

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Анатолій ОПАНАСЮК

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,
освітньо-професійної програми «Мережеві та інтернет технології»

На тему:

Проектування волоконно-оптичної лінії зв'язку Суми-Михайлівка

Здобувача групи ТК-91

Назаренка Владислава Леонідовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело.

НАЗАРЕНКО

_____ Владислав

Керівник, старший викладач,
кандидат фізико-математичних наук, доцент

_____ Олексій Д'ЯЧЕНКО

Суми – 2023

Сумський державний університет

Факультет ЕлІТ Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Спеціальність телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри ЕКТ

Опанасюк А. С.

« ___ » _____ 2023 р.

Завдання

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Назаренку Владиславу Леонідовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: «Проектування волоконно-оптичної лінії зв'язку Суми-Михайлівка»

затверджено наказом університету від «31» березня 2023 р. № 0316-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту 30 травня 2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту: місце проектування волоконно-оптичної лінії зв'язку, способи прокладання кабелю, процес монтажу оптичних кабелів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

Вступ, опис кінцевих пунктів та вибір траси волоконно-оптичної лінії зв'язку, розрахунок проектованої траси, опис будівельно-монтажних процесів під час прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку, опис процесу монтажу оптичного кабелю зв'язку, висновки, список літератури.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Огляд літератури по тематиці проєкту	15.04.23	
2.	Опис кінцевих пунктів та вибір траси волоконно-оптичної лінії зв'язку	22.04.23	
3.	Розрахунок проєктованої траси	29.04.23	
4.	Опис будівельно-монтажних процесів під час прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку	06.05.23	
5.	Опис процесу монтажу оптичного кабелю зв'язку	16.05.23	
6.	Опис процесу монтажу розподільчої коробки	20.05.23	
7.	Оформлення пояснювальної записки	30.05.23	
8.	Рецензування роботи та підготовка до захисту	07.06.23	

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник проєкту _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена проектуванню волоконно-оптичної лінії зв'язку між населеними пунктами Суми-Михайлівка. Робота складається з чотирьох основних розділів і містить 35 сторінок, 10 рисунків, 2 таблиць.

У вступному розділі надається загальне введення в тему роботи та пояснюється актуальність і значущість дослідження. Також зазначаються перспективи та переваги оптичного волокна як середовища для передачі великих потоків інформації на значні відстані.

Перший розділ присвячений огляду кінцевих пунктів призначення та вибору траси волоконно-оптичної лінії зв'язку. Виконується огляд літератури та постановка задачі проектування. Надається коротка характеристика міста Суми та села Михайлівка, вибирається маршрут прокладання кабелю. Проводиться аналіз траси, для подальшого вибору автошляху, визначення відстані та способу прокладки кабелю.

Другий розділ присвячений розрахунку проектованої траси. Виконується розрахунок числа каналів на магістралі. Проводиться вибір системи передачі та кабелю. Також проводиться розрахунок ослаблення сигналу в оптичному волокні, дисперсії і пропускну здатності та визначається довжина регенераційної ділянки.

Третій розділ присвячений опису будівельно-монтажних процесів під час прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку. Наводяться способи, особливості та методи прокладання кабелю в різних середовищах, а також прокладання та з'єднання захисних труб.

Четвертий розділ присвячений опису процесу монтажу оптичних кабелів та оптичної розподільної коробки. Наводяться основні правила та рекомендації щодо роботи з оптичними кабелями та виконання їх монтажу. Також наводяться характеристики оптичних розподільчих коробок, їх призначення та основні вимоги для їх встановлення.

Результати досліджень можуть бути використані для подальшої реалізації та прокладки даної лінії зв'язку.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1. ОПИС КІНЦЕВИХ ПУНКТИВ ТА ВИБІР ТРАСИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ	7
1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КІНЦЕВИХ ПУНКТИВ	7
1.2 ВИБІР ТРАСИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ	9
2 РОЗРАХУНОК ПРОЕКТОВАНОЇ ТРАСИ	11
2.1 РОЗРАХУНОК ЧИСЛА КАНАЛІВ НА МАГІСТРАЛІ	11
2.2 ВИБІР СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ТА КАБЕЛЮ	13
3 ОПИС БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРОКЛАДАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ	18
3.1 ПРОКЛАДАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ	18
3.2 ПРОКЛАДАННЯ ЗАХИСНИХ ТРУБ	20
3.3 ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЮ У ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ	21
3.4 ПРОКЛАДАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ У ҐРУНТ ..	22
3.5 ПРОКЛАДКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ В КАБЕЛЬНІЙ КАНАЛІЗАЦІЇ	23
3.6 ПОЗНАЧЕННЯ ТРАСИ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЮ	24
3.7 ПЕРЕТИНАННЯ ПРОЕКТОВАНОЇ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ З ПЕРЕШКОДАМИ	25
3.8 СПОСІБ ПРОКОЛУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПНЕВМОПРОБІЙНИКА	26
4 МОНТАЖ ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ ЗВ'ЯЗКУ	27
4.1 МОНТАЖ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ	27

					<i>ЕлТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Назаренко В.Л.</i>			<i>Проектування волоконно-оптичної лінії зв'язку Суми-Михайлівка</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Д'яченко О. В.</i>					3		
<i>Н. Контр.</i>					<i>СумДУ, гр. ТК-91</i>				
<i>Затвердж.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>							

4.2 МОНТАЖ ОПТИЧНОЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ КОРОБКИ	28
ВИСНОВКИ.....	31
ЛІТЕРАТУРА	32

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ОВ - оптичне волокно

ОК - оптичний кабель

ВОЛЗ - волоконно-оптична лінія зв'язку

PDH - плезіохронна цифрова ієрархія

SDH - синхронна цифрова ієрархія

КТЧ - канали тональної частоти

НРП – не обслуговуваний регенераційний пункт

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Одним із найбільш перспективних напрямів побудови мереж зв'язку у світі є волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ). В області систем передачі інформації з великим інформаційним потоком та високою надійністю роботи ВОЛЗ не має рівних. Такі мережі значно перевершують мідні лінії зв'язку. Перевага ОВ у пропускній здатності, довжині регенераційної ділянки та перешкодозахищеності. Темпи розвитку сучасного суспільства потребують відповідних можливостей у передачі інформації. Однозначно є те, що у всіх країнах з розвитком інфраструктури, вимоги до комунікацій збільшилися. Зв'язок (телекомунікації) відіграє значну роль як засіб обміну інформацією та як потужний каталізатор науково-технічного прогресу для підвищення добробуту та процвітання держави.

В останні роки телекомунікаційний світ стикається з динамічно зростаючим попитом на частотні ресурси. Ця тенденція пов'язана зі збільшенням числа користувачів Internet, зі зростаючою потребою у взаємодії міжнародних операторів, у збільшенні обсягу інформації, що передається. Смуга пропускання з розрахунком на одного користувача стрімко росте. Для задоволення потреб користувачів провайдери зв'язку при побудові інформаційних мереж змушені використовувати волоконно-оптичні кабельні системи. Це стосується побудови протяжних телекомунікаційних магістралей і локальних мереж.

Оптичне волокно на сьогодні вважається найдосконалішим фізичним середовищем для передачі інформації. Воно є самим перспективним середовищем для передачі великих потоків інформації на значні відстані. Не залишилося жодного місця, де б не використовували оптоволокно для передачі інформації. У міжрегіональному масштабі особливо виділяється будівництво волоконно-оптичних мереж синхронної цифрової ієрархії (SDH).

