднань між волокнами.

Метою виконання дипломного проекту є розробка навчального стенду для передачі даних з використанням оптичного кабелю, що в подальшому може бути використано в навчальному процесі.

1 Частина загальна

1.1 Перехід мереж доступу на оптичні технології

На сьогоднішній день найшвидше зростаючим сегментом у галузі телекомунікацій є мережі доступу. Оператори використовують ці мережі для надання своїх послуг абонентам, і оскільки зв'язок завжди має велике значення, мережі доступу залишаються прибутковими навіть у негативних економічних умовах.

Телекомунікаційна галузь постійно розвивається, старі технології модифікуються, а нові, характерні саме для мереж доступу, з'являються разом з технічними рішеннями. Недавно мережі доступу почали перехід на оптичні технології, що дозволило збільшити пропускну здатність та швидкість передачі даних, тим самим зробивши мережі доступу привабливими технологічно та фінансово.

Нещодавно всі абонентські кабельні мережі розподілялися на два види: телефонні мережі, що використовували мідні кабелі, і розподільчі коаксіальні мережі кабельного телебачення. Незважаючи на те, що телефонія залишається привабливою та популярною послугою, на сьогоднішній день попит на послуги Інтернету починає її витісняти. Інтернет дозволяє не лише зв'язуватися з рідними та близькими, але й знаходити інформацію в глобальній мережі. Одним з недоліків, який постійно преодолевається, є потреба у високошвидкісному та широкосмуговому Інтернеті. Крім того, зростання попиту на широкосмуговий доступ обумовлено розвитком нових технологій, таких як відео за запитом, потокове відео, інтерактивні ігри, відеоконференції, передача голосу в комп'ютерних мережах, телебачення високої чіткості (HDTV) та інші.

Для задоволення потреб користувачів мережі Інтернет, провайдери повинні враховувати місцезнаходження клієнтів, їх основні вимоги, різноманітні економічні аспекти, а тільки після такого аналізу обирати технологію широкосмугового доступу. Розроблена мережа повинна задовольняти різноманітні потреби, такі як широкосмуговість, гнучкість, надійність, керованість, масштабованість та зручність у використанні. Одним із перших рішень для широкосмугового доступу є використання в мережах доступу модемів xDSL. Однак, економія на використанні наявних лінійних інфраструктур призводить до суттєвих обмежень у швидкості передачі даних. Прокладені багатопарні мідні кабелі розраховані на роботу в обмеженому низькочастотному спектрі - не більше десятків кілогерців. Тому,

використовуючи модеми xDSL, максимальна швидкість досягається тільки в обраних парах у загальному кабелі.

Говорячи про швидкість передачі даних, необхідно відмітити, що при простому інтернет-обміні потрібно мати як мінімум швидкість 1-2 Мбіт/с, а для потокового відео вже 4-6 Мбіт/с. При потокову відео високої розподільчої здатності необхідно всі 20 Мбіт/с (рисунок 1).

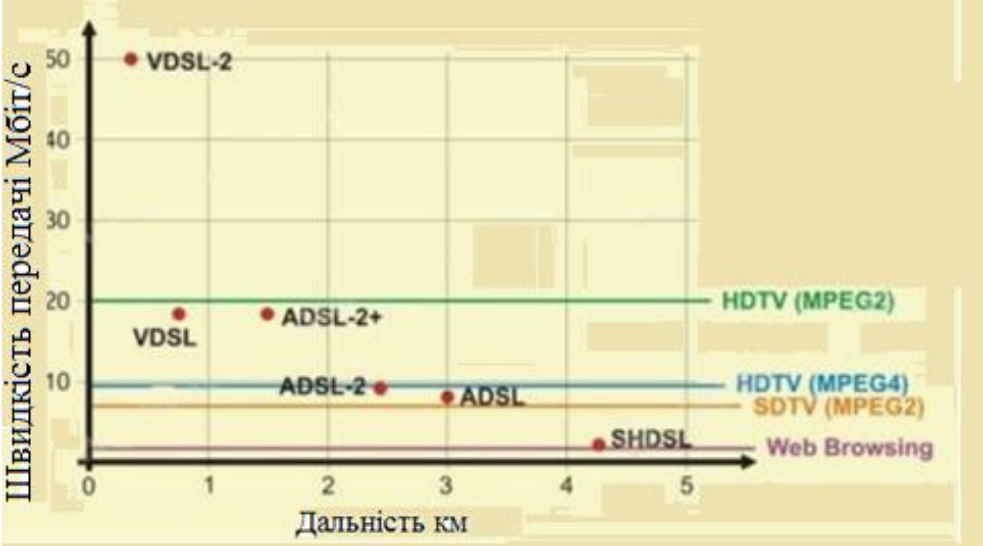


Рисунок 1- Швидкість різних типів модемів залежно від відстані до клієнта

На сьогоднішній день, технологія, що використовує xDSL, вже не є конкурентоспроможною, оскільки вартість 400-парного мідного кабелю дуже висока і не економічно доцільна. Що стосується застосування гібридних волоконно-коаксіальних технологій (HFC), то вони успішно використовуються головним чином у кабельних телевізійних мережах (КТБ). Місцеві оператори КТБ вдало поєднують оптичні магістралі з розподільчою внутрішньо-будинковою мережею на коаксіальних кабелях. Із цього випливає, що застосування оптичного волокна та технологій, що працюють на його основі, на сьогоднішній день є найбільш перспективною сферою мережі доступу, яка швидко розвивається. Використання різноманітних технологій, таких як PON, SDH, WDM та інші, показало гарні результати і дозволило досягти швидкості передачі даних від 1 до 40 Гбіт/с. Технологія спектрального ущільнення дозволила не лише помістити всі потоки в одну оптичну жилу, а й виявилася економічно вигідним рішенням. Навіть на сьогоднішній день оптичні технології постійно покращуються і стають доступнішими.

1.2 Архітектури мереж доступу

Існує декілька типів структури мереж доступу, які відрізняються максимальною відстанню між абонентом та оптичним терміналом. Група стандартизації Міжнародного Союзу Електрозв'язку (ITU-T) виділяє кілька характерних варіантів: (рисунок 2).

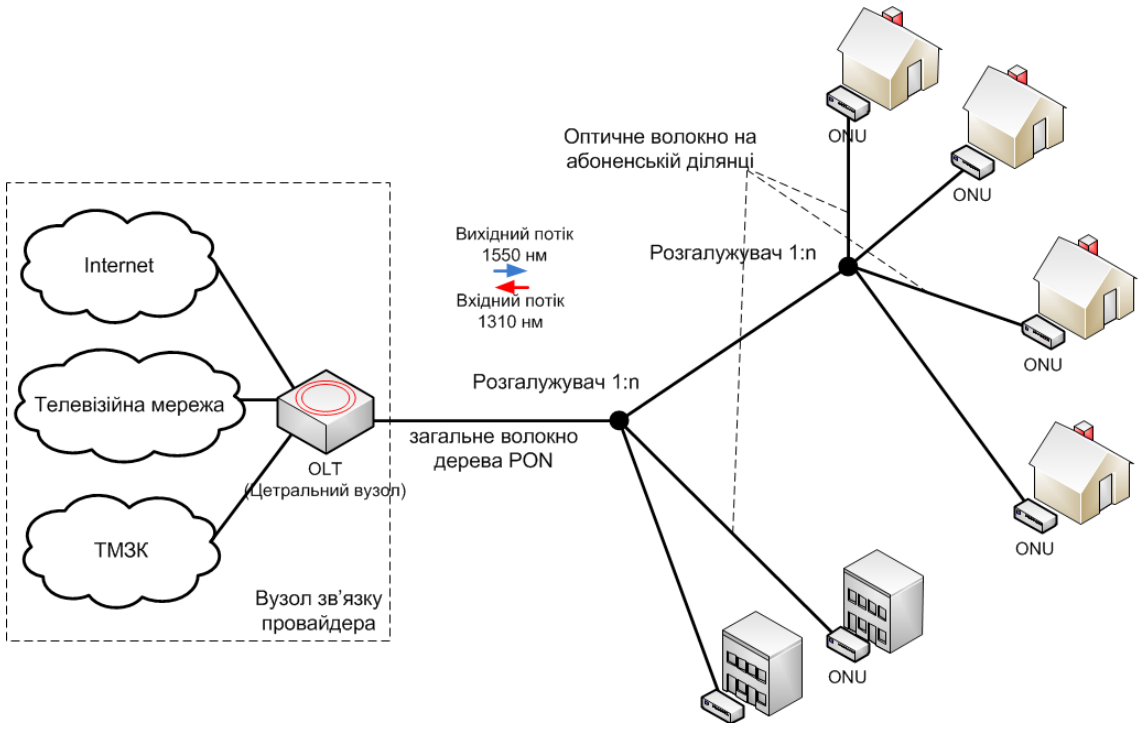


Рисунок 2 - Архітектури мереж доступу

Як видно із зображення, будь-яка з цих структур вимагає наявності шафи з розподільними мідними кабелями. Зрозуміло, що чим коротший мідний кабель, тим більша швидкість передачі даних можлива у мережі. Структура "Волокно до дому" (FTTH) передбачає прокладання оптичного кабелю безпосередньо до абонента, майже не використовуючи мідний кабель, що дозволяє досягти високої швидкості передачі даних. Перед вибором архітектури мережі варто звернути увагу, перш за все, на щільність розміщення абонентів.

Так, наприклад, для підключення багатоповерхових будинків використовується архітектура "Волокно до будівлі" (FTTB), тоді як для низькоповерхових будинків або офісів доцільно використовувати "Волокно до кінця магістралі" (FTTC) для підведення інтернету.

У сучасних оптичних мережах доступу можуть використовуватися різні топології (структури з'єднання вузлів). Вибір оптимальної топології залежить від числа факторів, включаючи щільність абонентів, їх розташування та типи послуг, а також базову оптичну технологію.

У сучасних оптичних мережах доступу набули популярності три інтегровані технології: мікромережі SDH (Micro SDH), активні мережі Ethernet (Active Ethernet, AE) та пасивні оптичні мережі (Passive Optical Network, PON).

1.3 Технологія оптичних мереж доступу

На сучасний день Passive Optical Network (PON) є найбільш ефективною технологією серед оптичних мереж доступу. Її концепція полягає у застосуванні пасивних пристроїв, які дозволяють підключати абонентів, розташованих в щільних районах, збільшуючи при цьому пропускну здатність передачі даних за мінімальних витрат на обладнання.

Таке рішення передбачає створення розгалуженої мережі, яка часто має деревоподібну топологію та використовує спліттери. Уся інформація передається від оптичного лінійного терміналу (OLT), який зазвичай знаходиться у провайдера, до оптичних мережевих блоків, розташованих у кінцевих користувачів (Optical Network Unit або Optical Network Terminal - ONT).

Передача даних здійснюється за допомогою одножильної технології, використовуючи різні довжини хвиль. У прямому напрямку (від абонента до станції) використовується довжина хвилі 1310 нм, а у зворотньому напрямку (від станції до абонента) - 1490 нм або 1550 нм.

З виходу OLT оптична потужність розподіляється нерівномірно в залежності від відстані до абонентів, забезпечуючи при цьому приблизно однаковий рівень сигналу на ONT. Для передачі телевізійного сигналу зазвичай використовується довжина хвилі 1550 нм. Технологія WDM використовується для передачі багатьох сигналів на різних довжинах хвиль по одній жилі.

Принцип роботи WDM.

В системах передачі даних з ущільненням каналів за довжинами хвиль просторово розділені оптичні несучі різних довжин хвиль, які модулюються незалежними інформаційними сигналами, з допомогою спеціальних пристроїв – оптичних мультиплексорів – об’єднуються в один єдиний оптичний потік, який

далі подається на оптичне волокно. На приймальній стороні використовується оптичний демультиплексор, який розділяє прийнятий оптичний пучок на спектральні складові, або оптичні канали.

Для об’єднання і розділення спектральних каналів використовуються волоконно-оптичні розгалужувачі - оптичні мультиплексори і демультиплексор. Звичайно можуть використовуватись як селективні, так і неселективні розгалужувачі, тому розрізняють два види спектрального ущільнення – спектрально-селективне і широкосмугове ущільнення, відповідно. Спектрально-селективне ущільнення характеризується малими втратами в порівнянні з широкосмуговим, оскільки вся потужність оптичного сигналу переноситься на своїй довжині хвилі по своєму шляху. В реальних системах із спектрально-селективним ущільненням каналів оптичні канальні втрати визначаються в основному втратами, які проходять на з’єднаннях волокон та в оптичних мультиплексорах і демультиплексорах.

При широкосмуговому ущільненні потужності оптичних сигналів з різними довжинами хвиль просто об’єднуються. Оскільки в цьому випадку використовують неселективний демультиплексор, то вся передана по волокні оптична потужність порівну розділяється між всіма каналами. Після демультиплексування в кожному оптичному каналі міститься деяка частина потужності всіх оптичних сигналів. Для виділення відповідного сигналу на виході демультиплексора використовують оптичні канальні фільтри. Таким чином, у системах із широкосмуговим ущільненням каналів передачі величина оптичних канальних втрат буде додатково залежати від числа каналів.

В сучасних системах передачі даних використовується переважно спектрально-селективне ущільнення, яке характеризується найменшими оптичними втратами. Широкосмугове ущільнення також використовується в деяких системах зв’язку з малим числом каналів, зокрема в системах дуплексного зв’язку.

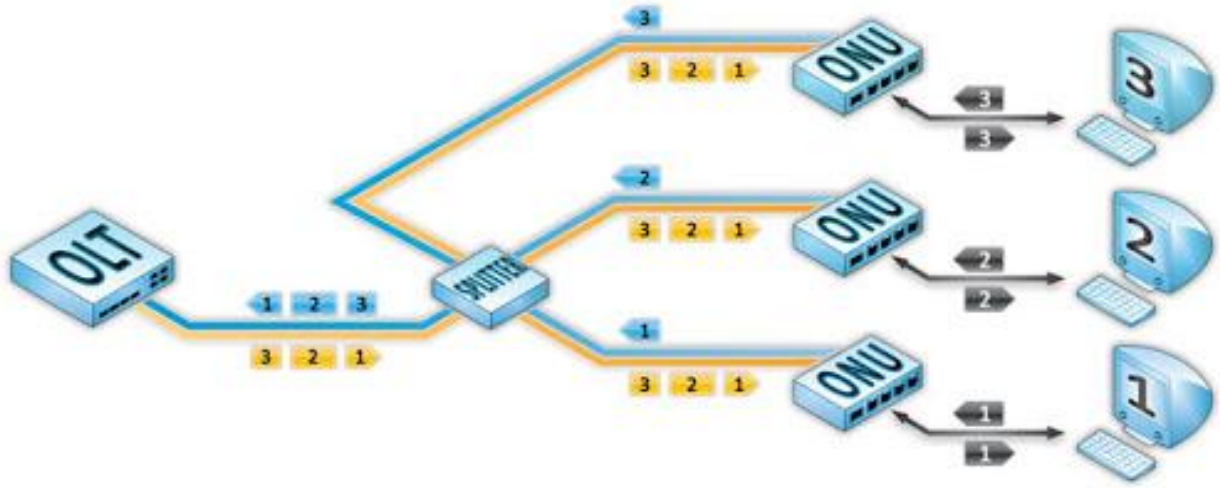


Рисунок 3 - Принцип організації PON-мереж

Згідно з наведеним на рисунку 3, дані, призначені для різних ONU, надходять на ONU, але кожен з них виділяє лише свою частину. У зворотному напрямку кожен ONU передає інформацію в окремо відведений йому час, і лише після її об'єднання з іншими даними вона надсилається до OLT.

Застосування технології PON в мережах доступу має багато переваг:

- Економія волоконних кабелів для підключення абонентів.
- Значна економія оптичних випромінювачів на центральній станції.
- Можливість надання трьох видів послуг (Triple Play) - голосу, відео і даних.
- Необхідність електроживлення лише для кінцевих елементів, інші мережеві елементи не потребують живлення.
- Низькі витрати на обслуговування.
- Просте підключення абонентів без перерви у зв'язку.
- Динамічне розширення пропускної здатності, збільшення швидкості передачі для робочих абонентів за рахунок неактивних абонентів.
- Можливість подальшого збільшення швидкості передачі (до 10 Гбіт/с і більше) без заміни обладнання лінійного тракту, таких як оптичні кабелі, розгалужувачі і з'єднувачі.

На сьогоднішній день PON є однією з найбільш динамічно розвиваються оптичних мережевих технологій. У розвинутих країнах світу кількість абонентів PON щороку зростає на 30-40%. В Україні останніми роками успішно введено в експлуатацію мережі PON у Київській, Харківській, Дніпропетровській та Рівненській областях. Однак, однією з проблем, яка уповільнює розвиток PON, є вартість активного абонентського обладнання.

1.3.1 Переваги й недоліки технології PON, її різновид

Як і у будь-якої технології, PON має свої позитивні та негативні сторони. Серед переваг можна виділити:

- мінімальне використання активного обладнання;
- мінімізація кабельної інфраструктури;
- низька вартість обслуговування;
- можливість інтеграції з кабельним телебаченням;
- масштабованість;
- висока щільність абонентських портів.

До недоліків технологій PON можна віднести:

- загальна смуга пропускання;

Смуга пропускання в дереві волоконно-оптичних ліній мережі PON використовується якомога більшою кількістю абонентів, що дозволяє отримати прибуток за рахунок зниження витрат на кожного абонента. Хоча технологія GEPON забезпечує загальну пропускну здатність зворотнього потоку, що дорівнює 2,5 Гбіт/с, вона не може відповідати зростанню сервісів і майбутніх вимог абонентів в довгостроковій перспективі, оскільки потреби в пропускній здатності зростають експоненціально. Більш того, деяку частину смуги пропускання необхідно резервувати для потокових послуг (наприклад, IPTV), що призводить до скорочення загальної смуги пропускання.

