

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4ФКГ-06

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання
ФКГ.06.13.000.ДП

***ХАРИТОНОВОЇ
ДАР'І КОСТЯНТИНІВНИ***

м. Одеса
2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4ФКГ-06

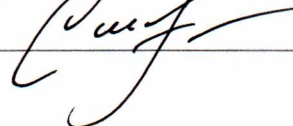
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 73 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 13 аркушах (слайдах).

Дипломник  (Харитоновна Д.К.)

Керівник  (Саєнко В.В.)

Консультанти:

з економічної частини  (Кухарчук А.А.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко А.А.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення  (Скорнякова О.В.)

Захист «29» сервіс 2023 р. Протокол ДКК № 8

Оцінка ДКК 4 (добре)

Секретар ДКК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та III
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР 
Беркань І.В.

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

здобувачеві (здобувачці) освіти Харитоновій Дар'ї Костянтинівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області

затверджена наказом по коледжу від “ 17 ” жовтня 202 2 р. № 235-А2-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) 12.06.2023

3. Вихідні данні до проекту (роботи) 1. Реалізувати волоконно-оптичну систему зв'язку між м.Одесою та м.Балтою з виділенням потоків у с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве; 2. Використовувати опори електрифікованої залізничної дороги; 3. Передбачити для користувачів мережі послуги телефонії, інтернет, мобільного зв'язку та цифрового ТВ; 4. Передбачити у ВОСП резервування оптичних волокон; 5. Обрати обладнання синхронної цифрової ієрархії SDH рівня STM-16

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

Аналіз лінії зв'язку та оцінка пропускної здатності волоконно-оптичної системи передачі

Вибір системи передачі і типу оптичного кабелю

Розрахунок параметрів волоконно-оптичної системи передачі

Планування монтажу і прокладання оптичного кабелю з урахуванням обраної траси

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

Загальний план прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку. Масштаб 1:40000; Принцип передачі

інформації у оптоволоконній лінії зв'язку; Структурна схема ВОСП; Мультиплексор HUAWEI OptiX

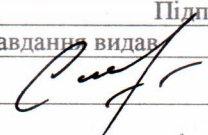
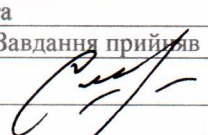
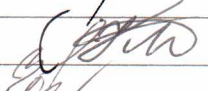
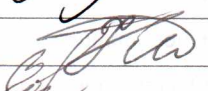
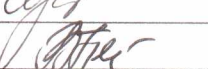
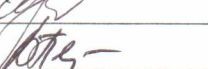


OSN 1500B; Інтелектуальна оптична система передачі STM; Схема кабелю NZDSF марки FutureGuide

виробництва фірми Fujikura та профілі його показників; Лазерні діоди ML920 фірми Mitsubishi; Схема

укладання пігтейлів у розподільній панелі Fiber Cross ПР16; Організація перемичок на оптичному кросі

вузла доступу с.м.т. Іванівка; Схема організації зв'язку між населеними пунктами Одеської області

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

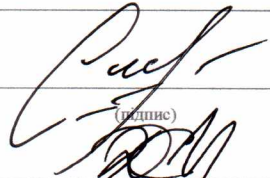
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Технологічний розділ	Саєнко В.В.		
2. Екон. частина	Кухарук А.А.		
3. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник

Саєнко В.В.

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

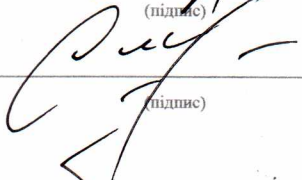
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ. Постановка задачі проектування	22.05.2023	виконано
2.	Аналіз лінії зв'язку	24.05.2023	виконано
3.	Принципи побудови і основні особливості ВОСП	25.05.2023	виконано
4.	Оцінка пропускнуої здатності ВОЛЗ	26.05.2023	виконано
5.	Розрахунок кількості абонентів та цифрових потоків	29.05.2023	виконано
6.	Вибір системи передачі даних	30.05.2023	виконано
7.	Вибір типу оптичного кабелю ВОСП	31.05.2023	виконано
8.	Побудова схеми організації зв'язку	1.06.2023	виконано
9.	Розрахунок параметрів ВОЛЗ	2.06.2023	виконано
10.	Визначення ширини смуги частот ВОСЗ	5.06.2023	виконано
11.	Розрахунок довжини регенераційної ділянки	6.06.2023	виконано
12.	Визначення сумарних втрат в оптичному тракті	7.06.2023	виконано
13.	Розрахунок рівня та запасу потужності системи	8.06.2023	виконано
14.	Розрахунок енергетичного запасу та надійності	9.06.2023	виконано
15.	Економічні розрахунки та аналіз питань техніки безпеки	10.06.2023	виконано
16.	Оформлення креслеників та ПЗ проекту	11.06.2023	виконано

Дипломник

Керівник


(підпис)


(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Технологічний розділ.....	8
1.1 Аналіз можливості впровадження ВОСП на місцевості.....	8
1.2 Загальна оцінка пропускнуої здатності ВОСП.....	9
1.2.1 Розрахунок кількості телефонних каналів.....	10
1.2.2 Розрахунок кількості абонентів мобільного зв'язку.....	11
1.2.3 Розрахунок кількості абонентів при передачі даних Internet.....	13
1.2.4 Розрахунок кількості абонентів цифрового ТБ.....	13
1.2.5 Розрахунок потреби в організації локальних мереж.....	13
1.2.6 Розрахунок сумарної швидкості передачі по лінії.....	13
1.2.7 Розрахунок кількості переданих цифрових потоків.....	13
1.3 Схема організації зв'язку між населеними пунктами.....	14
1.4 Побудова ВОСП та аналіз її характеристик.....	16
1.5 Вибір типу оптичного кабелю для ВОСП.....	21
1.6 Вибір типу оптичного кабелю для ВОСП.....	25
1.7 Розрахунок проектної довжини регенераційної ділянки, довжини оптичного лінійного тракту і визначення його структури.....	26
1.8 Визначення сумарних втрат в оптичному тракті ВОСП.....	28
1.9 Розрахунок повного запасу потужності ВОСП.....	30
1.10 Розрахунок енергетичного запасу ВОСП.....	31
1.11 Визначення відношення сигнал/шум або ймовірності помилки, що відводиться на довжину регенераційної ділянки.....	31
1.12 Визначення рівня передачі потужності оптичного випромінювання на виході передавального оптичного модуля.....	31
1.13 Визначення рівня мінімальної виявленої потужності.....	32
1.15 Розрахунок надійності ВОСП.....	34
1.16 Монтаж ВОСП.....	38
1.17 Підготовка ОВ до зрощення.....	40

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

5

1.18 Зварювання оптичних волокон.....	41
1.19 Введення оптичного кабелю в будівлі і споруди зв'язку.....	42
1.19.1 Введення оптичного кабелю в будівлю пошти в с.м.т. Ширяєве....	42
1.19.2 Введення оптичного кабелю в будівлю пошти в с.м.т. Іванівка....	43
1.19.3 Введення оптичного кабелю в будівлю Укртелеком в м. Балта.....	43
1.20 Вибір типу і монтаж оптичного кросу для ВОСП.....	44
1.20.1 Характеристики про оптичного кросу (Fiber Cross).....	44
1.20.2 Пристрій оптичного кросу (Fiber Cross).....	45
1.20.3 Інструкція з монтажу оптичного кросу (Fiber Cross).....	46
1.21 Вимірювання під час будівництва ВОСП.....	48
2 Економічна частина.....	52
3 Охорона праці.....	57
Висновки.....	62
Перелік використаних джерел.....	63
Додаток А.....	64
Додаток Б.....	65
Додаток В.....	68

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

6

ВСТУП

Незважаючи на економічні труднощі розвиток галузі зв'язку в Одеській області відбувається помітними темпами. Одеса зараз найбільш гостро потребує надійного зв'язку з районними центрами області. Безумовно, на якість зв'язку впливає і фізично застаріле обладнання та кабель.

Даний проект пов'язаний із будівництвом волоконно-оптичної системи передачі між містами Одеса і Балта по опорах ЕЗД (Електрифікованої Залізничної Дороги). Це, по-перше, дозволить скоротити витрати на експлуатаційно-технічне обслуговування лінії і станційного обладнання; по-друге, дозволить організувати велику кількість високошвидкісних цифрових каналів. Необхідно також передбачити виділення потоків в с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве, що забезпечить ці населені пункти надійним і якісним зв'язком, отже, і такими послугами, як інтернет, телеголосування, мовна та факсимільна пошта, інтернет-телефонія, цифрове телебачення, довідково-інформаційні системи на основі глобальної інтелектуальної платформи і іншими видами цифрового зв'язку [1].

Розвиток мережі зв'язку в Одеській області має найважливіше значення для ефективного управління народним господарством країни, чіткої роботи державного апарату, підвищення обороноздатності, задоволення культурно-побутових потреб населення.

В дипломному проекті буде виконано розробку волоконно-оптичної системи передачі (ВОСП) для зв'язку населених пунктів Одеської області. Мета роботи – визначення доцільності впровадження цифрової системи передачі по волоконно-оптичній лінії зв'язку для заданого географічного напрямку, вибір системи передачі і марки оптичного кабелю. Для впровадження проекту необхідно встановити обладнання синхронної цифрової ієрархії і прокласти волоконно-оптичну лінію зв'язку між пунктами, зазначеними в завданні на дипломне проектування. Необхідність будівництва ВОСП має бути доведена в проекті шляхом технічного і економічного розрахунків.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

7

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

У процесі проектування необхідно використовувати довідники по лініях і кабелях зв'язку, відомчі норми технологічного проектування, технічний опис обладнання SDH, карти місцевості проектованої магістралі, економічно-географічне положення Одеської області. Необхідно зібрати інформаційні дані про населені пункти, через які проходить траса проектованої лінії зв'язку, розглянути перспективи розвитку та застосування ВОСП, зробити висновки про необхідність побудови лінії зв'язку і на основі цього провести необхідні розрахунки параметрів оптичного кабелю (ОК) і обсягу обладнання.

1.1 Аналіз можливості впровадження ВОСП на місцевості

Підвіска ВОК на опорах ЕЗД досить широко застосовується на магістральних і внутрішньозонових оптичних мережах. Цей спосіб організації ВОСП, звичайно, необхідний в важкодоступних місцях, в районах з важкими природними і ґрунтовими умовами, де прокладка кабелю в ґрунт буде економічно не вигідна, і немає автодоріг для обслуговування траси кабелю, як в нашому випадку на трасі м. Одеса – м. Балта.

Між населеними пунктами траса ВОСП проходить уздовж залізниці, обслуговувані регенераційні пункти (ОРП) з введенням-виведенням потоків розташовуються в с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве, де вони будуть забезпечені водою, електроенергією, паливом і житлом для обслуговуючого персоналу.

Траса ВОСП на ділянці м. Одеса – м. Балта визначена напрямком залізниці між цими містами. Кабель по всій трасі, що проходить через населені пункти с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве намічено прокласти по залізобетонних опорах ЕЗД. Загальна протяжність траси становить 210 км, і умовно буде розбита на три ділянки: від Одеси до с.м.т. Іванівка протяжність траси 72 км; від с.м.т. Іванівка до с.м.т. Ширяєве 53 км; і від с.м.т. Ширяєве до м. Балти 85 км. Характеристики траси є такими:

- максимальна швидкість вітру 22 м/с;
- мінімальна температура – 20 °С;

					<i>ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

- абсолютна максимальна температура 40 °С;
- середньорічна температура повітря + 20 °С;
- район ожеледиці – другий;
- опади: 577 мм на рік.

Для прокладки ВОСП на опорах ЕЗД доцільно використовувати самонесучий одномодовий волоконно-оптичний кабель з коефіцієнтом загасання 0,2 дБ/км на довжині хвилі 1,55 мкм вітчизняного виробництва [2].

1.2 Загальна оцінка пропускної здатності ВОСП

Населені пункти (об'єкти) траси ВОСП, чисельність населення яких наведена згідно із останнім переписом населення:

Пункт 1 – м. Одеса; чисельність населення близько 1 млн. жителів;

Пункт 2 – с.м.т. Іванівка; чисельність населення близько 3100 жителів;

Пункт 3 – с.м.т. Ширяєве; чисельність населення близько 7240 жителів;

Пункт 4 – м. Балта; чисельність населення близько 19350 жителів.

Характеристика регіону за наступними критеріями (наводиться опис обраних населених пунктів і оцінка видів і обсягу передаваної інформації):

- адміністративне значення регіону і його промисловий розвиток;
- оцінка потреб у послугах зв'язку за різними видами.

Якщо в м. Балті ще спостерігається приріст населення по 0,5% на рік за рахунок збільшення народжуваності і відтоку населення з селищ і сіл в регіональний центр, то в таких населених пунктах як Ширяєве, Іванівка, населення не росте, а зменшується, в той же час кількість міжміських дзвінків набагато більше, ніж було 30 років тому.

Розрахунок кількості населення в проекті не проводиться, оскільки, як уже було написано вище, приросту населення немає, і при проектуванні ВОСП за новими технологіями обрана реальна, наявна на сьогоднішній день чисельність населення згідно останнього перепису населення.

Уточнимо дані щодо кількості населення:

- чисельність населення м. Одеси $N_t = 1000000$ чол.;

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		9

- чисельність населення с. м. т. Іванівка $N_t = 3100$ чол.;
- чисельність населення с. м. т. Ширяєве $N_t = 7240$ чол.;
- чисельність населення м. Балта $N_t = 19350$ чол.

1.2.1 Розрахунок кількості телефонних каналів

Розрахунок кількості необхідних телефонних каналів міжміського зв'язку зробимо за наближеною формулою:

$$n_{mf} \approx \alpha_1 \cdot f_T \cdot \gamma \cdot \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b} + \beta_1 \quad (1.1)$$

де α і β – постійні коефіцієнти, відповідні фіксованою доступності і заданим втратам, $\alpha = 1,3$; $\beta = 5,6$ (втрати задаються рівними 5%).

Ступінь зацікавленості окремих груп населення у взаємозв'язку залежить від політичних, економічних, культурних і соціально-побутових відносин між групами населення, районами та областями. Практично ці взаємозв'язки виражаються через коефіцієнт тяжіння f_m рівний 10%.

f_m – коефіцієнт тяжіння, $f_m = 10\%$;

y – питоме навантаження, $y = 0,05$ Ерл;

m_a і m_b – кількість абонентів, що обслуговуються автоматичними міжміськими телефонними станціями (АМТС).

Визначимо максимальну кількість абонентів в зоні АМТС, яке буде створювати завантаження даної лінії:

$$m = 0,38N_t \quad (1.2)$$

тоді:

– для м. Одеси $m = 0,38 \cdot 100000 = 380000$ чол.;

– для с.м.т. Іванівка $m = 0,38 \cdot 3100 = 1178$ чол.;

– для с.м.т. Ширяєве $m = 0,38 \cdot 7240 = 2751$ чол.;

– для м. Балти $m = 0,38 \cdot 19350 = 7353$ чол.

За формулою (1.1) отримуємо кількість телефонних каналів між

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

пунктами:

$$n_{m\phi} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{380000 \cdot 1178}{380000 + 1178} + 5,6 = 13 \text{ кан.};$$

м Одеса – с.м.т. Іванівка

$$n_{m\phi} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{380000 \cdot 2751}{380000 + 2751} + 5,6 = 23 \text{ кан.};$$

м. Одесса – с.м.т. Ширяєве

$$n_{m\phi} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{380000 \cdot 7353}{380000 + 7353} + 5,6 = 52 \text{ кан.}$$

м. Одесса – м. Балта

$$\text{Сумарна кількість телефонних каналів: } n_{m\phi.сум} = 13 + 23 + 52 = 88 \text{ кан.}$$

Швидкість передачі одного телефонного каналу становить 64 Кб/с, разом швидкість всіх телефонних каналів ($V_{т\phi}$) складе: $V_{m\phi} = 88 \cdot 64 = 5632 \text{ Кб/с.}$

1.2.2 Розрахунок кількості абонентів мобільного зв'язку

Розрахунок кількості абонентів стільникового зв'язку можна виконати теж тільки приблизно. За даними статистики стільникових операторів, громадян, що дійсно користуються послугами мобільного зв'язку сьогодні в Україні близько 30 мільйонів чоловік або 70% населення країни (при цьому зареєстровано близько 55 мільйонів абонентських підключень). Природно, в дрібних населених пунктах цей показник нижче 40-50%, у великих містах, регіональних центрах може бути вище – 70-75%, в Києві та Одесі – до 90%. Для нашого регіону ми візьмемо середній показник по країні в 70%. Звідси приблизну кількість мобільних абонентів $m_{моб}$ (діючих апаратів):

– у м. Одеса становить:

$$m_{моб} = 1000000 \frac{70}{100} = 700000 \text{ чол.}$$

– у с.м.т. Іванівка становить:

$$m_{моб} = 3100 \frac{70}{100} = 2170 \text{ чол.}$$

– у с.м.т. Ширяєве становить:

$$m_{моб} = 7240 \frac{70}{100} = 5068 \text{ чол.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

11

– у м. Балта становить:

$$m_{\text{моб}} = 19350 \frac{70}{100} = 13545 \text{ чол.}$$

Розрахунок кількості необхідних каналів мобільного зв'язку зробимо по тій же наближеній формулі (1.1). Отримуємо кількість необхідних каналів мобільного зв'язку між пунктами:

$$\text{м. Одеса – с.м.т. Іванівка} \quad n_{\text{моб}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{700000 \cdot 2170}{700000 + 2170} + 5,6 = 20 \text{ кан.};$$

$$\text{м. Одеса – с.м.т. Ширяєве} \quad n_{\text{моб}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{700000 \cdot 5068}{700000 + 5068} + 5,6 = 38 \text{ кан.};$$

$$\text{м. Одеса – м. Балта} \quad n_{\text{моб}} = 1,3 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \frac{700000 \cdot 13545}{700000 + 13545} + 5,6 = 92 \text{ кан.}$$

Сумарна кількість мобільних телефонних каналів:

$$n_{\text{моб.сум}} = 20 + 38 + 92 = 150 \text{ кан.}$$

З цих 150 каналів послугами інтернет будуть користуватися, припустимо, не більше 60% абонентів, тобто на звичайний канал мобільного зв'язку виділимо 64 Кб/с, а якщо вихід в інтернет, то 128 Кб/с.

З огляду на це, розрахуємо приблизну кількість каналів мобільного зв'язку, які будуть використовуватися під інтернет:

$$N_{\text{моб}} = 150 \cdot \frac{60}{100} = 90 \text{ кан.}$$

Разом, кількість каналів виділених для передачі мобільного інтернету 90, кожен канал по 128 Кб/с, решта 40% для передачі телефонних розмов, а це 60 каналів зі швидкістю 64 Кб/с.

Швидкість передачі одного каналу для мобільного інтернету становить 128 Кб/с, разом швидкість всіх каналів мобільного інтернету ($V_{\text{моб.инт}}$) складе:

$$V_{\text{моб.инт}} = 90 \cdot 128 = 11520 \text{ Кб/с.}$$

Швидкість передачі інших каналів мобільного телефонного зв'язку ($V_{\text{моб}}$) складе: $V_{\text{моб}} = 60 \cdot 64 = 3840 \text{ Кб/с.}$

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

1.2.3 Розрахунок кількості абонентів при передачі даних Internet

Прийmemo швидкість каналу передачі даних $V_{\text{пд}} = 10$ Мбіт/сек;

Кількість провайдерів $K_{\text{пр}}$ – беремо з умови 1 на 10 тис. користувачів;

Передбачувана кількість абонентів $P_{\text{аб}} = 50\%$ від загального числа абонентів у с.м.т. Іванівка, с.м.т. Ширяєве, м. Балти, тобто $1178 + 2751 + 7353 = 11282$ аб.;

$$\text{Звідси маємо: } P_{\text{аб}} = 11282 \frac{50}{100} = 5641 \text{ аб.}$$

1.2.4 Розрахунок кількості абонентів цифрового ТВ

– Кількість цифрових ТВ каналів $N_{\text{ТВ}} = 32$;

– Швидкість передачі 1 ТВ каналу (MPEG-4) $V_{\text{ТВ}} = 8$ Мбіт/сек;

Разом швидкість передачі всіх 32 каналів цифрового телебачення складе:

$$V_{\text{тв}} = 8 \cdot 32 = 256 \text{ Мбіт/с.}$$

1.2.5 Розрахунок потреби в організації локальних мереж

Виберемо тип мережі Ethernet, швидкість обміну $V_{\text{лвс}} = 100$ Мбіт/сек.

