

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ЕКТ

_____ Анатолій ОПАНАСЮК

_____ (підпис) (Ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»
зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньо-професійної програми «Мережеві та інтернет-технології»
на тему:

**АНАЛІЗ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ПОБУДОВА ІНТЕРНЕТ-МЕРЕЖІ ВІД М.
СУМИ ДО С. ЛІСНЕ**

Здобувача групи ТК-01 Колесника Вадима Руслановича

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

_____ (підпис)

_____ (Ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

Керівник, доцент, к. ф. -м. н., Д`яченко О. В.

_____ (підпис)

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ електроніки та інформаційних технологій
Кафедра _____ електроніки і комп'ютерної техніки
Напрямок підготовки _____ 172 Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма _____ Мережеві та інтернет-технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою Опанасюк А. С.

"__" _____ 2024 р.

Завдання

на кваліфікаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи: «Аналіз, оптимізація та побудова інтернет-мережі від м. Суми до с. Лісне»

затверджена наказом по університету "13" березня 2024 р. № 0255-VI.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Дата видачі завдання :

Завдання прийняв до виконання: Колесник В. Р.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	Представлення роботи керівнику і отримання відгуку	09.06.24	
10	Представлення роботи кафедри для отримання рецензії	09.06.24	

Студент _____

Керівник роботи _____

«__» _____ 2024 р.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Список умовних позначок	5
Вступ.....	6
Розділ 1. Аналіз існуючих інтернет-мереж в м. Суми та с. Лісне.....	8
1.1. Характеристика існуючих інтернет-провайдерів в м. Суми	8
1.2. Опис та аналіз існуючих технологій доступу до Інтернету в м. Суми	8
1.3. Аналіз існуючих інтернет-мереж в с. Лісне.....	12
1.4. Проблеми та недоліки існуючих інтернет-мереж	12
Розділ 2. Вибір оптимальної технології, маршруту та топології для побудови інтернет-мережі.....	14
2.3. Вибір оптимальної технології доступу до Інтернету	14
2.1 Вибір оптимального маршруту	16
2.2. Вибір оптимальної топології мережі.....	22
Розділ 3. Проектування інтернет-мережі від м. Суми до с. Лісне.....	23
3.1. Вибір активного обладнання	23
3.2. Вибір пасивного обладнання.....	26
3.3. Розрахунок бюджету потужності для абонентів с. Лісне	31
Розділ 4. Опис монтажних робіт ВОЛЗ.....	33
4.1. Прокладання оптичного кабелю	33
4.2. Зварювання волокон.....	39
4.3. Встановлення муфт та кросів.....	40
4.4. Підключення абонентів.....	43
Список Літератури.....	45
Висновки.....	46

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Список умовних позначок

ОВ - оптичне волокно

ОК - оптичний кабель

ВОЛЗ - волоконно-оптична лінія зв'язку

ВОК – волоконно-оптичний кабель

OLT - оптичний лінійний термінал

ONT - оптичний мережевий термінал

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

В сучасному світі доступ до Інтернету став невід'ємною частиною життя людей, що використовується для роботи, навчання, спілкування, розваг та інших потреб. Проте, не всі мають можливість підключитися до Інтернету через відсутність або низьку якість інтернет-з'єднання, що особливо актуально для сільської місцевості.

с. Лісне, розташоване неподалік від м. Суми, не є винятком. В даний час в селі відсутня якісна та доступна інтернет-мережа, що негативно впливає на життя людей, обмежуючи їх можливості в отриманні інформації, освіті, веденні бізнесу та інших сферах. Побудова якісної та доступної інтернет-мережі в с. Лісне дозволить вирішити цю проблему та покращити життя людей, а також сприятиме розвитку економіки та соціальної сфери села.

Метою даної бакалаврської роботи є комплексне дослідження, що охоплює аналіз існуючих інтернет-мереж в м. Суми та с. Лісне, вибір оптимальної топології та технології для побудови нової інтернет-мережі, її проектування.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести ґрунтовний аналіз існуючих інтернет-провайдерів та доступних технологій доступу до Інтернету в м. Суми, проаналізувати наявні інтернет-мережі в с. Лісне та визначити їх проблеми та недоліки, обрати оптимальну топологію та технологію для побудови нової мережі, розробити план проектування, що враховуватиме всі аспекти її функціонування, здійснити вибір та описати активне та пасивне мережеве обладнання, яке буде використовуватися для побудови мережі, провести опис монтажних робіт

Об'єктом дослідження даної бакалаврської роботи є інтернет-мережа, яка буде побудована від м. Суми до с. Лісне.