- необхідність шифрування;

Оскільки PON - це технологія з загальним середовищем передачі, то необхідне шифрування всіх потоків даних. В технології GEPON проводиться шифрування тільки зворотнього потоку, а використання надійного вдосконаленого стандарту шифрування (Advance Encryption Standard, AES) з 256-розрядними ключами дозволяє підвищити безпеку особистої інформації кінцевих користувачів і надає сервіс-провайдерам можливість запобігти розкраданню послуг. Однак надійність стандарту AES обумовлює зниження продуктивності.

- сукупна швидкість передачі даних;

У зв'язку з використанням в пасивних оптичних мережах PON загального середовища передачі, кожен термінал (ONT або OLT) змушений працювати на сукупній швидкості передачі даних.

- необхідність більшої потужності оптичного сигналу;

При кожному розгалуженні в співвідношенні 1:2 енергетичний потенціал лінії зв'язку падає на 3,4 дБ. Отже, при розгалуженні в співвідношенні 1:64 енергетичний потенціал лінії зв'язку зменшується на 20,4 дБ. Таким чином, в цій моделі всі оптичні передавачі в архітектурі PON повинні забезпечувати в 110 разів більшу потужність оптичного сигналу в порівнянні з архітектурою FTTH «точка-точка» при передачі на тій самій відстані.

– обслуговування, пошук і усунення несправностей;

Пасивні оптичні розгалужувачі не можуть передавати інформацію про несправності в центр управління мережею. Тому за допомогою звичайного оптичного тимчасового рефлектометра (OTDR) дуже складно виявити будь-яку несправність оптоволоконної лінії між перехідником і точкою термінації оптичної мережі (ONT) абонента. Це значно ускладнює пошук і усунення несправностей в мережах PON і підвищує витрати на їх експлуатацію.

– стійкість;

При пошкодженні точки термінації оптичної мережі (ONT) вона може передавати в дерево оптоволоконних ліній постійний світловий сигнал, що призводить до порушення зв'язку для всіх абонентів цієї пасивної оптичної мережі.

– міграція технологій;

Через якийсь час настане момент, коли необхідно буде оновити розгорнуте обладнання PON новою технологією, що забезпечує велику смугу пропускання. Для цього необхідно замінити кінцеве і активне обладнання мережі. У разі, якщо нові рішення не будуть сумісні з існуючими технологіями GEPON або EPON, необхідно перед початком міграції встановити на всіх кінцевих пристроях фільтри довжини хвилі.

PON технологія поділяється на кілька різновидів, залежно від її протоколів передачі даних (таблиця 1).

Таблиця 1 - Різновиди пасивних мереж та їх стандарти

Назва	Стандарт
APON (ATM PON)	ITU-T G.983.x
BPON (Broadband PON)	ITU-T G.983.x
EPON (Ethernet PON)	IEEE 802.3ah
GEPON (Gigabit PON)	ITU-T G.984.x

Однією з перших розроблених технологій в середині 90-х років була APON (Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network). Використовуючи

принцип ATM, ця технологія забезпечувала швидкість передачі даних 155 Мбіт/с у симетричному режимі і 622 Мбіт/с у прямому потоці, а також 155 Мбіт/с у зворотному потоці у асиметричному режимі. Щоб уникнути змішування даних, OLT запитував ONU про дозвіл на передачу інформації. Однак, в наш час технологія APON майже не використовується.

Точно, на початку 2000-х років була розроблена технологія EPON (Ethernet Passive Optical Network), яка базувалася на широко використовуваній технології Ethernet в локальних мережах. Швидкість передачі даних значно збільшилася, досягаючи 1 Гбіт/с у прямому та зворотному потоці для 32 абонентів на основі IP-протоколу.

EPON та GEPON стали популярними в галузі оптичних мереж доступу завдяки їх високим швидкостям передачі даних та використанню протоколу Ethernet, що сприяє простоті інтеграції з наявними мережами. Ці технології часто порівнюються, оскільки вони використовують однаковий стандарт IEEE 802.3ah. Максимальна відстань передачі даних у GEPON складає 20 кілометрів, що достатньо для використання у межах міста. Для прямого потоку використовується довжина хвилі 1490 нм, для зворотного потоку - 1310 нм, а також 1550 нм для передачі телевізійних каналів. Для контролю змішування сигналів та вирішення конфліктів використовується протокол MPCP (Multi-Point Control Protocol).

Іншою поширеною технологією, якою часто користуються великі оператори, є GEPON. GEPON є наступником технологій APON - BPON і має значно вищу швидкість передачі даних - 1244 Мбіт/с у симетричному режимі та 1244 Мбіт/с і 2488 Мбіт/с у асиметричному режимі. Максимальна дальність роботи системи становить 20 км, з можливістю збільшення до 60 км, і кількість підключених абонентів може сягати 64. Однак, основним недоліком цієї системи є висока вартість обладнання, що обмежує його використання лише великими операторами. В таблиці 2 наведено порівняльні характеристики PON технологій.

На сьогоднішній день все більше операторів переходять на технологію спектрального ущільнення каналів WDM та поєднують її з PON технологією, що призводить до появи нової системи WDM PON.

Технологія WDM дозволяє передавати весь потік інформації через один оптичний кабель, а кожний клієнтський термінал за допомогою оптичного фільтра отримує необхідну довжину хвилі та отримує дані. Це призводить до збільшення швидкості передачі інформації до 10 Гбіт/с, а застосувавши певні оптичні трансцевери, можна досягти швидкості 40 Гбіт/с. Крім того, завдяки простоті системи можна в будь-який момент налаштовувати пропускну здатність

системи, модифікувати кінцеву систему, додавати або видаляти ONU-пристрої без втручання в загальну систему. Вже на сьогодні WDM PON має численні переваги, включаючи економію

Таблиця 2 - Характеристики порівняльні технологій PON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GEPON
Інститут стандартизації	ITU-T SG15/ FSAN	IEEE/EFMA	ITU-T SG15/ FSAN
Дата прийняття стандарту	1998 р	2004 р	2003 р
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Швидкість передачі даних, прямий/зворотній потік, Мбіт/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 2488/622,1244,2488
Базовий протокол	ATM	Ethernet	SDH
Лінійний код	NRZ	8B/10B	NRZ
Максимальний радіус мережі, км	20	20	20
Число абонентів на одне волокно	32	16	64
Додатки	Будь-які	IP, дані	Будь-які
Коригування помилок FEC	Передбачена	Нема	Необхідна
Довжини хвиль прямого/зворотнього потоку, нм	1550-1310 (1480-1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)
Динамічне розподілення смуги	Є	Підтримка	Є
IP-фрагментація	Є	Немає	Є
Захист даних	Шифрування відкритими ключами	Немає	Шифрування відкритими ключами
Резервування	Є	Немає	Є
Оцінка	Висока	Низька	Висока

Деякі з розглянутих вище PON-технологій втратили свою конкурентоспроможність. Наприклад, BPON, яка використовує платформу ATM, не може забезпечити необхідну швидкість передачі даних. З іншого боку, технологія GEPON може мати майбутнє на ринку, оскільки вона використовує платформу SDH, яка не лише забезпечує захист інформації, але й достатню швидкість передачі. Однак, в порівнянні з WDM PON, GEPON має високу

вартість обладнання, загальну складність системи та окуповується тільки при великому навантаженні системи.

GEPON вважається найбільш економічною серед усіх розглянутих систем, оскільки вона не має функцій підтримки TDM і захисту інформації. Проте ця технологія має найкраще співвідношення ціни та якості, а також достатню швидкість передачі даних. Така система добре працює в невеликих містах та селах і в основному використовується малими операторами. З розвитком технологій система GEPON може продовжувати розвиватися і надалі.

1.3.2 Принцип передачі даних з використанням GEPON-технології

Основна концепція архітектури PON полягає в використанні одного модуля OLT (оптичний лінійний термінал) для передачі інформації до безлічі абонентських пристроїв ONT (оптичний мережний термінал в термінології ITU-T), також відомих як ONU (оптична мережна одиниця в термінології IEEE), і отримання інформації від них.

ONU є пристроєм, який перетворює оптичне середовище передачі даних на електричне. Вона використовується у технології пасивної оптичної мережі PON. Відмінності між ONU та медіаконвертором полягають у тому, що ONU підключається до "головного" пристрою PON, або OLT, тоді як медіаконвертори підключаються парами для двонаправленої передачі даних.

Кількість абонентських вузлів, які можуть бути підключені до одного модуля OLT, залежить від бюджету потужності та максимальної швидкості обладнання. Для передачі потоку даних від OLT до ONT, що називається прямим напрямком, зазвичай використовується довжина хвилі 1490 нм. На відміну, дані від різних абонентських вузлів утворюють зворотний напрямок, передаються за довжини хвилі 1310 нм. В OLT та ONT використовуються мультиплексори WDM для розділення вихідних і вхідних потоків даних.

У прямому напрямку передачі, оптичний сигнал є широкомовним, охоплюючи всю інформацію. Кожен абонентський вузол ONT, зчитуючи адресні поля, відокремлює свою призначену частину інформації з цього загального потоку. Практично, це можна розглядати як розподілений демультиплексор.

У зворотньому напрямку всі абонентські вузли ONT передають дані за допомогою концепції множинного доступу з часовим розподілом (TDMA). Всі ONT використовують одну і ту ж довжину хвилі для передачі. Для уникнення перетину сигналів від різних ONT, кожному з них призначається індивідуальний

розклад передачі даних, що враховує затримку, пов'язану з відстанню між ONT та OLT. Цю задачу вирішує протокол TDMA MAC.

1.4 Обладнення активне GEPON-мереж

До активного обладнання відносяться операторські та абонентські термінали, іншими словами OLT та ONT. Наприклад, розглянемо широко поширений серед користувачів набір BBS4000 + і BBS1000 + OLT, які відрізняються лише кількістю підключених абонентів та незначними функціональними особливостями. BBS4000 складається з двох основних функціональних блоків - GEM04 та EPM04. GEM04 встановлює чотири канали Gigabit Ethernet з високою швидкістю передачі даних, які можна змінити, замінивши використовувані оптичні передавальні та отримувальні модулі SFP.

Зазвичай SFP модулі використовуються з одномодовими волокнами та можуть передавати сигнал на відстань до 80 км, але найчастіше використовуються модулі для передачі до 20 км. Блоки EPM04 призначені для з'єднання концентратора з абонентами мережі зі швидкістю 1 Гбіт/с. Кожен з таких блоків може забезпечити підключення чотирьох GEPON-каналів за допомогою SFP модулів.

Для передачі даних використовуються довжини хвиль 1490 нм у прямому каналі та 1310 нм у зворотньому каналі. Дальність передачі залежить від кількості підключень - це 10 км для 64 підключень і 20 км для 32 підключень. Якщо встановити 11 блоків EPM04, то можна забезпечити підключення до 44 EPON "дерев", тобто до 1408 ONU.

Для передачі інформації на відстань 20 км використовуються одномодові лазери типу Фабрі-Перо та фотоприймачі на p-in діодах. Однак, якщо потрібно передавати на більші відстані, використовуються вузькосмугові одномодові потужні лазери типу DFB та лавинні фотодіоди. Система має динамічний діапазон не менше 29 дБ.

Завдяки наявності слотів у BBS4000, оператор може легко та гнучко розширювати та поетапно збільшувати продуктивність комутатора шляхом додавання необхідних портів для GEthernet або EPON.

У комплекті BBS4000 є два слоти концентратора, які призначені для встановлення центральних сервісних блоків (CSM). Кожен з цих блоків містить комутатор з пропускною здатністю 48 Гбіт/с.

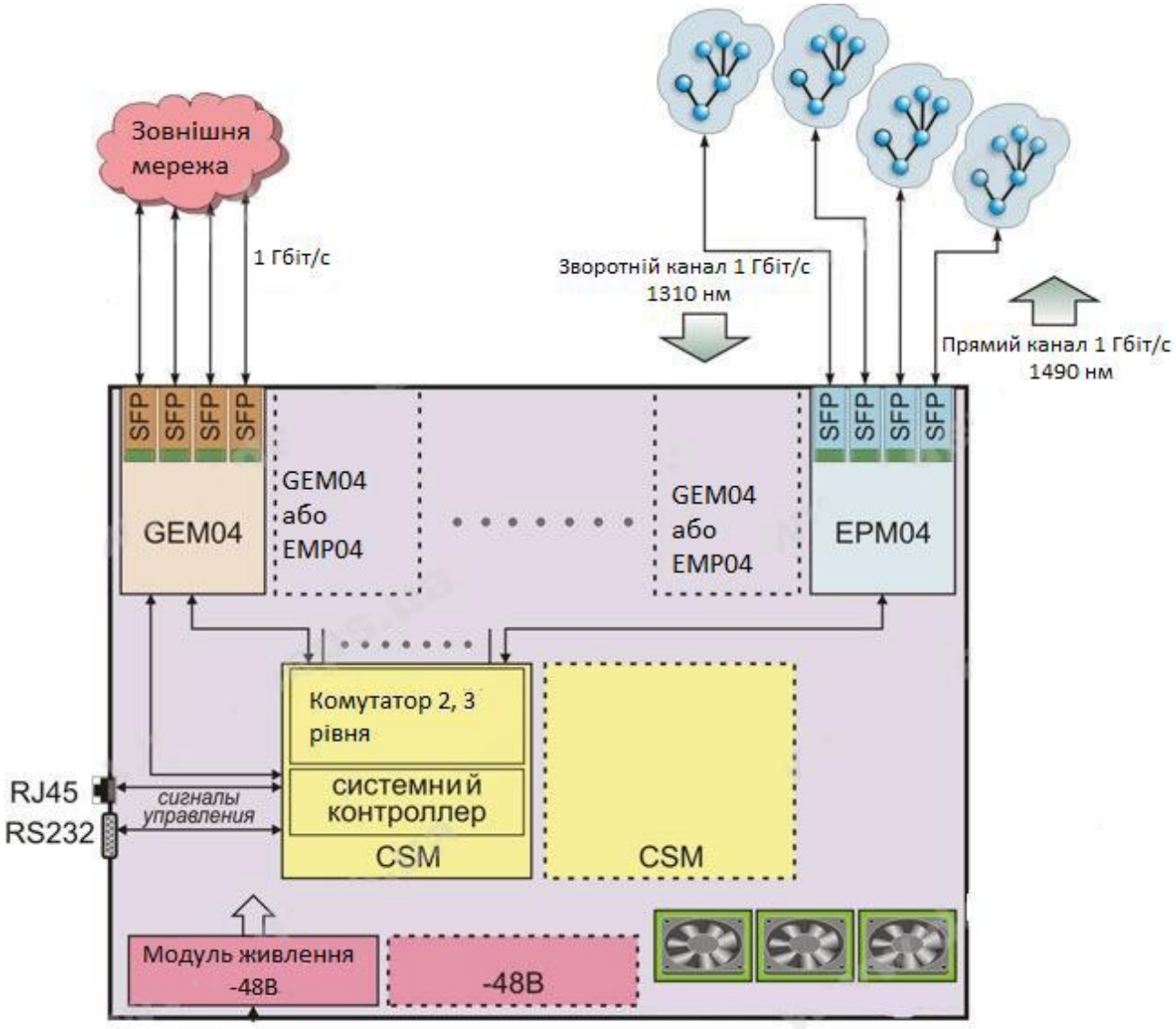


Рисунок 4 – Схема електрична функціональна BBS4000

Системний керувальний пристрій дає змогу оператору з'єднатися з OLT для управління: локально - через RS232-порт (RJ-45), або віддалено - через зовнішню IP-мережу і блок GEM04.

Система керування забезпечує можливість тарифікації трафіку, встановлення класів обслуговування для груп користувачів, динамічне розподілення пропускної здатності (DBA), обмеження вихідної пропускної здатності та інших функцій.

1.5 Кабелі оптичні та муфти для GEPON-мереж

У PON технології використовують одномодові оптичні волокна типу G.652 або G.657A, що є сумісними з нею. Це вимога, яка закріплена у стандарті ITU-T G.983. Оптичні кабелі мають різні конструкції і повинні відповідати великій кількості технічних вимог, оскільки вони прокладаються під землею (наприклад, у каналізації) або над землею (на опорах, між будинками і т. д.), і можуть бути магістральними, розподільчими або абонентськими.

Перш за все, конструкція кабелів визначається умовами і місцем їх прокладки, оскільки на них можуть впливати як природні фактори (наприклад, атаки гризунів у каналізації), так і технічні проблеми (пошкодження кабелю, розтягування, скручування і т. д.). Іншим фактором є кількість необхідних волокон (2, 4, 8, 12). Оптичні кабелі, які прокладаються у каналізаціях, зазвичай мають захисну броню зі сталевої гофрованої стрічки, щоб захистити від гризунів.

Якщо існує ризик потрапляння вологи, то кабель обертають в товсту поліетиленову оболонку, яка має вологозахисний бар'єр. У випадку підвісних оптичних кабелів, важливим фактором є їх стійкість до розтягування, яку можна забезпечити вибором відповідного несучого тросу. Щоб уникнути впливу температури, оптичний кабель виготовляють зі спеціального матеріалу або надають зовнішній оболонці відпов Таким чином, до оптичних кабелів ставляться такі вимоги:

- негорючість;
- гнучкість;
- легкість;
- захист від ударів;
- захист від розтягування, скручування та здавлювання;
- міцність.

Для з'єднання різних ділянок кабелю між собою використовують кабельні сплайс-муфти. Основною метою їх використання є розташування та захист оптичних волокон. Конструктивно, сплайс-муфти включають спеціальні сплайс-касети, в яких розміщуються з'єднання, захищені термоусаджувальними гільзами. Для компактного розміщення запасу волокна, його згинають з допустимим радіусом, який не перевищує 30 мм. Таким чином, сплайс-муфта

запобігає потраплянню вологи всередину та захищає від механічних і кліматичних впливів.