Розрахунок сумарного обсягу трафіку ЛЗ проводиться на основі оцінки сумарної швидкості передачі для задоволення всіх потреб у послугах зв'язку [3].

1.2.6 Розрахунок сумарної швидкості передачі по лінії

Сумарна швидкість передачі по лінії визначається за виразом:

$$V_{\text{сумм}} = V_{\text{тф}} + V_{\text{моб.инт.}} + V_{\text{моб.}} + V_{\text{пд}} + V_{\text{тв}} + V_{\text{лвс}}, \text{ Мбіт/сек.} \quad (1.3)$$

отримуємо:

$$V_{\text{сумм}} = 5632 + 11520 + 3840 + 10000 + 256000 + 100000 = 386992 \text{ Кбіт/сек.}$$

1.2.7 Розрахунок кількості переданих цифрових потоків

Визначимо загальну кількість первинних цифрових потоків $E1$ (2048 Кб/с), що виділяються на передані нами послуги зв'язку за формулою:

$$N_{E1} = V / 2048 \quad (1.4)$$

Звідси:

$$\text{Кількість потоків } E1 \text{ для передачі Internet: } E1_{\text{пд}} = 10000/2048 = 5;$$

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

Кількість потоків E1 для передачі Ethernet: $E1_{\text{лвс}} = 100000/2048 = 50$;

Кількість потоків E1 передачі цифрового ТБ: $E1_{\text{тв}} = 256000/2048 = 128$;

Кількість потоків E1 на телефонію: $E1_{\text{тлф}} = 5632 / 2048 = 3$.

Збільшимо кількість виділених потоків E1 на телефонію на 1 для компенсації пікових навантажень в м. Одеса, разом: $E1_{\text{тлф}} = 3 + 1 = 4$.

Кількість потоків E1 на мобільний зв'язок: $E1_{\text{моб}} = (11520 + 3840)/2048 = 8$.

Збільшимо кількість потоків E1 на мобільний зв'язок на 2 для компенсації телефонних пікових навантажень в м. Одеса, разом: $E1_{\text{моб}} = 8 + 2 = 10$.

Загальна кількість переданих потоків E1 по проектованій ВОСП складе:

$$N_{E1} = 5 + 50 + 128 + 4 + 10 = 197$$

Отримане значення кількості цифрових потоків є визначальним для вибору типу активного обладнання відповідного рівня SDH ієрархії.

1.3 Схема організації зв'язку між населеними пунктами

Схема організації зв'язку між населеними пунктами м. Одеса та м. Балта призначена для забезпечення зв'язку між ними, а також для забезпечення зв'язком проміжних населених пунктів с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве. На схемі повинні бути вказані кінцеві пункти та транзитні пункти, де передбачено виділення потоків, всі мультиплексори, встановлені в цих пунктах, а також з'єднання між ними [4].

Структурна схема організації зв'язку між населеними пунктами м. Одеса – м. Балта з виділенням потоків у с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве виконана з урахуванням попереднього розрахунку згідно з розділом 1 та показана на рис.1.1. У проекті запропоновано використовувати топологію мережі «послідовний лінійний ланцюг», без резервування по інших лініях зв'язку, як найбільш просту і економічно доцільну. У проекті передбачено резервування оптичних волокон апаратурою Huawei OptiX OSN 1500 B за схемою 1 + 1, тобто на 2 робочих (прийом-передача) оптичних волокна (1-2 ОВ), припадатиме 2 резервних (3-4 ОВ). З 16 оптичних волокон кабелю ОКМС, 4 ОВ буде використовуватися для організації лінійного тракту і резервування системи передачі OptiX OSN 1500 B.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

14

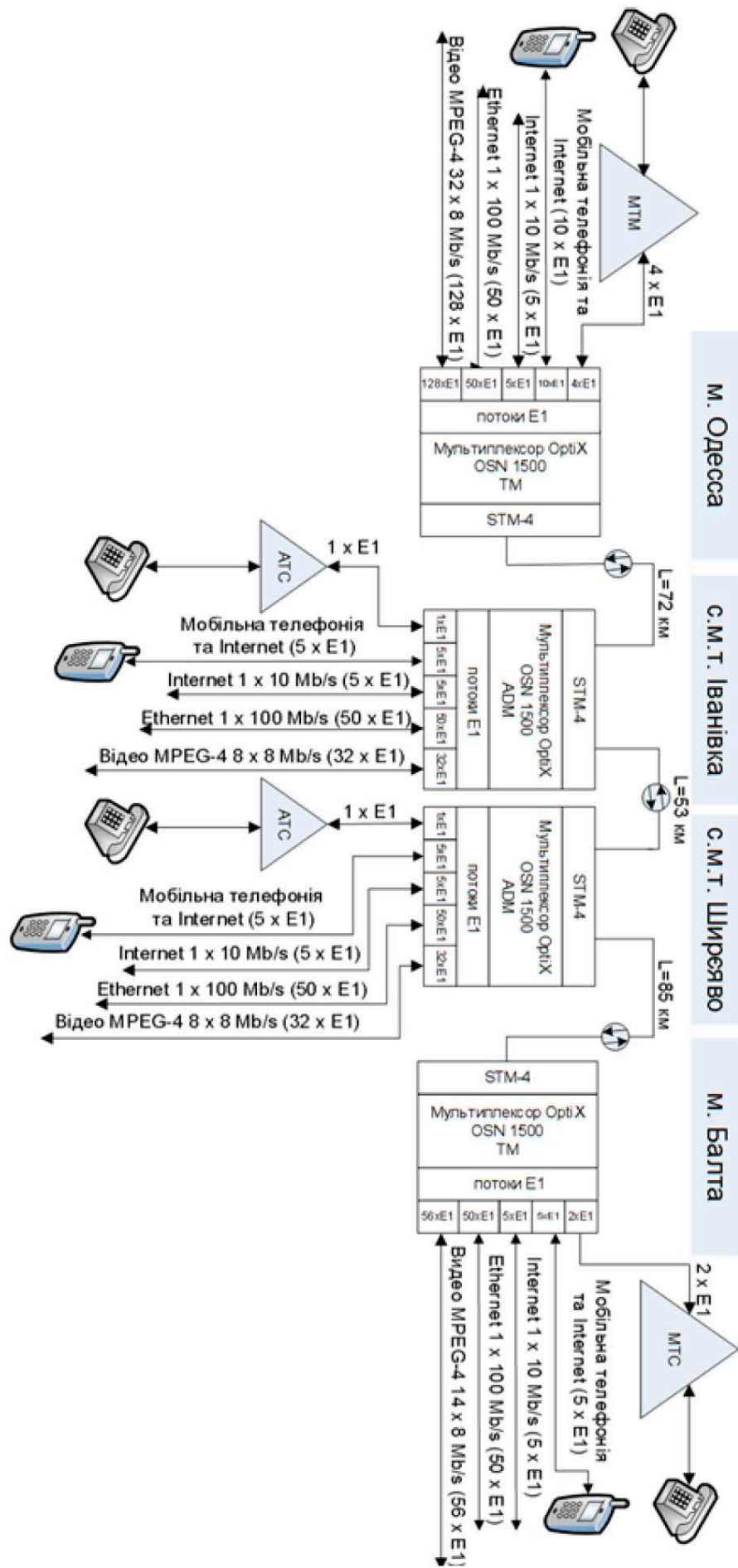


Рисунок 1.1. Схема організації зв'язку між населеними пунктами

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

На основі розрахованого числа потоків, на проєктованій ділянці необхідно організувати:

- для телефонії: 4 потоки E1 для передачі телефонії, 10 потоків E1 для передачі мобільного інтернету і каналів мобільної телефонії;
- для передачі сигналу ТБ: необхідний трафік 256 Мб/с (128 потоків E1);
- для доступу в Internet: необхідний трафік 10 Мб/с (5 потоків E1);
- для передачі Ethernet: необхідний трафік 100 Мб/с (50 потоків E1).

1.4 Побудова ВОСП та аналіз її характеристик

На основі знайденого числа каналів для забезпечення необхідної пропускної спроможності, обрано обладнання синхронної цифрової ієрархії SDH рівня STM-4 (622 Мб/с).

Апаратуру та обладнання для систем передачі SDH пропонують багато відомих фірм-виробників, таких як «Alcatel», «Siemens», «Nortel», «Huawei» і інші. Виходячи з того, що в нашому випадку кількість потоків E1 = 197 (2048 Кб/с), то була обрана система передачі компанії HUAWEI – OptiX OSN 1500B. Розглядуваний мультиплексор (рис.1.2) – це обладнання з підтримкою швидкості передачі на рівні STM-4 (622 Мбіт/с) і до STM-16 (2,5 Гбіт/с).

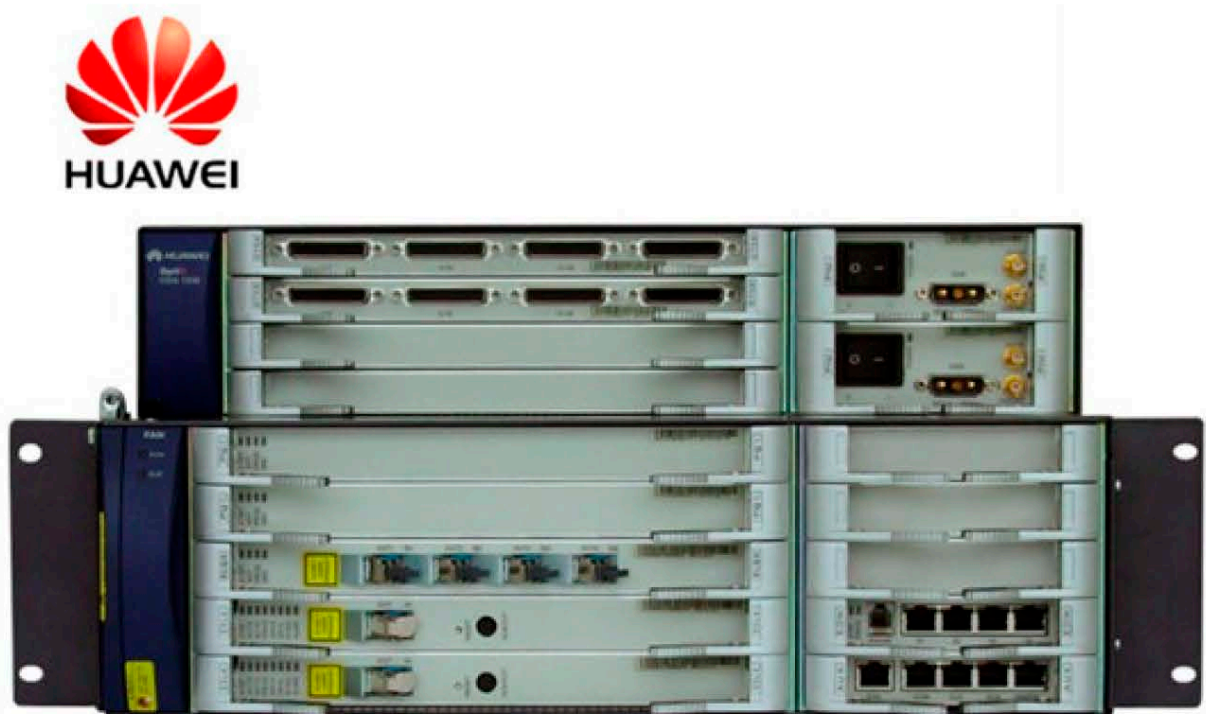


Рисунок 1.2. Мультиплексор HUAWEI OptiX OSN 1500B

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

16

OptiX OSN 1500 є обладнанням наступного покоління, розробленим фірмою Huawei. Це обладнання інтегрує в собі такі технології:

- Синхронна цифрова ієрархія (SDH);
- Мультиплексування поділом по довжині хвилі (WDM);
- Ethernet;
- Асинхронний режим передачі (ATM);
- Плезіохронна цифрова ієрархія (PDH);
- Автоматично комутована оптична мережа (ASON).

OptiX OSN 1500B забезпечує платформу для передачі даних і мовних послуг. Головною відмінною рисою платформи від обладнання OptiX OSN 1500 є підтримка механізмів резервування на апаратному рівні. Завдяки цьому, у оператора зв'язку з'являється можливість використання високонадійного і разом з тим компактного і економічного обладнання на рівні доступу [5].

Комбінуючи різні технології, обладнання OptiX OSN 1500B не тільки зберігає гнучкість і надійність, властиву технології SDH, але також забезпечує ефективну передачу трафіку ATM і IP за рахунок можливості установки відповідних інтерфейсних модулів. В опорній мережі, побудованій на пристроях OptiX OSN, забезпечується динамічний розподіл смуги пропускання користувачам відповідно обсягам трафіку, тому що система використовує статистичний, а не фіксований метод мультиплексування даних.

Підтримувані модулі, максимально: 14xSTM-1, 14xSTM-4, 2xSTM-16, 20xFast Ethernet, 6xGigabit Ethernet, 10xSTM-1 електричний, 126xE1/T1, 12xE3/T3, мультисервісні ESCON / FICON / Fiber Channel / FDDI / PDH (34Мбіт/с ~ 2.5Гбіт/с), DVB-ASI. Крім того, в мультиплексор можна встановити до 20 плат Fast Ethernet (рис. 1.3) з двома, чотирма або вісьмома портами 10/100 Мбіт/с, також є можливість установки до шести плат Gigabit Ethernet (1Гб/с). Будь-який порт в такому модулі може працювати у всіх п'яти режимах: двобічний і напівдуплексний, а також універсальний. Після відповідної обробки Ethernet-кадри поміщаються в "контейнери" VC-12. Дані можуть бути також упаковані в канали $N \times 2$ Мбіт/с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

17



Рисунок 1.3. Ethernet-плата 8-Port 10M/100M OptiX OSN 1500

Перелічимо основні особливості системи передачі, побудованої на базі обладнання OptiX OSN 1500:

1. Високорентабельна платформа:

Сервісні плати і ПЗ OptiX OSN 7500/3500/2500/1500 абсолютно сумісні: ці системи формують комплексну платформу. Такий підхід дозволяє значно знизити витрати на обслуговування і запчастини. Інтелектуальна платформа OSN є високоефективною комбінацією послуг і можливостей, надаючи оператору рентабельне рішення. Крім того, система підтримує змішану організацію мережі з іншим обладнанням компанії Huawei. Перевага такого підходу – в комплексному управлінні через NMS (систему управління мережею) компанії Huawei;

2. Гнучкість конфігурації обладнання:

- устаткування сумісне з STM-16/4;
- підтримка online оновлення обладнання від 622M до 2.5G;

3. Планування великий ємності:

- підтримка 20G VC-4 / VC-3 / VC-12 ;

4. Конфігурування безлічі послуг :

1) Сервісні інтерфейси:

- STM-1 (оптичний/електричний);
- STM-4/16 зі стандартними або каскадних сервісами;
- E1/T1/E3/T3/E4;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

- Прозора передача і комутація послуг FE і GE;
- Послуги ATM;
- Послуги SAN і передачі відео;

2) Повне надання швидких end-to-end сервісів із застосуванням GMPLS;

5. Високий ступінь інтеграції:

Габарити корзини: 221 мм (В) x 444 мм (Ш) x 262 мм (Г); кожна корзина має 9 слотів під сервісні плати, 4 з яких можна використовувати як слоти під інтерфейсні плати;

6. Гнучкі режими установки:

Устаткування має форму паралелепіпедів з висотою 5U. Воно може монтуватися у 19" штатів або штатів ETSI з глибиною 300, або кріпитися на стіну;

7. Відмінна організація мережі :

- Підтримка динамічного додавання комірчастих мережевих вузлів;
- Підтримка мережевого нарощування і розширення комірчастої мережі з будь-якою швидкістю;
- Підтримка комірчастої мережі з 40 оптичними напрямками;
- Підтримка різних топологій мережі SDH, включаючи ланцюг, кільце, подвійне кільце, дотичні кільця;
- Підтримка кілець RPR, VP-RING;
- На базі одного кошика можна створити чотирьохволоконне кільце STM-16 або два двохволоконних кільця STM-16;

8. Вбудована технологія WDM:

- Надання двоканальної плати введення / виведення довжин хвиль;
- Надання плати перетворення спектральних каналів різної побітової швидкості;

9. Повний механізм підтримки мережі.

- Відновлення комірчастої (mesh) мережі:

Підтримка розподіленого відновлення із захисною перемаршрутизацією.

Надання 5 типів схем захисту сервісів: діамантового, золотого, срібного,

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

бронзового і залізного рівнів,

- Захист SDH:

Підтримка 2F/4F MSP, SNCP і DNI, захист спільно використовуваного оптичного віртуального каналу;

- Захист послуг передачі даних:

Підтримка захисного кільця RPR для послуг Ethernet, а також захисту STP spanning tree. Підтримка захисного кільця VP-RING для сервісів ATM;

10. Повний механізм захисту обладнання:

- Інтелектуальний захист модулів управління: гаряче резервування 1+1;
- Підтримка гарячого резервування 1+1 основних модулів, включаючи модулі крос-комутації та синхронізації;
- Захист модулів електроживлення;
- Захист TPS.

Вибір запропонованої транспортної платформи обумовлюється ще й тим, що вона легко може бути модернізована з рівня STM-4 в рівень порядком вище STM-16, розширення кількості потоків додаванням додаткових трибутарних плат. Захист 1+1 блоків крос-комутації, синхронізації і живлення. Захист 1:N трибутарних плат [6].

Для забезпечення резервування OptiX OSN 1500 використовує такі механізми, як двоволоконні MSP, SNCP, DNI, MS, SPRing, а також кільця ATM VP Ring, IP Ring ATM, віртуальний захист шляху в спільно використовуваному волокні ("фірмова" розробка Huawei). Суть цього механізму полягає в тому, що вся пропускна здатність волокна ділиться на рівні VC-4 або VC-12 для формування логічних підсистем, які відповідають за свій вид трафіку.

Для кожної підсистеми встановлюється свій режим захисту залежно від типу трафіку. Таким чином, одне волокно може одночасно підтримувати різні режими захисту для різних груп трафіку.

Таким чином пристрій забезпечує агрегування послуг, транспортування голосового та інформаційного трафіку з високою пропускною здатністю і застосовується в мережах доступу (рис. 1.4).