По всьому світу за рік прокладаються десятки тисяч кілометрів волоконно-оптичних кабелів під землею, по дну річок і морів, у тунелях та в повітрі.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування лінії зв'язку між містом Суми та селом Михайлівка на основі волоконно-оптичних кабелів. Тому особливу увагу приділено будівництву ВОЛЗ.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ОПИС КІНЦЕВИХ ПУНКТІВ ТА ВИБІР ТРАСИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ

1.1 Характеристика кінцевих пунктів

Суми - місто, розташоване на північному сході України, є адміністративним центром Сумської області. Засноване в 1652 році, місто має багатий історичний та культурний спадок. Місто Суми славиться своїми прекрасними парками та зеленими насадженнями. Вулиці в Сумах вкриті деревами, що створює чудову атмосферу для прогулянок та відпочинку на свіжому повітрі. Один з найбільших та найкрасивіших парків - Парк імені Івана Крамського, який простягається на площі понад 100 гектарів. Тут можна знайти штучні озера, джерела, сквери та багато зон для відпочинку.

Суми також відомі своїми архітектурними пам'ятками. У центральній частині міста знаходиться багато старовинних будівель, серед яких виділяються Сумська обласна філармонія, Сумська обласна адміністрація, Сумський краєзнавчий музей та Соборна площа з красивою Соборною церквою

Місто також має добре розвинуту інфраструктуру, включаючи магазини, ресторани, кафе, спортивні комплекси та інші заклади розваг. Суми є важливим транспортним вузлом з розвинутою мережею доріг та залізниць, що забезпечує зручний доступ до інших міст.

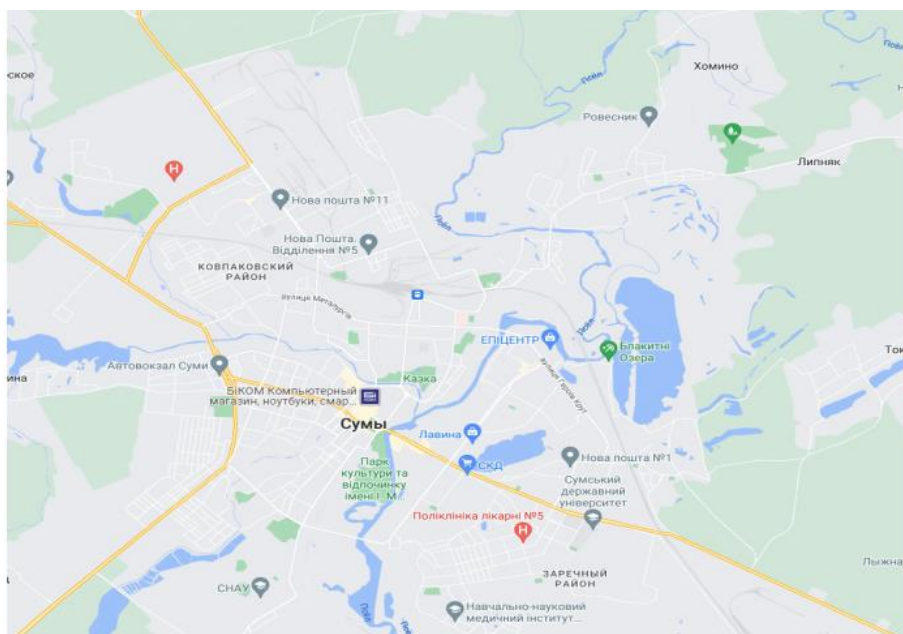


Рисунок 1.1 – Схематична карта м. Суми

					ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Михайлівка – село Лебединського району Сумської області з населенням 1188 чоловік. Воно має мальовниче розташування серед зелених полів та лісів, створюючи природну та спокійну атмосферу для мешканців і відвідувачів.

Михайлівка відома своєю сільською красою та природними пейзажами. Навколо села розкинулися живописні поля, де вирощуються сільськогосподарські культури, такі як зернові, овочі та фрукти. Це надає можливості для розвитку сільського господарства та забезпечує місцевих жителів свіжими продуктами.

Село Михайлівка також має свою власну історію та культурну спадщину. У селі можна знайти традиційні сільські будівлі та споруди, які свідчать про життя та розвиток місцевої спільноти. Тут також можна зустріти місцевий сільський дім культури або музей, де можна ознайомитися з історією та культурою села.