Муфти можуть бути з протилежними входами, де кабельні входи знаходяться з протилежних боків, або з односторонніми входами, де входи знаходяться лише з одного боку. Щодо корпусу, він також може мати два види - плоский або круглий. Вибір одного з типів корпусу залежить від місця та умов установки. Наприклад, плоскі корпуси зручніше кріпити до стін будівель, колодязів або підвалів, де є плоска поверхня. Тупикові муфти використовуються в ситуаціях, коли кабель підводиться з одного боку, наприклад, на освітлювальних стовпах, і закріплюються за допомогою металевих скоб або кронштейнів.

У випадку прохідних муфт, використання їх більш підходить для прокладання кабелю в ґрунті, колодязях або повітрі на несучому тросі. З метою запобігання попаданню вологи, пилу та захисту від перепаду температури та інших тривалих факторів, кабельні муфти надійно герметизуються за допомогою термоусаджувальних трубок. Процес усадки відбувається швидко і забезпечує надійну герметичність, при виконанні всіх етапів роботи належним чином.

Для здійснення усадки використовують спеціальний монтажний фен або, у випадку відсутності електроживлення, паяльник, який працює з відкритим полум'ям. Іншим способом є використання герметичної стрічки. Її намотують на оболонку кабелю в точці його введення в муфту. Потім на вхід накладають гайку для захисту, а м'яка стрічка заповнює весь вільний простір в точці введення, надійно герметизуючи муфту. Таким чином, можна уникнути використання гарячих методів монтажу, проте дуже важливо здійснювати герметизацію обережно й ретельно. Крім того, не рекомендується використовувати герметичні стрічки для муфт, що знаходяться в місцях, де постійно впливає волога.

Рисунок 5 - Вигляд тупикової плоскої муфти

При виборі необхідного типу муфти також необхідно враховувати кількість кабельних вводів (портів) та їх діаметр.

Деякі конструкції допускають введення в один великий порт двох оптичних кабелів невеликих діаметрів з поділом їх при термоусадці металевою кліпсою з термоклейкою вставкою.

1.6 Розгалуджувачі оптичні для GEPON-мереж

Оптичний дівідер (розгалужувач) має застосування в побудові пасивних оптичних мереж (PON) та систем кабельного телебачення (CATV) з метою розподілу оптичних сигналів. За допомогою дівідера, оптичний сигнал, що надходить від одного передавача, може бути розділений і направлений до кількох оптичних приймачів. Кількість цих приймачів залежить від потужності передавача.

Рисунок 6 - Розгалуджувач оптичний

Спліттер відноситься до багатополюсних пристроїв, тобто подається вхідний оптичний сигнал, який потім розділяється на декілька серед його вихідних полюсів.

Основні параметри, що характеризують розподіл потужності в оптичному спліттері, включають коефіцієнт спрямованості, коефіцієнт відгалуження та рівень втрат.

Основні вимоги до цих параметрів спліттера включають:

- Високий коефіцієнт спрямованості, що означає ефективне направлення більшої частини сигналу до бажаних виходів.

- Мінімальні втрати внесення, щоб забезпечити ефективний розподіл сигналу без значного зниження його потужності.

- Мінімальні похибки від встановленого коефіцієнта відгалуження, що означає точність розподілу сигналу згідно з заданим співвідношенням.

- Широкополосність пристрою, що дозволяє ефективно працювати з різними частотами та швидкостями передачі даних.

- Збереження модового складу випромінювання, що важливо для збереження якості сигналу під час його розподілу.

Відповідність цим вимогам дозволяє забезпечити ефективну та надійну роботу оптичного спліттера у системах передачі даних.

Якщо розглядати мережі кабельного телебачення, то тут використовуються два типи розгалужувачів: дільник і відгалужувач.

Дільник можна описати як розгалужувач типу X. Це пасивний оптичний багатополюсник. Оптичний сигнал, що надходить на вхід, розподіляється між його вихідними портами у відповідних пропорціях.

Зазвичай розподіл відбувається рівномірно, але за замовленням можна виготовити пристрої з іншими параметрами. Наприклад, оптичний спліттер 1x2 має співвідношення розгалуження 50/50, але можна створити і з співвідношенням 25/75.

Відгалужувач - це розгалужувач типу Y. При цьому вихідна потужність нерівномірно розподіляється між виходами. Основна частина потужності направляється до головного каналу, а менша частка відхиляється на відгалуження. Відгалужувач є похідним елементом від розгалужувача типу X і виготовляється шляхом скорочення волокна одного з входів.

Для мінімізації відбиття сигналу необхідно правильно оплавити кінець. Використовуючи розгалужувач типу Y, відбувається відгалуження певної частини оптичного потоку.

У кабельних мережах найбільш поширені розгалужувачі з двома виходами.

Існують два методи виготовлення оптичних розгалужувачів: планарний і сплавний.

Планарний метод базується на використанні планарних хвилеводів. Самі хвилеводи виготовляються з шару літію, який росте на монокристалі кремнію. На наступному етапі хвилеводи покриваються відбиваючим покриттям. Кожен з таких хвилеводів розділяє сигнал на дві частини. Для збільшення кількості виходів здійснюється послідовне з'єднання хвилеводів. Це пояснює, чому кількість виходів в планарних спліттерах завжди збільшується вдвічі.

Сплавний метод використовується для виготовлення сплавних оптичних розгалужувачів. Принцип полягає у зварюванні двох безоболонкових оптичних волокон разом за певної температури.

Сплавні розгалужувачі поділяються на дві категорії:

- Рівномірні сплавні розподілювачі: На виході цих пристроїв потужність сигналу розподіляється порівну. Наприклад, якщо сигнал поділяється на два канали, то потужність сигналу на вході буде вдвічі більшою, ніж потужність двох сигналів на виході.

- Нерівномірні сплавні оптичні розподілювачі: У цьому випадку потужність сигналу на виході розподіляється в певних пропорціях одне до

одного. Наприклад, 20/30/30/20. Це досягається шляхом більшого або меншого проникнення одного волокна в інше.

Вартість спліттера, так само як і вартість оптичного кабелю і патч-корда, залежить від його характеристик і виробника.

1.7 Шнури оптичні з'єднувальні для GEPON-мереж

Оптичні роз'єми використовуються для з'єднання та приєднання оптичних волокон до активного чи пасивного обладнання у сфері телекомунікацій. Це проста й надійна конструкція, що забезпечує ефективне стикування оптичних кабелів, включаючи ОПЦ-кабелі, з мінімальними втратами сигналу. На сучасному ринку доступний широкий асортимент роз'ємів, призначених для волоконно-оптичних ліній зв'язку, кожен з яких має свою власну специфіку.

Найпоширенішими типами оптичних конекторів є:

- SC-конектори;
- FC-конектори;
- ST-конектори;
- LC-конектори.

Конектори FC, SC і ST мають стандартні розміри, тоді як конектор типу LC є компактним. Принцип роботи всіх цих конекторів однаковий, але їх відрізняють розміри, метод фіксації та спосіб кріплення до гнізда. Вибір конкретного типу конектора залежить від використовуваного обладнання, поставлених завдань щодо установки лінії зв'язку та необхідної точності.

Коннектор типу LC зазвичай використовується у багатомодових та одномодових мережах. Його наконечник виготовлений із кераміки та має розмір 1,25 мм. Корпус коннектора виготовлений із полімерного матеріалу. Спосіб підключення відомий як "Push-Pull" - це принцип "тягни-штовхай".

Коннектор типу SC має прямокутний перетин і виготовлений на пластиковій основі. Він має засувку, схожу на ту, що використовується у модульних мідних конекторах для кабельних систем. Підключення коннектора типу LC здійснюється за аналогічним принципом.

Незважаючи на різні типи конекторів, вони працюють за однаковим принципом, що забезпечує їх взаємозамінність та використання у різних системах зв'язку.

Також передбачається можливість з'єднання двох LC-конекторів за допомогою полімерного фіксатора, що забезпечує стабільність їх фіксації та герметичне з'єднання з оптичними розетками. Завдяки компактним розмірам таких конекторів забезпечується висока щільність підключення, що особливо важливо для виробників активного мережевого обладнання у системах передачі даних. Одномодові конектори мають синій корпус, тоді як багатомодові - червоний. Конектори також поділяються на симплексні та дуплексні варіанти.

Основна відмінність між симплексними і дуплексними конекторами полягає у формі кліпси, або пластикової частини конектора. У симплексних конекторах кліпса складається з двох частин: одна фіксує конектор в розетці, а друга використовується для виймання конектора, просто натискаючи на неї. Фіксуюча частина кліпси має форму, що повторює канал адаптера, в який вставляється роз'єм.

У розетці конектор утримується за допомогою двох штирів, які забезпечують тісне посадження конектора в розетку. Дуплексні конектори мають засувку, яка практично занурена в розетку. Оскільки немає нічого, на що можна зачепитися, такі конектори поставляються з холдером, який допомагає вийняти конектор з розетки.

Холдер призначений для парного використання конекторів і дозволяє легко витягнути дуплексний конектор з розетки. У випадку симплексних конекторів використання холдера неможливе. Особливості конструкції дуплексних і симплексних конекторів, крім цього, не відрізняються. Вартість обох типів конекторів зазвичай приблизно однакова.

Рисунок 7 - Патч-корд SC/PC - SC/PC з волокнами, що мають малі втрати на вигинах

Рисунок 8 – Патч-корд комбінований FC/PC - SC/APC

Рисунок 9 - Патч-корд SC/PC-SC/PC

1.8 Розрахунок згасання ділянці траси

У першу чергу ОР характеризується центральною довжиною хвилі (Central wavelength), як номінальної, на якій він буде працювати. Як центральну вибирають довжину хвилі 1310 нм або 1550 нм (в одновіконних розгалужувачах) або обидві ці довжини хвилі (в двохвіконному ОР).

Біля центральної довжини хвилі визначається робочий діапазон довжин хвиль (Operating wavelength range), в межах якого передавальні параметри будуть відповідати нормативним значенням. Ширина діапазону довжин хвиль характеризує якість технології їх виробництва. Зазвичай серйозні виробники визначають для своїх ОР діапазон не менше ± 40 нм від центральної довжини хвилі.

Нагадаємо, що зазвичай в системах однонаправленої передачі (мовлення) використовуються одновіконні ОР з однією центральною довжиною хвилі 1310 нм або 1550 нм. При двобічній системі зв'язку, як правило, використовуються двохвіконні розгалужувачі (1310 і 1550 нм). Такі ж конструкції використовуються в мережах PON. При цьому потрібно враховувати, що довжина хвилі 1490 нм може мати дещо відмінні параметри, ніж зазначені для центральної довжини хвилі 1550 нм.

Найважливішим параметром, що характеризує передавальні властивості ОР, є внесені втрати (Insertion loss), що показують, наскільки загасає сигнал, проходячи з вхідного порту 1 у вихідні 2 і 3.

Зрозуміло, що при ідеальному розподілі потужності 1:2 і відсутності втрат в самому розгалужувачі, обидва параметри IL1-2 і IL1-3 будуть рівні і складуть 3 дБ. Реально ж, кілька десятих дБ «з'їдять» втрати в місці розгалуження. Потрібно також враховувати, що в направлених ОР потужність між вихідними портами буде ділитися не рівномірно, а визначатися певним коефіцієнтом ділення (Splitting ratio), який показує процентний поділ потужності між вихідними портами:

Більшість виробників має лінійки розгалужувачів зі стандартним рядом з кроком 10%, а іноді і 5%. Часто вказують навіть крок 1%, проте реальна похибка коефіцієнта ділення таких пристроїв зазвичай досить велика.

Для симетричних розгалужувачів такий розкид значень внесених втрат для різних вихідних портів 2 і 3 характеризується параметром нерівномірність втрат (Uniformity):

Нерівномірність особливо характерна для сплавних конструкцій, що пов'язано з недосконалістю самого методу їх виробництва. У кожному разі,

бажано, щоб розкид втрат на вихідних портах не перевищував 0,8 дБ. Загальні втрати потужності при передачі від вхідного порту до вихідних визначаються надлишковими втратами (Excess loss).

Такий параметр характеризує технологію сплавлення і зазвичай не перевищує 0,1 ÷ 0,2 дБ.

При введенні оптичної потужності в порт 1 її частина може відбитися від місця переходу і піти у зворотному напрямку, погіршуючи якість передачі. Коефіцієнт спрямованості (Directivity) якраз і показує, на скільки загасає сигнал, відбиваючись і поступаючи в сусідній вхідний порт 4.

Але відображена потужність може повернутися і в той же вхідний порт 1. Тоді відношення переданої та відбитої потужностей визначатимуть оптичні втрати на відбиття (Optical Return Loss).

Слід зауважити, що в різних статтях цей параметр називають по-різному (зворотні втрати, поворотні втрати, коефіцієнт відбиття, втрати на неузгодженість таке.інше.), але суть залишається тією ж.

Природно, чим більша абсолютна величина коефіцієнта спрямованості і втрат на відбиття, тим краще технологічно виконаний розгалужувач. Останнім часом більшість виробників досить успішно справляються з придушенням відбитого сигналу: обидва параметри мають прийнятну величину - не менше 50-55 дБ.

У зв'язку з тим, що хвилеводи в конструкції ОР не є ідеально круглими, загасання прохідного випромінювання буде залежати від стану його поляризації. Поляризаційно-залежні втрати (Polarization Dependent Loss) визначаються як різниця між максимальним і мінімальним значенням внесених втрат при різних поворотах площини поляризації випромінювання:

Багато виробників ділять розгалужувачі за рівнем параметрів передачі на два класи: 1 і 2 (або А і Б). Як приклад в таблиці 1 наводяться типові значення таких параметрів для ОР цих класів, а також вимоги базового нормативного документа для симетричного двохвіконного розгалужувача 1х2.

$$N_{1/4}=S_{вх}-R_{1/4} \qquad (1)$$

де $S_{вх}$ – рівень вхідного сигналу;

$R_{1/4}$ – відсоток згасань на дільнику;

$$N_{1/4}=7-7,4=-0,4 \text{ dB}$$

$$N_{1/16}=S_{вх(1/4)}-R_{1/16}, \quad (2)$$

де $S_{вх(1/4)}$ – Вхідний сигнал з поділювача 1/4 ;

$R_{1/16}$ – відсоток згасань на дільникую.

$$N_{1/4}=-0,4-13,9=-14,3dB$$

В даній схемі дипломного проекта використовуються рівно пропорційні поділювачи, тому на будь якому з кінців буде однаковий сигнал.

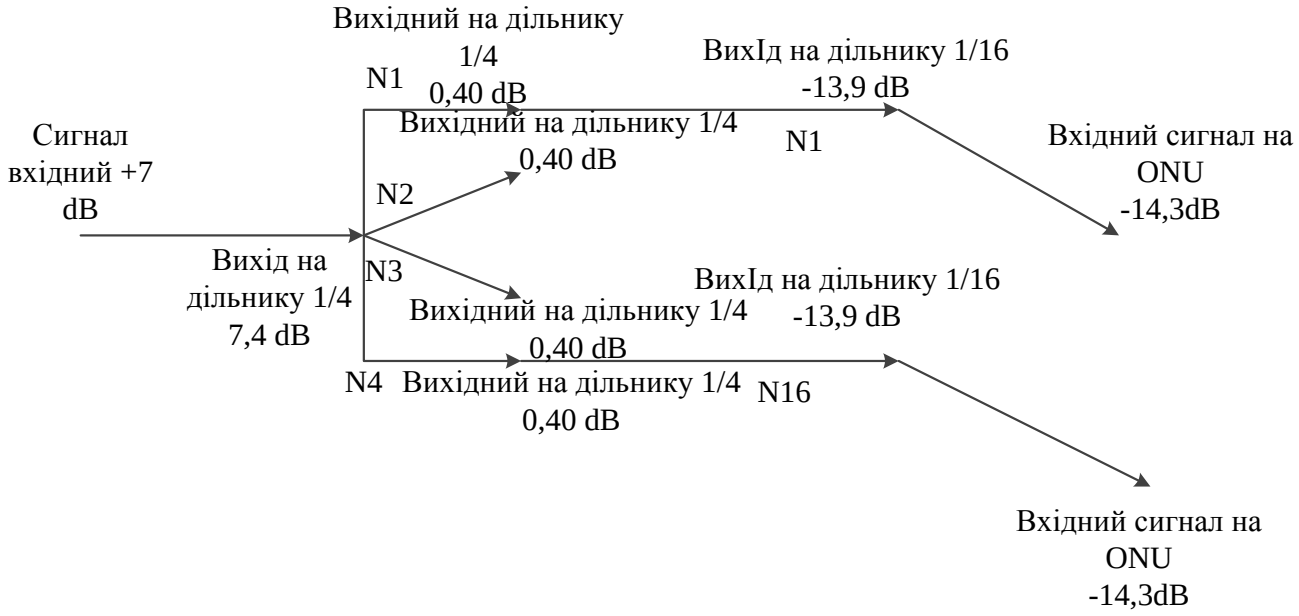


Рисунок 10 – Показники рівня сигналу на стенді GEPON

1.9 Розробка структурної схеми організації мережі на базі оптичних ліній звязку

Аудиторія 512 призначена для проведення практичних і лабораторних робіт з систем передачі даних і комп’ютерних мереж.

На сьогоднішній день в аудиторії розміщено 6 комп’ютерів, з них 4, марки Grand (один з них комп’ютер викладача) та 2, марки Logic Power.

Також в аудиторії 512 знаходиться точка доступу типу TP-Link TL-WA801ND.

Підключення комп’ютерів до локальної мережі організовується за допомогою комутатора типу D-Link DES-1018DG.

Після виконання теми дипломного проекту відбудиться модернізація мережи яка доповниться монтажною схемою, та підключення до основного вузла мережи кабінет реалізації.