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

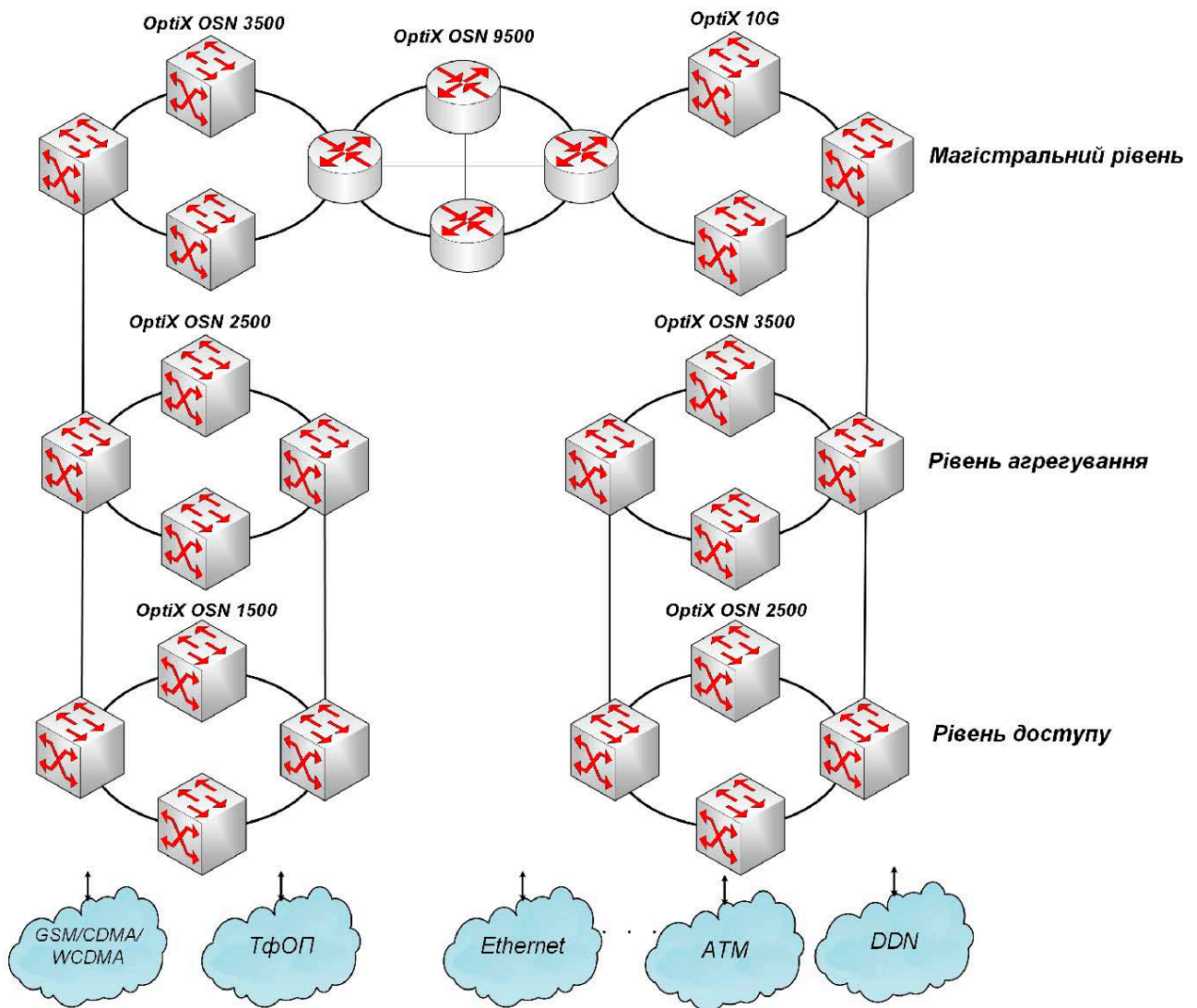


Рисунок 1.4. Інтелектуальна оптична система передачі STM-16/STM-4/STM-1 Huawei OptiX OSN 1500

1.5 Вибір типу оптичного кабелю для ВОСП

Оптичні волокна мають дуже мале (в порівнянні з іншими середовищами) загасання сигналу у волокні. Крапці зразки вітчизняного волокна мають загасання 0.22 дБ/км на довжині хвилі 1.55 мкм, що дозволяє будувати лінії зв'язку завдовжки до 100 км. без регенерації сигналів. Для порівняння, краще волокно Sumitomo на довжині хвилі 1.55 мкм має загасання 0.154 дБ/км.

При виборі оптичного кабелю (ОК) в проекті враховувалися умови прокладки ОК, тип оптичного волокна, а також число необхідних волокон.

У проекті запропоноване прокладання оптичного кабелю по опорах ЕЗД. Характерними особливостями конструкції оптичного кабелю є:

- малі розміри і маса;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

21

- велика будівельна довжина (до 6 км і більше);
- мала величина кілометрового загасання;
- відсутність необхідності утримання оптичного кабелю під надлишковим повітряним тиском;
- стійкість до електромагнітних (гроза, лінія ЕЗД і ін.) впливів.

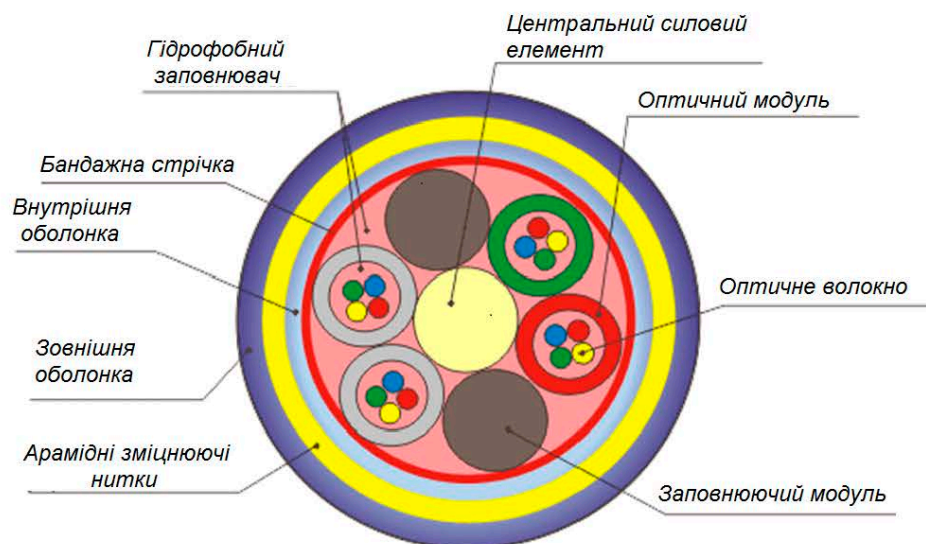


Рисунок 1.5. Схема оптичного кабелю типу NZDSF FutureGuide

Оптичні кабелі, які використовуються під час будівництва ВОСП на вантажонапружених ділянках залізниць, повинні мати не менше 16 волокон; на малонавантажених ділянках або для підключення віддалених для магістралі об'єктів – не менше 8 волокон для забезпечення резервування та захисту. Оптичні волокна при цьому повинні бути одномодовими і сертифіковані для довжин хвиль 1,31 мкм і 1,55 мкм.

При виборі типу оптичного кабелю слід віддавати перевагу кабелям зі стандартним волокном, що забезпечує роботу систем STM-1/16. При цьому можуть бути використані як вітчизняні кабелі, так і кабелі зарубіжних фірм при наявності сертифікації Міністерства інфраструктури України.

На сьогоднішній день вітчизняна промисловість освоїла виробництво практично повної номенклатури оптичних кабелів для магістральних, зонових і місцевих мереж зв'язку. У конструкціях кабелів застосовуються імпортовані матеріали високої якості, а також оптичне волокно, яке постачається, в основному, відомими фірмами: Corning, Fujikura, Samsung, Lucent Technologies.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Виходячи з того, що оптичний кабель підвішується на опорах контактної мережі, оберемо самонесучий кабель марки типу NZDSF марки FutureGuide (рис.1.5), виробництва фірми Fujikura:

- Застосування кабелів: Магістральний, самонесучий, діелектричний, для підвіски на опорах контактної мережі і ліній автоблокування залізниць, на опорах ліній електропередачі (ЛЕП) до 500 кВ, повітряних лініях зв'язку і експлуатації при температурі навколишнього середовища від мінус 60° С до плюс 70° С;
- Опис кабелю: Центральний силовий елемент (ЦСЕ) являє собою склопластиковий стрижень;
- Оптичний модуль: пластмасові трубки з чотирма пофарбованими одномодовими оптичними волокнами, заповненими гідрофобним компаундом. Заповнюючі модулі: поліетиленові стрижні;
- Сердечник: оптичні модулі та корделі – наповнювачі скручені навколо ЦСЕ; порожнечі сердечника заповнені гідрофобним компаундом;
- Захист від вологи: бандажна стрічка, накладена подовжньо на сердечник кабелю. Внутрішня оболонка поліетиленова;
- Броня: звита з арамідних зміцнюючих ниток;
- Захисна оболонка: світлостабілізований поліетилен.

Характеристика кабелю NZDSF марки FutureGuide:

- оптичний кабель магістральний, самонесучий, діелектричний;
- зовнішня оболонка з трекінгостійкості не розповсюджує горіння поліетилену;
- захисні покриви з арамідних ниток;
- внутрішня оболонка з поліетилену;
- кількість оптичних модулів – 4, кількість заповнюючих модулів – 2;
- номінальний зовнішній діаметр оптичних і заповнюючих модулів – 2,4 мм;
- центральний силовий елемент – склопластиковий пруток;
- 16 одномодових оптичних волокон з ненульовою зміщеною

					<i>ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

дисперсією NZDSF, відповідних рекомендації ITU-T G.655;

- допустиме розтягуюче зусилля до 8 кН;
- будівельна довжина кабелю – 6км.

У проекті запропоновано використовувати оптичне волокно Японської фірми Fujikura Ltd (Фуджікура) марки FutureGuide-LA – це одномодове оптичне волокно з ненульовою зміщеною дисперсією NZDSF (Non Zero Dispersion Shift Fiber) і великою величиною площі ефективного перерізу, низькою величиною поляризаційно-модової дисперсії (по рекомендації G.655 MCE-T). Пропоноване оптичне волокно призначене для магістральних волоконно-оптичних систем передачі даних довжиною від 100 км. і більше зі спектральним DWDM ущільненням, що працюють в С- і L-діапазонах [7].

У таблиці 1.1 вказані технічні параметри оптичного волокна FutureGuide-LA фірми Fujikura Ltd.

Таблиця 1.1. Технічні параметри оптичного волокна FutureGuide-LA

Параметри	Од. вим.	FutureGuide - LA
Діаметр покриття	мкм	245 ± 5
Діаметр оболонки	мкм	125,0 ± 1,0
Діаметр модової плями на довжині хвилі 1550 нм	мкм	9.6 ± 0.4
Ефективний переріз (A _{eff})	кв мм	72 (в середн.)
Загасання на довжині хвилі 1550 нм	дБ/км	< 0.2
Загасання на довжині хвилі 1625 нм	дБ/км	0.25
Неоднорідність загасання на довжині хвилі 1550 нм	дБ/км	<0,10
Зміна загасання в залежності від довжини хвилі (діапазоні 1525-1575 нм)	дБ/км	0.05
Довжина хвилі відсічення	нм	1480
Діаметр поля моди на довжині хвилі 1550 нм	мкм	9,6 ± 0,4
Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1550 нм	пс/(нм * км)	2.5
Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1625 нм	пс/(нм * км)	5.0
Поляризаційно-модова дисперсія	пс/√км	<0,10
Питома смуга пропускання, на довжині хвилі 1550 нм	МГц, км	252000
Максимальна відносне подовження	%	1.0

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

24

Мета проекту – побудувати ВОСП загальною протяжністю 210 кілометрів на ділянці м. Одеса – м. Балта з виділенням потоків по трасі в двох населених пунктах при передачі сигналу на швидкості 622 Мбіт/с з використанням сучасного оптичного волокна типу NZDSF марки FutureGuide – LA фірми Fujikura. Спільно з планами більш далекої перспективи має розглядатися інсталяція лінії на швидкість передачі до декількох Гбіт/с (збільшення трафіку, виділеного на послуги інтернет, а також можливість переходу на стандарт Fast Ethernet 1Гб/с) без використання послідовно встановлених лінійних підсилювачів між населеними пунктами [8].

1.6 Визначення ширини смуги частот проектованої ВОСП

Граничний обсяг інформації, який можна передати по волокну одиничної довжини, визначається його пропускнуою здатністю. Смуга пропускання оптичного волокна залежить від дисперсії, чим менше значення дисперсії, тим більший потік інформації можна передати по волокну. Дисперсія – розширення імпульсів, розсіювання в часі спектральних або модових складових оптичного сигналу. Фізичним змістом дисперсії є збільшення тривалості імпульсу [9].

Смуга пропускання оптичного кабелю вимірюється в (Гц · км) і визначається:

$$W = 0,44 / \tau , \quad (1.5)$$

де τ – результуюча дисперсія оптичного волокна, з / км, визначається за формулою:

$$\tau^2 = \tau_{mod}^2 + \tau_{chr}^2 , \quad (1.6)$$

де τ_{mod} – межмодова дисперсія, обумовлена відмінністю швидкостей поширення направлених мод;

τ_{chr} – хроматична (частотна) дисперсія, обумовлена некогерентного джерела випромінювання і залежністю від довжини хвилі показника заломлення волокна і коефіцієнта поширення моди.

У багатомодових оптичних волокнах визначальною є межмодова

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

дисперсія, в одномодових присутня тільки хроматична дисперсія, тобто в нашому випадку результуюча дисперсія дорівнює 2,5 пс/(нм·км). Хроматична дисперсія пов'язана з питомою хроматичною дисперсією співвідношенням:

$$\tau_{chr}(\lambda) = D(\lambda) \cdot \Delta\lambda, \text{ с/км} \quad (1.7)$$

де $D(\lambda)$ – питома хроматична дисперсія, пс / (нм · км), залежить від складу і типу використовуваного кварцового скла;

$\Delta\lambda$ – ширина спектра випромінювання джерела, нм.

Оптичний інтерфейс SDH використовує систему кодування 8B/10B, що відповідає частоті модуляції 778 МГц. При використанні лазера з $\Delta\lambda = 0,1$ нм (1550 нм) питома смуга пропускання для одномодового волокна NZDSF FutureGuide-LA фірми "Fujikura Ltd." (таблиця 1.2) дорівнює 252000 МГц·км і при довжині оптичного сегмента 210 км (загальна довжина ділянки м. Одеса – м. Балта) буде дорівнювати $252000/210 = 1200$ МГц, що більше 778 МГц. Тобто з точки зору дисперсії при використанні лазера з $\Delta\lambda = 0,1$ нм (1550 нм) протяжність в 210 км є допустимою.

1.7 Розрахунок проектної довжини регенераційної ділянки, довжини оптичного лінійного тракту і визначення його структури

Довжина регенераційної ділянки визначається сумарним загасанням регенераційної ділянки і дисперсією оптичного кабелю. Сумарне загасання складається з втрат потужності безпосередньо в оптичному волокні і з втрат в рознімних і нероз'ємних з'єднаннях [9].

Сумарні втрати регенераційної ділянки можна розрахувати за формулою:

$$a_{\Sigma} = n_{p.c} \cdot a_{p.c} + n_{n.c} \cdot a_{n.c} + a_t + a_e, \text{ дБ} \quad (1.8)$$

де $n_{p.c}$ – кількість рознімних з'єднувачів на одній ділянці проекрованої ВОСП, $n_{p.c} = 4$;

$a_{p.c}$ – втрати в рознімних з'єднаннях, $a_{p.c} = 0,2$ дБ (додаток Б);

$n_{n.c}$ – кількість нероз'ємних з'єднань;

$n_{н.с} = \frac{L}{L_c} - 1$, де l_c – будівельна довжина в кабелі;

$L = 85$ км – довжина найбільшої за довжиною ділянки проектованої траси ВОСП від с.м.т. Ширяєве до м. Балти. Надалі розрахунки будемо проводити саме для цієї ділянки траси ВОСП;

$$n_{н.с} = \frac{85}{6} - 1 = 14 ;$$

$a_{н.с}$ – втрати в нероз'ємних з'єднаннях (додаток Б), що вносяться зварювальним апаратом Fujikura FSM-11S SpliceMate, $a_{н.с} = 0,02$ дБ;

a_t – допуск на температурні зміни загасання ОВ, $a_t = 0,002$ дБ;

a_e – допуск на зміну характеристик компонентів РУ згодом, на траси довжиною до 200 км $a_e = 3$ дБ;

α – коефіцієнт загасання ОВ, $\alpha = 0,2$.

Сумарні втрати регенераційної ділянки дорівнюють:

$$a_{\Sigma} = 4 \cdot 0,2 + 14 \cdot 0,02 + 0,002 + 3 = 4,082 \text{ дБ.}$$

Довжину регенераційної ділянки з урахуванням втрат потужності можна визначити за формулою:

$$l_{PV} \leq \frac{\mathcal{E}_{II} - n_{p.c} \cdot a_{p.c} - n_{н.с} \cdot a_{н.с} - a_t - a_e}{\alpha}, \quad (1.9)$$

де \mathcal{E}_{II} – енергетичний потенціал волоконно-оптичної системи передачі, що визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_{II} = P_{пер} - P_{пр}, \text{ дБ} \quad (1.10)$$

де $P_{пер}$ – рівень потужності оптичного випромінювача 2 дБм;

$P_{пр.мин}$ – чутливість приймача, дБм. Чутливість приймача становить -42.

Таким чином, енергетичний потенціал апаратури дорівнює:

$$\mathcal{E}_{II} = 2 - (-42) = 44 \text{ дБм.}$$

З урахуванням енергетичного потенціалу системи допустимі втрати у

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

волоконно-оптичному тракту складуть:

$$a_{\text{дон}} = \alpha_n - a_{\Sigma} \quad (1.11)$$

У нашому випадку $a_{\text{дон}} = 44 - 4,082 = 39,92$ дБ.

Тоді довжина регенераційної ділянки становитиме:

$$l_{PY} \leq \frac{a_{\text{дон}}}{\alpha} \quad (1.12)$$

$$l_{PY} \leq \frac{39,92}{0,2} = 199,6 \text{ км.}$$

На довжину регенераційної ділянки накладають обмеження дисперсійні характеристики волокна. З урахуванням дисперсії оптичного волокна довжина регенераційної ділянки складе:

$$L_{\text{ш}} \leq \frac{4,4 * 10^5}{D * d * B} \quad (1.13)$$

де D (пс/нм*км) – сумарна дисперсія одномодового оптичного волокна, визначається хроматичної дисперсією 2,5 пс/нм*км;

d (нм) – ширина спектра джерела випромінювання, для лазерного діода ML920J11S01 становить 1 нм;

B (МГц) – широкополосовість цифрових сигналів, які передаються по оптичному тракту – 622,08 МГц.

$$L_{\text{ш}} \leq \frac{4,4 * 10^5}{2,5 * 1 * 622,08} = 282,9 \text{ км}$$

Виходячи з того, що відстань між населеними пунктами від с.м.т. Ширяєве до м. Балти становить всього 85 км, то встановлювати необслуговувані регенераційні пункти (НРП) між ними немає необхідності [10].

Виконувати розрахунок довжин регенераційних ділянок для ділянок траси від Одеси до с.м.т. Іванівка і від с.м.т. Іванівка до с.м.т. Ширяєве немає необхідності, тому що довжина цих ділянок траси ВОСП ще менше і відповідно в ході розрахунків, довжини регенераційних ділянок вийдуть ще більше. У нашому випадку сигнал буде регенеруватися в приміщеннях ОРП, розміщених в с.м.т. Іванівка і с.м.т. Ширяєве.

1.8 Визначення сумарних втрат в оптичному тракті ВОСП

Оптичну лінію зв'язку з'єднують оптичні інтерфейси. До складу оптичної кабельної системи входять всі компоненти, що забезпечують оптичне з'єднання передавача одного інтерфейсу з приймачем іншого: оптичний кабель; з'єднувальні шнури; оптичні перемикачі; роз'ємні з'єднувачі; нероз'ємні з'єднувачі. При проходженні кожного з цих елементів оптичний сигнал відчуває певні втрати. На компенсацію втрат в оптичному кабелі витрачається тільки частина енергетичного потенціалу прийомоприймачів оптичних трансиверів. Резерв, що залишився, розподіляється на втрати в нероз'ємних з'єднувачах, конекторах проміжних і кінцевих оптичних кросів, енергетичний запас і т.д. В процесі проектування слід враховувати вимоги стандартів до кабельних систем.