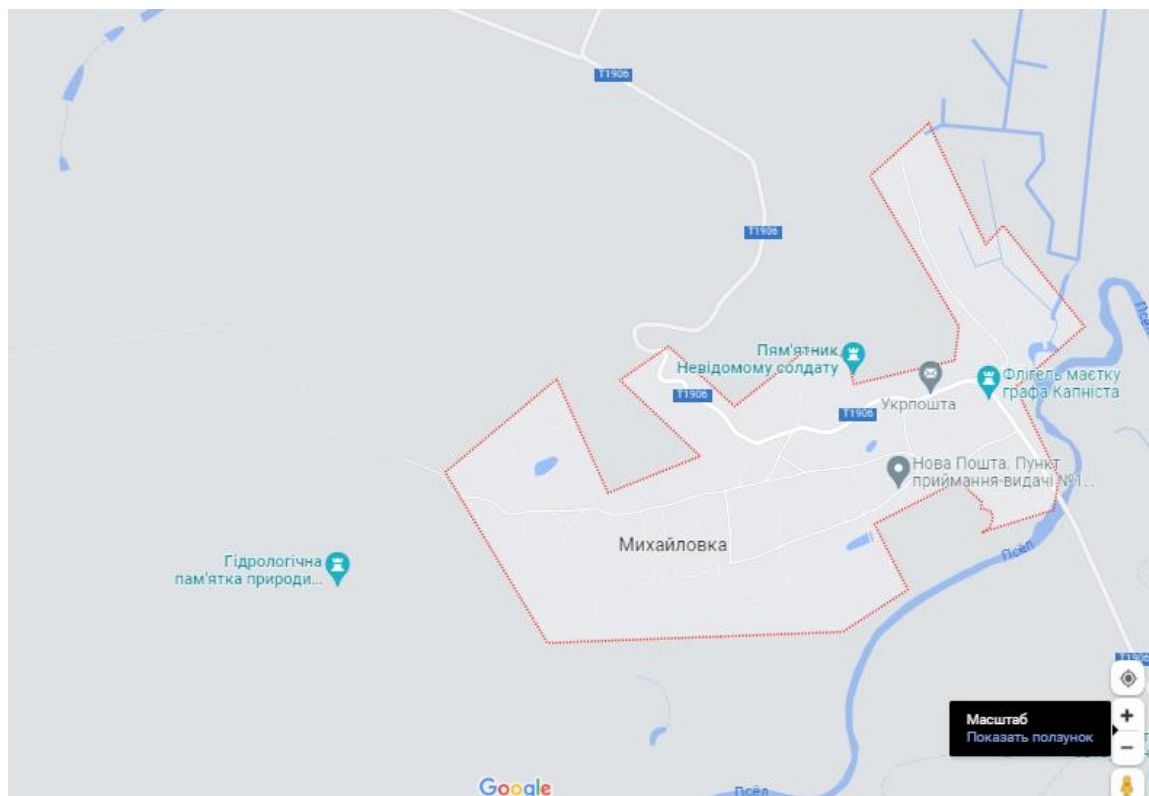


Рис.1.2 – Схематехнічна карта села Михайлівка

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

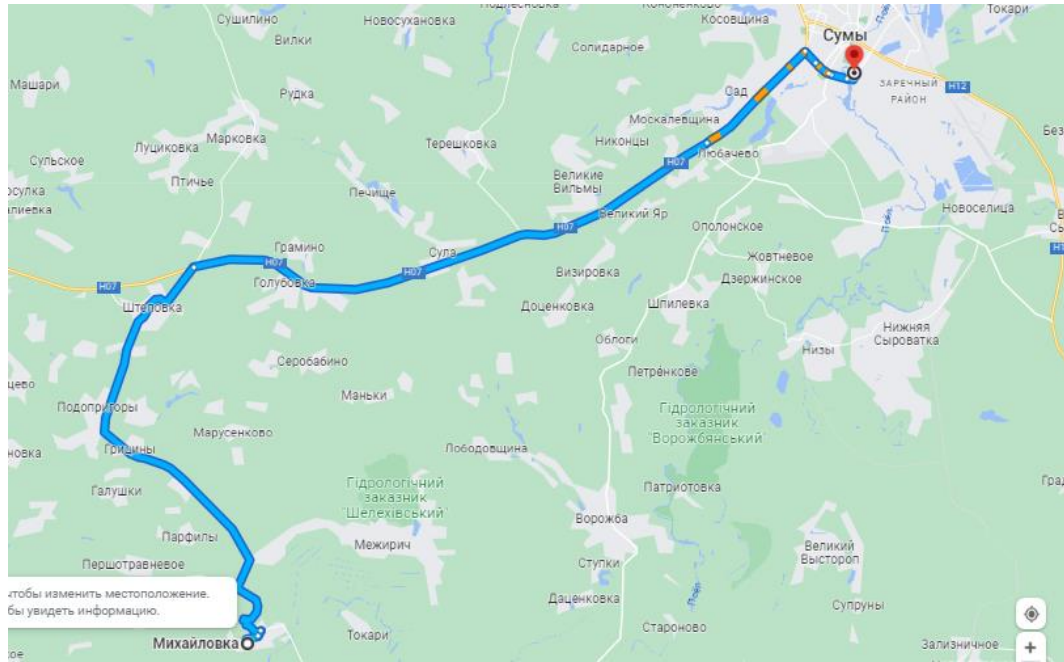


Рисунок 1.3 – Маршрут прокладання траси Суми-Михайлівка

1.2 Вибір траси волоконно-оптичної лінії зв'язку

Траса прокладки кабелю ВОЛЗ залежить від відстані між кінцевими пунктами та впливає на вибір волоконно-оптичного кабелю. Основні вимоги, які слід враховувати при виборі траси – звести матеріальні та експлуатаційні витрати до мінімальних не ігноруючи зручність обслуговування. Для забезпечення зазначених вимог слід враховувати деякі аспекти: довжина траси, наявність річок, залізничних і автомобільних доріг та складність їх перетину, наявність трубопроводів і газопроводів, ландшафт місцевості, склад ґрунтів і глибину залягання ґрунтових вод, наявність умов для застосування механізованих будівельно-монтажних робіт. Також враховується наявність житла для розміщення обслуговуючого персоналу. Обирають трасу із найменшою відстанню між кінцевими пунктами з мінімальною кількістю перешкод. За межами населених пунктів трасу вибирають вздовж автомобільних доріг.

Проаналізувавши наявність перешкод та автомобільних доріг між населеними пунктами Суми та Михайлівка згідно з атласом автомобільних доріг України, вибираємо найбільш раціональний варіант прокладки кабелю уздовж узбіччя автошляху Н07 та Т1906 у напрямку до села Михайлівка. Відстань між населеними пунктами 59 км.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Загальна довжина ВОЛЗ, з урахуванням коефіцієнтів на додаткові витрати кабелю складає 60 км. Траса пролягає через такі населені пункти: Суми, Любачево, Великий Яр, Голубівка, Штепівка, Підпригори і Михайлівка.

У місті Суми прокладка кабелю буде відбуватися у кабельній каналізації, за межами міста – переважно безтраншейним способом за допомогою кабелеукладача і проходити паралельно до автошляхів. Прокладання кабелю через перешкоди буде здійснюватися пневмопробійником та установками горизонтального спрямованого буріння. При виборі маршруту траси враховано мінімум перетинів з різного типу перешкодами.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2 РОЗРАХУНОК ПРОЕКТОВАНОЇ ТРАСИ

2.1 Розрахунок числа каналів на магістралі

Кількість каналів, що з'єднують кінцеві пункти, залежить від чисельності користувачів лініями зв'язку. Беручи до уваги телефонні канали міжміського зв'язку визначають спочатку кількість телефонних каналів між заданими кінцевими пунктами. Для розрахунку кількості телефонних каналів використовується формула:

$$n_{m\phi} = \alpha_1 * f_1 * y * \frac{m_a m_b}{m_a + m_b} + \beta_1,$$

де α_1, β_1 – постійні коефіцієнти, що відповідають фіксованій доступності і заданим втратам $\alpha_1 = 1,3, \beta_1 = 5,6$;

f_1 – коефіцієнт сили тяжіння, $f_1 = 0,05$;

y – питома навантаження, тобто середнє навантаження, що створюється одним абонентом $y = 0,05$ Ерл;

m_a, m_b – кількість абонентів, що обслуговуються автоматичною міжміською телефонною станцією (АМТС). Приймаючи середній коефіцієнт оснащеності населення телефонними апаратами в межах від 0,4 до 0,8 кількість абонентів в зоні АМТС можна визначити за формулою:

$$m = y * H,$$

де y – коефіцієнт оснащеності населення телефонними апаратами;

H – кількість населення, чол.

Знайдемо кількість абонентів, що обслуговуються тією чи іншою кінцевою АМТС. Середній коефіцієнт оснащеності населення телефонними апаратами y приймемо за 0,7.

Для м. Суми:

$$m_a = x * N_{\text{Суми}} = 0,7 * 268409 = 187886 \text{ чол.}$$

Для с. Михайлівка:

$$m_b = x * N_{\text{Михайлівка}} = 0,7 * 1188 = 831 \text{ чол.}$$

Звідси знайдемо кількість телефонних каналів тональної частоти (КТЧ):

$$n_{\text{ТФ}} = 1,3 * 0,05 * 0,05 * \frac{187886 * 831}{187886 + 831} + 5,6 \approx 10 \text{ ктч}$$

					ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Загальне числа каналів між двома пунктами визначається сумою:

$$n_{\text{заг}} = n_{\text{тф}} + n_{\text{пд}} + n_{\text{тв}} + n_{\text{інт}} + n_{\text{ор}} + n,$$

де $n_{\text{тф}}$ - кількість двосторонніх каналів телефонного зв'язку;

$n_{\text{пд}}$ - кількість каналів передачі даних;

$n_{\text{тв}}$ - кількість телевізійних каналів;

$n_{\text{інт}}$ - кількість каналів мережі Internet;

$n_{\text{ор}}$ - кількість каналів для оренди;

$n \approx n_{\text{тф}}$ - кількість каналів для дротового мовлення, транзитних каналів.