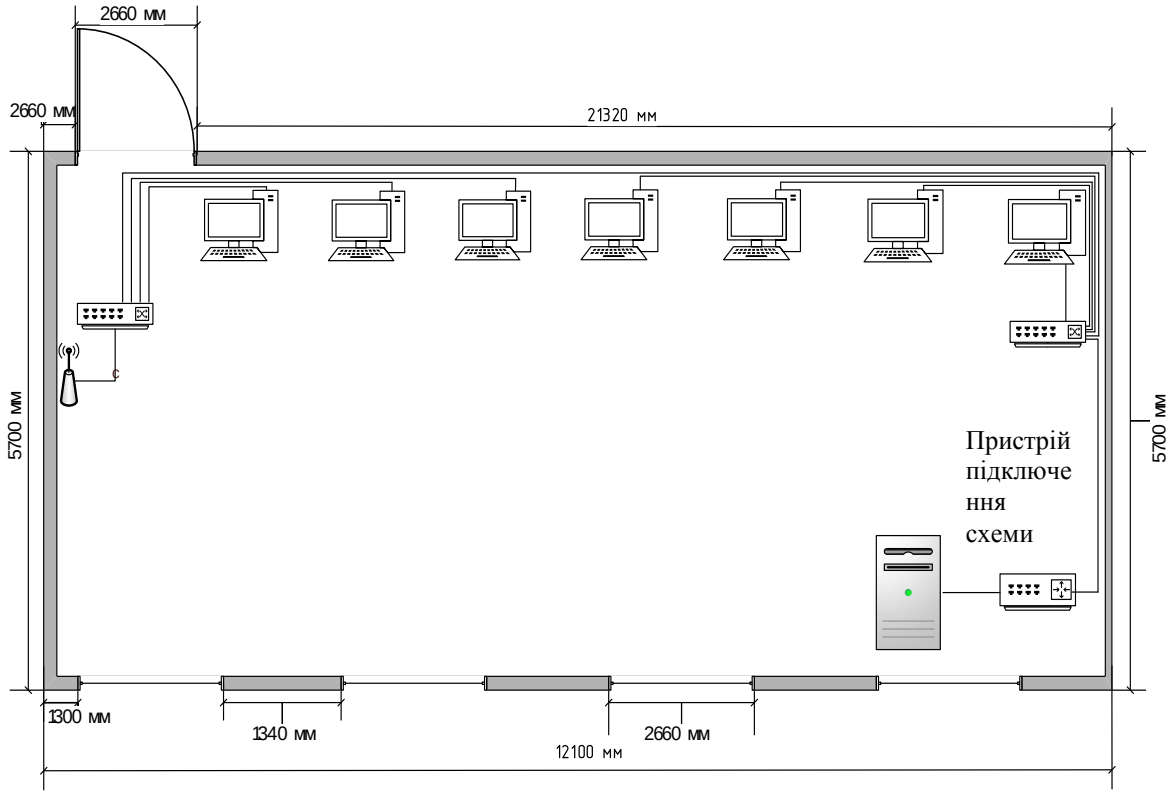


Рисунок 11 – Схема структурна комп'ютерної мережі кабінета реалізації

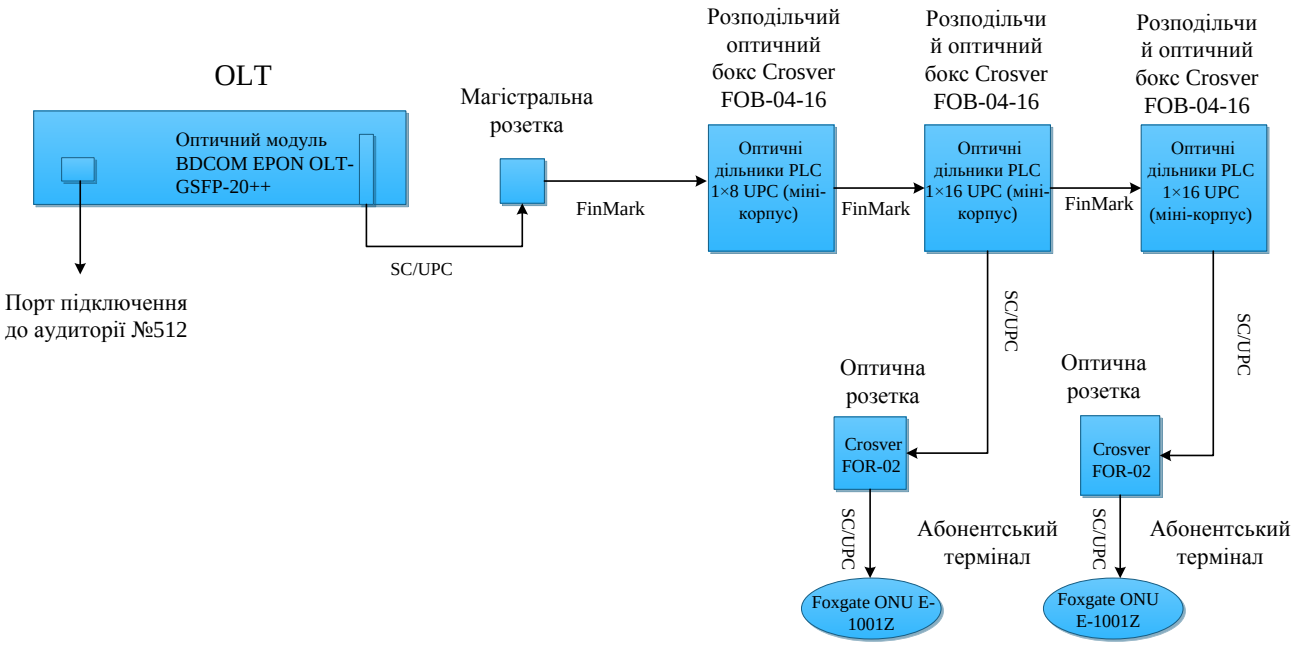


Рисунок 12 - Схема структурна на базі GEPON OLT

Принцип роботи схеми GEPON

Передача даних з оптичної лінії до станційного терміналу OLT відбувається за допомогою світла з довжиною хвилі 1550 нм і швидкістю 2,5 Гбіт/с. Прийом даних відбувається на довжині хвилі 1310 нм зі швидкістю 1,25 Гбіт/с. Ця асиметрія швидкостей потоку дозволяє ефективно використовувати одне волокно за допомогою технології WDM, забезпечуючи передачу даних в різних напрямках.

У цій схемі використовується активне обладнання, таке як станційний термінал OLT. Він має порти GEPON для підключення до оптичного волокна та порти Gigabit Ethernet або 10 Gigabit Ethernet для підключення до транспортної IP мережі. Також присутні абонентські термінали ONT, які можуть бути призначені для одного користувача або групи користувачів. ONT має різні типи портів, такі як Ethernet, POTS, RF TV або xDSL, POTS, E1, RF TV, що забезпечують різноманітні можливості підключення для користувачів або організацій.

Між OLT та ONT встановлюється повністю пасивна оптична розподільча мережа. Ця мережа складається зі сплітерів, які мають коефіцієнт розділення від 1:2 до 1:64. Сплітери можуть бути розташовані централізовано або розподілено, і вони дозволяють поділити сигнал на кілька шляхів для підключення різних абонентів.

1.9.1 Характиристики активного обладнення.

Таблиця 3 – Характиристики OLT

Основні характеристики:	Специфікація портів PON:
4 PON порта 1000BASE-PX	Дистанція передачі до 20KM

4 RJ45 1000BASE-T	Швидкість PON порта Symmetrical 1.25Gbps
4 RJ45 1000BASE-T	Довжина хвилі 1550nm TX,1310nm RX
Порти управління 1*10/100/1000M MGMT, 1 CONSOLE RJ-45	Тип патчкорда SC/PC
Підтримка 256 ONU	Тип волокна 9/125 мкm SMF
Управління WEB, SNMP, Telnet, CLI	TX потужності передатчика +2.5~+7dBm
Два блока питаня 220VAC	Rx чутливість -27dBm
	Насиченість оптичной потужності +7dBm
	Типи управління SNMP, Telnet, CLI management mode.
	Функції управління Fan Group Detecting

Таблиця 4 - Характеристики ONU

Параметри	Специфікація	Пояснення
Интерфейс	PON Port	1 GEPON optical interface Meet 1000BASE-PX20+ standard Symmetric 1.25Gbps upstream/downstream SC коефіцієнт поділювача : 1:64 Дальність звязку 20KM

	Ethernet Port(LAN)	1*GE Auto-negotiation RJ45 ports Full Duplex / Half-Duplex RJ45, Auto-MDI/MDI-X Дальність передачі до 100м
	Живлення	12V постійного струму
Управління	Управління	Підтримка IEEE802.3 QAM, ONU управління відаленого з OLT Веб интерфейс
	Функції управління	Статус, налаштування управління ,відправка тривог .
Оточуюча середа	Корпус	Пластик
	джерело живлення	Зовнішній 12V 0.5A AC/DC Споживаюча потужність : <3W
	Розміри	130mm(Д) x102mm(Ш) x30mm (В) 0.1kg
	Умови експлуатація зберігання	Експлуатація：0～50℃ Зберігання ：-40～85℃ Вологість：10%～90%(без конденсації)

Частина індивідуальна

2.1 Монтаж оптичних ліній звязку та підключення апаратного забезпечення

Як зазначалося вище, станційний (або лінійний в деяких випадках) ОК подається безпосередньо в лінійно-апаратний зал до кінцевих оптичних пристроїв (або оптичного кросу). Оптичне кросове обладнання призначене для з'єднання методом зварювання багатоволоконного станційного (або лінійного) ОК з одноволоконними станційними шнурами, які армовані рознімними оптичними з'єднувачами з одного боку.

Використання кросового обладнання полегшує підключення ОК до апаратури ВОСП, а також забезпечує контроль оптичних характеристик ОК під час експлуатації ВОЛП.

Більшість видів кросового обладнання може бути розподілене на дві основні групи:

1. традиційна конструкція, яка не призначена для зміни конфігурації з'єднань ОВ в процесі експлуатації ВОСП;

2. з доступом до окремих ОВ (дозволяє часто змінювати конфігурацію з'єднань під час експлуатації ВОСП).

Сучасне кросове обладнання в основному випускається у вигляді окремих блоків, шаф або стояків та використовується здебільшого у середині приміщень вузлів зв'язку, або разом з обладнанням ВОСП у середині контейнерів НРП, які розміщені безпосередньо в ґрунті.

Блочне та стоякове кросове обладнання використовується на великих вузлах зв'язку або при кінцевому розділенні ОК великої ємності, аж до 96 ОВ.

Шафове кросове обладнання виконується у вигляді малогабаритних шаф або коробок, які підвішують на стіни, мають закривальну арматуру тапризначені для невеликих вузлів зв'язку або офісів.

Різновид кабеля.

Існують три типи оптичних волокон (хоча деякі автори вважають, що є всього два типи), які відрізняються своїми фізичними властивостями та геометричними розмірами, одномодові та багатомодові зі ступінчастим та градієнтни мпрофілями показників заломлення. Зовнішній діаметр оболонки оптично говолокна типу «кварц/кварц» однаковий для всіх типів волокон і складає 125

мкм або більше. Діаметр осердя волокна 50 або 62,5 мкм для багатомодових ОВ та 7,8…9,5 мкм для одномодових.

Процес підготовки ОВ до з’єднання містить у собі операції зняття первинного захисно-зміцнювального покриття волокна і сколювання для отримання добре обробленої поверхні торців волокна, а також обтирання зачищених кінців м'яким матеріалом, просоченим розчинником (спиртом).

На даний час в ОК, які випускаються промисловістю, часто використовуються ОВ з епоксиакрилатним первинним захисно-зміцнювальним покриттям. Таке покриття може бути вилучене або механічним, або хімічним способом. Для видалення епоксиакрилатного покриття механічним способом використовується інструмент, основним робочим елементом якого служат сталеві леза товщиною 0,3 мм. Захисне покриття бажано видаляти за один прохід. При цьому ушкодження поверхні світловоду повинно бути мінімальним. Необхідно ретельно підібрати зусилля зачищення, що вимагає придбання навичок і постійного тренування.

Механічний спосіб видалення покриття зменшує міцність зварювального з'єднання приблизно на 10 %.

Надрізання покриття і наступне його зтягування викликають на поверхні ОВ мініатюрні ушкодження внаслідок фрикційних сил, які створюються за рахунок ковзання ножа (леза) і покриття, що здирається, по поверхні скла. Зачищене ОВ закріплюють у затискачах зварювального апарата, що також ушкоджує його поверхню. Електронні пристрої відколу ОВ. Стабільно високу якість сколів ОВ при мінімальних вимогах до кваліфікації персоналу отримують при використанні автоматичних пристроїв - електронних сколювачів.

Волокно з вилученим покриттям фіксується в інструменті. Під дією електроннокерованого двигуна різець вібрує з низькою частотою і зростаючою амплітудою, наближаючись до волокна, що натягується синхронно з частотою вібрації різця.

При нанесенні різцем насічки на поверхні волокна під дією розтягувальних зусиль ОВ обламується. Електронні сколювачі можуть бути використані як при монтажі, так і при підготовці до вимірів багато- і одномодових волокон кабелів.

Відкол одномодових ОВ рекомендується виконувати тільки за допомогою електронних сколювачів.

Прокладання кабеля в грунт.

Як правило, при прокладанні оптичного кабелю безпосередньо в ґрунт

можуть застосовуватися звичайні методи прокладання кабелів у ґрунті, у тому числі за допомогою кабелеукладача або у відкриту траншею, наприклад, траншеєкопачем або крабом. Зазвичай буває цілком достатньо використовувати ті ж глибини прокладання, що і для електричних кабелів зв'язку, проте інтенсивність трафіка зв'язку або будь-які міркування безпеки можуть вимагати прокладання кабелю на більшій глибині. При прокладанні кабелю в траншеї може виникнути необхідність конкретно розглянути питання про матеріали і засоби засипання, щоб під час виконання цієї операції не були пер вищені граничні значення зусиль, що впливають на волокно.

Оптичний кабель кабелеукладачем прокладають в ґрунтах усіх категорій (крім підданих мерзлотним деформаціям), у воді при перетинанні неглибоких боліт, несудохідних і несплавних річках зі спокійним плином (з обов'язковим заглибленням).

Способи прокладання ОК через болота і водяні перешкоди повинні визначатися окремими проектними рішеннями. Можливі два засоби прокладання ОК у ґрунт: механічний або ручний у раніше відриту траншею чи безтраншейний, за допомогою ножових кабеле-31 укладачів. Крім того, ОК може прокладатися з застосуванням захисного трубо-проводу. При цьому розрізняють різні способи прокладання. Наприклад, спо- чатку в ґрунт укладається захисний трубопровід (поліетиленова труба з зов-нішнім діаметром від 34 до 50 мм), а потім у нього затягується ОК, або укла-дається в ґрунт захисний трубопровід з заздалегідь закладеним у нього ОК .

Як правило, траншейний спосіб прокладання ОК збільшує трудомісткість робіт в 1,2…1,3 разів порівняно з безтраншейним способом. Траншеї розробляються тільки на дільницях, де використання кабелеукладача неможливе чи економічно недоцільне у зв'язку з обмеженим обсягом робіт. Трасов прокладання кабелів зв'язку є складним процесом у технічному й організаційному плані. Цей процес ще більш ускладнюється для ОК, які мають великі будівельні довжини. Він вимагає від лінійного персоналу ретельного вивчення місцевості й умов траси, чіткої й продуманої підготовчої роботи, технологічно обґрунтованого проекту виробництва робіт й суворої виконавчої дисципліни. Особлива увага приділяється вибору траси, методам й способа прокладання ОК на кожній ділянці траси. Для забезпечення безпеки прокладання і мінімальної ймовірності його заміни в майбутньому, необхідно врахувати такі фактори, як топологічна карта місцевості, типи ґрунтів, можливість доступу до кабелю за будь-яких погодних умов, простота виконання можливого ремонту, віддалення траси кабелю від підземних комутацій.

Технологія прокладання ОК у кабельній каналізації.

Прокладання кабелю проводять за допомогою лебідки з обмежувачем тяжіння, обертаючи її рівномірно без ривків. З протилежного боку кабель розмотують з барабана вручну. Розмотування барабана тяжінням кабелю недопустиме.

Під час прокладання ОК необхідно стежити за проходженням кабелю через кутові колодязі. Кабель повинен проходити по центру 73 поворотного колеса і фіксуватися притискними роликами. Середня швидкість прокладання кабелю складає 5...7 м/хв. Якщо через складність рельєфу траси тягове зусилля лебідки перевищує допустиме значення, в транзитних колодязях проводять підтягування ОК із зусиллям не більше 600...700 Н. Підтяжка може здійснюватися вручну в проміжних колодязях. При цьому робочі, що виконують підтягування, повинні бути заздалегідь підготовлені і мати навики за визначенням для себе допустимого зусилля. При підтягуванні кабелю не можна упиратися ногами в стінки колодязя або його арматуру.

Не можна також допускати перегинів кабелю в руках. Необхідно стежити, щоб не утворилася петля і кабель рівномірно затягувався у протилежний канал. Для забезпечення синхронності підтягування ОК необхідний службовий радіозв'язок для подачі команд.

Якщо з міркувань обмеження навантаження неможливо виконати прокладання великих будівельних довжин волоконно-оптичного кабелю при розташуванні пристрою, що тягне, тільки на одному кінці, то потрібно застосувати метод розділення поздовжнього навантаження. У залежності від умов, прокладання можна виконати або статичними, або динамічними методами.

Самий елементарний статичний метод відомий як «метод вісімки». У цьому випадку необхідно, щоб барабан з кабелем був розташований у проміжному пункті, а кабель змотувався з барабана в одному напрямку даного маршруту за допомогою звичайного методу протягування з одного кінця. Після цього кабель, що залишився, знімається з барабана й укладається на землі у виді вісімки. Потім лебідка переміщається на інший кінець секції і прокладання цього кабелю виконується за допомогою розглянутого методу протягування з одного кінця. Цей метод вимагає наявності необхідного місця для розміщення кабелю, що укладається вісімкою.