Параметри повної сукупності елементів кабельної системи повинні задовольняти наступній нерівності:

$$\sum L_j \alpha_j + n_{н.с} \cdot a_{н.с} + n_{р.с} a_{р.с} + n_n A_{\Delta} + \mathcal{Z} \leq \mathcal{E}_{\Pi}, \quad (1.14)$$

де L_j – загальна довжина відрізка оптичного кабелю j -того типу, причому:

$$\sum L_j = L - \text{довжина оптичного тракту}, \quad L_j = 6_{\text{км}}, \quad \sum L_j = L = 85_{\text{км}};$$

$$\alpha_j - \text{коефіцієнт загасання оптичного кабелю } j\text{-того типу}, \quad \alpha_j = 0,2;$$

A_{Δ} – втрати при переході з волокна з одним діаметром серцевини на волокно з іншим діаметром або при з'єднанні волокон з однаковим діаметром серцевини, але з різною числовою апертурою;

n_n – кількість точок переходу;

\mathcal{Z} – енергетичний запас, який приймається зазвичай рівним 2-3 дБ і споживаний в процесі експлуатації волоконно-оптичного каналу зв'язку на старіння елементів, введення зростків нових нероз'ємних з'єднувачів при ремонтах, модернізаціях і т.д [11].

\mathcal{E}_{Π} – енергетичний потенціал апаратури, $\mathcal{E}_{\Pi} = 44 \text{ дБ}$.

В процесі створення і експлуатації оптичного тракту може виникнути

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

необхідність зрощування окремих сегментів оптичного кабелю. Зазвичай воно виконується у вигляді нероз'ємних з'єднувачів (зростків), які виготовляються за допомогою зварювального апарату або з використанням механічних сплайсів.

Втрати в зростках при використанні зварювального апарату ($a_{н.с}$) Fujikura FSM-11S SpliceMate – для волокна NZDSF становлять 0,02 дБ. Кількість зварних швів: $n_{н.с} = 85 / 6 = 14$. Роз'ємні з'єднувачі застосовуються в кінцевих обробних муфтах і 19-дюймових полицях, а також в проміжних кросах. Втрати в обраних нами рознімних з'єднувачах FibrlockTM11 становлять 0,2 дБ.

В результаті отримаємо:

$$\sum L_j \alpha_j + n_{н.с} \cdot a_{н.с} + n_{р.с} a_{р.с} + n_n A_{\Delta} + 3 = 85 \cdot 0,2 + 14 \cdot 0,02 + 4 \cdot 0,2 + 3 = 21,1 \text{ дБ.}$$

У результаті $21,1 < 44$, отже, умова (1.14) виконується.

1.9 Розрахунок повного запасу потужності ВОСП

Енергетичний потенціал з урахуванням втрат на введення і виведення енергії з волокна, або повний запас потужності системи, дБ, можна визначити за формулою:

$$П = P_{пер} - a_{ex} - a_{вых} - P_{пр.мин} \quad (1.15)$$

де: $P_{пер}$ – рівень передачі потужності оптичного випромінювання на виході ПОМ 2 дБм;

$a_{ex}, a_{вых}$ – втрати в роз'ємних з'єднаннях на оптичному кросі;

$P_{пр.мин}$ – чутливість приймача, -42 дБм;

$$П = 2 - 0,2 - 0,2 - (-42) = 43,6 \text{ дБ.}$$

1.10 Розрахунок енергетичного запасу ВОСП

Енергетичний запас системи визначають як різницю між повним запасом потужності (1.15) і сумарним загасанням (1.8). Значення енергетичного запасу працездатної системи має бути позитивним [12].

$$\mathcal{E}_з = П - a_{\Sigma} \quad (1.16)$$

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30

де: P – енергетичний потенціал, 43,6 дБ;

a_{Σ} – сумарні втрати регенераційної ділянки, 4,042 дБ.

Отримаємо: $\mathcal{E}_s = 43,6 - 4,082 = 39,52$ дБ.

1.11 Визначення відношення сигнал/шум або ймовірності помилки, що відводиться на довжину регенераційної ділянки

Відношення сигнал/шум або ймовірність помилки, що відводиться на довжину регенераційної ділянки, для цифрової волоконно-оптичної системи зв'язку визначається за формулою:

$$P_{оц} = P' \cdot l_{пу}, \quad (1.17)$$

де P' – ймовірність помилки, що припадає на 1 км оптичного лінійного тракту: (для магістральної мережі 10^{-11} , для внутрішньозонової $1,67 \cdot 10^{-10}$, для місцевої 10^{-9}). Для проектованої ВОСП $P_{оц} = 10^{-11} \cdot 199,6 \approx 2 \cdot 10^{-9}$

1.12 Визначення рівня передачі потужності оптичного випромінювання на виході передавального оптичного модуля

Рівень передачі потужності оптичного випромінювання на виході ПОМ (передавального оптичного модуля), визначається за формулою:

$$P_{пер} = P_c - \Delta P, \text{ дБм} \quad (1.18)$$

де P_c – рівень середньої потужності оптичного сигналу на виході джерела випромінювання;

ΔP – зниження рівня середньої потужності, залежне від характеру сигналу (для коду NRZ -3дБ, для RZ 6дБ). Відповідно до рекомендацій МСЕ-Т лінійним кодом транспортних систем SDH є код NRZ [13].

У якості передавального оптичного модуля виберемо лазерний діод серії ML920J11S01, фірми Mitsubishi. Це високоякісні, одночастотні (DFB – Distributed Feedback, – з розподіленним зворотним зв'язком) лазерні діоди, виготовлені на основі квантоворозмірних гетероструктур з інтегрованими Бреговськими ґратами. Вони є оптимальними джерелами випромінювання для магістральних цифрових волоконно-оптичних систем передачі інформації,

гнучких оптичних мультиплексорів, SDH-обладнання рівня STM-1 / STM-4.



Рисунок 1.6. Лазерний діод ML920J11S01 фірми Mitsubishi

З технічних характеристик лазерного діода ML920J11S01 (таблиця 1.2) візьмемо значення рівня потужності $P_c = 5$ дБм.

Таблиця 1.2. Технічні характеристики лазерного діода ML920J11S01

Параметр	Значення
Довжина хвилі	1550нм
Ширина спектра випромінювання	1 нм
Тип лазерного діода	DFB
Робоча швидкість	до 2,5 Гб/с
Потужність випромінювання на виході	5 дБм
Напруга живлення	1,1 / 1,5В
Тип оптичного роз'єму	FC, ST, SC, LC
Тип оптичного волокна	DSF/NZDSF

Рівень передачі потужності оптичного випромінювання на виході ПОМ за формулою (1.18) дорівнює:

$$P_{пер} = 5 - 3 = 2 \text{ дБм.}$$

1.13 Визначення рівня мінімальної виявленої потужності

Однією з основних характеристик приймача оптичного випромінювання є його чутливість, тобто мінімальне значення виявленої (детектованої) потужності оптичного сигналу, при якій забезпечуються задані значення відношення сигнал / шум або імовірність помилок.

Абсолютний рівень мінімальної виявленої потужності (порог чутливості приймального оптичного модуля – ПРОМ) визначається за формулами:

– для рпн – фотодіоду:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

32

$$P_{\min} = \begin{cases} -55 + 11 \lg B, & \text{при } B < 50 \text{ Мбіт/с} \\ -55 + 10 \lg B, & \text{при } B \geq 50 \text{ Мбіт/с} \end{cases} \quad (1.19)$$

– для лазерного діоду:

$$P_{\min} = \begin{cases} -70 + 10,5 \lg B, & \text{при } B < 50 \text{ Мбіт/с} \\ -70 + 10 \lg B, & \text{при } B \geq 50 \text{ Мбіт/с} \end{cases} \quad (1.20)$$

$$P_{\min} = -70 + 10 \lg(622) = -70 + 28 = -42 \text{ дБм.}$$

1.14 Визначення швидкодії ВОСП

Вибір типу ОК може бути оцінений розрахунком швидкодії системи і порівнянням її з допустимим значенням. Швидкодія системи визначається інертністю її елементів і дисперсійними властивостями ОК.

Повна допустима швидкодія системи визначається швидкістю передачі B' , біт/с, способом модуляції оптичного випромінювання, типом лінійного коду і визначається за формулою:

$$t_{\text{дон}} = \frac{\beta}{B'}, \text{ нс} \quad (1.21)$$

де β – коефіцієнт, що враховує характер лінійного сигналу (вид лінійного коду), $\beta = 0,7$ для коду NRZ.

$$t_{\text{дон}} = \frac{0,7}{622,08 \cdot 10^6} = 1,1 \text{ нс.}$$

Загальна очікувана швидкодія ВОСП визначається за формулою:

$$t_{\text{ож}} = 1,111 \sqrt{t_{\text{пер}}^2 + t_{\text{пр}}^2 + t_{\text{ов}}^2}, \text{ нс} \quad (1.22)$$

де $t_{\text{пер}}$ – швидкодія передавального оптичного модуля (ПОМ), залежна від швидкості передачі інформації і типу джерела випромінювання; $t_{\text{пер}} = 0,2 \text{ нс}$;

$t_{\text{пр}}$ – швидкодія прийомного оптичного модуля (ПРОМ), яка визначається швидкістю передачі інформації і типом фотодетектора (ФД), $t_{\text{пр}} = 0,1 \text{ нс}$;

$t_{\text{ов}}$ – розширення імпульсу на довжині РУ, яке визначається за формулою:

$$t_{\text{ов}} = \sigma \cdot l_{\text{ру}}, \quad (1.23)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

де σ – дисперсія, яка визначається в залежності від типу волокна.

$$t_{ов} = 2,5 \cdot 282,9 = 0,7_{нс},$$

$$t_{ож} = 1,111\sqrt{0,2^2 + 0,1^2 + 0,7^2} = 0,77_{нс},$$

Виходячи з того, що $t_{ож} = 0,77_{нс} < t_{дон} = 1,1_{нс}$, то вибір типу кабелю і довжини РУ зроблений вірно. Величина $\Delta t = t_{дон} - t_{ож}$ називається запасом по швидкодії.

$$\Delta t = 1,1 - 0,77 = 0,33_{нс}$$

При $t_{ож} < t_{дон}$ станційне і лінійне обладнання ВОСП забезпечуватимуть неспотворену передачу лінійного сигналу.

1.15 Розрахунок надійності ВОСП

За теорією надійності відмови розглядаються як випадкові події. Інтервалом часу від моменту включення до першої відмови є випадковою величиною, званою «час безвідмовної роботи» [3].

Інтегральна функція розподілу цієї випадкової величини, що представляє собою (за визначенням) ймовірність того, що час безвідмовної роботи буде менше t , позначається $Q(t)$ і має сенс ймовірності відмови на інтервалі $0 \dots t$. Ймовірність протилежної події – безвідмовної роботи на цьому інтервалі – дорівнює:

$$p(t) = 1 - Q(t) \quad (1.24)$$

Зручною мірою надійності елементів і систем є інтенсивність відмов $\lambda(t)$, що представляє собою умовну щільність ймовірності відмов в момент t , за умови, що до цього моменту відмов не було.

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau} \quad (1.25)$$

У період нормальної експлуатації (після приробітки, але ще до того, як

настав фізичний знос) інтенсивність відмов приблизно постійна $\lambda(t) \approx \lambda$. В цьому випадку:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1.26)$$

Таким чином, постійної інтенсивності відмов, характерної для періоду нормальної експлуатації, відповідає експоненціальне зменшення ймовірності безвідмовної роботи з плином часу.

Середній час безвідмовної роботи (напрацювання на відмову) знаходять як математичне очікування випадкової величини «час безвідмовної роботи».

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} t \left[\frac{dQ(t)}{dt} \right] dt = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \text{ год.}^{-1} \quad (1.27)$$

Отже, середній час безвідмовної роботи в період нормальної експлуатації обернено пропорційний інтенсивності відмов:

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda} \quad (1.28)$$

Оцінимо надійність деякої складної системи, що складається з безлічі різнотипних елементів.

Нехай $p_1(t)$, $p_2(t)$, ..., $p_n(t)$ – ймовірності безвідмовної роботи кожного елемента на інтервалі часу $0 \dots t$, n – кількість елементів в системі. Якщо відмови окремих елементів відбуваються незалежно, а відмова хоча б одного елемента веде до відмови всієї системи (такий вид з'єднання елементів в теорії надійності називається послідовним), то ймовірність безвідмовної роботи системи в цілому дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи окремих елементів:

$$P_{сист} (t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\Lambda_{сист} t}, \quad (1.29)$$

де $\Lambda_{сист} = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ – інтенсивність відмов системи, год.⁻¹;

λ_i – інтенсивність відмови i -го елемента, год.⁻¹.

Середній час безвідмовної роботи системи визначається:

$$T_{cp.cист} = \frac{1}{\Lambda_{cист}}, \text{ год.} \quad (1.30)$$

До числа основних характеристик надійності відновлюваних систем відноситься коефіцієнт готовності, який визначається за формулою:

$$K_2 = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + t_в}, \quad (1.31)$$

де $t_в$ – середній час відновлення елемента (системи), він відповідає ймовірності того, що елемент (система) буде працездатний в будь-який момент часу.

Лінійний тракт, в загальному випадку, складається з послідовно з'єднаних елементів (кабель, НРП, ОРП – обслуговуваний регенераційні пункт), кожен з яких характеризується своїми параметрами надійності, і відмови в першому наближенні відбуваються незалежно, тому для визначення надійності магістралі можна використовувати наведені вище формули [14].

У нашому випадку лінійний тракт складається з послідовно з'єднаних ділянок кабелю і мультиплексорів (ОРП). При проектуванні ВОСП повинна бути розрахована її надійність за показниками:

- коефіцієнт готовності і напрацювання на відмову. При цьому отримані дані повинні зіставлятися з показниками надійності для відповідного типу мережі: місцева, внутрішньозонава, магістральна;
- коефіцієнт готовності обладнання лінійного тракту для внутрішньозонавої лінії максимальної довжини $l_{max} = 1400$ км повинен бути більше 0,99; напрацювання на відмову повинне бути більше 350 годин (при часі відновлення ОРП або кінцевого пункту (ВП) менше 0,5 години і часу відновлення оптичного кабелю менше 10 годин).

Інтенсивність відмов лінійного тракту визначають як суму інтенсивностей відмов НРП, ОРП і кабелю:

$$\Lambda_{cист} = \lambda_{нрп} \times Q_{нрп} + \lambda_{орп} \times Q_{орп} + \lambda_{каб} \times L, \quad (1.31)$$

де $\lambda_{нрп}, \lambda_{орп}$ – інтенсивності відмов НРП і ОРП;

$Q_{нрп}, Q_{орп}$ – кількість НРП і ОРП;

λ_k – інтенсивність відмов одного кілометра кабелю;

L – протяжність магістралі.

А з урахуванням того, що ділянки кабельної магістралі не містять НРП, а регенерація відбувається в будівлях ОРП, то інтенсивність відмов НРП не враховуємо. Розрахунок також будемо виконувати для найбільшої за довжиною ділянкою проекрованої ВОСП, тобто від с.м.т. Ширяєве до м. Балти.

Середня по Україні інтенсивність відмов 1 км оптичного кабелю дорівнює $\lambda_k = 3,88 \times 10^{-7}$ год.⁻¹. Згідно з технічним описом, напрацювання на відмову мультиплексора апаратури OptiX 1500 дорівнює 10 рокам або 87600 годин, звідки інтенсивність відмов буде дорівнює λ_m . Значення необхідних для розрахунків параметрів візьмемо з таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Показники надійності

Показники надійності	ОРП	Кабель на 1 км
Інтенсивність відмов λ , 1 / год.	10^{-7}	$3,88 \times 10^{-7}$
Час відновлення пошкодження, тв, год.	0,5	10,0

$$\Lambda_{сист} = 10^{-7} \times 2 + 3,88 \times 10^{-7} \times 85 = 331,8 \times 10^{-7} \frac{1}{год.}$$

Визначимо середній час безвідмовної роботи лінійного тракту:

$$t_{ср.сист} = \frac{1}{331,8 \times 10^{-7}} = 30139 год.$$

Імовірність безвідмовної роботи протягом доби $t_1 = 24$ години:

$$P_{сист}(t) = e^{-331,8 \times 10^{-7} \times 24} = 0,9993$$

Протягом тижня $t_1 = 168$ годин: $P_{сист}(t) = e^{-331,8 \times 10^{-7} \times 168} = 0,9917$

Протягом місяця $t_1 = 720$ годин: $P_{сист}(t) = e^{-331,8 \times 10^{-7} \times 720} = 0,9564$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

37

Протягом року $t_1 = 8760$ годин: $P_{сист}(t) = e^{-331,8 \cdot 10^{-7} \cdot 8760} = 0,7180$

Розрахуємо коефіцієнт готовності. Попередньо знайдемо середній час відновлення зв'язку за формулою:

$$t_e = \frac{\lambda_{нрп} \times Q_{нрп} \times t_{в.нрп} + \lambda_{орп} \times Q_{орп} \times t_{в.орп} + \lambda_{каб} \times L \times t_{в.каб}}{\Lambda_{сист}}, \text{ год.} \quad (1.32)$$

де $t_{в.нрп}, t_{в.орп}, t_{в.каб}$ – час відновлення відповідно НРП, ОРП і кабелю.

$$t_e = \frac{3,88 \cdot 10^{-7} \cdot 85 \cdot 10}{331,8 \cdot 10^{-7}} = 9,94 \text{ год.}$$

Тепер знайдемо коефіцієнт готовності:

$$K_z = \frac{30139}{30139 + 9,94} = 0,99967$$

Розрахунки ймовірності безвідмовної роботи занесемо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4. Дані розрахунку ймовірності безвідмовної роботи

Імовірність безвідмовної роботи	Інтервал часу t, год.				
	0	24	168	720	8760
P(t)	1	0,9993	0,9917	0,9564	0,7180

В результаті розрахунків можна зробити висновок, що проектувана кабельна магістраль здатна виконувати задані функції з необхідною якістю.

1.16 Монтаж ВОСП

В процесі організації і здійснення будівництва ВОСП, як правило, виконуються наступні заходи:

- організація і проведення підготовчих робіт;
- прокладка або підвіска ОК;
- монтаж ВОСП;
- проведення прийомоздавальних вимірювань і здача ВОСП в експлуатацію.

У цьому підрозділі буде більш детально розглянуто обраний метод прокладки оптичного кабелю на опорах електрифікованої залізниці (ЕЗД),

особливості монтажу, вимірювань і захисту ОК від зовнішніх впливів.

Монтаж оптичних кабелів – найбільш відповідальна операція, яка визначає якість і дальність зв'язку по ВОСП. З'єднання волокон і монтаж кабелів виконуються як в процесі виробництва, так і при будівництві та експлуатації кабельних ліній.

Оптичні кабелі виробляються певної довжини, яка називається будівельною. У даному проекті вона становить 6 км. Довжина оптичної лінії перевищує будівельну, тому ОК, підвішені до опор ЕЗД необхідно зрощувати. Для зрощування кінці кабелю розправляються за допомогою спеціального інструменту типу НИМ-25 згідно з інструкцією по монтажу обраного типу оптичної муфти. Спочатку знімається шлангове покриття і звільняються оптичні модулі, потім знімається ізоляція з модулів на відстані 0,5-2,0м. Далі волокна готують до монтажу, знімаючи гідрофобний заповнювач спеціальними серветками з нефрасом. Оптичні волокна з'єднують між собою методом зварювання спеціальними зварювальними апаратами. Перед зварюванням на волокна одягають КДЗС – пристрої для захисту місць зварювання від механічних пошкоджень і виконують сколювання волокна сколювачем ОВ. Після цього волокна заряджають в зварювальний апарат, виконують зварювання ОВ, насувають на місце зварювання КДЗС і поміщають його в термопіч, яка є в зварювальному апараті. Сполучені таким чином оптичні волокна укладають і закріплюються стяжками в спеціальних касетах (спайспластінах), а вони в свою чергу встановлюються всередині спеціального контейнера. Далі силовий пруток закріплюється затискачами, а місця введення ОК в контейнер герметизуються за допомогою заздалегідь одягнених на кабель термозбіжних трубок типу ТУТ і фену. Такий контейнер називається муфтою. Розглянемо більш докладно ці процеси [10].