Враховуючи реалії сьогодення, потреба в передачі даних більше, ніж потреба в телефонних каналах, тому кількість каналів передачі даних приймемо $n_{\text{пд}} = 1,3 * n_{\text{тф}}$. Для мережі Internet виділимо 4500 ктч, для оренди - 1000 ктч та двосторонній телеканал займатиме 1600 ктч. Тоді загальне число каналів складе:

$$n_{\text{заг}} = 2 * n_{\text{тф}} + n_{\text{пд}} + n_{\text{тв}} + n_{\text{інт}} + n_{\text{ор}} + n$$

Підставимо чисельні значення в формулу та отримаємо:

$$n_{\text{заг}} = (2 + 1,3) * 10 + 4500 + 1000 + 1600 = 7143 \text{ ктч.}$$

Далі необхідно визначити швидкість передачі даних V .
Пропускна здатність одного КТЧ складає 64 кбіт/с. Тоді:

$$V = 64 * 7143 = 457,15 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}}$$

На підставі проведених розрахунків, необхідно врахувати передавання сигналів рівня STM-4 (622,08 Мбіт/с).

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.2 Вибір системи передачі та кабелю

При виборі цифрової волокно-оптичної системи передачі було обрано синхронну цифрову ієрархію (SDH) так, як технології плезіохронної цифрової ієрархії (PDH) забезпечують недостатні можливості в організації службових каналів для контролю і управління потоком. Вимоги суспільства до цифрової мережі у більшій мірі задовольняє синхронна цифрова ієрархія (SDH). Переваги технології SDH перед мережами PDH: велика пропускна здатність трактів, гнучкість управління мережею, надійність, здатність до самовідновлення мережі, яка обумовлена різними механізмами резервування, можливість нарощувати ємність мережі без переривання трафіку, простота нарощування потужності, зручність управління.

Мережі SDH зайняли міцне положення в телекомунікаційному світі завдяки успадкуванню та підтримці стандартів PDH. Сьогодні вони застосовуються практично всіма мережами зв'язку: регіональними, національними, міжнародними. Мережа на базі SDH формується за допомогою різних функціональних модулів. Склад модуля залежить від операцій, які необхідно виконати для забезпечення передачі високошвидкісних потоків по оптичній мережі зв'язку (збір потоків, що надходять у мережу; передачу по мережі з можливістю виділення потоків у проміжних пунктах; об'єднання потоків у потоки більш високого рівня; відновлення форми й тривалості сигналів, переданих на великі відстані).

Для вирішення поставлених завдань до складу SDH можуть входити наступні модулі: термінальні мультиплексор, мультиплексори введення/виводу, регенератори, концентратори, комутатори. Серед зазначених модулів мультиплексор основний модуль у мережі SDH. Мультиплексор об'єднує низькошвидкісні потоки у високошвидкісний потік на передачі й роз'єднує на прийманні, виконує локальну комутацію, концентрацію й регенерацію цифрових потоків, поділяються на термінальні та введення-виводу. Застосування оптичного мультисервісного обладнання компанії Ericsson серії OMS 800 дозволяє одночасно отримати послуги Ethernet та традиційні TDM-послуги в одній точці замовлення, спрощує створення нових сервісів, розширює функціональність традиційних SDH-рішень через використання уже в існуючих мережах технологій Ethernet, GFP (для ефективного завантаження фреймів Ethernet в контейнери SDH (VC)), LCAS

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

(для гнучкого налаштування смуги пропускання) та VCAT (для ефективного використання та розподілу пропускну здатності мережі). Серед трьох окремих продуктів серії OMS 800, представлених на ринку: OMS 860 (гнучкий і модульний мультиплексор введення/виведення (ADM) рівня STM-1/4 з широким діапазоном мультисервісних інтерфейсів і функціональністю Ethernet); OMS 870 (гнучкий і модульний мультиплексор введення/виведення (ADM) рівня STM-1/4/16 з широким діапазоном мультисервісних інтерфейсів і розширеною функціональністю Ethernet); OMS 846 (оптимізований для конфігурацій STM-1, із великою кількістю інтерфейсів E1 (до 16), і невеликою кількістю інтерфейсів FE 4 або GE 10) оберемо Ericsson OMS 860 (механічні параметри становлять: висота 44 мм, довжина 445 мм, глибина 240 мм) , зовнішній вигляд наведено на рис.2.1.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд мультиплексора Ericsson OMS 860

OMS 860 багатофункціональний пристрій. Може працювати мультиплексом термінальний (TM), мультиплексором введення/виведення (ADM), крос-комутатором неблокованим (DXC) та комутатором Ethernet другого рівня, також підтримується функціональність EoSDH.

У кваліфікаційній роботі будемо використовувати інтерфейс L-4-2. Він забезпечує максимальні довжини регенераційних ділянок і призначений для роботи в третьому вікні прозорості (діапазон довжин хвиль загасання 1550 нм), що відповідає змісту завдання роботи. На основі обраної системи передачі визначається число волокон. Зазначимо, що на одну систему передачі відводиться два оптичних волокна. Обрано одну систему передачі, значить потрібно два оптичних волокна. Ще два відіграють роль резервних. Усього потрібно чотири волокна. При виборі оптичного кабелю (ОК) слід врахувати як технічні вимоги, так і параметри даної ВОЛЗ пропускну спроможність, загасання, вологостійкість, захищеність від корозії, захищений від зовнішніх впливів, високу експлуатаційну надійність, та бюджетну вартість, швидкість передачі інформації, довжину хвилі оптичного випромінювання, енергетичний потенціал, допустиму дисперсію, скручування.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Серед великої різноманітності марок оптичних кабелів, кабелі закордонних фірм до уваги не беруться через значну різницю в ціні та відсутності явних переваг перед аналогами вітчизняних виробників. Одномодові оптичні кабелі марок ОКЛ призначені для прокладання в кабельних каналізація, трубах, блоках та різного виду шахтах і типу ґрунтів, як ручним, так і механізованим способом.

Для прокладання ВОЛЗ Суми – Михайлівка обираємо кабель типу ОКЛ-Н01-0,3/2,0-4 з подальшим його задуванням у поліетиленову трубу. Обраний оптичний кабель зв'язку не броньований (ОКЛ), має діелектричний сердечник, що складається з центрального силового елемента у вигляді склопластикового стрижня (01).

Оболонка кабелю з полімерного матеріалу, який не поширює горіння при одиночній укладці, класу ПРГО1 (Н). Оптичні волокна вільно укладені у полімерних трубках, що заповнені тиксотропним гелем по всій довжині. Центральний силовий елемент (ЦСЕ) являє собою діелектричний склопластиковий пруток, навколо якого скручені оптичні модулі. Поясна ізоляція із лавсанової стрічки, накладеної поверх скручування. Водоблокуючі матеріали у кабелі заповнюють порожнечі скрутки по всій довжині. У кабелі поверх сердечника накладена захисна оболонка із поліетилену, що захищає від механічних пошкоджень, проникнення вологи та містить галогени з низьким димовиділенням.

Розглянемо переваги такого кабелю: не поширює горіння при одиночній прокладці. Мінімальна вага, високий електричний опір захисної оболонки протягом терміну служби, оптимальна стійкість до впливу розтягуючих і розчавлюючих навантажень, низький коефіцієнт тертя оболонки, що важливо при задуванні у захисні труби, зручність прокладки, транспортування і монтажу.

Розраховуємо необхідну кількість кабелю для прокладки траси ВОЛС. Додаткові витрати кабелю на прокладку в ґрунт становлять 2%, на прокладку в кабельній каналізації будуть 5,7%. Введення кабелю виконується в пунктах: Суми – 7,7 км та Михайлівка – 1,7 км. на ділянці Суми – Михайлівка необхідно прокласти 60 км оптичного кабелю.