Складнішим є метод розподілу динамічного навантаження; він вимагає і більшого обсягу устаткування, і його установки. Проте його перевагою є можливість прокладання кабелю в одному напрямі безпосередньо з барабана. У

цьому випадку на проміжних пунктах використовуються спеціальні кабельні лебідки, а максимальне навантаження, що діє на кабель, залежить від відстані між цими проміжними пунктами. Необхідно враховувати той факт, що при використанні проміжних лебідок всі зусилля, що діють при прокладанні, переходять на оболонку кабелю; при цьому слід враховувати конструкцію конкретного кабелю, що прокладається за допомогою цього методу. Системи проміжних або розподілених лебідок вимагають доброго узгодження, 74 синхронізації і зв'язку між проміжними пунктами в процесі проведення робіт.

Проміжні лебідки типу кабестана можуть викликати додатково перекручування кабелю.

Після закінчення прокладання кабелю його кінець біля наконечника (панчохи) обрізають і герметизують поліетиленовим ковпачком. Оптичні кабелі викладають за формою транзитних колодязів, укладають їх на консолі відповідного ряду в найближчих до кронштейна кріпленнях (бажано на перше консольне місце) і закріплюють перев'язкою. Кабель, що викладається, не повинен перехрещуватися з іншими кабелями, що йдуть в тому ж ряду, і затуляти собою отвори каналів.

Запас кабелю, що залишається в колодязі для монтажу муфти, згортають кільцями діаметром 1000...1200 мм, прикладають до стіни і прикріплюють до кронштейнів. При подальшому монтажі муфти в монтажно-вимірювальній машині запас кабелю після викладення складає 8 м, а при монтажі муфти в колодязі (залежно від типу колодязя) – 3...5 м. Після викладення кабелю знімають всі протиугони, напрямні воронки, інші пристрої і встановлюють їх на наступній ділянці траси. Потім проводять контрольні вимірювання загасання ОВ, яке повинно бути в межах встановленої кілометричної норми. Після перевірки прокладеної довжини кабелю поліетиленові ковпачки на його донцах повинні бути відновлені.

2.2 Налаштування мережевого обладнення

Налаштування відбувається через програму Putty

Putty - вільно розповсюджуваний клієнт для протоколів SSH, Telnet, rlogin і чистого TCP. Спочатку розроблявся для Windows, проте пізніше був портований на різні операційні системи. Наявні офіційні порти для UNIX`оподібних платформ. Порти для класичної Mac OS й для Mac OS X знаходяться в стадії розробки. Існують неофіційні порти на інші платформи,

зокрема для мобільних телефонів під управлінням Symbian OS та Windows Mobile. Програма випускається під ліцензією MIT License.

Заходимо на саму програму вибираємо serial, і потрібно дізнатися serial line свого ПК, коли ви все виконали натисніть Open.

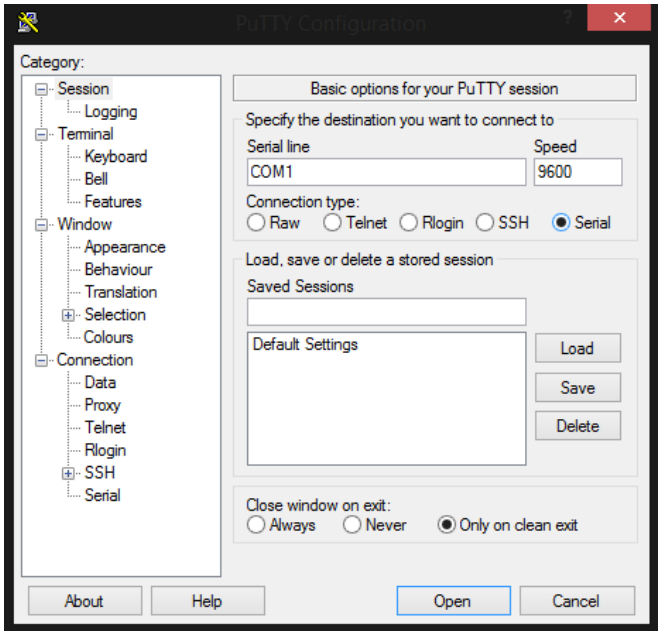


Рисунок 13- Вікно входуд в програму Putty

Проходимо авторизацію на OLT де по стандарту логін – admin, пароль – admin

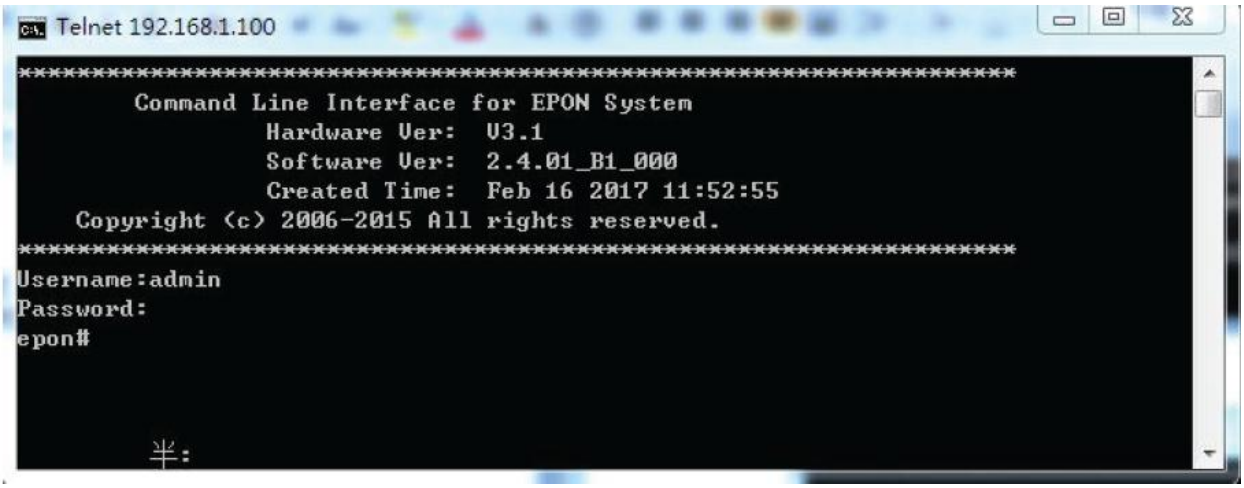


Рисунок 14 - Вікно налаштування паролю

Перевіряєм IP-адресу який отримує OLT, якщо у нас є дозвіл до мережі інтернет, переходимо до наступного етапу.

Рисунок 15 – перевірка на правильність IP адреси OLT

Відбувається регістрація ONU, так як унас ONU сумісні з OLT тому він їх виділяє в налаштуваннях.

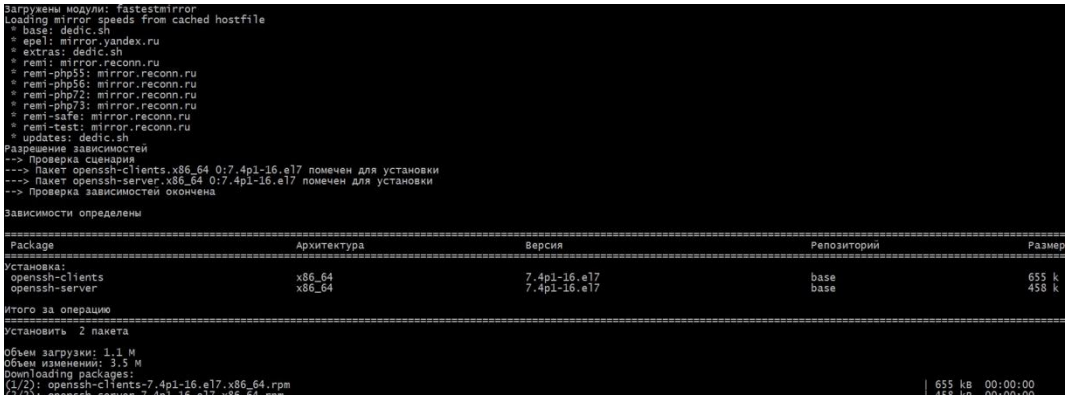


Рисунок 16 – підтвердження реїстрування ONU в локальній мережі

За тим як відбулось внутрішнє налаштування обладнення, давайте розберемо як відбувається зовнішнє:

Рисунок 17 – зображення OLT

OLT це активне обладнення яке в свойом роді підсилює сигнал на виликі відстані і який роздає IP адреси на приймальне обладнення.

В OLT є порти вхідні як вітой пари так і оптоволокна на вихід працює лише один порт в якому унас встановлено так званий SFP – модуль який відіграє в свою чергу дуже важливу роль, він допомогає OLT дати початковий рівень сигналу, в дипломному проекті використовується SFP – з рівнем сигналу в +7 dB.

Потім сигнал проходить через пасивне обладнення і за допомогою поділювачів втрачає сигнал як наведено в пункті 1.8.

Рисунок 18 – активне обладнення ONU

Сигнал доходить до активного обладнення ONU, для роботи нормальним сигналом рахується от -27 до -30 тому і потрібні поділювачі сигналу для нормальної і безперебійної роботи мережи інтернет.

Якщо все відповідає хариктиристикам активного обладнення ONU виконує свою головно роботу, перетворює світловий сигнал в електроний загорається індекація і ми можим спостирігати доступ до мережі інтернет.

3 Охорона праці та навколишнього середовища

3.1 Аналіз умов праці на робочому місці

Працівник, який відповідає за правильну роботу комп’ютерних мереж, повинен слідкувати за її роботою через головний комп’ютер (сервер), який знаходиться в окремому приміщенні – серверній. Організація робочого місця передбачає правильне розташування робочого місця у виробничому приміщенні, вибір виробничих меблів, раціональне компонування комп'ютерного обладнання на робочому місці, урахування характеру та особливостей трудової діяльності.

Конструкція робочого місця користувача комп’ютера забезпечує підтримання оптимального робочого положення з такими ергономічними характеристиками: ступні ніг - на підлозі або на підставці для ніг; стегна - в горизонтальній площині; передпліччя - вертикально; лікті - під кутом 70 - 90^0 до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20^0 відносно горизонтальної площини; нахил голови - 15-20^0 відносно вертикальної площини.

Розташування екрану комп’ютера забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом 30^0 від лінії зору працівника.

Приміщення обладнане системою опалення для підтримки температури повітря не нижче встановленої. Застосовують кондиціювання на робочому місці, а також природне провітрювання.

Приміщення для обслуговування, ремонту і налаштування ПК має природне і штучне освітлення.

Електромагнітні випромінювання монітору відповідають нормам.

На робочому місці присутня незначна вібрація, яку уникають за рахунок віброізоляції.

Спеціальною частиною даного дипломного проекту є організація локальної мережі за допомогою комп’ютера. Комп’ютери знаходиться в кімнаті площею 69 метрів квадратних, для якої й пропонується виконати розрахунки штучного освітлення. Ширина кімнати становить 12 метрів, а довжина 6 метрів. Висота кімнати становить 4 метра. Використовується як природне, так і штучне освітлення. При розрахунках штучного освітлення слід також враховувати той фактор, що робоче місце розташоване безпосередньо біля стіни.

З пожежної безпеки приміщення відноситься до класу В, клас пожежі Е (пожежі, пов'язані з горінням електроустановок).

До небезпечних факторів в приміщенні належать:

– ураження електричним струмом;

– виникнення пожежі в приміщенні.

До шкідливих факторів належать:

– шкідливе випаровування при пайці;

– електромагнітне випромінювання.

3.2 Положення з електробезпеки

При роботі з ПК застосовують апарати та обладнання, в яких використовується електроенергія, тому питання електробезпеки є актуальним. При експлуатації обладнання потрібно дотримуватися вимог і правил "Правила охорони обчислювальних машин", "Правила техніки і безпеки при експлуатації електроустановок".

При недотриманні вимог, що зазначенні вище призводять до наступних електротравм:

- специфічне ураження тканини це-опіки, електричні знаки;

- металізація шкіри це – частки розплавленого металу;

- електрофтальмія це - запалення зовнішніх оболонок очей під дією ультрафіолетових променів електричної дуги;

- механічні ушкодження це – розірвання шкіри, вивихи, переломи тощо, викликані мимовільним скороченням м'язів.

При дії на людину електричного струму виникає електричний удар, який розрізняють на 4-ри ступені:

– ступінь 1 – судорожне скорочення м'язів без утрати свідомості;

– ступінь 2 – судорожне скорочення м'язів з утратою свідомості, але зберігається дихання і робота серця;

– ступінь 3 – втрата свідомості; порушення дихання або роботи серця;

– ступінь 4 – клінічна смерть.

Потрібно завжди пам'ятати, що однією з особливостей електричного струму є те, що частини устаткування найчастіше нерухомі, і людина думає , що воно не принесе ніякої шкоди тому, що нерухоме устаткування не мають високої температури, видимого випромінення, тому аналізатори не фіксують небезпеку, що насправді існує.

Для того, щоб зменшити кількість виникнення несчасних випадків уражених електричним струмом потрібно провести основні заходи:

– застосування малих напруг і електричний поділ мереж;

– варто застосовувати до 42 В; у приміщеннях з підвищеною небезпекою - 36В; в особливо небезпечних -12В.

Потрібно завжди пам’ятати, що небезпечного електроструму не існує, навіть при ураженні 12 В, якщо напруга діє на безпосередньо важливі нервові вузли, керування якими в організмі людини здійснюється електричними сигналами дуже малих напруг.

При порушенні ізоляційного дроту може призвести до летальних випадків, тому контроль ізоляції є необхідним заходом, що попереджує небезпеку ураження електричним струмом.

Усі електроприлади які знаходяться в приміщенні повинні бути заземленні за допомогою нульового захисного провідника. Використання нульового робочого як нульового захисного провідника забороняється. Усі електроприймачі які використовуються в приміщенні, повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з’єднань і електророзеток заводського виготовлення.

При здійснені трудової діяльності в приміщенні виникає також електростатичне поле, воно виникає за рахунок тертя: килими, лінолеум, лаковані покриття, одяг із синтетичної тканини, взуття. Також джерелом електростатичного поля є відео термінали.

Напруженість електростатистичного поля залежно від типу ВДТ коливається від 8 до75 кВ/м. Для досягнення зниження електрики та її небезпечних проявів здійснюються такі заходи:

– застосуванням електропровідності поверхні шляхом підтримки у приміщенні з ВДТ відносної вологості на рівні 40-60 %;

– застосуванням іонізації повітря нейтралізаторами статистичної електрики;

– застосуванням у приміщенні з ВДТ підлоги з анти статистичними лінолеумом і проведенням вологого прибирання;

– періодично при вимкненому комп’ютері протирати ледве змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою пил з поверхонь апаратури.

За даними ВООЗ, експериментальне дослідження впливу рентгенівського випромінювання на користувача ВДТ показало, що рівні опромінення виявилися нижче від доступних значень.

3.3 Безпека пожежна в приміщенні

Пожежа - неконтрольований процес горіння, який супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей.

Пожежна безпека - стан об’єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону «Про пожежну безпеку». Небезпечними факторами пожежі і вибуху, які можуть призвести до травми, отруєння, загибелі або матеріальних збитків є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, низький вміст кисню, обвалення будинків і споруд.

Протипожежна профілактика - це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на попередження пожеж, локалізацію їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

Забезпечення пожежної безпеки навчальних закладів покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб.

Правила протипожежної безпеки під час роботи на комп’ютері:

– при появі запаху гару терміново припинити роботу, відключити апаратуру;

– повідомити викладача або лаборанта;

– усунути причину пошкодження.

В разі виникнення пожежі припинити подачу напруги та вжити заходи щодо:

– евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі з використанням первинних засобів пожежогасіння та на збереження матеріальних цінностей;

– дозволяється гасити лише порошковими або вуглекислотними вогнегасниками, але в жодному випадку не пінними;

– повідомити пожежну охорону за телефоном 101, при цьому необхідно назвати адресу місця пожежі, а також повідомити своє прізвище;

– при ураженні людини електричним струмом необхідно негайно припинити дію струму на організм людини і викликати швидку медичну допомогу (телефоном 103);

– у випадку знепритомніння людини необхідно надати першу медичну допомогу потерпілому – приступити до здійснення закритого масажу серця та штучного дихання до прибуття лікаря.