Предметом дослідження є методи та технології аналізу, проектування, реалізації та тестування інтернет-мереж.

В даній бакалаврській роботі будуть використовуватися наступні методи дослідження:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз літературних джерел

Спостереження за роботою існуючих інтернет-мереж

Вимірювання характеристик інтернет-мереж

Результати даного дослідження дозволять створити якісну та доступну інтернет-мережу з м. Суми до с. Лісне, що значно покращить життя людей та сприятиме розвитку економіки та соціальної сфери села та громади.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Аналіз існуючих інтернет-мереж в м. Суми та с. Лісне

1.1. Характеристика існуючих інтернет-провайдерів в м. Суми

В м. Суми налічується близько 20 інтернет-провайдерів, які пропонують широкий спектр послуг доступу до Інтернету, включаючи такі технології:

- DSL: DSL-технологія використовує телефонні лінії для передачі даних, що забезпечує порівняно невисоку швидкість доступу (до 25 Мбіт/с) та доступну ціну.
- PON: PON-технологія використовує оптоволоконний кабель для передачі даних, що забезпечує високу швидкість доступу (до 1 Гбіт/с) та стабільне з'єднання.
- Кабельне підключення (вита пара): технологія використовує мідні кабелі для передачі даних. Поширений варіант для домашнього та офісного Інтернету. Швидкість залежить від типу кабелю та відстані.
- Мобільний: Мобільні оператори також пропонують послуги доступу до Інтернету через 3G та 4G мережі, що забезпечує зручність та гнучкість, але може мати обмежену швидкість та пропускну здатність.

Ціни на послуги доступу до Інтернету в м. Суми варіюються в залежності від провайдера, технології та швидкості доступу. В середньому, ціна на доступ до Інтернету зі швидкістю 100 Мбіт/с становить близько 100 грн/міс.

1.2. Опис та аналіз існуючих технологій доступу до Інтернету в м. Суми

Найбільш поширеними технологіями доступу до Інтернету в м. Суми є DSL, PON, кабельний(вита пара) та мобільний інтернет.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

DSL (Digital Subscriber Line) - це технологія доступу до Інтернету, яка використовує існуючі телефонні лінії для передачі даних. Завдяки використанню більш високих частот, порівняно з голосовим зв'язком, DSL дозволяє одночасно використовувати телефон і Інтернет на одній лінії.

У Сумах DSL-інтернет поступово втрачає свою популярність через обмеження у швидкості та стабільності порівняно з сучаснішими технологіями, такими як Ethernet чи оптоволокно. Однак, деякі провайдери все ще пропонують DSL-підключення:

- **Укртелеком:** Найбільший оператор телефонного зв'язку в Україні, також надає послуги DSL-інтернету під брендом "ОГО!". Покриття досить широке, але швидкість обмежена (зазвичай до 20 Мбіт/с).
- **Vega Telecom:** Ще один великий оператор, який пропонує DSL-інтернет у деяких районах Сум.

DSL технологія має наступні переваги:

- Доступна ціна
- Широке покриття
- Простота підключення

DSL технологія має й наступні недоліки:

- Низька швидкість доступу
- Нестабільність з'єднання
- Шум та перешкоди

PON (Passive Optical Network) - це технологія доступу до Інтернету на основі оптоволокна, яка революціонізує доступ до мережі. Вона використовує потенціал оптоволокна для передачі даних на значні відстані з винятковою швидкістю та мінімальним погіршенням сигналу. Поки що доступна не у всіх районах міста.

Основні провайдери:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Volia: Один з найбільших провайдерів України, пропонує тарифи з високою швидкістю та різноманітними додатковими послугами.
- Maxnet: Місцевий провайдер, що активно розвиває оптоволоконну мережу в Сумах. Пропонує конкурентні тарифи та якісне обслуговування.
- Triolan: Ще один великий національний провайдер, який поступово розширює покриття оптоволоконного інтернету в місті.