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 2.3 – Характеристика оптичного волокна

Характеристика		ОК-50	ОКК	ОЗКГ	ОКЗ	ОМЗКГ	ОКЛ
Система передачі		«Сона-2»	ИКМ-4/5	«Сопка-3»		«Сопка-4»	«Сопка-3м» «Сопка-4м» «Сопка-5»
Число цифрових каналів		120	102,480	480		1920	480, 1920, 7680
Довжина хвилі, мкм		0,85	1,3				1,3/1,55
		3	0,7...1,0	0,7...1,0	0,7...1,5	0,7	0,3
		250...500	1000	500..800		5000	5000
Довжина регенераційної ділянки, км		12	30			40	100
Число волокон		4 і 8	4,8,16	4 і 8	4 і 8	4,8,16	4,8,16
Тип волокна		МОВ	ООВ і МОВ	МОВ	МОВ	ООВ	ООВ
підземні	d, мм Q, кг/км P, Н	11...15 100...300 1200	12...18 110...320 300...350	17 370 3000	18...20 406...445 -	12...18 130...400 1300...4000	14...18 140...404 1000...3500
підводні	d, мм Q, кг/км P, Н	- - -	24 1200 25000	- - -	20 1040 25000	- - -	25 1300 25000
Будівельна довжина, км		1..2		2		2	
Термін служби, років		25					
електроживлення		Місцеве		ДП		Автономне, ДП	

Структура кабелю ОКЛБг:

- 1) Центральний силовий елемент - склопластиковий стержень;
- 2) Оптичні волокна;

					ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- 3) Оптичний модуль;
- 4) Кордель (мідні ізольовані жили дистанційного живлення);
- 5) Тиксотропний гідрофобний заповнювач;
- 6) З'єднуюча обмотка із ниток та стрічок;
- 7) Периферійний силовий елемент - арамідні нитки;
- 8) Оболонка із поліетилену;
- 9) Броня із гофрованої сталльної ламінованої стрічки;
- 10) Захисний шланг із поліетилену.

Кабель типу ОКЛ схожий з кабелем марки ОКЛБг, але не має броньових покривів (наприклад, броні із гофрованої сталльної ламінованої стрічки, яку має ОКЛБг). Тому його доцільно використовувати для прокладки в телефонній кабельній каналізації.

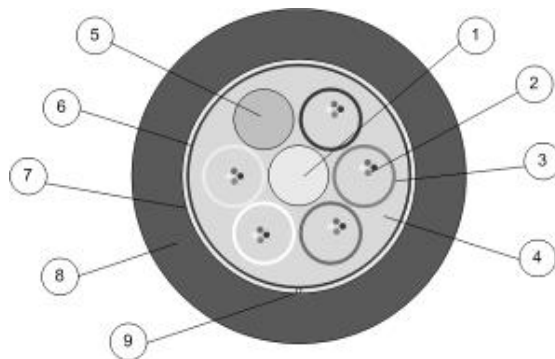


Рисунок 2.1 – Структура кабелю ОКЛ

- 1) Центральний силовий елемент - склопластиковий стержень;
- 2) Оптичні волокна;
- 3) Оптичний модуль;
- 4) Кордель (мідні ізольовані жили дистанційного живлення);
- 5) Тиксотропний гідрофобний заповнювач;
- 6) З'єднуюча обмотка із ниток та стрічок;
- 7) Периферійний силовий елемент - арамідні нитки;
- 8) Оболонка із поліетилену;
- 9) Захисний шланг із поліетилену.

Розрахуємо необхідне число волокон і визначимо ємність вибраних оптичних кабелів. Маємо одну систему передачі, тому потрібно 2 ОВ, але так як, марки з 2 ОВ не існує обираємо марку ОКЛ зі стандартною кількістю 4 ОВ.

						ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			17

3 ОПИС БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРОКЛАДАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ

3.1 Прокладання волоконно-оптичного кабелю

Успішна реалізація проекту будівництва волоконно-оптичної мережі залежить від дотримання та належного виконання правил і стандартів, представлених у нормативних документах, таких як «Настанова з будівництва лінійних споруд магістральних та внутрішньозонових кабельних ліній зв'язку». При проектуванні враховано і вимоги земельного законодавства України.

Проект передбачає виконання робіт з мінімальними витратами робочої сили, техніки та фінансових ресурсів. Загалом, процес прокладки оптоволоконного кабелю можна умовно розділити на два етапи: підготовчий і основний. Підготовчий полягає у проведенні зовнішнього огляду кабелю та вимірюванні його оптичних характеристик. При зовнішньому огляді перевіряється цілісність кабельного барабана та відсутність пошкоджень ізоляції кабелю, відповідність маркування будівельної довжини, зазначеної в паспорті, маркуванню, зазначеному на барабані.

При проведенні оптичних вимірювань визначається лінійне загасання оптоволоконного кабелю. Після цього отриманий результат порівнюють з паспортними даними. При роботі з одномодовими кабелями така перевірка проводиться на кілометрові загасання у кожному волокні на двох довжинах хвиль: 1550 нм і 1310 нм. Перевірка проводиться оптичним рефлектометром. Зовнішній вигляд оптичного рефлектометра показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд оптичного рефлектометра.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Невиконання цього кроку може призвести до неякісно виконаної всієї монтажно-будівельної роботи. Як результат, в мережу буде прокладено дефектний кабель, який не відповідатиме вимогам, зазначеним у проекті. Щоб забезпечити якісну роботу мережі, доведеться витратити додатковий час і понести матеріальні збитки.

Якщо отримані дані збігаються з паспортними і при візуальному огляді не виявлено пошкоджень кабелю, можна переходити до основного етапу монтажу кабелю. Монтажні роботи поділяються на прокладку оптоволоконного кабелю і з'єднання його сегментів в одну лінію. При підключенні кабелю використовуються два способи: зварювання і механічне з'єднання. Для проведення даного виду робіт використовуються зварювальні апарати і спеціальний пристрій для зрощування волокон.

Технологія механічних з'єднань простіша від зварювання, але має недоліки. Імерсійний гель, який використовується для з'єднання волокон, з часом висихає, що призводить до погіршення роботи волокна. Механічні з'єднувачі краще використовувати при проведенні ремонтних робіт і в місцях з підвищеною загрозою вибуху.

Розглянемо деякі види технологій прокладки кабелю, що відповідають технічному завданню. Це технологія монтажу кабелю у відкритий ґрунт та технологія монтажу кабелю в кабельну каналізацію. Такі технології вважаються стандартними. У кабельну каналізацію та в ґрунт доцільно використовувати кабель з елементами захисту від негативного впливу навколишнього середовища (броньований) або прокласти його в спеціальних полімерних трубах. Труби прокладаються в каналах існуючої кабельної каналізації та прямо в землю. Вони здатні захистити кабель і точки перетину перешкод. Прокладку труб можна здійснити за допомогою традиційних технічних засобів. Введення кабелю в трубу проводиться після завершення основної частини земляних робіт. Враховуючи зростаючий попит на експлуатацію ліній зв'язку, доцільно буде прокласти кілька труб для резервування на перспективу розширення мережі.

При виборі захисних поліетиленових труб враховується співвідношення: діаметр кабелю повинен бути в два рази менше внутрішнього діаметра самої труби. Використання труб захистить кабелі зв'язку від вібрації, підземних поштовхів, пошкоджень в результаті діяльності людини, від впливу підземних вод і високої вологості, від гризунів і перепадів температури.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

3.2 Прокладання захисних труб

Прокладка захисних труб нічим не відрізняється від прокладки оптоволоконного кабелю. В залежності від типу ґрунту, довжини траси вибираються технології укладання: безтраншейна або у відкриту траншею. Проектувати маршрут прокладки труби, до якої вводиться кабель, краще прямолінійно. Якщо маршрут передбачає поворот, то необхідно враховувати радіус вигину не менше двох метрів. На трасі укладання використовуються максимальні будівельні довжини з мінімальною кількістю стиків. Виконання будівельних робіт може бути ручним або механізованим.