Основні вимоги пожежної безпеки до навчальних та наукових закладів:

– в навчальних класах та кабінетах слід розміщувати лише необхідні для забезпечення навчально-виховного процесу (навчальних та позаурочних занять) меблі, прилади, моделі, речі, приладдя тощо, які повинні зберігатися у шафах, на стелажах або на стаціонарно встановлених стояках;

– після закінчення занять усі пожежо-вибухо небезпечні речовини та матеріали повинні бути прибрані з навчальних класів, кабінетів, майстерень у спеціально виділені і обладнані приміщення;

– кількість парт (столів) у навчальних класах та кабінетах не повинна перевищувати граничну нормативну наповнюваність класних груп, встановлену Міністерством освіти України, а також показників, установлених чинними нормами проектування навчальних закладів;

– з складу учнів та вихованців шкіл, шкіл-інтернатів повинні створюватися ДЮП;

– у багатоповерхових будівлях шкіл, шкіл-інтернатів класи дітей молодшого віку слід розміщувати на нижчих поверхах з урахуванням вимог будівельних норм;

– у навчальних закладах забороняється використання побутових електрокип’ятильників, прасок та інших електронагрівальних пристроїв за межами спеціально відведених і обладнаних приміщень. Не дозволяється розміщення в будівлях діючих шкіл вибухо-пожежо небезпечних, пожежо-небезпечних приміщень та складів, у тому числі на основі оренди;

– співробітники навчальних закладів та наукових установ зобов’язані знати пожежну небезпеку застосовуваних хімічних речовин і матеріалів, засоби їх гасіння та дотримуватися заходів без-і пеки під час роботи з ними. У лабораторіях, де застосовуються ЛЗР, СР та гази, необхідно передбачати централізоване постачання й роздачу їх на робочі місця із застосуванням закритої безпечної тари. На робочих місцях кількість цих речовин не повинна перевищувати змінну потребу. Змінна кількість ЛЗР та СР повинна зберігатися в металевих ящиках або шафах;

– відпрацьовані ЛЗР та СР слід збирати у спеціальну герметичну тару, яку наприкінці робочого дня видаляють з приміщення для регенерації або утилізації. Посудини, в яких проводилися роботи з ЛЗР та СР, після закінчення досліджень повинні негайно промиватися пожежобезпечними розчинами;

– усі роботи, пов’язані з можливістю виділення токсичних або пожежо-вибухо небезпечних парів та газів, повинні проводитися лише у витяжних шафах з працюючою вентиляцією. Користуватися витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією, а також якщо в них є речовини, матеріали та устаткування, що не мають відношення до виконуваних операцій, забороняється;

– витяжні шафи, у яких проводяться такі роботи, повинні мати верхні та нижні відсмоктувачі, а також бортики, котрі запобігають стіканню рідини на підлогу;

– по закінченні роботи у фотолабораторіях, приміщеннях із рентгенівськими установками проявлені плівки треба здавати на зберігання до архіву. У невеликих кількостях (не більше 10 кг) дозволяється їх зберігання у вогнетривкій шафі на робочому місці;

– проведення робіт на дослідних установках, де застосовуються пожежо-вибухо небезпечні речовини і матеріали, допускається лише після прийняття їх в експлуатацію спеціальною комісією, призначеною наказом по установі. Комісія повинна підготувати висновок про можливість використання таких установок у даному приміщенні;

– основні вимоги пожежної безпеки до будівель (приміщень) для електронно-обчислювальних машин, обчислювальних центрів Приміщення, в яких розташовуються персональні ЕОМ та дисплейні зали (де влаштування систем автоматичного пожежогасіння не обов’язкове), слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 штуки на кожні 20 метрів квадратних площі приміщення з урахуванням гранично допустимої концентрації вогнегасної речовини;

– персональні комп’ютери після закінчення роботи на них повинні відключатися від мережі.

Вимоги до пожежної безпеки.

Меблі та обладнання мають розміщуватися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (завширшки не менше 1 метра).

Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захаращувати. У міру накопичення та після закінчення роботи горючі відходи слід прибирати у спеціально відведені сміттєзбірники.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів,

розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та вжити необхідних заходів щодо приведення у пожежобезпечний стан.

Документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електрощитів, електрозбірок і електрокабелів; 0.5 метрів від електросвітильників; 0.6 метра від оповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації та 0.15 метрів від приладів центрального водяного опалення.

Засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані. Автоматична пожежна сигналізація повинна бути завжди у ввімкненому, черговому стані. Усі працівники повинні вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння, знати місце їх знаходження. Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 метрів.

У комп’ютерних класах не допускається:

– проводити реконструкцію, перепланування, зміну функціонального призначення без погодження з органами державного пожежного нагляду;

– влаштовувати тимчасові електромережі, прокладати електричні проводи безпосередньо по горючій основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами);

– захаращувати підступи до засобів пожежогасіння;

– курити, використовувати легкозаймисті рідини;

– проводити вогневі, зварювальні та інші роботи без спеціального дозволу;

– вмикати електронагрівальні прилади .

Відповідальний за протипожежних стан комп’ютерного класу після закінчення роботи зобов'язаний:

– оглянути приміщення, переконатись у відсутності порушень, що можуть призвести до пожежі;

– перевірити справність автоматичних установок пожежної автоматики;

– вимкнути освітлення, електроживлення приладів та обладнання (за винятком електрообладнання, яке за вимогами технології повинно працювати цілодобово).

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов’язаний:

– негайно повідомити про це телефоном пожежну охорону. При цьому необхідно назвати адресу об’єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

– вжити (по можливості) заходів до евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

– якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по об'єкту;

– у разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що прибула на місце пожежі, зобов'язана:

– перевірити, чи викликана пожежна охорона (продублювати повідомлення), довести подію до відома власника підприємства;

– у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;

– видалити за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;

– припинити роботи в будівлі (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;

– здійснити в разі необхідності відключення електроенергії (за винятком систем протипожежного захисту), зупинення транспортуючих пристроїв, агрегатів, апаратів, перекриття сировинних, газових, парових та водяних комунікацій, зупинення систем вентиляції в аварійному та суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимового захисту) та виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі та задимленості будівлі;

– перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимового захисту;

– організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, подати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та в установці на водні джерела;

– одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист матеріальних цінностей;

– забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

При виникненні пожежі вже на початковій стадії виділяється тепло, токсичні продукти згоряння, виникає можливість обвалення конструкцій. Тому при проектуванні будинків слід враховувати можливу необхідність евакуації людей. Безпека евакуації досягається тоді, коли тривалість евакуації людей з окремих приміщень і будинку в цілому менша критичної тривалості пожежі, яка становить небезпеку для людини. Критичною тривалістю пожежі вважається час

досягнення небезпечних для людини температур і зменшення вмісту кисню у повітрі.

Не вважаються евакуаційними виходи, які пов’язані з механічним приводом (ліфти, ескалатори), сходи, які не розташовані у сходових клітках.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони виводять з приміщення першого поверху на двір безпосередньо через коридор, вестибюль або сходи.

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

– негайно повідомити про це службу порятунку за номером телефону – 101 (112). При цьому необхідно назвати адресу об’єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

– вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;

– вжити заходів до вжити заходів гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Керівник підрозділу та служби пожежної безпеки, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

– перевірити, чи викликані пожежно-рятувальні підрозділи;

– вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;

– у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації пожежі;

– перевірити чи повідомлено диспетчера університету;

– перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу;

– забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;

– організувати зустріч пожежно-рятувальних підрозділів, надати їм допомогу у її локалізації та ліквідації.

Після прибуття на пожежу пожежно-рятувальних підрозділів повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа.

3.4 Вимоги безпеки при обслуговуванні комп’ютерного обладнання

До самостійної роботи на комп’ютерах допускаються особи, які:

– пройшли вступний інструктаж та інструктаж з питань охорони праці, пожежної безпеки при виконанні роботи на ПК з записом в журналах інструктажів;

– пройшли попередній та періодичний медичний огляди та за станом здоров’я допущені до виконання робіт на ПК;

– знають правила надання першої допомоги потерпілим;

– інструктаж і перевірку знань з електробезпеки.

Користувач повинен:

– виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;

– не допускати в робочу зону сторонніх осіб;

– не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці;

– пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі;

– вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків;

– вміти користуватись первинними засобами пожежегасіння;

– виконувати правила особистої гігієни.

Основним обладнанням робочого місця користувача ПК є: ВДТ, системний блок, клавіатура, друкуючий пристрій (принтер), зовнішні пристрої пам’яті, сканер, "миша", блок безперервного живлення, робочий стіл, стілець та інше; допоміжним – шафи, полиці, сейф та ін.;

Основні шкідливі фактори, пов’язані з працею на ПК є:

– напруга зорових органів і пов’язана з нею втома та побічні ефекти;

– значне навантаження на пальці та кисті рук;

– довге перебування в одному і тому самому положенні, що викликає застійні явища в організмі;

– нервово-емоційне напруження при роботі на ПК;

– випромінювання різного виду при використанні відео моніторів на електронно-променевих трубках;

– механічні шуми, які виникають при роботі електромеханічного принтера та вентиляторів.

Необхідно виконувати роботу, доручену безпосереднім керівником, та проводити її з виконанням наведених вимог.

Загальні вимоги до обладнання робочого місця з ПК.

Робоче місце для працюючих з відео терміналами необхідно необхідно розташувати таким чином, щоб до поля зору працюючого не потрапляли вікна, освітлювальні прилади, поверхні які мають властивість віддзеркалювання.

Поверхня робочого столу не повинна бути полірованою.

Для попередження відблисків на екрані відео моніторів, особливо влітку та у сонячні дні, екран відео монітора слід розміщувати так, щоб світло від вікна падало збоку, бажано зліва.

Екран відео монітору ПК повинен знаходитись від очей користувача (надалі оператора) на відстані не менше 500 – 700 міліметрів. Кут зору в межах 10-40 градусів. Найбільш раціональним є розташування екрану перпендикулярно до лінії зору оператора.

ПК повинен розташовуватися на відстані не ближче 1 метра від джерела тепла.

Клавіатура повинна розміщуватися на поверхні столу або спеціальній підставці на відстані 100-300 міліметрів від краю, повернутого до користувача.

Кут нахилу панелі клавіатури до горизонтальної поверхні повинен бути в межах від 5 до 15 градусів.

Висота робочої поверхні стола повинна бути в межах 680-800 міліметрів.

Крісло повинно забезпечувати операторові зручні умови праці та фізіологічну раціональну робочу позу в процесі праці. Крісло повинно забезпечувати можливість регулювання висоти поверхні сидіння, кут нахилу спинки та висоту спинки.

Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють відблиски на екрані відео монітора на вікнах повинні бути встановлені сонцезахисні пристрої. Екран відео монітора повинен розміщуватись так, щоб світло від вікна падало на робоче місце збоку, бажано зліва.

Як джерело штучного освітлення в приміщеннях, де встановлено ПК, бажано використовувати люмінесцентні лампи. Можливе застосування ламп розжарювання в світильниках місцевого освітлення. Освітленість робочого місця у горизонтальній площині на висоті 0,8 м від рівня підлоги повинна бути не менш 400 лк. Вертикальна освітленість у площині екрану не більше 200 лк. Для зменшення напруженості зору необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості робочої поверхні відео монітора та навколишнього простору.

У приміщеннях для роботи ПК необхідно проводити щоденне вологе прибирання та регулярне провітрювання протягом робочого дня. Видалення пилу з екрану необхідно проводити не рідше 1 разу на день.

Для захисту оператора від електромагнітних випромінювань і електростатичних полів, які створює відео монітор необхідно використовувати захисні екрани.

Користувачам ПК слід носити одежу з природних матеріалів або комбінованих природних і штучних волокон.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

– перед початком роботи працівник повинен зовнішнім оглядом перевірити цілісність корпусів системного блоку, відео монітора, принтера, клавіатури;

– перевірити цілісність кабелів живлення, місць їх підключення (розеток електромережі, продовжувачів електромережі, розгалужувальних коробок, штепсельних вилок);

– підготувати своє робоче місце, прибравши речі, які можуть заважати при виконанні роботи;

– увімкнути живлення ПК;

– у випадку, якщо після ввімкнення ПК не проходить загрузка або комп’ютер не виходить на робочий режим, працівник повинен повідомити керівника чи спеціаліста відділу інформаційних технологій;

– при виявленні ушкодження або яких-небудь інших недоліків повідомити безпосереднього керівника. Не приступати до роботи без його вказівки.

Вимоги безпеки під час роботи.

Необхідно стійко розташувати всі складові пристрої на столі, в тому числі і клавіатуру. Разом з тим повинна бути передбачена можливість переміщення клавіатури. ЇЇ розташування і кут нахилу повинні відповідати побажанням користувача ПК. Якщо в конструкції клавіатури не передбачений простір для опору долонь, то її слід розташовувати на відстані не менше 100 міліметрів від краю столу в оптимальній зоні моніторного поля. При роботі на клавіатурі слід сидіти прямо, не напружуватись.

Для зменшення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу "миша" (вимушена поза, необхідність постійного контролю за якістю дій) слід забезпечити вільною більшу площу поверхні столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба.

Не припустимі сторонні розмови, роздратовуючи шуми тощо.

Періодично при вимкнутому ПК слід видаляти злегка зволоженою мильним розчином хлопко-паперовою салфеткою пил з поверхонь апаратури. Екран і захисний екран протирають ватою, зволоженою спиртом. Не дозволяється використовувати рідинні або аерозольні засоби чистки поверхонь ПК.

Забороняється:

– самостійно ремонтувати апаратуру, в яких кінескоп та інші елементи можуть знаходитись під високою напругою (до 25 кВт.);

– класти будь-які речі на апаратуру ПК, бутерброди та напої на клавіатуру або поруч з нею. Це може вивести її з ладу;

– затуляти вентиляційні отвори в апаратурі, це може призвести до її перегріву і виходу з ладу;

Для зменшення негативного впливу на стан здоров'я працівників різних факторів ризику, пов'язаних з роботою на ПК, передбачаються додаткові регламентовані перерви для відпочинку користувачів ПК:

– через кожний час безперервної роботи – 10 хвилин;

– через кожні 2 години – 15 хвилин.

При можливості слід чергувати зміну діяльності з іншою, не пов'язаною з роботою на ПК.

З метою зменшення негативного впливу монотонності доцільно застосовувати чергування операцій введення тексту і введення.

При роботі на лазерних принтерах.

Розташовувати принтер необхідно поряд з системним блоком так, щоб з'єднувальні шнури не були натягнуті. Забороняється ставити принтер на системний блок.

Перш, ніж програмувати роботу принтера, впевніться, що він знаходиться в режимі зв'язку з системним блоком.

Для досягнення високоякісного, чистого, з високою роздільною здатністю зображення щоб не зіпсувати апарат, потрібно використовувати папір, марка якого вказана в інструкції до принтера (найчастіше папір вагою 60-135 г/кв.м., типу Canon або Xerox 4024).

Обрізання країв паперу повинно бути виконаним гострим лезом ножа, без заусенців – це зменшить вірогідність загинання паперу.

При виконанні роботи (більше 20 хвилин), коли втручання користувача в роботу програми не потрібне, бажано вимикати живлення відео монітора.

Для підтримки загального тонусу м'язів, профілактики кістково-м'язових порушень, зорового дискомфорту та інших несприятливих суб'єктивних

почуттів під час регламентованих перерв необхідно виконувати комплекси рекомендованих вправ для очей, для хребта, для рук.

Кількість мікропауз до 1-2 хвилин слід визначити індивідуально. Форма та зміст перерв можуть бути різними виконання допоміжних робіт, не пов'язаних з роботою ПК , приймання їжі, виконання рекомендованих вправ.

Виконання фізичних вправ протягом дня рекомендується індивідуально, залежно від почуття втоми. Гімнастика повинна біти на корекцію вимушеної пози покращення кровообігу, часткову компенсацію, дефіциту рухової активності.

Про виявлені несправності (іскріння, пробоїв, запаху гару, ознак горіння тощо) негайно припинити роботу, відключити все обладнання від електромережі і терміново повідомити безпосереднього керівника або спеціаліста по ремонту ПК.

Вимоги безпеки при закінчення роботи на ПК:

– закінчити і зберегти в пам'яті ПК файли, які знаходились у роботі. Виконати всі дії для коректного завершення роботи в оперативній системі;

– вимкнути принтер та інші периферійні пристрої, вимкнути системний блок. При наявності пристрою безперебійного живлення (ПБЖ) вимкнути його живлення;

– вимкнути ПК кнопкою "Power" (Живлення) та вийняти штепсельну вилку кабелю живлення з розетки;

– накрити клавіатуру кришкою для попередження попадання в неї пилу;

– навести порядок на робочому місці.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

Якщо після ввімкнення ПК відчувається запах горілого або при доторканні до металевих частин ПК відчувається дія електричного струму, потрібно негайно відключити ПК від електромережі та повідомити про це своєму керівникові;

У випадку виникнення пожежі негайно розпочати гасіння наявними засобами пожежогасіння і повідомити за телефоном 101 (міська пожежна охорона) та начальнику ДПД підприємства. Пам`ятайте, що загашувати електроустановки слід вуглекислотними вогнегасниками, сухим піском, щоб уникнути ураження електричним струмом;

При отриманні травми припинити роботу, надати першу медичну допомогу, викликати швидку медичну допомогу за телефоном 103, при необхідності доставити в лікарняний заклад;

Послідовність надання першої допомоги:

– усунути вплив на організм небезпечних та шкідливих чинників, які погрожують здоров'ю та життю постраждалого (звільнити від впливу електричного струму, винести із зараженої атмосфери, погасити одяг, що горить, тощо);

– визначити характер та тяжкість травми, найбільшу загрозу для життя постраждалого та заходів щодо його врятування;

– виконати необхідні заходи щодо врятування постраждалого за порядком терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, провести штучне дихання, зовнішній масаж серця, зупинити кровотечу, іммобілізувати місце перелому, накласти пов'язку тощо);

– підтримувати основні життєві функції постраждалого до прибуття медичного працівника;

– викликати швидку медичну допомогу або лікаря, або прийняти заходи для транспортування постраждалого у найближчий лікарський заклад.

Допомога постраждалому, яка надається не медичними працівниками, не повинна замінювати допомогу з боку медичного персоналу та повинна надаватися лише до прибуття лікаря.

Конкретні дії щодо надання першої допомоги постраждалому при різних ураженнях описані в інструкції № 03-ОП «Про надання першої (долікарської) медичної допомоги при нещасних випадках», яка вивчається робітниками підприємства при проходженні первинного та послідуючих інструктажів з питань охорони праці;

У разі виникнення інших аварійних ситуацій слід припинити роботу і повідомити про це керівника робіт.

3.5 Розрахунок штучного освітлення в приміщенні

Розрахунок штучного освітлення виконується одним з таких методів: коефіцієнта використання, питомої потужності або точковим. У своєму дипломному проекті я буду розраховувати освітленість методом використання коефіцієнта.

При розрахунку будь-яким методом допускається відхилення розрахункової освітленості від нормальної не більше ніж на 10…20 %.