PON технологія має наступні переваги:

- Висока швидкість доступу
- Стабільне з'єднання
- Широка пропускна здатність

Проте, PON технологія має й наступні недоліки:

- Висока вартість
- Обмежене покриття
- Складність підключення

Кабельний інтернет(Вита пара) Кабельне підключення з використанням витої пари (twisted pair) є одним з найпоширеніших способів передачі даних у комп'ютерних мережах, включаючи Ethernet. Вита пара - це тип кабелю, який складається з пар проводів, скручених разом. Така конструкція допомагає зменшити електромагнітні перешкоди та забезпечити надійну передачу даних.

Основні провайдери:

- Volia: Широкий вибір тарифів, необмежений трафік, додаткові послуги (телебачення, мобільний зв'язок).
- ТЦ Радіо Системи: Безлімітні тарифні плани, доступні ціни.

Кабельний інтернет має наступні переваги:

- Доступна ціна
- Широке покриття

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Простота підключення

Проте, кабельний інтернет має й наступні недоліки:

- Обмежена відстань передачі
- Вразливість до електромагнітних перешкод
- Менша безпека

Мобільний доступ до Інтернету використовує мережі стільникового зв'язку для передачі даних, дозволяючи користувачам отримувати доступ до Інтернету з будь-якого місця, де є покриття мережі. Швидкість мобільного інтернету може варіюватися залежно від вашого місцезнаходження та провайдера.

У м. Суми як і по всій Україні, діють три основні мобільні оператори:

- Київстар: Найбільший оператор з найширшим покриттям. Пропонує тарифи з різним обсягом трафіку та додатковими послугами.
- Vodafone: Другий за величиною оператор з хорошим покриттям, особливо у містах. Також пропонує широкий вибір тарифів.
- lifecell: Наймолодший оператор, але має непогане покриття та пропонує доступні тарифи.

Мобільний доступ до Інтернету має наступні переваги:

- Зручність та гнучкість
- Широке покриття
- Незалежність від фіксованого підключення

Проте, мобільний доступ до Інтернету має й наступні недоліки:

- Обмежена швидкість та пропускна здатність
- Висока вартість мобільного трафіку
- Нестабільність з'єднання

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Аналіз існуючих інтернет-мереж в с. Лісне

В селі Лісне доступ до Інтернету надають наступні провайдери:

- Укртелеком
- Київстар
- Vodafone

Укртелеком пропонує доступ до Інтернету через ADSL-з'єднання(аналогова телефонна лінія). Швидкість доступу до Інтернету може досягати 10 Мбіт/с.

Київстар пропонує доступ до Інтернету через 3G/4G-з'єднання. Швидкість доступу до Інтернету може досягати 4G LTE.

Vodafone пропонує доступ до Інтернету через 3G/4G-з'єднання. Швидкість доступу до Інтернету може досягати 4G LTE.

Вартість підключення до Інтернету у провайдерів Укртелеком, Київстар та Vodafone варіюється від 100 до 300 гривень на місяць.

Якість покриття у провайдерів Укртелеком, Київстар та Vodafone в цьому регіоні жахлива. Опитування жителів села показало, що більшість людей не задоволені якістю Інтернету в селі. Також через постійні перебої у постачанні електроенергії виникають додаткові проблеми і так нестабільної мережі.

1.4. Проблеми та недоліки існуючих інтернет-мереж

Проблеми існуючих інтернет-мереж в м. Суми:

Обмежена пропускну здатність: Існуючі мережі в Сумах не завжди можуть задовольнити зростаючі потреби користувачів в швидкому та надійному доступі до Інтернету. Це призводить до перевантаження мережі, зниження швидкості та затримок, що негативно впливає на роботу та розваги користувачів.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застарілі технології: Деякі провайдери використовують застарілі технології, які не можуть забезпечити необхідну швидкість та пропускну здатність, а також не відповідають сучасним вимогам безпеки.

Недостатнє інвестування: Недоінвестування в модернізацію та розширення мереж призводить до їх деградації та нездатності задовольнити зростаючий попит на послуги доступу до Інтернету.

Нерівний доступ: У деяких районах міста доступ до Інтернету може бути обмеженим або відсутнім, що призводить до цифрового розриву та нерівності в доступі до інформації та послуг.

Проблеми існуючих інтернет-мереж в с. Лісне:

Недостатня інфраструктура: Нерозвинена інфраструктура зв'язку в сільській місцевості робить складним та дорогим підключення до Інтернету та забезпечення його стабільної роботи.