Можливість використання кабелеукладачів забезпечує найшвидший спосіб прокладання ВОЛЗ. Кабелеукладачі забезпечують значний ступінь механізації процесу з оптимальною глибиною траси (до 1,2 м), але їх застосовують тільки на прямих протяжних трасах за умови відсутності перетинів з підземними комунікаціями. Порівняно з безтраншейним способом, траншейний спосіб підвищує трудомісткість у 1,2-1,3 рази. Застосування траншейного методу економічно обґрунтовано при обмежених за обсягом роботах. При визначенні глибини траншей враховують товщину піщаної або іншої підкладки висотою від 5 см до 10 см. Пухова підкладка забезпечує вирівнювання дна траншеї та її плавний перехід при наявності кам'яних перешкод. Ширина траншей визначається розмірами робочого органу землерийних механізмів (ланцюгового розпушувача, фрези, ковша).

Траншеї, вириті механічним способом, повинні забезпечувати прокладання труб і кабелів (з одночасним прокладанням) в один або два шари. При необхідності, доведення траншеї до необхідного розміру здійснюється вручну. Перед початком процесу укладання труб необхідно провести обстеження дна траншеї. У разі наявності в ній сторонніх предметів (каміння, цегли, глиняних грудок та ін.) очищають дно. Після цього дно утрамбовують і приступають до укладання труб. Кабелеукладач укладає труби за технологією прокладки броньованого оптоволоконного кабелю, але з деякими відмінностями: плавний рух кабелеукладача запобігає випадковому пошкодженню труб, якщо він виходить з касети без найменшого вигину. Це досягається викопуванням котлованів, шириною, в два рази більшою за ширину ножа з касетою кабелеукладача. На перетині будівельних довжин труби кладуть в нахльст на один метр та укріплюють смоляною стрічкою,

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

потім обмотують стрічкою із скловолокна або подібного матеріалу. Кінці труб закриваються водонепроникними заглушками.

Непрохідні ділянки для прокладки кабелю визначаються заздалегідь. Використання наскрізної ручної укладки з прямками на кінці кожної ділянки забезпечує плавний вихід ножа кабелеукладача. На ділянках траси з поворотами, які з технічних причин не може пройти кабелеукладач (значний радіус повороту), для маневрування викопують траншеї. Перед початком роботи на землі робиться пробний зріз до повного проходження глибини траси.

3.3 Прокладання кабелю у поліетиленові труби

Прокладка оптичного кабелю в поліетиленових трубах здійснюється такими методами: ручне затягування, механізоване затягування, методом пневматичного продування. При виконанні робіт на великих трасах економічно доцільно застосовувати метод пневматичного задування кабелю в поліетиленову трубу. Під дією сили стисненого повітря, виробленого спеціальним комплексним обладнанням, кабель вдувається в трубу. Цей досить зручний, технічно оснащений спосіб дозволяє виконати роботу максимально швидко без додаткового залучення робочої сили. Застосування сучасних пневматичних машин забезпечує задувку кабелів у захисні труби зі швидкістю 80 м/хв. Компресори подають повітря під тиском 10-12 бар зі швидкістю 10-12 м/хв. Три одночасно працюючих пневматичних машини розташовані на відстані до 2 км одна від одної, за зміну задувається близько 6-8 км кабелю зв'язку.

Для керування обладнанням достатньо одного спеціаліста. Ручний спосіб затягування кабелю в труби використовується на невеликих ділянках і в місцях перетину. При механізованому затягуванні використовують лебідки. Цей спосіб більш ресурсомісткий і менш продуктивний. Застосовується при відсутності техніки на значних будівельних трасах. Під час монтажу кабелю на кожному відрізку траси проводяться контрольні вимірювання загасання в оптичних волокнах. Якщо отримані дані не відповідають даним кілометрової норми, зазначеної в паспорті, подальша прокладка припиняється до усунення дефекту.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3.4 Прокладання волоконно-оптичного кабелю у ґрунт

Даний метод є найпоширенішим методом укладання ВОЛЗ. Застосовується в місцях з відсутністю кабельної каналізації. Основною перевагою такої лінії зв'язку є надійність. Прокладка волоконно-оптичного кабелю здійснюється в ґрунтах усіх категорій, що зустрічаються на території Сумської області. Роботи проводяться при температурі повітря не нижче -10°C.

Прокладка ВОЛЗ у відкритий ґрунт передбачає використання броньованого кабелю або звичайного кабелю, захищеного поліетиленовою трубою. Прокладання кабелю в ґрунт відбувається за допомогою кабелеукладача або у випадку відкритої траншеї – траншеєкопачем. Способи укладання ОК в ґрунт: механічний, ручний, за допомогою ножових кабелеукладачів. Порівняно з безтраншейним способом траншейний спосіб підвищує трудомісткість у 1,2-1,3 рази. Траншейний метод застосовують, якщо використання кабельної прокладки недоцільно через обмежений обсяг робіт. Кабелі прокладають як в широких траншеях, так і в звичайних траншеях, шириною 50 см, і в міні-траншеях до 10 см. Вони застосовуються при укладанні ВОЛЗ в землю на присадибних ділянках і газонах. Цей спосіб прокладки трудомісткий і малопродуктивний.

Траншейний спосіб застосовують у тих випадках, коли за умовами місцевості неможливо використовувати кабелеукладач. Траншею копають екскаватором або вручну, якщо траса проходить через місця, де заборонено використання важкої техніки. Кабель укладається на підготовлену подушку на дні траншеї, як і захисні труби. Траншея засипається вийнятим ґрунтом пошарово (товщина кожного шару 200 мм).

Технологія укладання кабелю з кабелеукладачем така ж, як і для вище описаних захисних труб. При прокладанні кабелю в землі на стику будівельних довжин вирізають отвори для розміщення оптичних муфт і підведення запасу оптики.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.5 Прокладка волоконно-оптичного кабелю в кабельній каналізації

Прокладку оптоволоконного кабелю в кабельній каналізації здійснюють в межах міста. Для цього використовується вже існуюча інфраструктура кабельної каналізації або будується нова. Прокладка оптичних кабелів зв'язку в кабельну каналізацію здійснюється ручним та механізованим способами з використанням механізмів і приладів.

Дотримання вимог технічних умов на прокладений кабель (мінімально допустимий радіус вигину, межа міцності, температура, допустиме зусилля розтягування) забезпечить уникнення розривів. Кабель прокладається через кабель-канал в трубопровід, а волоконні з'єднання виконуються в кабельних колодязях (шахтах). Колодязі мають люки для оглядових робіт, закриті чугунними кришками, під якими розташовані сталеві кришки. Перед початком роботи канали перевіряють на прохідність. При необхідності проводиться ремонт або модернізація кабельного колодязя.

Укладання ОК в кабельну каналізацію здійснюється методом ручного затягування або за допомогою кабельних машин, лебідок. Ці механічні пристрої можуть бути з ручним або електричним приводами. Вони оснащені спеціальними засобами контролю тягового зусилля. Таким чином можна прокладати відрізки кабелю довжиною 2000 м і більше. Технологія прокладки кабелю при значних будівельних довжинах така: прокладається максимально допустима довжина траси. Перед зміною напрямку прокладки кабель виймають з барабана і укладають вісімкою поруч зі свердливиною. При підключенні кабелю використовуються прохідні або тупикові оптичні муфти. Швидкість протягування кабелю за допомогою роликового механізму, що захищає ОК від пошкодження ізоляції об край кабельного люка або труби, не повинна перевищувати 30 м/хв. У прохідних колодязях ОК викладають уздовж стінок з подальшою підв'язкою на консолі кабельними стяжками.