Розрахунок освітлення методом коефіцієнта використання виконується за формулою

$$Ф = \frac{ESKZ}{N\eta}, \quad (1) \qquad Ф = \frac{ESKZ}{N\eta} \quad (3)$$

де Ф - необхідний світловий потік лампи у кожному світильнику;

Е - нормована мінімальна освітленість, Е= 150лк;

К - коефіцієнт запасу 1,5;

S - освітлювана площа, $м^2$;

Z- коефіцієнт мінімальної освітленості, величина, яка знаходиться в межах 1,1-1,5; у нашому випадку для люмінесцентних ламп z= 1,1;

N - кількість світильників у приміщенні;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$Ф = \frac{150 \cdot 69 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}1}{8 \cdot 0{,}65} = 3284{,}13лк$$

При виборі системи освітлення варто врахувати, що комбінована система освітлення більш економічна, однак система загального освітлення створює більш рівномірну освітленість робочих поверхонь. Я застосовую загальну систему освітлення.

Нормована мінімальна освітленість залежить від розряду та характеристик зорової роботи. У нашому випадку зорова робота відноситься до категорії малої точності - 5 розряд зорової напруги, найменший розмір розпізнавання об'єкту від 1,0 до 5,0 міліметрів. Підрозряд а. Контраст об’єкта з фоном малий, фон темний. Оскільки використовується система загального освітлення, то нормована мінімальна освітленість становить Е= 150лк.

При виборі джерела світла варто врахувати, що для освітлення виробничих приміщень перевагу варто віддати газорозрядним лампам. Лами розжарювання варто встановлювати, якщо можливе зниження напруги більш ніж на 10% від номінального. Можливе зниження температури навколишнього повітря менше, +10% включає застосування люмінесцентних ламп зі звичайними схемами запалювання.

Тип світильників, установлених у виробничих приміщеннях, вибирається за технологічними умовами з урахуванням вимог до розподілу яскравості, за умовами середовища, за економічними показниками, а також з урахуванням естетичних вимог. Я обрав тип світильника ПВЛМ-Д.

Коефіцієнт запасу вибирається залежно від ступеня забруднення атмосфери виробничих приміщень пилом, димом, кіптявою і застосованим джерелом світла. У моєму дипломному проекті використовується коефіцієнт

запасу в приміщенні громадських і житлових будівель (кабінети і робочі приміщення громадських будівель, житлові кімнати, навчальні приміщення, лабораторії). Згідно таблиці 4 коефіцієнт запасу становить 1,5.

Дане виробниче приміщення має площу 69 м^2 (12 м у ширину і 6 м у довжину, висота стелі становить 4 м).

Розрахункова висота підвісу h світильників задається, як правило, розмірами приміщення. Найбільш вигідне співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу, розраховується за формулою

$$\lambda = \frac{L}{h} \quad (2) \qquad \lambda = \frac{L}{h} \quad (4)$$

Типова крива світла приймається залежно від типу світильника відповідно до ДСТ 13828-74 чи ДСТ 13828-68. Світильники, що випускаються за ДСТ 13828-68, в умовній позначці мають зашифровану характеристику світло розподілення.

Відстань між крайніми світильниками і стіною вибирається за формулою (8), якщо робочі місця розташовані безпосередньо біля стін.

$$l= (0,25\text{-}0,3)\cdot L \quad (5)$$

Визначаємо розрахункову висоту підвісу по формулі

$$h= H-h_{св}-h_{рп}, \quad (6)$$

де H- висота приміщення, H= 3,5 метра;

$h_{св}$ - висота підвісу підвісного світильника, $h_{св}$=0,4 метра;

$h_{рп}$- висота робочої поверхні над підлогою, $h_{рп}$=1,2 метрів.

$$h= 3,5\text{-}0,4\text{-}1,2=1,9 \text{ метра}$$

Для світильників з люмінесцентними лампами визначення їхньої кількості виконується в такій послідовності:

- відстань між рядами світильників по формулі

$$L_р=\lambda h, \quad (7)$$

де $\lambda\lambda$ - співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу, $\lambda\lambda$= 1,6

$$L_р = 1,6 \cdot 1,9 = 3,04 \text{ метра}$$

Відстань між крайніми світильниками і стіною становить 1,0 метр.

- кількість рядів світильників, виходячи з розмірів приміщення, визначаємо по формулі

$$N = \frac{A(B)}{L_p}, (6) \quad (8)$$

де А(В) - довжина(ширина) приміщення, А=6м, В=12м;

$$N_p = \frac{12}{3,04} = 3,944$$

кількість світильників у ряді визначаємо по формулі

$$N_{ср} = \frac{A(B) - l_c}{l_c}, (7) \quad (9)$$

де l_c- довжина світильника, l_c=1,625 м;

$$N_{ср} = \frac{6 - 1,625}{1,625} = 2,632$$

загальна кількість світильників визначається по формулі

$$N = N_р \cdot N_{ср} \qquad N = 2 \cdot 4 = 8$$

Для визначення коефіцієнта використання η знаходять індекс приміщення по формулі

де h - розрахункова висота підвісу, м.

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (10)$$

$$i = \frac{6 \cdot 12}{1{,}9 \cdot (6 + 12)} = 2{,}1$$

Значення і округляється до найближчих табличних значень, і>5 приймається і<5. Потім оцінюються коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення: стелі - $p_{п,}$ стін - $p_{о,}$ робочої поверхні або підлоги - $p_{р.}$

За даними таблиці 6 $p_п$ =70%, $p_о$ = 50%, $p_р$ = 30%.

За отриманим значенням і та р визначають величину коефіцієнта використання світлового потоку для обраного світильника. Величина коефіцієнта використання становить 65%.

Виконавши розрахунки обираємо лампу ЛД65-4, що має Ф=3390 лк, що більше розрахункового значення.

$$\Delta\Phi = \frac{3390\text{-}3284{,}13}{3284{,}13} \cdot 100 = 3{,}22\%$$

Дана лампа має запас освітлення 3,22%,оскільки освітленість даної лампи 3390 лк, а необхідна розрахункова величина дорівнює 3284,13 лк.

4 Частина економічна

4.1 Розрахунок суми капіталовкладень та експлуатаційних витрат при модернізації та обслуговуванні комп'ютерної мережі

У лабораторії № 512 на момент модернізації комп'ютерної мережі працювало 7 комп'ютерsd Grand 910B.

При проведенні модернізації пропонується встановити додатково стенд виконанний на базі технології GEPON OLT.

Ціна одного ПК Grand 910B – 3500 гривень, сервера HP Prolight DL380 G4 – 2200 гривень, маршрутизатора MikroTik RB951G-2HnD – 1300 гривень.

Розрахуємо вартість встановленого обладнення, яке знаходиться в лабораторії за формулою

$$В_{об1}=Ц_1 \cdot О_{р1}, \quad (11)$$

де $Ц_1$ – ціна обладнання, грн.;

$О_{р1}$– прийнята кількість обладнання.

$$В_{об1} = 3500 \cdot 7+3500 + 2200 + 1300 = 31500 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість обладнання, яке планується встановити в лабораторії коледжу

$$В_{об2} = Ц_2 + О_{р2}, \quad (12)$$

де $Ц_2$ – ціна обладнання OLT 9300 грн.;

$О_{р2}$– прийнята кількість обладнання;

Отже

$$В_{об2} = 9300+590=9890 \text{ грн.}$$

При проведенні модернізації в лабораторії коледжу пропонується також закупити додаткове обладнання (матеріали і комплектуючі вироби), перелік якого зображено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Перелік матеріалів і комплектуючих виробів мережі

№ п/п	Товар	Ціна за од.	Кількість	Ціна
1	Оптичний модуль BDCOM EPON OLT-GSFP-20++	863	1	863
2	OFPC-SC/UPC-SC/UPC-3	19	8	152
3	Adaptor AD-SC/UPC Lite	4,5	50	225
4	Оптична розетка Crosver FOR-02	10	5	50
5	Оптичні дільники PLC 1×8 UPC (міні-корпус)	160	1	160
6	Оптичні дільники PLC 1×16 UPC (міні-корпус)	290	2	580
7	Розподільчий оптичний бокс Crosver FOB-04-16	310	3	930
8	Сума			2990

До допоміжного обладнання відноситься маршрутизатор OLT та ONU за ціною 9890 гривень це основний засіб, і на нього також буде нараховуватися амортизація.

Розрахуємо суму амортизації обладнання за формулою

$$А_м = \frac{В_{об} \cdot На}{100\%} \quad (13)$$

де $В_{об}$ - вартість обладнання;

На – норма амортизації, 25%.

$$А_м = \frac{(31500 + 9890) \cdot 25\%}{100\%} = 10347 грн.$$

4.2 Розрахунок балансу робочого часу та чисельності персоналу

В даному підрозділі проводиться розрахунок балансу робочого часу за рік.

Таблиця 6 – Баланс робочого часу

№ п/п	Назва	Значення
1	Кількість календарних днів	365 днів
2	Вихідні та святкові дні	114 днів
3	Номінальний фонд робочого часу	251 день
4	Тривалість робочого дня	4 год
5	Ефективний фонд часу	1004 год

$$F_{\text{еф}} = \left(\text{Н}_{\text{фрч}} - \text{Н}\right) \cdot n_{\text{зм}} \cdot \text{Т}_{\text{зм}} \quad (14)$$

де $F_{еф}$ - ефективний фонд часу;

$Н_{фрч}$ – номіальний фонд часу;

Н – невиходи на роботу;

$n_{зм}$ – кількість змін, 1;

$Т_{зм}$ – тривалість робочого дня.

$$F_{\text{еф}} = 251 \cdot 1 \cdot 4 = 1004 \text{ год.}$$

Розрахуємо чисельність персоналу за формулою:

$$\text{Ч}_{\text{п}} = \frac{\text{О}_{\text{р}} \cdot n_{\text{зм}}}{\text{Н}_{\text{обл}}}, (14) \quad (15)$$

де $О_р$ - кількість комп'ютерів;

$Н_{обсл}$ - норма обслуговування, 5-10 ПК на 1 працівника.

$$\text{Ч}_{\text{п}} = \frac{8 \cdot 1}{10} = 0{,}8 \text{працівників}$$

Отже, для налаштовування та встановлення локальної мережі потрібен 1 працівник (лаборант), для обслуговування та модернізації потрібно 2 працівники (лаборанти).

4.3 Розрахунок заробітної плати працівника

Оплата праці – це заробіток, обчислений у грошовому виразі за трудовим договором, за яким власник виплачує працівникові заробітну плату за виконану роботу.

З 1 січня 2016 року Законом України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у 2016 році» від 24.12.2015 р. № 909-VIII внесено зміни до Закону України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» від 08.07.2010 р. № 2464-VI. Тому з 1 січня 2016 року підприємство сплачує ЄСВ за ставкою 22%, і скасовується єдиний соціальний внесок, що утримується із заробітної плати (доходу) працівників. А також внесені зміни, передбачені Законом України від 24 грудня 2015 р. № 909-VIII «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у 2016 році» на податок на доходи фізичних осіб, тепер встановлено єдину базову ставку у розмірі 18%.

Водночас Законом України від 28 грудня 2014 року № 71-VIII «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи» (далі – Закон № 71), який набрав чинності з 01.01.2015, оподаткування військовим збором подовжено до набрання чинності рішенням Верховної Ради України про завершення реформи Збройних Сил України (пункт 16^1 підрозділ 10 розділу XX Перехідних положень ПКУ). В

Платниками збору є особи, визначені пунктом 162.1 статті 162 цього ПКУ (підпункт 1.1 пункт 16^1 підрозділу 10 ПКУ), а саме:

фізична особа - резидент, яка отримує доходи як з джерела їх походження в Україні, так і іноземні доходи;

- фізична особа - нерезидент, яка отримує доходи з джерела їх походження в Україні;
- податковий агент.

Військой збір сплачуєть у розмірі 1,5%.

Для модернізації та обслуговування мережі лабораторії №512 штатним розписом коледжу передбачено посаду лаборанта. Оскільки цю посаду займає студент, то він буде оформлений в штат працівників на 0,5 ставки. Ставка лаборанта становить 4700 гривні. Так як лаборант працює на пів ставки, то його заробітна плата буде дорівнювати 2350 гривень.

Отже, розрахуємо заробітню плату лаборанта за рік за формулою:

$$ЗП = (ТС \cdot 2) \cdot 12 . \quad (16)$$

де ТС – тарифна ставка, грн.

$$ЗП = (2350 \cdot 2) \cdot 12 = 56400 \text{ грн.}$$

Податок на доходи фізичних осіб та військовий збір розраховуємо за формулою:

$$Відрах. = ЗП \cdot (18\% + 1{,}5\%) \quad (17)$$

Отже, визначаємо відрахування із заробітної плати працівника:

$$Відрах. = 56400 \cdot (0{,}18 + 0{,}015) = 10998 грн.$$

4.4 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Знаходимо вартість енергії, але для цього потрібно розрахувати потужність мережі в лабораторііі.

Встановлена потужність мережі в лабораторії за рік:

$$N_{уст} = Р_{пк} + Р_{д} \quad (18)$$

де $Р_{пк}$ – потужність OLT;

$Р_{д}$– потужність допоміжного обладнання.

Потужність одного OLT за рік становить 12410 Вт, а потужність допоміжного обладнання - 350 Вт.

Встановлена потужність мережі дорівнює:

$$N_{уст} = 12410 + 350 = 12760Вт = 12,760кВт$$

Одиницею виміру кількості спожитої енергії є ват-година (Вт-год), але в установах найчастіше виміряють в кіловат-годинах (кВт-год) . Одна кВт-год коштує 1,8024 грн.

Отже, визначимо вартість електроенергії за рік за формулою:

$$В_е = Ц_{кв} \cdot F_{еф} \cdot N_{уст} \quad (19)$$

де Цкв – ціна одного кВт/год, грн;

$N_{уст}$ – потужність обладнання, кВт.

$$В_е = 1,9 \cdot 1004 \cdot 12,760 = 24340,9 \text{ грн.}$$

Затрати на поточний ремонт за рік складають 5% від вартості обладнання:

$$В_{пр} = (В| \quad |об1 + В_{об2}) \cdot 0,05 \quad (20)$$

де $В_{об1}$ – вартість OLT і ONU – 9890, грн.;

$В_{об2}$ – вартість обладнання 31500, грн.

$$В_{пр} = (9890 + 31500) \cdot 0,05 = 2069 \text{ грн.}$$

4.5 Розрахунок собівартості проектованої та базової мережі

Визначаємо поточні витрати за рік на обслуговування мережі (таблиця 7)

Таблиця 7 –Витрати поточні на обслуговування мережі

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Амортизація обладнання	10347
3	Витрати на електроенергію	24340,9
4	Заробітна плата працівників	56400
5	Відрахування на соціальні потреби працівників	10998
6	Витрати на поточний ремонт обладнання	2069
7	Всього	104154,9

Розрахунок загальнозаводських витрат (витрати на загальне обслуговування та організацію локальної мережі) становить 55% від заробітної плати основних працівників:

$$Взз = ЗП \cdot 55\%, \quad (21)$$

де Взз – загально заводських витрат

$$Взз = 56400 \cdot 0,55 = 31020 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість включає в себе поточні витрати і загальнозаводські витрати:

$$С_{вир} = Вп + Взз, \quad (22)$$

Де $С_{вир}$ – виробнича собівартість

$$С_{вир} = 104154,9 + 31020 = 135174,9 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати становлять 13% від виробничої собівартості:

$$В_{пв} = С_{вир} \cdot 13\%, \quad (23)$$

$$В_{пв} = 135174,9 \cdot 0,13 = 17572,737 \text{ грн.}$$

Повна (проектована) собівартість визначається як сума виробничої

собівартості та позавиробничих витрат:

$$С_{пов} = С_{вир} + В_{пв,} \quad (24)$$

$$С_{пов} = 135174,9 + 17572,737 = 152747,637 \text{ грн.}$$

Розрахуємо базовий варіант собівартості в процентному відношенні на 15% більше проектованого:

$$С_{баз} = С_{пов} + С_{пов} \cdot 15\% \quad (25)$$

$$С_{баз} = 152747,637 + (152747,637 \cdot 0,15) = 175659,78255 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість проектована буде дорівнювати 152747,637 гривень, а базова – 175659,78255 гривень.

4.6 Розрахунок капітальних затрат на мережу

Капітальні затрати на мережу обчислюються по формулі:

$$К_{п} = К \cdot (В| \quad |об2 + В_{дп.об}) \quad (26)$$

де К - коефіцієнт, який вираховує затрати на транспортування і монтаж (приймаємо К=1,1);

$В_{об2}$ - вартість обладнання, яке планується встановити, грн.;

$В_{доп.об}$ - вартість допоміжного обладнання, грн.

Отже, проектовані капітальні затрати на мережу становлять:

$$К_{п} = 1,1 \cdot (9890 + 2990) = 14168 \text{ грн.}$$

Далі розрахуємо базовий варіант капітальних вкладень в процентному відношенні на 15% менше проектованого.

Отже базовий варіант капітальних вкладень розраховуємо за формулою:

$$К_б = К_п + (К_п \cdot 0{,}15) \quad (27)$$

$К_б = 14168 + (14168 \cdot 0{,}15) = 8252$ грн.

4.7 Обґрунтування доцільності модернізації комп'ютерної мережі в лабораторії коледжу

Економічність обслуговування комп'ютерної мережі визначаємо на основі співставлення приведених витрат за базовим варіантом з приведеними варіантами за проектом. Тобто, визначимо економічний ефект від впровадження проектованої мережі.

Затрати базові прийнято визначати за формулою:

$$З_{баз} = С_{баз} + К_{баз} \quad (28)$$

де $К_{баз}$ - капітальні витрати базові;

$С_{баз}$ - собівартість базова.

$З_{баз} = 175659{,}78255 + 8252 = 183911{,}7$грн.

Затрати проектовані визначаються за формулою:

$$З_п = С_{пов} + К_п \quad (29)$$

де $К_п$ - капітальні витрати проектовані;

$С_{пов}$ - собівартість повна.

$З_п = 152747{,}637 + 14168 = 166915{,}6$ грн.