1.17 Підготовка ОВ до зрощення

Процес підготовки ОВ до зрощення включає в себе операції зняття первинного захисно-зміцнюючого покриття волокна і сколювання для отримання добре обробленої торцевої поверхні волокна, а також обтирку

					<i>ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

зачищених кінців м'яким матеріалом, просоченим розчинником (спиртом).

В даний час в ОК, що випускаються вітчизняною промисловістю, використовуються ОВ тільки з епоксіакрілатним первинним захисно-зміцнюючим покриттям. Таке покриття може бути видалено або механічним, або хімічним способом.

Найбільш зручним, що виключає зазначені дефекти є хімічний спосіб зняття епоксіакрілатного покриття за допомогою підігрітого до певної температури розчинника. Для цієї мети доцільно використовувати спеціальний нагрівальний пристрій типу УН-1. Кінець ОВ занурюють в підігрітий розчинник (наприклад, ацетон) і витримують протягом деякого часу (як правило, близько 20 ... 25 с). Покриття розбухає, відстає від поверхні світловода і легко знімається механічним шляхом за допомогою чистого м'якого дрантя [9].

Для отримання якісного зварювання торці волокон повинні бути дзеркальними і строго перпендикулярними до осі волокна. Це досягається за допомогою спеціальних сколювачів оптичного волокна. Найбільш широко поширені ручні сколювачі. ОВ вставляються і фіксуються в затиск сколювача і виконуються дві операції: насічка на волокні, а потім до волокна натисканням кнопки прикладається розтяжне або вигинаюче зусилля і відбувається відкол. Якість відколу оцінює вже зварювальний апарат, в якому за допомогою спеціального дзеркальця проводиться оцінка якості відколу по всьому колу волокна. Неякісно сколене волокно зварювальний апарат зварювати не буде.

Стабільно висока якість відколів ОВ при мінімальних вимогах до кваліфікації персоналу отримують при використанні автоматичних пристроїв – електронних сколювачів (рис.1.7). Волокно з видаленим покриттям фіксується в інструменті. Під дією електронно-керованого двигуна різець вібрує з низькою частотою і наростаючою амплітудою, наближаючись до волокна, яке натягується синхронно з частотою вібрації різця. При нанесенні різцем насічки на поверхні волокна під дією розтягуючих зусиль ОВ обламується. Електронні сколювачі можуть бути використані як при монтажі, так і при підготовці до вимірювань багатомодових і одномодових кабелів.

					<i>ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

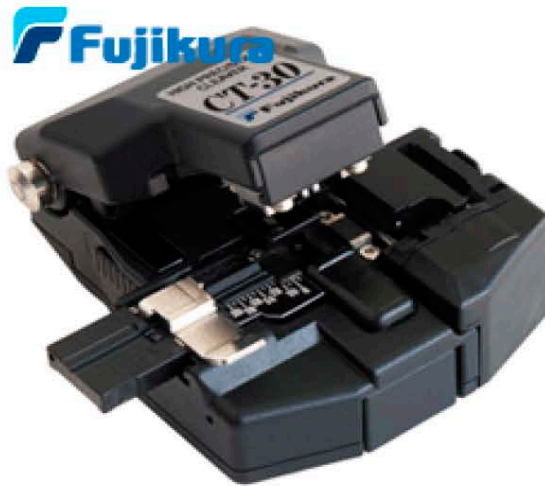


Рисунок 1.7. Сколювач оптичних волокон Fujikura CT-30

1.18 Зварювання оптичних волокон

Для з'єднання оптичних волокон в даний час використовуються різні методи. Найбільшого поширення набув метод зварювання ОВ, як найбільш надійний. Цей метод запропоновано використовувати для проектованої ВОСП.

При зварюванні одномодових волокон доводиться вирішувати складні інженерні завдання, пов'язані з необхідністю забезпечення малих значень осьового і кутового зсувів, наприклад, осьовий зсув зварюваних одномодових ОВ не повинен перевищувати 0,1 мкм. Жорсткий допуск щодо зміщення поздовжніх осей з'єднувальних одномодових ОВ обумовлений тим, що сили поверхневого натягу не можуть забезпечити для даного типу волокна з діаметром серцевини 5 ... 8 мкм точне юстування. Такі допуски при юстуванні одномодових ОВ не можуть бути досягнуті вручну [12].

Сучасні зварювальні апарати для зварювання ОВ автоматично здійснюють оптимальне взаємне юстування ОВ, вибирають оптимальний режим зварювання і здійснюють контроль втрат в місці зварювання. Процес зварювання можна контролювати візуально в двох координатах на рідкокристалічному дисплеї. Перераховані операції виконує зварювальний апарат виробництва фірми Fujikura FSM-11 S (рис. 1.8) який і буде використовуватися при монтажі проектованої ВОСП. Місце зварювання волокон закріплюється в спеціальному пристрої, що представляє собою термоусадочну гільзу типу КДЗС з металевим зміцнюючим стрижнем.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ



Рисунок 1.8. Зварювальний апарат Fujikura FSM-11 S

1.19 Введення оптичного кабелю в будівлі і споруди зв'язку

На проміжних регенераційних пунктах с.м.т. Ширяєве та с.м.т. Іванівка оптичний кабель буде заводитися в будівлі пошти, де розміщуються і місцеві вузли зв'язку. Для цього ми запроєтуємо прокладку ліній прив'язки до цих вузлів.

1.19.1 Введення оптичного кабелю в будівлю пошти в с.м.т. Ширяєве

У с.м.т. Ширяєве будівля пошти цегляна, одноповерхова, розташована на відстані 150 м. від залізниці. Поруч проходить повітряна ЛЕП місцевих електромереж 0,4 кВ, по якій протягнуті дроти для освітлення центральної вулиці і подачі електроенергії в житлові, адміністративні та інші будівлі селища. ЛЕП проходить по дерев'яним опорам, тому доцільно використовувати їх і для підвіски проєктованого оптичного кабелю. Кабель кріпиться до гака за допомогою анкерного затискача і проходить в приміщення апаратної через отвір в стіні. В середині будівлі кабель прокладається по існуючому кабелеросту місцевої АТС до оптичного кросу [13].

1.19.2 Введення оптичного кабелю в будівлю пошти в с.м.т. Іванівка

В с.м.т. Іванівка відстань від залізниці до будівлі місцевого вузла зв'язку становить 200 м. Прокладка лінії прив'язки тут здійснюється так само як і в

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

42

с.м.т. Ширяєве з використанням опор місцевої ЛЕП 0,4кВ. Оскільки будівля вузла зв'язку в с.м.т. Іванівка дерев'яна, то гак КН-16 в стіну будівлі не вмуровується, а вкручується, оскільки має різьбу, спеціально призначену для установки на дерев'яних конструкціях.

1.19.3 Введення оптичного кабелю в будівлю Укртелеком в м. Балта

У м. Балта оптичний кабель заводиться в будинок Укртелеком, розташований на відстані 2,6 км від залізничного вокзалу. Траса кабелю по м. Балта проходить в кабельній каналізації, що належить ПАТ «Укртелеком». Спуск оптичного кабелю виконаний з опори ЕЗД, розташованої найближче до кабельного колодязя телефонної каналізації, біля 5 м.

Від ввідного колодязя кабель по виділеному каналу вводиться в приміщення кабельної шахти. У приміщенні кабельної шахти робиться запас оптичного кабелю 10 м, укладеного кільцями, який кріпиться до стіни шахти на металевих кронштейнах, потім кабель укладається на консолі, кріпиться до них поліетиленовими стяжками і маркується.

З приміщення шахти кабель по вертикальному кабелеросту піднімається на 4-й поверх будівлі Укртелеком, де кабель переходить з вертикального на горизонтальний кабелерост і по ньому підводиться до оптичного кросу. Після прокладки кабелю кабельні канали герметизуються у приміщенні кабельної шахти і ввідному кабельному колодязі.

Оскільки прокладаємий оптичний кабель марки ОКМС – А - 4/2 (2,4) Сп - 16 (5) - «8 кН» не містить металевих елементів, то не потрібно виконувати заземлення бронепокровів, крім того, оскільки зовнішня оболонка кабелю виконана з негорючого крекінгового поліетилену, то його прокладають по кабелеростам без захисної гофрованої трубки, що знижує трудовитрати і час. Не потрібен також монтаж оптичної муфти для переходу з лінійного кабелю на станційний, в проекті кабель підводиться прямо до оптичного кросу.

У м. Одеса прокладка лінії прив'язки здійснюється так само як і в м. Балта з використанням каналізації ПАТ «Укртелеком».

					<i>ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

1.20 Вибір типу і монтаж оптичного кросу для ВОСП

Для введення оптичного кабелю і підключення станційного обладнання до лінії використовуються оптичні кроси. Для реалізації проекту будівництва ВОСП необхідно вибрати марку і ємність оптичного кросу. Для кінцевих пунктів, проєктованої ВОСП в м. Одеса та м. Балта, необхідна кількість розеток в кросі становить 16. На проміжних пунктах в с.м.т. Ширяєве і в с.м.т. Іванівка, де заводяться два кабелі, необхідно 32 розетки. Таким вимогам задовольняють оптичні кроси типу ПР-16 виробництва ПФ ТОВ "Оптичні Телекомунікації", м. Харків. На кінцевих пунктах встановлюється по одному кросу, на проміжних по два (сторони А і Б), всього буде потрібно оптичних кросів 6 шт.

Оскільки оптичні пігтейли замовляються окремо, то виберемо стандартні пігтейли довжиною 1 м. з роз'ємами типу FS (відповідно оптичний крос буде комплектуватися також роз'ємами типу FS).

1.20.1 Характеристики про оптичного кросу (Fiber Cross)

Оптичний крос (Fiber Cross) панель розподільна ПР16 забезпечує:

- Введення, розміщення, кріплення і зберігання запасів станційних і лінійних кабелів;
- Кінцеве закладення, з'єднання, перемикування лінійних і станційних кабелів з оптичними волокнами в мережах зв'язку;
- Підключення контрольно-вимірювальної апаратури;
- Можливість маркування лінійних і станційних ланцюгів.

Технічні характеристики оптичного кросу:

- Максимальна кількість вхідних лінійних волоконно-оптичних кабелів – 4;
- Максимальна кількість оптичних з'єднувальних розеток на панелі – 16 шт;
- Габаритні розміри оптичного кросу (Fiber Cross) ПР16 – 484x280x44 мм;
- Маса оптичного кросу (Fiber Cross) панелі розподільної ПР16 – 2,4 кг.;
- Тип оптичних портів - FC, SC, ST, FC/APC, SC/APC.

Комплект поставки оптичного кросу:

Оптичний крос (Fiber Cross), панель розподільна ПР16 укомплектовані

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

44

згідно з таблицею 1.5.

Таблиця 1.5. Комплект поставки оптичного кросу

№ пп	Найменування	Кількість, шт.
1	Панель розподільча	1
2	Сплайс-пластина	1
3	Комплект гвинт-шайба-гайка	1 (поставляється за згодою)
4	Стяжка 80мм	10
5	Стяжка 140мм	6
6	Майданчики-органайзери	2
7	КДЗС	За кількістю портів
8	Паспорт виробу	1

1.20.2 Пристрій оптичного кросу (Fiber Cross)

Оптичний крос являє собою металеву коробку, пофарбовану за технологією порошкового фарбування, що забезпечує надійний захист від зовнішніх впливів (рис.1.9). Усередині оптичного кросу розташована сплайс-касета (сплайс-пластина) для укладання гілз і запасу волокон (існує можливість розміщення 24 волокон на одній сплайс-касеті).



Рисунок 1.9. Загальний вигляд панелі розподільної Fiber Cross PP16

Оптичний крос має чотири отвори для введення-виведення оптичного кабелю. Отвори закриті гумовими заглушками для запобігання внутрішнього

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

45

простору оптичного кросу від попадання пилу; при монтажі оптичного кабелю (ОК) в ПР16 можна вибрати один з чотирьох отворів для введення ОК (або використовувати всі чотири в разі необхідності).

1.20.3 Інструкція з монтажу оптичного кросу (Fiber Cross)

Підготовка до монтажу:

- перш ніж приступити до монтажу ОК, переконайтеся в тому, що кріпильні кронштейни справа і зліва по боках оптичного кросу жорстко закріплені;
- помістіть Оптичний крос (Fiber Cross) ПР16 на робочий стіл для монтажу ОК.

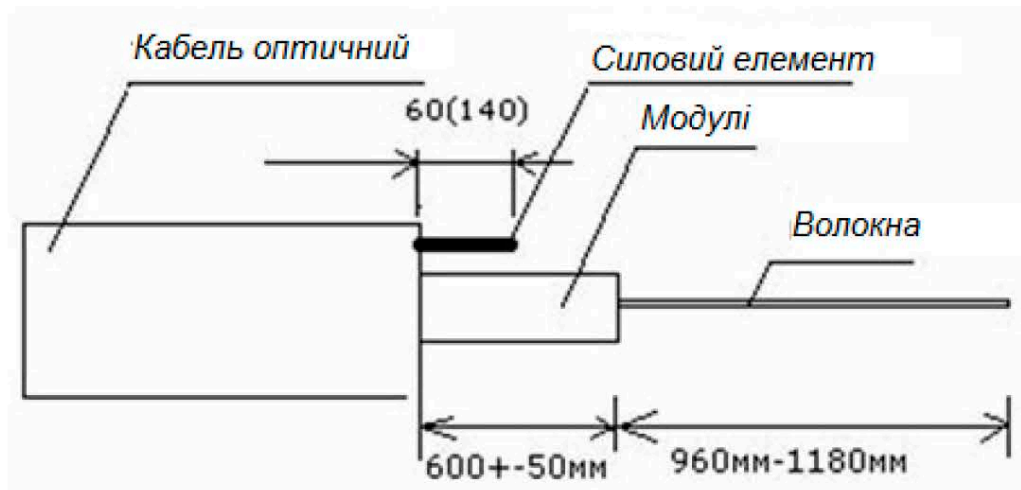


Рисунок 1.10. Оброблення кабелю

Оброблення і введення кабелю:

- обробіть кабель відповідно до рис. 1.10;
- введіть кабель в оптичний крос (Fiber Cross) ПР16 через отвір, надрізавши гумову мембрану;
- закріпіть ОК за допомогою стяжок, що входять в комплект, закріпіть центральний силовий елемент за допомогою скоби і гвинтів, як показано на рис. 1.11;
- одягніть термоусадні гільзи на пігтейли.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

46

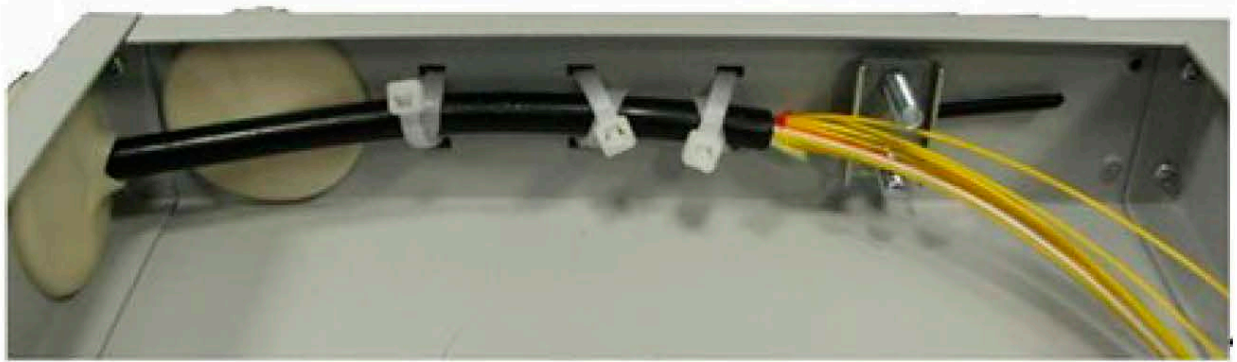


Рисунок 1.11. Введення оптичного кабелю

Роботи з оптичним волокном:

- зачистку волокон і зварювання робити відповідно до рекомендацій на використуване зварювальне обладнання;
- пронумеруйте модулі монтуємого кабелю;
- пронумеруйте пігтейли і зваріть їх з відповідними волокнами;
- запечіть термоусадні гільзи (термоусадні гільзи входять в комплект);
- покладіть гільзи, запаси волокон в касету, відповідно до рис. 1.12, 1.13;
- при укладанні запасів волокон кабелю, гільз і пігтейлів стежте за тим, щоб радіус вигину волокон і пігтейлів не перевищував 30 мм;
- закрийте сплайс-касету прозорою кришкою;
- підключіть пігтейли до адаптерів відповідно до їх номерів.

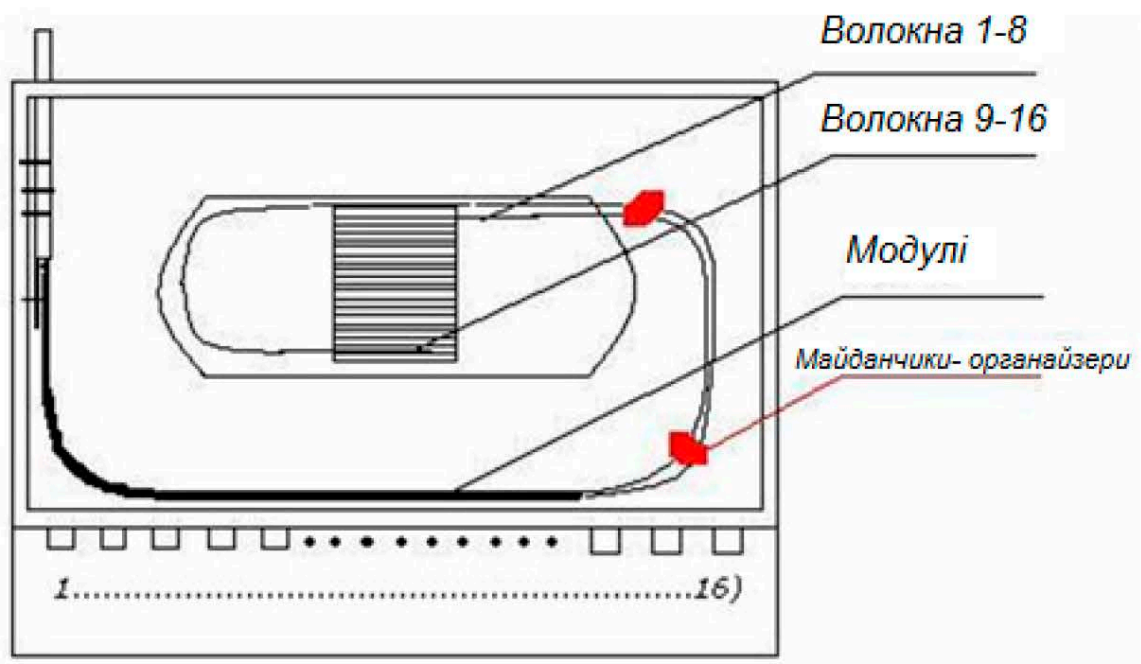


Рисунок 1.12. Введення модулів кабелю

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

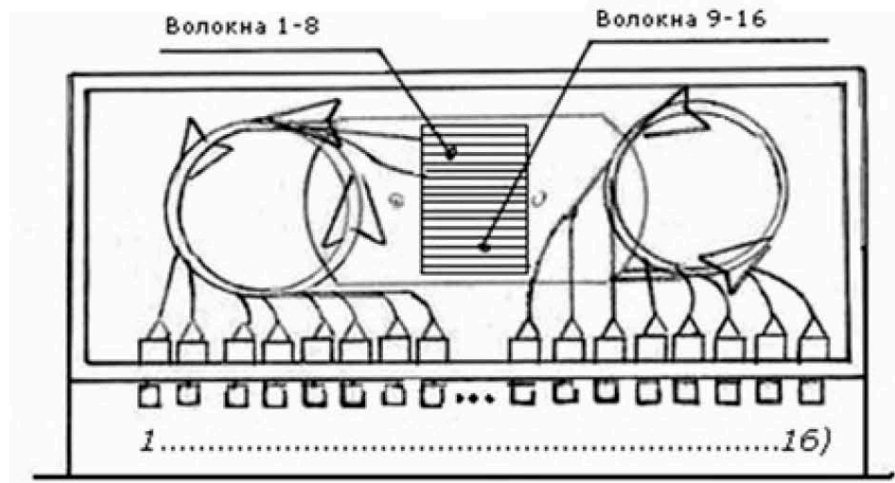


Рисунок 1.13. Схема укладання пігтейлів

Монтаж в стійку:

- оптичний крос (Fiber Cross) – панель розподільна ПР16 закріплюється в 19 дюймовій стійці чотирма гвинтами М6 (кріпильні гвинти не входять до комплекту поставки);
- укладіть і закріпіть запас кабелю в зручному місці.