Місце введення кабелю в колодязь герметизується прохідним сальником. У кінцевих колодязях залишають запас кабелю для монтажу оптичних муфт. Як було сказано вище, технологія укладання ВОЛЗ в кабельну каналізацію не вимагає використання дорогих пристроїв і дозволяє швидко замінити кабелі на нові. Прокладка ВОЛЗ через кабельну каналізацію забезпечує надійний захист кабелю в межах міста і дає можливість для розвитку лінії зв'язку.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3.6 Позначення траси прокладки кабелю

Над прокладеними кабелями обов'язково укладають сигнальні стрічки або встановлюють замірні інформаційні стовпчики (рисунок 3.2) у заміській частині траси.



Рисунок 3.2 – Зображення замірного стовпчика

Сигнальна стрічка має бути з матеріалу що не гниє, краще жовтого кольору. Інформаційні замірні стовпчики виготовлені з залізобетону. Стовпчики або стрічки встановлюються в місцях положення муфт, на перетинах траси з перешкодами та на поворотах траси. Інформаційні стовпчики розташовують з боку поля на відстані 0,1 м до кабелю чи муфти.

На прямолінійних ділянках траси встановлюються через кожні 250-300 м та через кожні 150 м при поворотах. Також стовпчики або стрічка закладаються біля усіх місць з'єднань, на вершині кутів повороту траси, біля кінців захисних труб при перетині різного роду перешкод (залізних колій, автомобільних доріг, місць перетину водопроводу та інших підземних комунікацій).

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3.7 Перетинання проектованої волоконно-оптичної лінії зв'язку з перешкодами

Особливої уваги при проектуванні вимагають складні ділянки лінії зв'язку: переходи через водні перешкоди, перетини з автомобільними та залізничними коліями, трубопроводами та іншими комунікаціями. Обрана в проекті траса ВОЛЗ перетинається з двома магістралями, деякою кількістю ґрунтових доріг та річкою Грунь. Прокладка лінії зв'язку через важкодоступні ділянки може здійснюватися двома способами: в землі у відкритих траншеях або безтраншейним (прихованим) способом.

Технологія використання методу у відкритих траншеях у населених пунктах та за їх межами спричиняє численні незручності, створюючи перешкоди для руху транспорту та пішоходів, погіршуючи зовнішній вигляд вулиць, пошкоджуючи дорожнє покриття. Ця технологія потребує додаткових матеріальних вкладень для відновлення асфальтного покриття та благоустрою території. Більш прийнятною є безтраншейна технологія прокладання лінії зв'язку методом горизонтально-направленого буріння (ГНБ).

Цей спосіб полягає в установці захисних кожухів під дорогами з подальшою прокладкою в них трубопроводу з кабелем зв'язку. Обов'язкова умова – використання кожуха більшого діаметру, ніж захисна труба з кабелем. У випадку ГНБ довжина проколу ґрунту може досягати понад 1000 м, не виходячи на поверхню. Ця технологія використовується у місцях перетину кабелю з перешкодами не тільки на дорогах, а й на сільськогосподарських угіддях, трамвайних коліях, водних перешкодах і на природоохоронних територіях тощо. При проходженні водних перешкод, згідно з умовами проекту річки Грунь, кабель прокладається на платформі.

Використовується метод горизонтально-направленого буріння. Проводиться він в три етапи: буріння свердловини, послідовне розширення свердловини і прокладка самого трубопроводу для оптоволоконного кабелю. Будівництво кабельних переходів під природними (р. Грунь) та штучними (дві магістралі) перешкодами методом ГНБ не завдає шкоди навколишньому природному середовищу, не порушує ландшафт міських територій, не змінює звичних режимів роботи транспорту, не пошкоджує інженерні комунікації тощо.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рисунок 3.3 – Робота установок методом ГНБ

3.8 Спосіб проколу ґрунту з використанням пневмопробійника

Найпростіший варіант ГНБ це прокол. Прокол ґрунту з використанням пневмопробійника є ефективним безтраншейним способом прокладки трубопроводів у горизонтальні свердловини з метою прокладання кабелю через природні та штучні перешкоди. Будова пневмопробійника: корпус, ударник та шланг. Працює за рахунок стиснутого повітря, яке під тиском подається по шлангу до корпусу, що призводить до зворотньо-поступального переміщення ударника. Ударник тисне на торець бура, та з силою вганяє його у землю. Прокол застосовується для прокладання кабелю під дорожнім покриттям. Спочатку з обох боків дороги робляться поглиблення, потім, за допомогою звичайного бура з штангою, що за необхідності нарощується, висвердлюється отвір під дорогою. Після цього у отвір прокладається кабель.

При прокладанні поліетиленових труб пневмопробійником також затягуються труби. Прокладання труб під перешкодами, проводиться до початку прокладання кабелю у районах перетинів. Необхідно використовувати такі способи, за яких не потрібно розрізати оптовий кабель.



Рисунок 3.5 – Прокол ґрунту

					<i>ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4 МОНТАЖ ОПТИЧНОГО КАБЕЛЮ ЗВ'ЯЗКУ

4.1 Монтаж оптичних кабелів

Однією з найбільш відповідальних операцій є монтаж оптичного кабелю. Монтаж кабелю та з'єднання волокон здійснюється в процесі виробництва, при будівництві ВОЛЗ та експлуатації кабельних ліній.

Для зрощування використовується спеціальний набір монтажних інструментів, за допомогою яких випрямляються кінці кабелю відповідно до інструкції з проведення монтажних робіт з оптичними муфтами. З кабелю знімається шлангове покриття, звільняються оптичні модулі. Потім ізоляцію видаляють з модулів на рекомендовану відстань від 0,5 до 2,0 м.

Волокна готуються до монтажу шляхом видалення гідрофобного наповнювача. Оптичні волокна з'єднують методом зварювання. Використовуються спеціальні зварювальні апарати. Місця зварювання захищають від механічних пошкоджень одягаючи на волокна комплект для захисту зварних з'єднань (гільза). Цю маніпуляцію проводять перед початком зварювання волокон. Перед зварюванням робиться сколювання волокна сколювачем оптичних волокон. Потім волокно заряджають в зварювальний апарат і проводиться зварювання. Після цього на місце зварювання присувається гільза і відправляється у термопіч, яка є в зварювальному апараті. З'єднані таким чином оптичні волокна поміщаються в спеціальні касети, де фіксуються стяжками, а спеціальні касети встановлюються всередині муфти.

Місця введення оптоволоконного кабелю в муфту герметизуються. Герметизація здійснюється за допомогою термоусадок, які одягаються на кабелі до початку всього процесу, і фена.

Муфти забезпечують:

- розміщення технологічного живлення волоконно-оптичних кабелів;
- укладання захисних гільз на спеціальні касети;
- захист касет від механічних пошкоджень;
- захист внутрішнього об'єму оптичних кабелів від вологи.

Змонтовані муфти розміщують в колодязях кабельної каналізації або закопують безпосередньо в землю.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.124 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

4.2 Монтаж оптичної розподільчої коробки

Оптична розподільна коробка (ОРК) - це пристрій, який використовується для з'єднання та розподілу оптичних кабелів у волоконно-оптичних мережах. Вона забезпечує захист і організацію волоконних з'єднань, дозволяючи зручно керувати кабелями та забезпечувати доступ до них для підключення та обслуговування.