Економічна ефективність від впровадження проектованої мережі складає:

$$ΔЗ = З_{баз} - З_п \quad (30)$$

$ΔЗ = 183911{,}7 – 166915{,}6 = 16996{,}1$ грн.

Перелік використаних джерел

1. Зайченко Ю.П. Комп'ютерні мережі: Навчальний посібник. - К.: Слово, 2003. - 286 с. - 20.00.

2. Лозікова Г.М. Комп'ютерні мережі. - К.: Центр навчальної літератури, 2004. - 128 с.

3. Валецька Тетяна Михайлівна Комп'ютерні мережі. Апаратні засоби. - К.: Центр навчальної літератури, 2004. - 208 с.

4. Руденко Олег Григорійович, Бодянський Євгеній Володимирович Штучні нейронні мережі. - Харків: Компанія СМІТ, 2006.

5. Бакурова Анна Володимирівна, Очеретін Дмитро Валерійович, Мартиненко Тетяна Борисівна Нейронні мережі. - Запоріжжя: ЗНУ, 2007. - 29 с.

6. Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. – М.: SYRUS SYSTEMS, 1999. – 671 с.

7. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. – М.: ЛЕСАРарт, 2003. -288с.

8. Гауэр Дж. Оптические системы передачи. Пер с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 501 с.

9. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). – М.: Радио и связь, 2000. – 468 с.

10. Волоконно- оптические системы передачи и кабели. Справочник / Гроднев И.И., Мурадян Р.М. и др. – М.: Радио и связь, 1993. – 264 с.

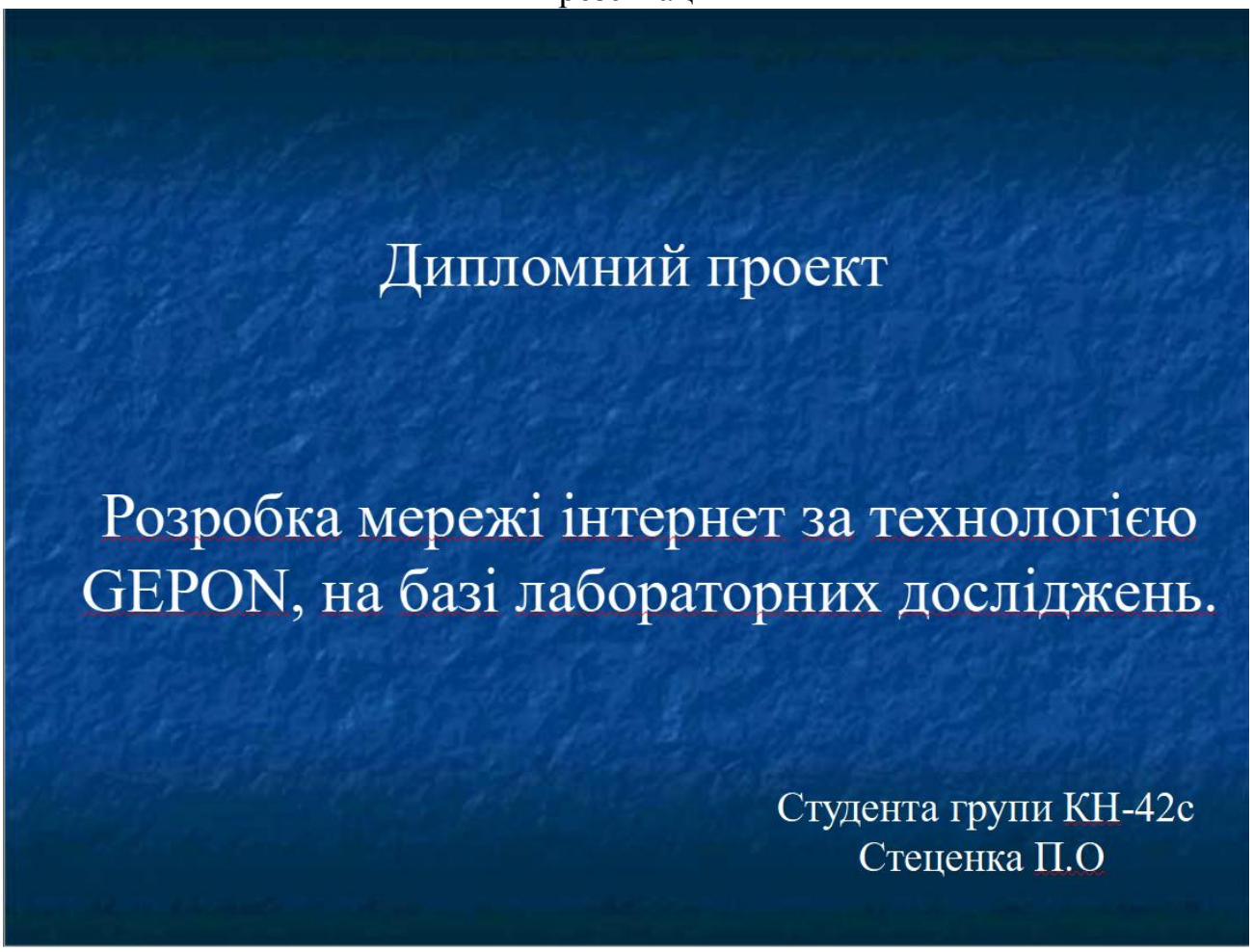
11. Шевцов Э.А., Белкин М.Е. Фотоприемные устройства волоконно-оптических систем передачи. – М.: Радио и связь, 1992. – 230 с.

12. Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы. Сб. статей под ред. Слепова Н.Н., Дмитриева С.А. – М.: Connect. 2000, - 376 с.

13. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП). Учебное пособие. Часть 1. – Новосибирск, НЭИС, 1994. – 76 с.

14. Заславский К.Е. ВОСП. Учебное пособие. Часть 2. – Новосибирск СибГАТИ, 1995, - 68 с.

Додаток А
Презентація



Мета роботи

- реалізація підключення до мережі інтернет за допомогою GEPON OLT;

- монтаж навчального макету;

- налаштування обладнання OLT.

Основні задачі

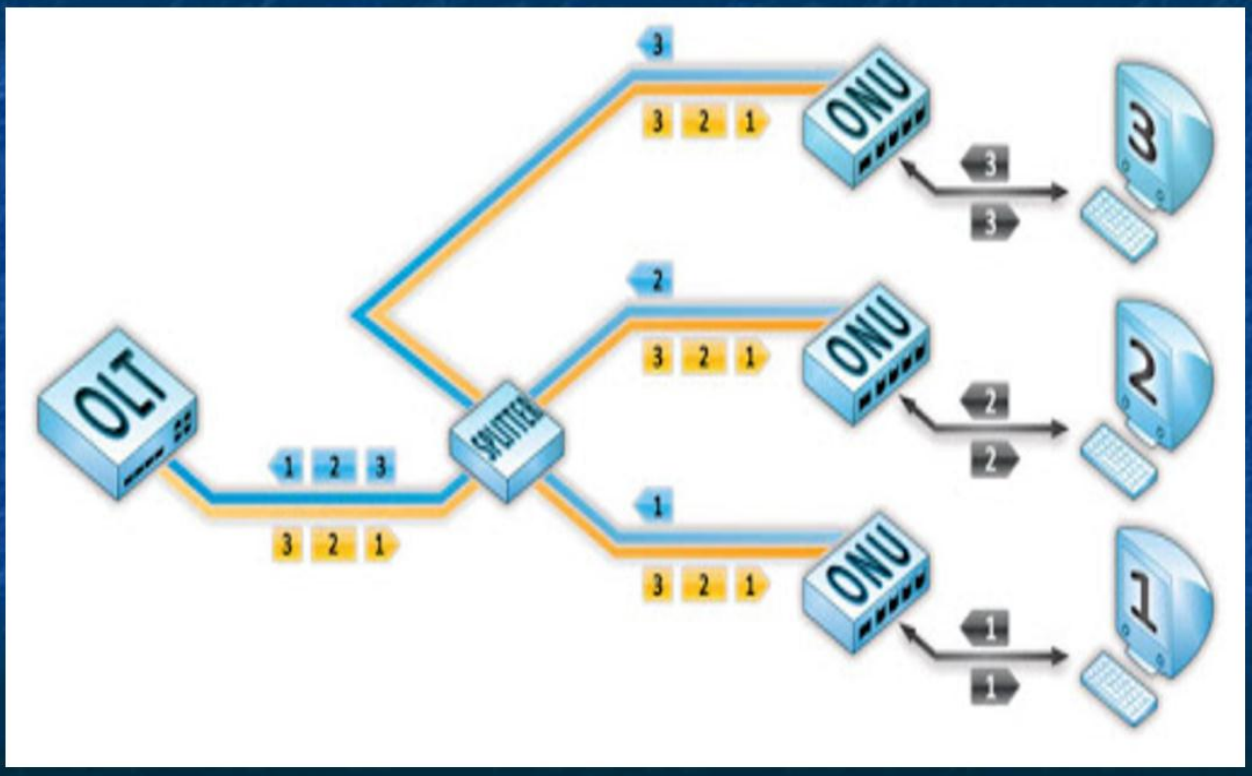
- виконати монтажні роботи для реалізації макету;

- організувати роботу мережі GEPON на навчальному макеті;

- виконати налаштування OLT;

- виконати перевірку підключення до мережі.

Принцип роботи GEPON



Дина… розподілення смуги	Є	Підтримка	Є
IP-фрагментація	Є	Немає	Є

Кабелі мережевої інфраструктури

Пасивне обладнання

Розподілювач 1x16

GEPON бокс

SFP - модуль

Конектор типу SC

Схема макетv
Монтаж оптичного кабелю

Для монтажу ОК потрібно:

1 зачистити кабель від зовнішньої ізоляції;

2 витерти насухо волокна від гідрофоба;

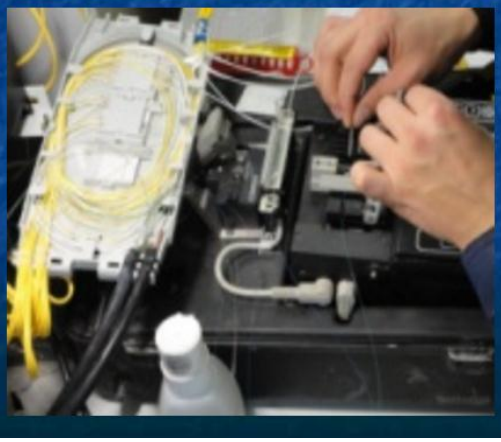
3 зачистити волокно від поверхневого лаку;

4 одягнути гільзу;

5 сколоти волокно;

6 зварити волокно за допомогою зварювального апарату;

7 укласти на місце спайки гільзу і помістити в термопіч.

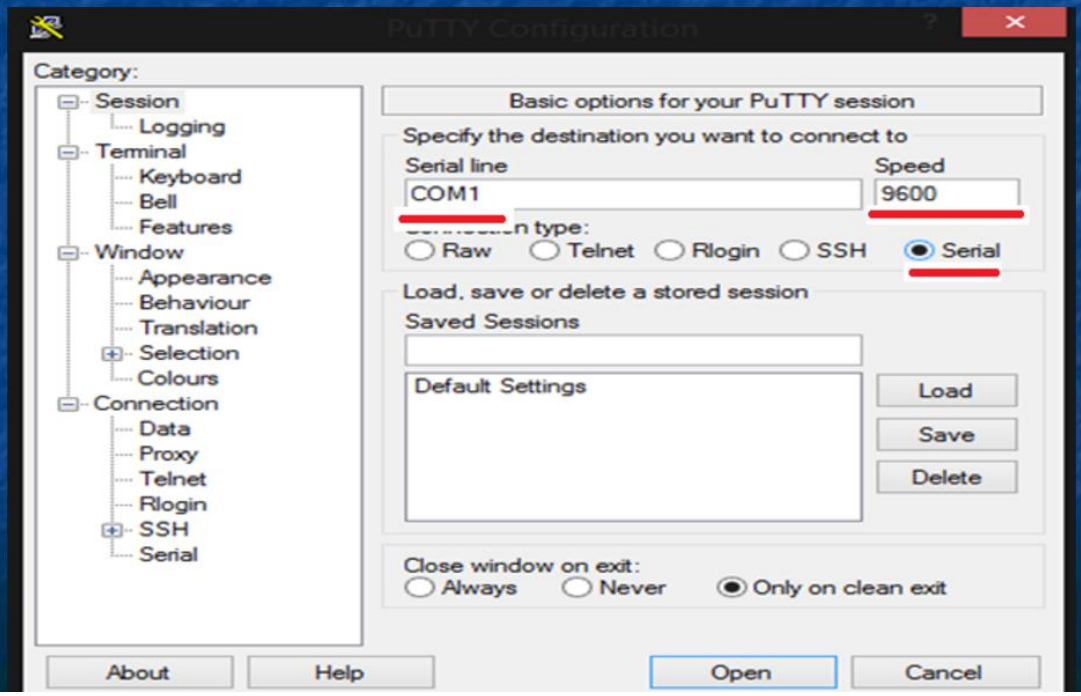


Налаштування макету

Для налаштування обладнання OLT використовуємо консоль-кабель

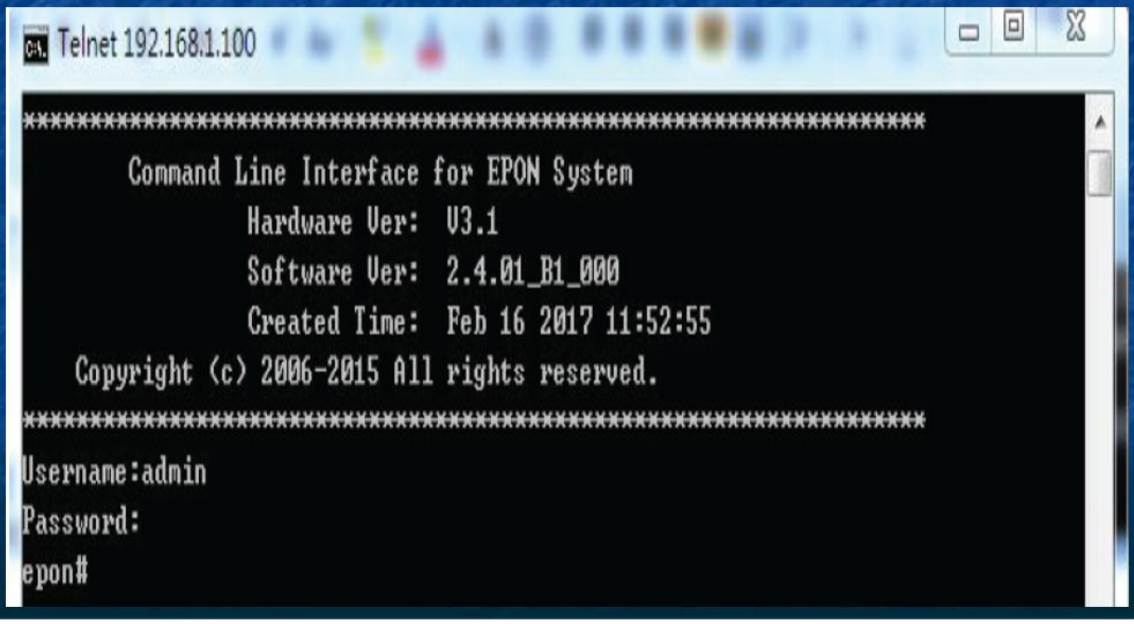
Налаштування макету

Налаштування макету відбувається за допомогою програми PuTTY



Налаштування макету

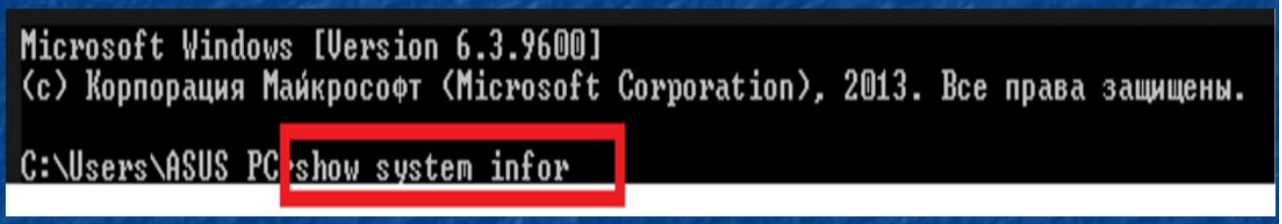
Для безпечної роботи потрібно змінити пароль адміністратора.



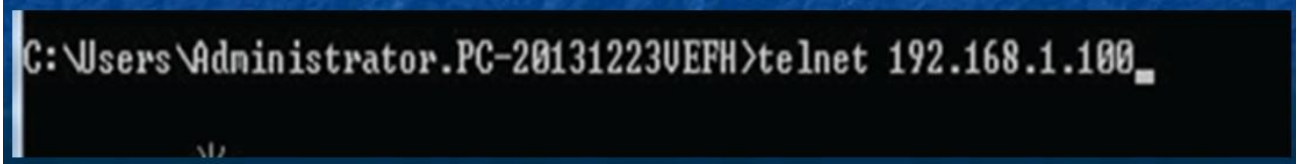
Налаштування макету

Необхідно перевірити зовнішню IP-адресу.

Для цього у вікні програми вводимо команду show system infor.



Результатом нашої перевірки є видана IP-адреса



Налаштування макету

Підключаємо ONU до макету і перевіряєм реєстрування на OLT.

Щоб побачити ONU зареєстровану потрібно вести команду onu-information

```
Switch_config#show gpon onu-information
Interface GPON0/1 has bound 1 ONUs:
IntfName        SN                  Status    Config Status
--------------- ------------------- --------- -------------
GPON0/1:1       454C54587911BF22    active    success

Switch_config#
```

Налаштування макету

Налаштовуємо автоматичне отримання IP-адреси і DNS-сервера.

Створений макет

Перевірка рівня сигналу на основних вузлах макету

Дякую за увагу!