Для оцінки якості монтажу оптичного кросу знімаються рефлектограми кожного ОВ на регенераційній ділянці. При нормальному оптичному загасанні і відсутності дефектів на зварних з'єднаннях, станційне встаткування за допомогою патчкордів підключається до лінії.

У всіх пунктах зв'язку на оптичних кросах проводиться комутація 1-4 ОВ до устаткування Huawei OptiX OSN 1500 В. За 1-2 ОВ організований лінійний тракт для роботи цифрової системи передачі, 3-4 ОВ також підключені до цифрового обладнання і використовуються для автоматичного резервування лінійного тракту (рис.1.14).

1.21 Вимірювання під час будівництва ВОСП

Вимірювання втрат в оптичних волокнах і кабелях в даний час здійснюють одним з двох способів:

1) Двоточковий метод вимірювання, який поділяється на три різновиди: метод обламування, безобривний і метод каліброваного розсіювання. З них найбільш поширений безобривний, як метод неруйнівного вимірювання [14].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

48

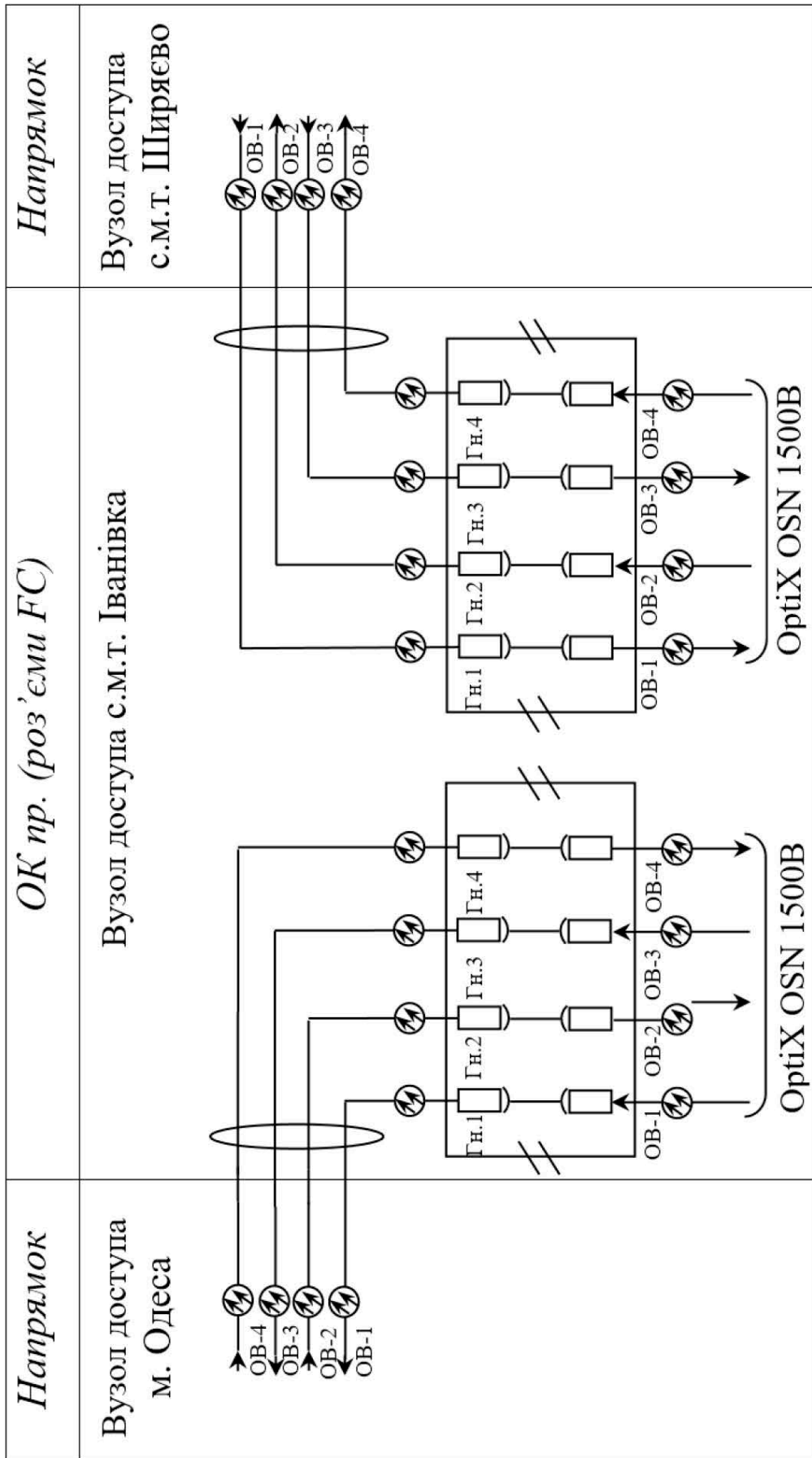


Рисунок 1.14. Організація перемичок на оптичному кросі вузла доступу с.м.т. Іванівка

При вимірюванні загасання ОВ або ОК вхідний торець тестованого ОВ обробляють в оптичний роз'єм. До цього роз'єму підключають еталонний випромінювач зі стабілізованою оптичною потужністю і довжиною хвилі. До вихідного торця ОВ підключають калібрований вимірювач оптичної потужності.

Оскільки значення потужності випромінювання еталонного джерела відомо – P , то, вважаючи втрати в ОР дуже малими, можна вважати, що $P_{\text{в}} = P_{\text{вх}}$. Виміряне значення вихідної потужності – $P_{\text{вих}}$. Загасання ОВ або ОК

визначаються зі співвідношення $\alpha_e = 10 \lg \frac{P_{\text{вих}}}{P_{\text{вх}}}$, дБ. Прилади, якими виробляють такі вимірювання, є складовими частинами оптичного тестера. Оптичні тестери випускаються в двох варіантах: 1-й варіант – еталонний випромінювач і вимірювач оптичної потужності розміщені в одному корпусі; 2-й варіант – еталонний випромінювач і вимірювач оптичної потужності випускаються в різних корпусах, як два окремих прилади. Вимірювачі потужності в цих комплектах мають дві калібрування – в одиницях потужності (мВт і нВт) і в дБм (дБм – рівень потужності в дБ щодо величини $P_{\text{опт}} = 1$ мВт). На практиці зручніше користуватися 2-м калібруванням. При цьому вимірюють рівень потужності на виході випромінювача в дБм, потім – рівень потужності на виході ОВ або ОК. Віднімаючи другі покази з перших, отримують шуканий результат.

Описаний метод вимірювання відрізняється високою точністю. Його основний недолік – необхідність доступу до обох кінців ОК, що часто буває незручним при лінійних вимірах;

2) Рефлектометричний метод вимірювання загасання, заснований на вимірюванні тієї частини релеевського розсіювання в ОВ, яке поширюється в зворотному напрямку. Для цього в волокно вводиться періодична послідовність оптичних імпульсів тривалістю τ_n , періодом проходження T_i . При цьому до вхідного торця ОВ будуть повертатися імпульси в кожен момент часу. Ці імпульси відстають у часі від вхідного (опорного імпульсу), відбитого від

площини вхідного торця на період, рівний часу подвійного пробігу імпульсу – в прямому і зворотному напрямках. Якщо по осі абсцис відкласти час (починаючи з $t = 0$ для опорного імпульсу), а по осі ординат – усереднені значення амплітуд цих імпульсів для кожного значення часу, то вийде так звана рефлектограма. У тому випадку, коли коефіцієнт загасання і зворотного релеевського розсіювання мають різкі локальні зміни, що свідчить про наявність в ОВ локальних неоднорідностей, на рефлектограмі вони проявляються у вигляді сходинок або імпульсів.

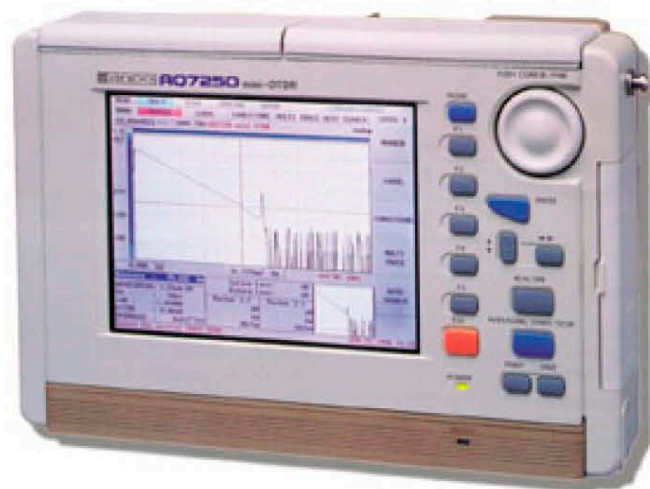


Рисунок 1.15. Рефлектометр ANDO AQ 7250

Одна з переваг рефлектометричного методу вимірювання полягає в тому, що для цього достатньо мати доступ до одного кінця ОВ. Крім того, за допомогою рефлектометра можна визначити відстань до локальних неоднорідностей, довжину траси, розподіл неоднорідностей по довжині ОВ. Сучасні рефлектометри виробляються рядом провідних світових фірм: ANDO (Японія), HEWLETT PACKARD, WAVETEK WANDEL & GOLTERMANN і ін. На рис. 1.15 наведено зовнішній вигляд рефлектометра виробництва фірми ANDO [9].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою даних розрахунків є обчислення вартості виконання науково-дослідної роботи «Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області». Основна мета даного дипломного проєкту є визначення доцільності впровадження цифрової системи передачі по волоконно-оптичній лінії зв'язку для заданого географічного напрямку, вибір системи передачі і марки оптичного кабелю. Для впровадження проєкту необхідно встановити обладнання синхронної цифрової ієрархії і прокласти волоконно-оптичну лінію зв'язку між пунктами Одеської області. Оцінка якості розробленого проєкту включає визначення трудомісткості і вартості його створення.

Розрахунок трудомісткості науково-дослідницької роботи (НДР) здійснений в наступній послідовності:

1) Складений перелік всіх етапів і видів робіт, які необхідно виконати в ході даної НДР. Після узгодження з керівником проєкту допущено виключення, доповнення, об'єднання окремих етапів і видів робіт;

2) По кожному виду робіт визначений кваліфікаційний рівень виконавців. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців вироблений формою, наведено в таблиці 2.1. В умовах відсутності нормативної бази тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

2.1 Очікувана трудомісткість робіт

Результатом виконання НДР є закінчені науково – дослідницькі роботи, виконані відповідно до вимог, передбачених договором, і прийнятими замовником. Розрахунок собівартості і ціни виконання НДР включає наступні статті витрат: витрати на матеріали, основна і додаткова заробітна плата, відрахування до єдиного соціального фонду страхування, витрати на роботи, що виконуються сторонніми організаціями, і деякі інші.

					ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

Таблиця 2.1. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців

Етап проведення НДР	Вигляд робіт	Посада виконавця
Розробка технічного завдання (ТЗ)	1.Складання і затвердження ТЗ для НДР «Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області»	Дипломник, керівник
Вибір напрямку дослідження	1. Збір і вивчення науково-технічної літератури. 2. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР . 3. Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	Дипломник керівник
Теоретичні і експериментальні дослідження	1. Аналіз можливостей впровадження ВОСП на місцевості 2. Загальна оцінка пропускнуої здатності ВОСП 3. Побудова ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області	Дипломник керівник консультанти
Узагальнення і оцінка результатів досліджень	1. Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. 2. Складання і оформлення звіту. Розгляд результатів проведеною НДР і прийняття результатів в цілому.	Дипломник керівник консультанти

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

53

Таблиця 2.2. Час виконання

Вигляд роботи	Очікуваний час виконання
1. Складання і затвердження ТЗ для НДР «Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області»	1
2. Збір і вивчення науково – технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів	4
3. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка	2
4. Вибір напрямку проведення досліджень і способів вирішення поставлених завдань. Розробка плану проведення досліджень.	2
5. Ознайомлення з основними даними стосовно розробки ВОСП. Схема організації зв'язку між населеними пунктами	5
6. Побудова ВОСП. Розрахунок надійності	8
7. Узагальнення результатів роботи. Розробка рекомендацій щодо використання результатів проведення НДР	1
8. Складання про оформлення звіту. Розгляд результатів НДР і прийняття результату в цілому	2
Всього:	25

1) Витрати на матеріали, купувальні комплектуючі, напівфабрикати визначають на основі розрахунку потреби в них за оптовими цінами, що діють і складають 450 грн.

2) До витрат «Основна заробітна плата» відносяться оплата праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Розмір основної зарплати встановлюється виходячи з чисельності різних категорій виконавців,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

54

трудомісткості, що витрачається ними на виконання різних видів робіт, а також їх середньої заробітної плати (ставки) за один робочий день. Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на 2023 рік» встановлено мінімальну заробітну плату у місячному розмірі з 1 січня 2023 року – 6700 гривень; мінімальну погодинну тарифну ставку – 40,46 грн.

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$Z_{\text{ден}} = \text{п.т.с.} * 8, \quad (2.1)$$

де п.т.с – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня, год.

$Z_{\text{ден}}$ дипломника = $40,46 * 8 = 323,68$ грн.

$Z_{\text{ден}}$ керівника = $70 * 8 = 560$ грн.

$Z_{\text{ден}}$ консультантів = $70 * 8 = 560$ грн.

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Витрати на основну заробітну плату

Виконавець	Погодинна тарифна ставка, грн.	Денна ставка, грн.	Трудомісткість робочих днів	Сума основної зарплати, грн.
Дипломник	40,46	323,68	25	8092
Керівник	70	560	1	560
Консультант по економічній частині	70	560	0,25	140
Консультант по охороні праці	70	560	0,25	140
Нормоконтроль	70	560	0,25	140
Всього (З _о)	-	-	-	9072

3) Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної і враховують виплати за час, що не пропрацював, встановлений законом. У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-12% від основної заробітної плати.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

55

$$Z_d = 10\% * Z_o, \quad (2.2)$$

$$Z_d = 0,1 * 9072 = 907,2 \text{ грн.}$$

4) До складу собівартості НДР включаються податки, збори і інші обов'язкові платежі, встановлені системою оподаткування що діє.

Відрахування до єдиного соціального внеску складає.

$$Z_{есв} = 0,22 * (Z_o + Z_d), \quad (2.3)$$

$$Z_{есв} = 0,22 * (9072 + 907,2) = 2195,42 \text{ грн.}$$

5) До накладних витрат відносять витрати на управління і господарське обслуговування, що відноситься до всіх виконуваних НДР. У наукових закладах накладні витрати складають 40-120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$P_{накл} = (Z_o + Z_d) * 0,4, \quad (2.4)$$

$$P_{накл} = (9072 + 907,2) * 0,4 = 3991,68 \text{ грн.}$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Калькуляція планової собівартості

Статті витрат	Сума, грн.
1. Матеріали	450
2. Основна заробітна плата	9072
3. Додаткова заробітна плата	907,2
4. Відрахування до єдиного соціального внеску	2195,42
5. Накладні витрати	3991,68
Планова собівартість ($C_{пл}$)	16616,3

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$П_{пл} = 0,1 * C_{пл} = 0,1 * 16616,3 = 1661,63 \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції.

Договірна ціна визначається по формулі:

$$Ц_{нір} = C_{пл} + П_{пл} = 16616,3 + 1661,63 = 18277,93 \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Звідси ціна реалізації становить:

$$Ц_p = Ц_{нір} + ПДВ = Ц_{нір} + Ц_{нір} * 0,2 \quad (2.7)$$

$$Ц_p = 18277,93 + 18277,93 * 0,2 = 21933,52 \text{ грн.}$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Науково-технічний прогрес вніс серйозні зміни в умови виробничої діяльності програмістів розумової праці. Їх праця стала більш інтенсивним, напруженим, які вимагають значних витрат розумової, емоційної і фізичної енергії. Це зажадало комплексного рішення проблем ергономіки, гігієни і організації праці, регламентації режимів праці та відпочинку.

В даний час комп'ютерна техніка широко застосовується у всіх областях діяльності людини. При роботі з комп'ютером програміст піддається дії ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів: електромагнітних полів, інфрачервоного і іонізуючого випромінювань, шуму і вібрації, статичної електрики

Від ефективності розроблення та впровадження в життя заходів із запобігання та ліквідації надзвичайної ситуації в разі її виникнення залежатиме життя та здоров'я персоналу та відвідувачів цих підприємств і розміри заподіяної шкоди.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників, що впливають на програміста

Шкідливі фактори на багатьох офісних підприємств представляють для програміста або іншого представника роботи з комп'ютерними системами, не мало несприятливих умов. Шкідливі та небезпечні виробничі фактори нерозривно пов'язані між собою.

Всі шкідливі виробничі фактори поділяються на наступні групи:

- фізичні;
- психофізіологічні, до яких можна віднести важкі та напружені умови праці.

На багатьох виробництвах просто неможливо уникнути впливу деяких факторів. Серед них особливе місце займають:

- температура, висока вологість і випромінювання;
- електромагнітні поля;

- шум;
- освітлення, яке може бути як занадто інтенсивним, так і недостатнім, що однаково шкідливо для зору.

Кожен фактор окремо начебто і не становить особливої небезпеки для здоров'я людини при короткочасному впливі. Але часто працівник перебуває тривалий час у їх оточенні, та ще відразу декількох, тому їх вплив стає цілком відчутним.

3.2 Розробка заходів з охорони праці

Питання охорони праці на виробництві дуже важливі. Для успішної діяльності підприємства необхідно розробити заходи з охорони праці. Заходи з охорони праці визначаються, виходячи із загальних завдань.

Проектування робочих місць, забезпечених відеотерміналами, відноситься до числа важливих проблем ергономічного проектування в області обчислювальної техніки.

Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця програміста повинні бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

3.2.1 Виробниче освітлення

Роботи, які виконуються з використанням обчислювальної техніки, мають вплив на працівника через виробничі чинники:

- Ймовірність появи прямої блискості;
- Погіршена контрастність між зображенням і фоном;
- Не чітке відображення екрану.

У зв'язку з тим, що природне освітлення слабке, на робочому місці повинно застосовуватися також штучне освітлення. Світильника типу ЛДР

(2x40 Вт). Дипломним проектом пропонується встановити два світильника в ряд. Застосовуємо світильники з лампами 2x40 Вт з загальним потоком 5700 лм. Схема розташування світильників представлена на рис.6.1.

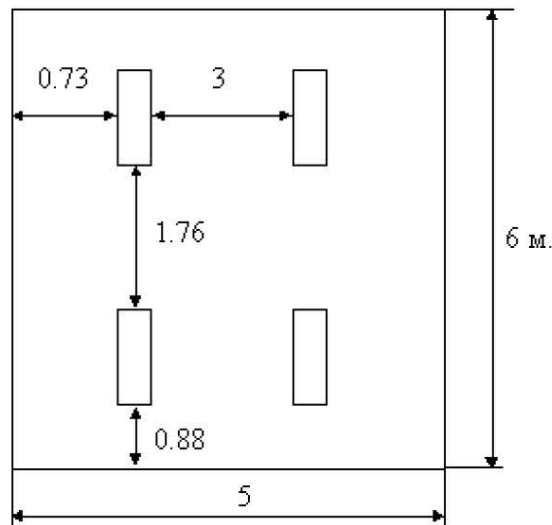


Рисунок 6.1 Схема розташування світильників

3.2.2 Шум, вібрація

На підприємствах, де в офісах стоять комп'ютери та інше обладнання, без шуму, як правило, не обходиться. Постійно працює техніка видає гучні звуки, які можуть змінювати свою інтенсивність від стану навантаження системи. Якщо людина змушена регулярно зазнавати такого впливу, то це негативно позначиться на його здоров'ї. Від сильного шуму починає боліти голова, підвищується тиск, знижується гострота слуху. Зменшення негативного впливу шуму на працівника для цього рекомендують використовувати:

- виробляти звукоізоляцію галасливих місць з допомогою використання захисних кожухів, обладнання кабінки;
- оздоблення приміщень звукопоглинаючими матеріалами;
- облицювання стелі та стін звукопоглинальним матеріалом (знижує шум на 6-8 дБ);
- екранування робочого місця (постановкою перегородок, діафрагм);
- установка в комп'ютерних приміщеннях обладнання, що виробляє мінімальний шум.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

59

3.2.3 Організація робочого місця програміста

При організації робочого місця програміста повинно бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення (рис. 6.2).