Рисунок 4.1 – Оптична розподільча коробка

ОРК може мати різні конфігурації та розміри в залежності від потреб мережі. Основні компоненти ОРК включають:

- Вхідні та вихідні порти: Це місця для підключення оптичних кабелів до ОРК. Вхідні порти приймають вхідні кабелі, а вихідні порти видають сигнал на підключені пристрої або кабелі.
- З'єднувачі або патч-панелі: Вони використовуються для з'єднання оптичних кабелів. Це можуть бути механічні з'єднувачі або панелі з роз'ємами, які дозволяють зручно з'єднувати та організовувати волокна.
- Касети або трейси: Вони використовуються для організації та захисту волоконних з'єднань. Касети можуть містити з'єднувачі або трейси, які забезпечують безпечне зберігання волокон та захищають їх від механічних пошкоджень.
- Заглушки або кришки: Вони використовуються для покриття портів або відкритих просторів в ОРК, щоб захистити волоконні з'єднання від пилу, бруду та вологості.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Кріплення та фіксація: ОРК може мати механізми кріплення для закріплення на стіні, стовпі або іншій монтажній поверхні. Це забезпечує стабільність та безпечне розташування ОРК.

- Маркування та ідентифікація: Деякі ОРК мають системи маркування або мітки, які допомагають ідентифікувати підключені кабелі, порти або з'єднувачі для полегшення обслуговування та управління мережею.

Монтаж ОРК вимагає дотримання виробничих інструкцій та навичок з обслуговування волоконно-оптичних систем. Крім того, важливо дотримуватися безпечних практик роботи з оптичними кабелями та уникати згинів, натяжень або механічних пошкоджень, щоб забезпечити належну якість з'єднань та функціональність мережі.

Таблиця 4.1 – Основні вимоги до ОРК, що можуть встановлюватися у будинках

Назва параметри	Значення параметра				
	ОРК-8	ОРК-12	ОРК-16	ОРК-32	ОРК-64С
Кількість кабелів що вводяться	2	4	6	12	12
Кількість роземів	1-8	1-12	1-16	1-32	1-64
Кількість зварних з'єднань	16	32	32	64	96

ОРК з'єднує волокна міжповерхового та абонентського кабелів та забезпечує термінування оптичного волокна міжповерхового кабелю, підключення абонентського кабелю, поділ за потужністю оптичного сигналу (від кінцевої оптичної лінії (OLT) до оптичного мережевого терміналу (ONU) на рівні другого етапу), інтеграція оптичного сигналу від ONU до OLT.

Доступ до ОРК організований з лицьового боку, конструкція передбачає можливість зняття кришки під час монтажу. Корпус повинен забезпечувати механічний захист внутрішніх компонентів від пилу та вологи.

Матеріал, з якого виготовлений ОРК, і його покриття не повинні підтримувати горіння і виділяти галогени. Конструкція ОРК повинна мати модульний принцип побудови та забезпечувати поступове збільшення кількості абонентських портів від одного до восьми без розбирання.

Модульний принцип передбачає наявність пронумерованих етикеток, бирок і наклейок.

Такі засоби забезпечують визначення номенклатури комплектуючих для технічного обліку (номера: ОРК, модуль спліттера, порт комутації). Конструкція ОРК забезпечує наявність елементів, що забезпечують необхідний радіус вигину оптичного волокна відповідно до діючих стандартів. У разі встановлення ОРС за межами кабельної ніші закрийте точку входу оптичних кабелів. Заблокуйте всі невикористовувані порти. На етапі підключення абонента не допускається наявність оптичних волокон, не захищених від випадкового пошкодження.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було спроектовано магістральну волоконно-оптичну лінію зв'язку між містом Суми і селом Михайлівка. У першому розділі обирався маршрут прокладання оптичного кабелю. Вирішено прокладати трасу по узбіччю автомобільного шляху Н07, що проходить безпосередньо від міста до села.

У м. Суми прокладка буде відбуватися у кабельні каналізації. За межами населеного пункту змішаним способом, переважно безтраншейним за допомогою кабелеукладача.

Прокладання лінії зв'язку через перешкоди буде здійснюватися із використанням пневмопробійників та установок горизонтально спрямованого буріння. У другому розділі проведено розрахунки основних показників проекрованої лінії зв'язку. Знайдено загальне число каналів між кінцевими пунктами призначення. Воно дорівнює 7143 ктч.

Обрахована необхідна швидкість передачі даних у 457,15 Мбіт/с. На підставі отриманих результатів обрано систему передачі Ericsson OMS 860 та кабель ОКЛ-Н-01-03/2,0-4. За загасанням і дисперсією визначено довжину регенераційної ділянки проекрованої траси. З отриманих значень вибрано найменше, що дорівнює 80,04 км. Довжина кабельної траси складає 45 км, що менше довжини регенераційної ділянки.

У третьому розділі розглянуті способи прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку. Описані процеси прокладки захисних труб за допомогою кабелеукладача, наведено способи проколу ґрунту та способи прокладання оптичного кабелю у захисні поліетиленові труби. На перетинах з автомобільними дорогами та іншими перешкодами кабель буде прокладатися методом горизонтально-спрямованого буріння та методом проколу з використанням пневмопробійних установок.

У четвертому розділі описані процеси монтажу оптичного кабелю зв'язку та монтажу оптичної розподільної коробки. Наведені вимоги до оптичних розподільних коробок при проведенні монтажу на стінах.

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ЛІТЕРАТУРА

1. R. Hoss, Fiber Optic Communications Design Handbook (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, Inc., 2014).
2. Проектування і технічна експлуатація цифрових телекомунікаційних систем і мереж: Навчальний посібник для вузів / Є.Б. Алексеев, В.Н. Гордієнко, В. В. Крухмальов та ін.; під ред. В.Н. Гордієнко, М.С. Тверецького. - 2-е вид., випр. - М.: Гаряча лінія - Телеком, 2015. – 392 с.: іл. - ISBN 978-5-9912-0254-3.
3. Волоконно-оптичні системи передачі та кабелі: довідник. - М.: Радіо і зв'язок, 2016.
4. Портнов Е.Л., Оптичні кабелі зв'язку, їх монтаж і вимірювання. Навчальний посібник для вузів. - М.: Гаряча лінія-Телеком, 2016. - 448 с
5. Бондаренко О. В. Проектування одно хвильової волоконнооптичної лінії передачі: Методичні вказівки з курсового проектування з дисципліни «Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку». – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2015 – 117 с.
6. В. Гроднев, Н.Д. Курбатов «Лінії зв'язку: Підручник для вузів». - 4- е вид., перероб. і доп. - М.: Зв'язок, 2012. - 440 с.: іл.
7. Кись О.М., Корнійчук В.І. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі: Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 92 с.: іл.
8. Керівництво з будівництва лінійних споруд магістральних і внутрішньозонових кабельних ліній зв'язку. - М.: Радіо і зв'язок, 2010.
9. Управління статистики. Населення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://sumy.ukrstat.gov.ua/>
10. Правила прокладки оптоволоконного кабеля [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sivcomsks.com/pravila-prokladki-optovolonnogokabelya/>
11. Прокладка ВОЛЗ в ґрунті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://skomplekt.com/technology/prokladka_vols_v_grunte_zemle.htm

					<i>ЕлІТ 6.172.00.02.124 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