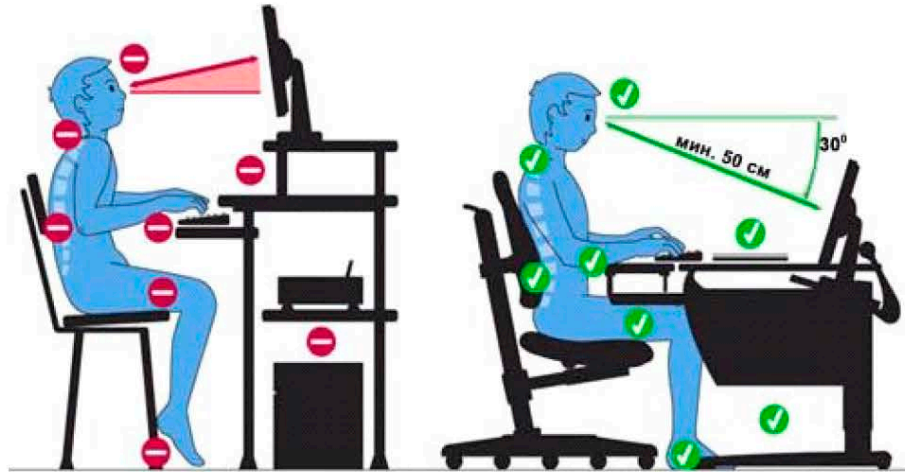


Рисунок 6.2. Організація робочого місця програміста

Виробнича діяльність програміста, змушує його тривалий час перебувати в сидячому положенні, яке є вимушеною позою, тому організм постійно відчуває нестачу в рухливості і активної фізичної діяльності. При виконанні роботи сидячи велику роль відіграє плечовий пояс. Переміщення рук у просторі впливає не тільки на роботу м'язів плечового поясу і спини, а й на положення хребта, тазу і навіть ніг. Щоб виключити виникнення захворювань необхідно мати можливість вільної зміни поз. Необхідно дотримуватися режиму праці і відпочинку з перервами, заповнюваними "відволікаючими" м'язовими навантаженнями на ті ланки опорно-рухового апарату, які не включені в підтримку основної робочої пози.

Робоче місце програміста повинне займати площу не менше 6 м, висота приміщення повинна бути не менше 4 м, а обсяг - не менше 20 м³ на одну людину. Після проведення аналізу робочого місця програміста в лабораторії було з'ясовано, що площа даного робочого місця становить 4 м², а об'єм 12 м³, що не відповідає наведеним вимогам. Також в результаті аналізу були виявлені

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

порушення в організації безпосередньо самого робочого місця програміста. У зв'язку з цим я пропоную організувати робоче місце програміста, таким чином. Висота над рівнем підлоги робочої поверхні, за якою працює оператор, повинна становити 720 мм. Бажано, щоб робочий стіл оператора при необхідності можна було регулювати по висоті в межах 680-780 мм. Оптимальні розміри поверхні столу 1600 x 1000 кв. мм. Під столом повинно матися простір для ніг з розмірами по глибині 650 мм. Робочий стіл оператора повинен також мати підставку для ніг, розташовану під кутом 15° до поверхні столу. Довжина підставки 400 мм, ширина – 350 мм.

Віддаленість клавіатури від краю столу повинна бути не більше 300 мм, що забезпечить оператору зручну опору для передпліч. Відстань між очима оператора і екраном відео дисплея повинна складати 40-80 см (рис. 3.3).

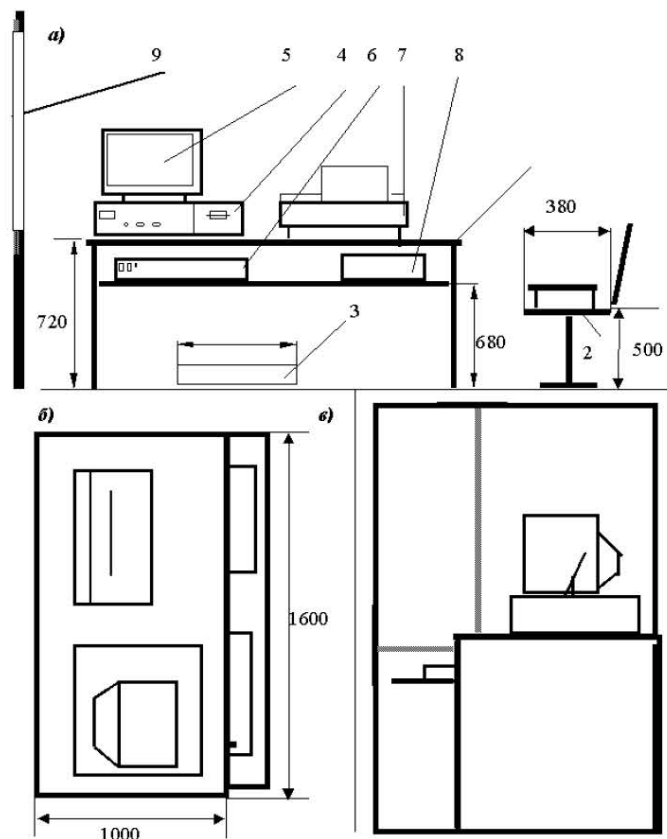


Рисунок 3.3. Розташування техніки на робочому місці програміста

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

61

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі була виконана розробка проекту волоконно-оптичної системи передачі між населеними пунктами Одеської області, а саме – між м. Одеса та м. Балта з виділенням потоків на проміжних населених пунктах – с.м.т. Ширяєве та с.м.т. Іванівка.

Мережа на основі волоконно-оптичної лінії зв'язку, по-перше, передбачає скорочення витрат на експлуатаційно-технічне обслуговування лінії і станційного обладнання між містами Одеса і Балта; по-друге, дозволяє організувати велику кількість високошвидкісних цифрових каналів. Передбачене виділення потоків у с.м.т. Іванівка та с.м.т. Ширяєве, розташованих між цими містами по шляху проходження каналу зв'язку, що забезпечує ці населені пункти надійним і якісним зв'язком, інтернетом, цифровим кабельним телебаченням і іншими видами цифрового зв'язку. Запропоновано використовувати топологію мережі «послідовний лінійний ланцюг», без резервування по інших лініях зв'язку, як найбільш просту і економічно доцільну. Передбачено резервування оптичних волокон апаратурою Huawei OptiX OSN 1500B по схемі 1+1, тобто на 2 робочих (прийом-передача) оптичних волокна (1-2 ОВ), буде приходиться 2 резервних (3-4 ОВ).

У зазначених населених пунктах пропонується встановити проектоване обладнання мережі у вже існуючих типових будівлях АТС, кабель до будівель АТС прокладати по опорах ЛЕП і вводити у будівлі через стіну. Таким чином даний проект не вимагає глобальних матеріальних витрат на його реалізацію. Основні статті капітальних витрат це: вартість обладнання і спрямовуючої системи, вартість їх монтажу і прокладки, транспортні витрати на їх доставку до місця експлуатації.

На основі виконаних розрахунків (пропускної здатності, сумарних втрат в оптичному тракті, енергетичного запасу, параметрів швидкодії і надійності) можна зробити висновок, що довжина і інші розрахункові характеристики спроектованої лінії є допустимими.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ФКГ 06. 13 000. 00 ДП ПЗ

Арк

62

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бірюков Н.Л., Стеклов В.К. Транспортні мережі і системи електров'язку. Системи мультиплексування: Підручник для студентів вузів за фахом «Телекомунікації» – К.: 2003. – 352 с.: Іл.
 2. Голь В.Д., Руденко Е.М. Технології монтажу оптичних кабелів зв'язку. К.: ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2008. 84 с.
 3. Черемискин И.В., Чехлова Т.К.. Волноводные оптические системы спектрального мультиплексирования / демупльтиплексирования //Электросвязь, 2000, №2, с23-29.
 4. Власов В.Е., Парфёнов Ю.А. Кабели цифровых сетей электросвязи. М.: Эко-Трендз, 2005. 216 с.
 5. Парфёнов Ю.А. Кабели связи. М.: Эко-Трендз, 2003. 216 с.
 6. Каток В.Б. Волоконно-оптичні системи зв'язку. – К.: , 1999. – 483 с.
 7. Голь В.Д. Хмельов К.П. Волоконно-оптичні системи передавання типу „Сопка-3М” та П-336. – К.: КВІУЗ, 1999. – 80 с.
 8. Рудов Ю.К., Зингеренко Ю.А., Оробинский С.П., Миронов С.А. Применение оптических циркуляторов в волоконно-оптических системах передачи//Электросвязь, 1999, №6, с36-37.
 9. Гольдштейн Б.С. Инфокоммуникационные сети и системы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 207 с.: іл.
 10. Розорінов Г. М. Високошвидкісні волоконно – оптичні лінії зв'язку: навч. посіб./ Г. М. Розорінов , Д. О. Соловійов. – Київ: Ліра – К, 2007. – 198 с.
 11. Косяченко Л.А. Основи інтегральної та волоконної оптики: Навч.посіб. – Чернівці: Рута, 2008. – 348 с.
- Матеріали сайтів:
12. <http://www.huawei.com> – офіційний сайт Huawei Technologies.
 13. <http://www.odeskabel.com/> – офіційний сайт ПАТ «Укртелеком».
 14. <http://www.ukrtelecom.ua> – офіційний сайт ПАТ «Одескабель».

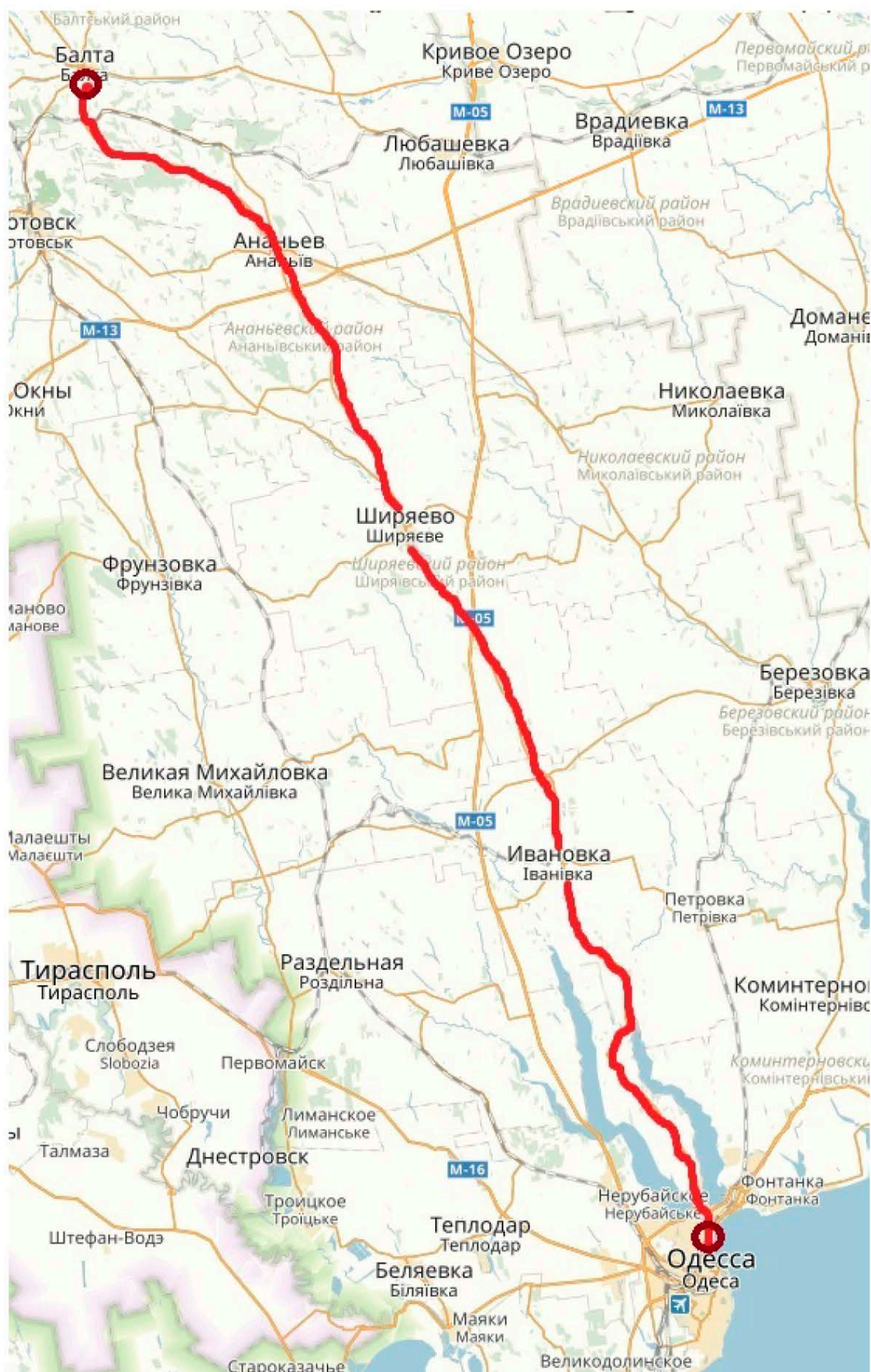


Рисунок А1. Загальний план проектованої ВОЛЗ. Масштаб 1:40000

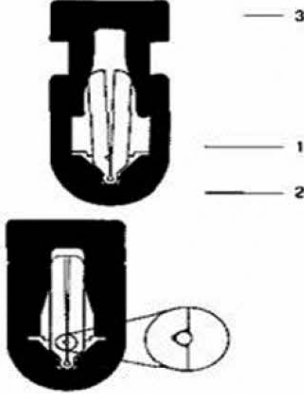
ДОДАТОК Б

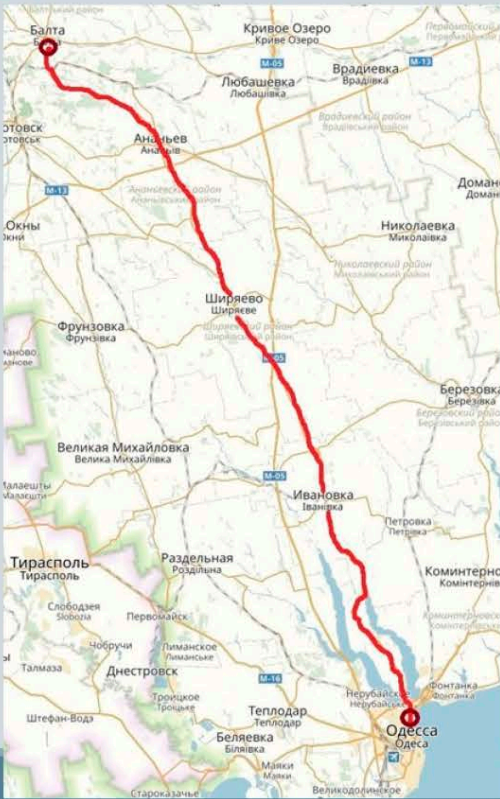
Таблиця Б1. Технічні характеристики зварювального апарату Fujikura (Фуджікура) FSM-11S SpliceMate

<i>Типи зварюваних волокон</i>	Одиночні кварцові оптичні волокна: одномодові (SM ITU-T G.652), багатомодові (MM ITU-T G.651), одномодові зі зміщеною дисперсією (DS ITU-T G.653), одномодові зі зміщеною ненульовою дисперсією (NZDS ITU-T G.655)
<i>Діаметр оболонки волокна</i>	125 мкм
<i>Діаметр захисного покриття</i>	250 або 900 мкм
<i>Довжина зачистки волокна</i>	10 мм
<i>Допустимий ексцентриситет світловедучої жили волокна</i>	1 мкм
<i>Середні втрати на зварному з'єднанні</i>	0,02 дБ для SM, 0,02 дБ для MM, 0,05 дБ для DS, 0,02 дБ для NZD
<i>Типовий час зварювання</i>	15 секунд для стандартного SM волокна
<i>Коефіцієнт відбиття від зварного з'єднання</i>	Не більше -60 дБ
<i>Програми зварювання</i>	40 налаштовуваних користувачем програм зварювання і до 60 попередньо встановлених заводських програм зварювання
<i>Оцінка втрат на зварному з'єднанні</i>	Є
<i>Збереження результатів зварювання</i>	Внутрішня пам'ять дозволяє зберігати до 2000 результатів зварювання
<i>Калібрування дуги</i>	Автоматична в реальному часі в процесі зварювання (в режимі AUTO). Функція автокалібрування (для інших режимів)
<i>Перегляд місця зварювання</i>	Осі X і Y по черзі за допомогою двох телекамер на 3.5" кольоровому РК дисплеї
<i>Збільшення місця зварювання</i>	У 130 разів
<i>Перевірка механічної міцності місця зварювання</i>	Розтяжне зусилля 200 г
<i>Термоусадка КДЗС</i>	Вбудований нагрівач. 10 налаштовуваних користувачем режимів нагріву і до 20 встановлених заводських режимів нагріву

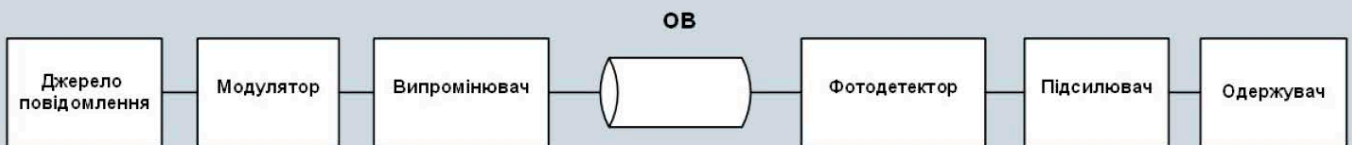
<i>Час термоусаджування</i>	Близько 40 сек. для КДЗС-40 виробництва Fujikura
<i>Типи вживаних КДЗС</i>	Стандартні довжиною 60 мм або 40 мм, а також зменшеного розміру
<i>Тривалість автономної роботи при живленні від акумуляторної батареї</i>	Близько 30 зварювань з термоусадкою від повністю зарядженої батареї BTR-07 (при температурі 25 ° C і включеному режимі збереження енергії)
<i>Електроживлення</i>	Від мережі 100-240 В змінного струму або 10-15 В постійного струму, а також від акумуляторної батареї BTR-07
<i>Інтерфейси</i>	USB 1.1
<i>Захист від вітру</i>	Макимально допустима швидкість вітру 15 м/с
<i>Умови експлуатації</i>	Температура: від -10 ° C до +50 ° C Відносна вологість: від 0 до 95% (без конденсації). За тиском відповідає зміні висоти від 0 до 3660 м. над рівнем моря
<i>Умови зберігання</i>	Температура: від -40 ° C до + 80 ° C, відносна вологість до 95% (без конденсації)
<i>Розміри</i>	110 мм x 80 мм x 100 мм (ширина, довжина, висота)
<i>Маса</i>	640 г (без акумуляторної батареї) 810 г (з акумуляторною батареєю)

Таблиця Б2. Технічні характеристики оптичних з'єднувачів Fibrlock™11

<p><i>Зовнішній вигляд</i></p>	 <p>З'єднувач складається з центруючого елемента (1), виконаного зі сплаву алюмінію і заповненого інверсійним гелем. Центрувальний елемент розташований в пластмасовому корпусі (2). Корпус закривається пластмасовою кришкою (3)</p>
<p>Позначення</p>	<p>LC</p>
<p><i>Фізичні характеристики</i></p>	
<p>Тип з'єднання (фіксація)</p>	<p>Засувка з фіксатором (дизайн push-pull)</p>
<p>Робочий діапазон температур</p>	<p>від -60 ° C до + 85 ° C</p>
<p>Зусилля на розрив з'єднання становить:</p>	<p>1,5 кг</p>
<p><i>Оптичні характеристики</i></p>	
<p>Внесені втрати:</p>	<p><0, 2 дБ</p>
<p>Зворотні втрати:</p>	<p><-60 дБ</p>



Загальний план прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку. Масштаб 1:40000



Принцип передачі інформації у оптоволоконній лінії зв'язку



Структурна схема ВОСП

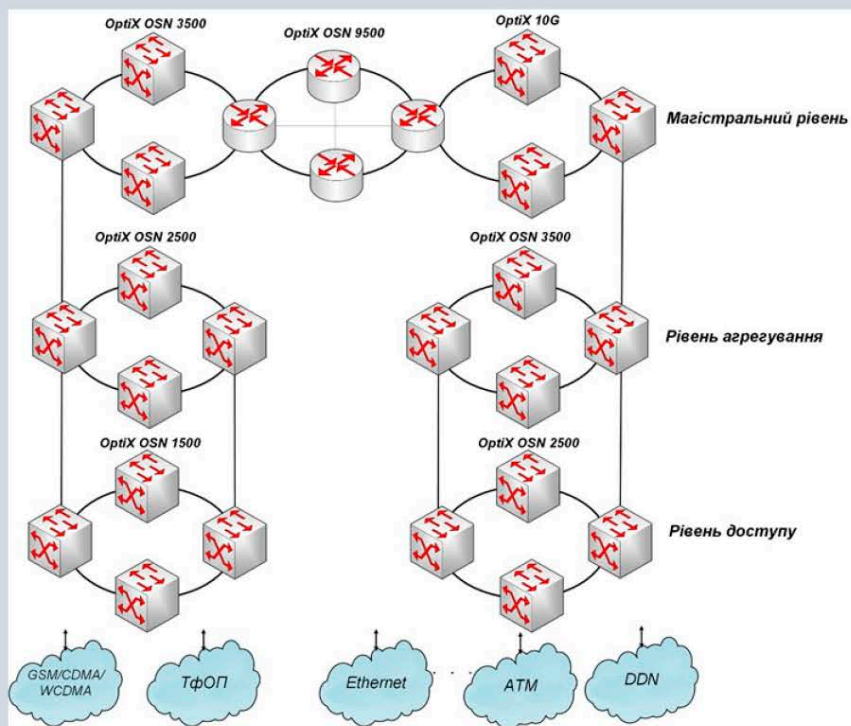


Мультиплексор HUAWEI OptiX OSN 1500B



Ethernet-плата 8-Port 10M/100M OptiX OSN 1500

4



Інтелектуальна оптична система передачі STM-16/STM-4/STM-1 5

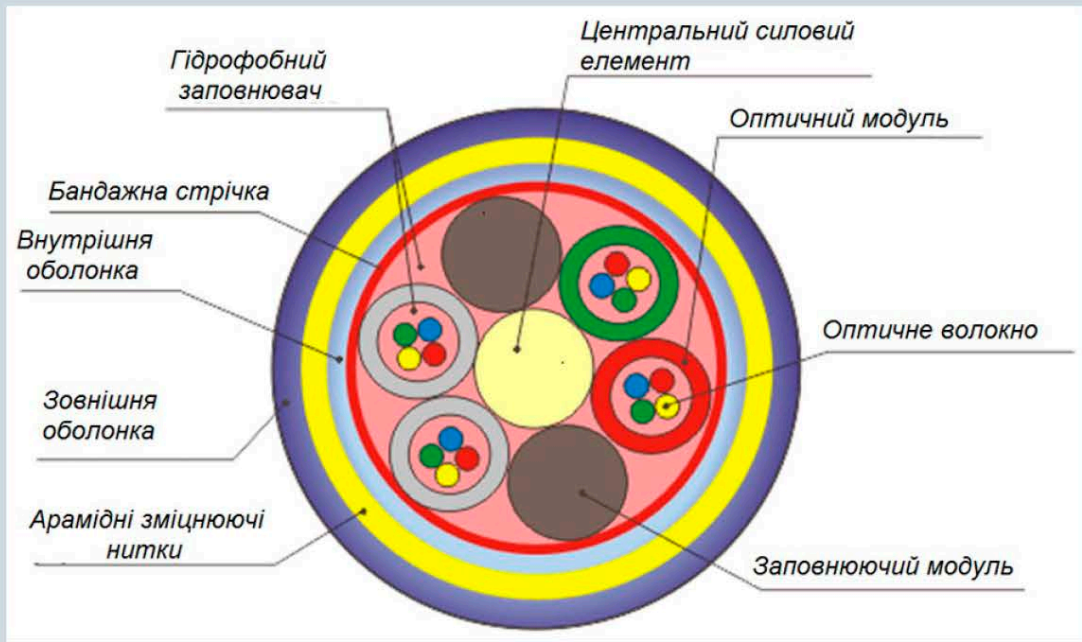
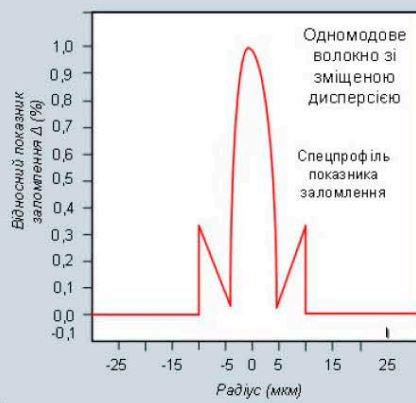
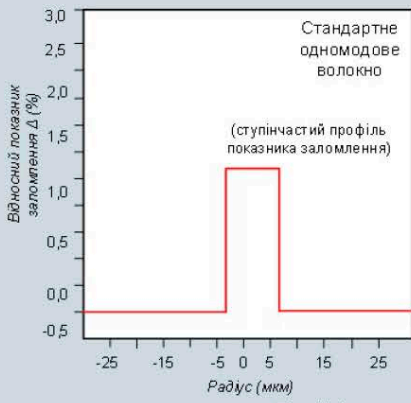
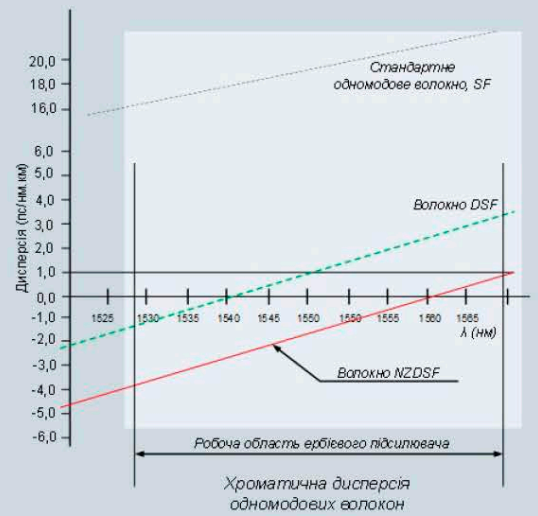


Схема кабелю NZDSF марки FutureGuide виробництва фірми Fujikura 6



Профілі показників заломлення оптоволокон





Параметр	Параметр	Значення
Довжина хвилі		1550нм
Ширина спектра випромінювання		1 нм
Тип лазерного діода		DFB
Робоча швидкість		до 2,5 Гб/с
Потужність випромінювання на виході		5 дБм
Напруга живлення		1,1 / 1,5В
Тип оптичного роз'єму		FC, ST, SC, LC
Тип оптичного волокна		DSF/NZDSF

Лазерні діоди ML920J11S01 фірми Mitsubishi

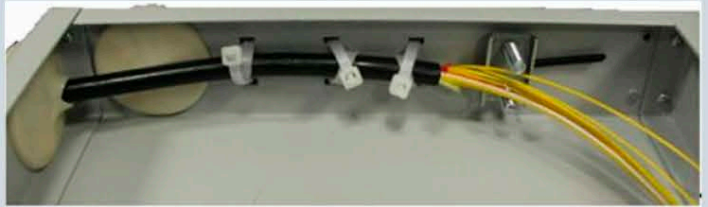
8



Зварювальний апарат Fujikura FSM-11 S

Сколювач оптичних волокон Fujikura CT-30

9

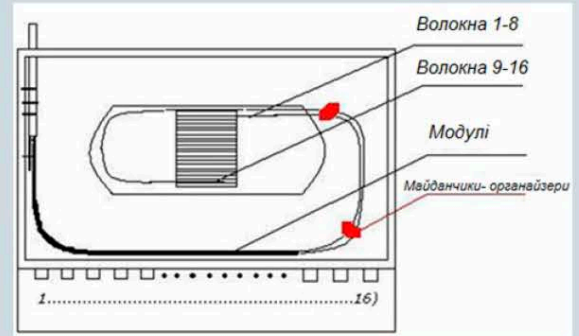


Введення оптичного кабелю

Загальний вигляд панелі розподільної Fiber Cross PR16



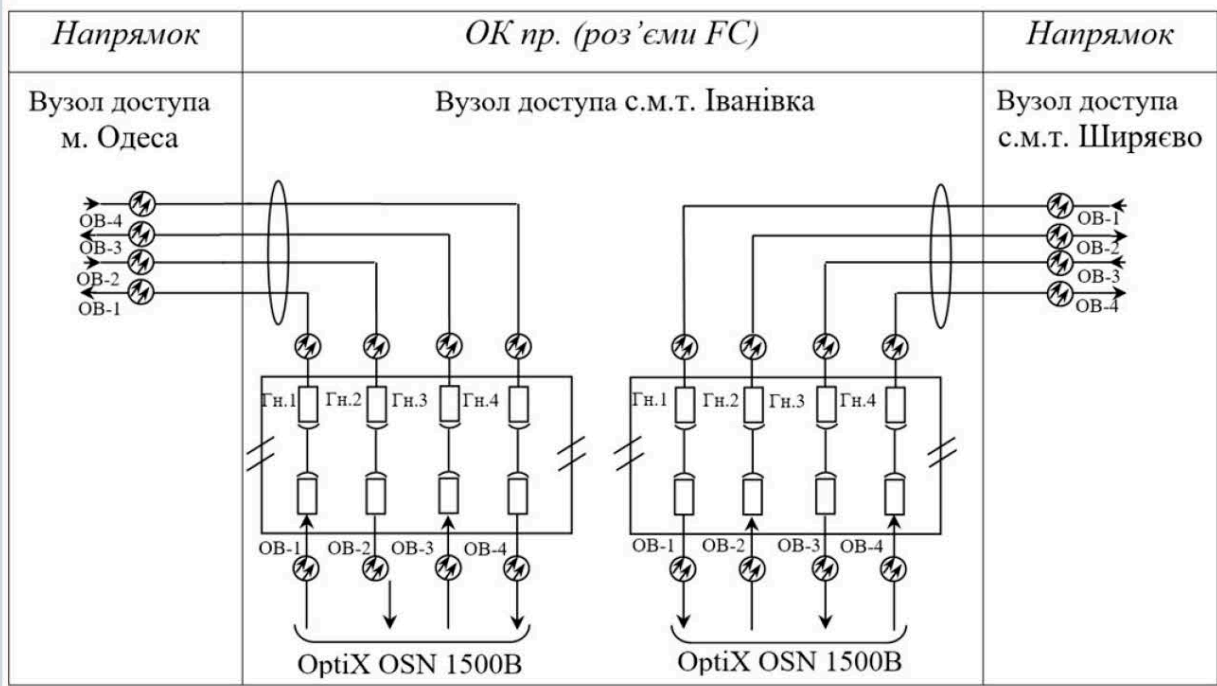
Схема укладання пігтейлів



Введення модулів кабелю



Рефлектометр ANDO AQ 7250



Організація перемичок на оптичному кросі вузла доступу с.м.т. Іванівка

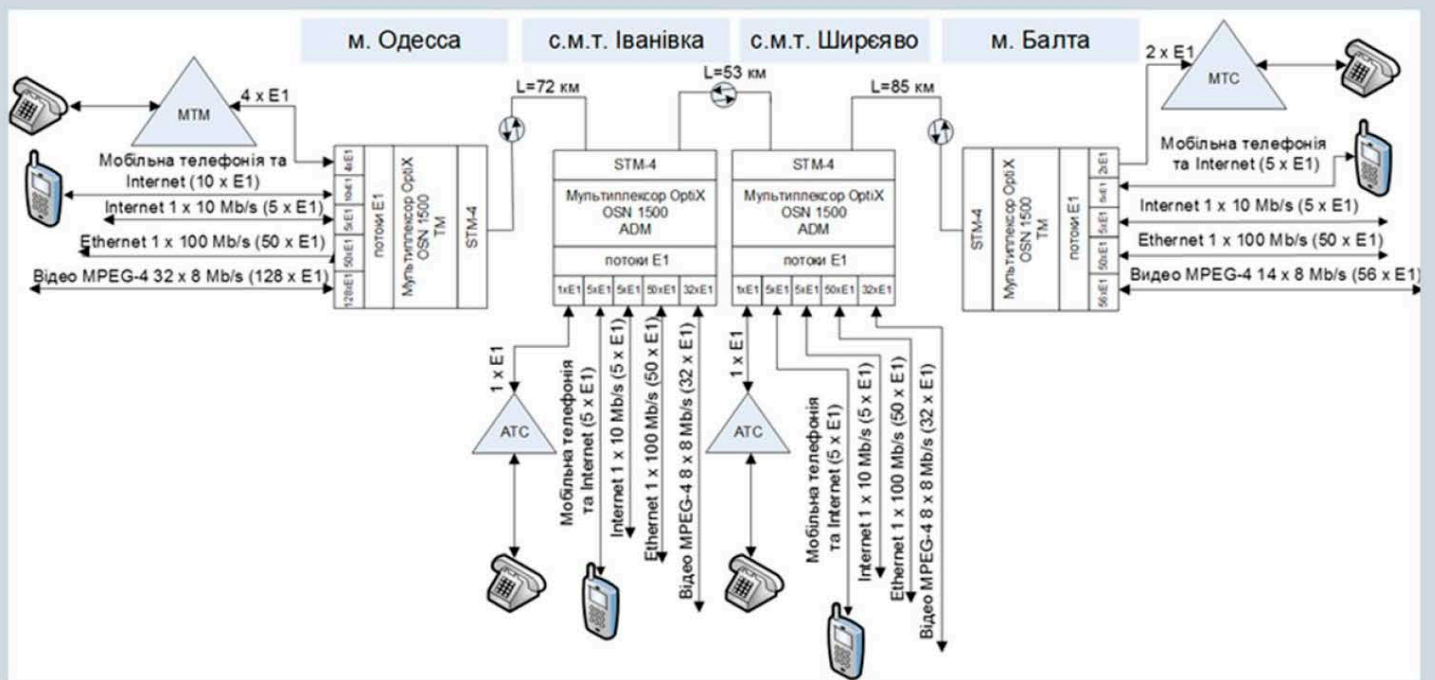


Схема організації зв'язку між населеними пунктами Одеської області

Ім'я користувача:
Наталія Вікторівна Копусь

ID перевірки:
1015286039

Дата перевірки:
27.05.2023 16:11:08 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.05.2023 16:11:54 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: Харитонова Д.К._4ФКГ-06

Кількість сторінок: 56 Кількість слів: 10738 Кількість символів: 78823 Розмір файлу: 2.55 MB ID файлу: 1014958470

11.6% Схожість

Найбільша схожість: 4.36% з Інтернет-джерелом (<http://uadoc.zavantag.com/text/11070/index-1.html?page=2>)

11.6% Джерела з Інтернету 374

Сторінка 58

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 110

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Харитонові Дар'ї Костянтинівни

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Керівник дипломного проекту (роботи) Саєнко Вікторія Вікторівна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів
Одеської області

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 73 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 13 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню
Представлений на рецензію дипломний проект повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика дипломного проекту є актуальною та присвячена розробки волоконно-оптичної системи передачі та розрахунку її параметрів.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи) _____
Дипломний проект складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У технологічному розділі виконано огляд і аналіз оцінки пропускної здатності ВОСП, вибір типу оптичного кабелю для ВОСП, визначення рівня передачі потужності оптичного випромінювання на виході передавального оптичного модуля, зварювання оптичних волокон, вибір типу і монтаж оптичного кросу для ВОСП.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи) _____
Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Мережа на основі волоконно-оптичної лінії зв'язку, по-перше, передбачає скорочення витрат на експлуатаційно-технічне обслуговування лінії і станційного обладнання між містами Одеса і Балта; по-друге, дозволяє організувати велику кількість високошвидкісних цифрових каналів.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

Серед недоліків роботи варто вказати, відсутність посилань на перелік використаних джерел та недостатньо розглянуто принцип функціонування лазерних діодів.

Оцінка розрахункової частини _____ **відмінно**

Оцінка графічної частини _____ **відмінно**

Загальна оцінка _____ **відмінно**

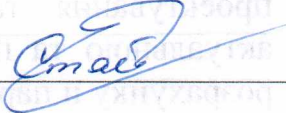
Прізвище, ім'я, по батькові рецензента Стайкуца Сергій Володимирович

Місце роботи і посада рецензента _____

“Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку”,

доцент кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації,

помічник декана факультету інформаційних технологій та кібербезпеки

Підпис: 

« 16 » 06 2023 р.

ПІДПИС ПОСВІДАЧУЮ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІТЗ





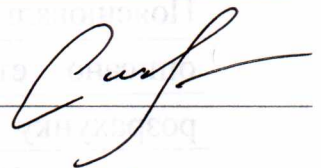
г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____
Під час дипломного проектування здобувачка освіти Харитонова Д.К. мала
змогу самостійно приймати окремі рішення з реалізації структури мережі
та показала вміння організовано працювати над поставленим завданням,
використовуючи сучасні програмні засоби розробки, зокрема Cisco Packet
Tracer

Оцінка розрахункової частини _____	Відмінно _____
Оцінка графічної частини _____	Відмінно _____
Загальна оцінка _____	Відмінно _____

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____
Саєнко Вікторія Вікторівна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач
специдисциплін комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії

Підпис _____



« 12 » 06 2023 р.

ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Харитонові Дар'ї Костянтинівни

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Тема дипломного проекту: Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів
Одеської області

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 73 сторінки. У пояснювальній записці описано етапи розробки волоконно-оптичної системи передачі та розрахунку її параметрів. Графічна частина складається з 13 слайдів мультимедійної презентації, передбачених технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувачка освіти Харитонова Д.К. поступово та послідовно виконувала всі етапи розробки. Всі роботи Харитонова Д.К. виконувала самостійно, з оглядом на рекомендації керівника

в) теоретична підготовка випускника (випускниці):
Здобувачка освіти Харитонова Д.К. під час роботи над дипломним проектом вивчила достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою. Вважаю, що теоретична підготовка дипломниці достатня і вона готова до захисту дипломного проекту

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Харитонова Дар'я Костянтинівна,
здобувач освіти гр. 4ФКГ-06, та

Саєнко Вікторія Вікторівна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи фахового молодшого спеціаліста на тему:

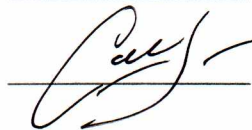
***«Розробка ВОСП для зв'язку населених пунктів Одеської області»
(автор роботи – Харитонова Д.К., керівник роботи – Саєнко В.В.)***

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2023 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець _____ / Харитонова Д.К. /

Керівник _____ / Саєнко В.В. /



« 12 » червня 2023 р.