Низький рівень обслуговування: Жителі села часто стикаються з низьким рівнем обслуговування з боку провайдерів, що включає складність отримання допомоги, довгі часи очікування та невіршені проблеми.

Недостатня поінформованість: Недостатній рівень поінформованості населення про доступні послуги доступу до Інтернету та про їхні переваги може призводити до низького рівня проникнення Інтернету в сільській місцевості.

Загальні проблеми:

Залежність від електроенергії: Перебої в постачанні електроенергії, які є поширеними в Україні, можуть призвести до повного відключення Інтернету, що негативно впливає на роботу, навчання та розваги.

Кіберзагрози: Недостатній рівень кібербезпеки може призвести до витоку даних, зараження вірусами та інших проблем, що становить серйозну загрозу для користувачів Інтернету.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Вибір оптимальної технології, маршруту та топології для побудови інтернет-мережі

2.3. Вибір оптимальної технології доступу до Інтернету

Враховуючи маршрут наведений на рис. 1 (додаток А), а також мапу рельєфу наведену на рис. 2 (додаток А)

Таблиця 1 - Порівняння технологій зв'язку

Технологія	Пропускна здатність	Відстань передачі	Стійкість до перешкод	Безпека	Вартість
Оптичні кабелі	Дуже висока	Дуже велика	Висока	Висока	Висока
Радіорелейні лінії	Висока	Велика	Середня	Середня	Середня
Мідні кабелі	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька

1. Волоконно-оптичні лінії зв'язку:

Переваги:

- Висока пропускна здатність: Оптичні мережі забезпечують надзвичайно високу швидкість передачі даних, що робить їх ідеальними для сучасних вимогливих застосунків.
- Великі відстані: Сигнал в оптичному волокні може проходити десятки кілометрів без значного послаблення, що зменшує потребу в проміжному обладнанні.
- Стійкість до перешкод: Оптичний сигнал не піддається електромагнітним перешкодам, що забезпечує стабільний зв'язок.
- Безпека: Оптичні мережі важче перехопити, що робить їх більш безпечними для передачі конфіденційної інформації.

Недоліки:

- Вартість: Прокладання оптичних ліній та обладнання є дорожчим у порівнянні з іншими технологіями.
- Складність монтажу: Робота з оптичним волокном вимагає спеціальних навичок та інструментів.

						ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
							14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- Уразливість до пошкоджень: Фізичні пошкодження кабелю можуть призвести до переривання зв'язку.

2. Радіорелейна лінія зв'язку:

Переваги:

- Швидке розгортання: Радіорелейні лінії можна встановити швидше, ніж прокласти кабельні мережі.
- Гнучкість: Радіорелейні станції можна легко переміщувати та переналаштовувати.
- Покриття великих територій: Радіорелейний зв'язок може забезпечити покриття значних відстаней.

Недоліки:

- Обмежена пропускна здатність: Швидкість передачі даних нижча, ніж в оптичних мережах.
- Вплив погодних умов: Дощ, сніг та інші атмосферні явища можуть вплинути на якість сигналу.
- Необхідність прямої видимості: Для стабільного зв'язку потрібна пряма видимість між антенами.

3. Мідні кабелі(вита пара):

Переваги:

- Низька вартість: Мідні кабелі та обладнання є відносно недорогими.
- Простота монтажу: Робота з мідними кабелями не вимагає спеціальних навичок.

Недоліки:

- Обмежена пропускна здатність: Швидкість передачі даних значно нижча, ніж в оптичних та радіорелейних мережах.
- Короткі відстані: Сигнал в мідному кабелі швидко послаблюється, що обмежує відстань між пристроями.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вразливість до перешкод: Мідні кабелі чутливі до електромагнітних перешкод.

Враховуючи географічні особливості, відстань між населеними пунктами (51.8 км), необхідну пропускну здатність та перспективи розвитку, для забезпечення високошвидкісного та надійного зв'язку між м. Суми та с. Лісне доцільно обрати оптоволоконну технологію.

Оптоволоконні лінії забезпечують передачу даних зі швидкістю від 100 Мбіт/с до десятків Гбіт/с на значні відстані з мінімальними втратами сигналу, що є критичним для забезпечення якісного зв'язку між віддаленими населеними пунктами. Оптоволоконно нечутливе до електромагнітних перешкод, корозії та впливу погодних умов, що гарантує стабільність та надійність сигналу навіть у складних умовах експлуатації.

Оптоволоконні мережі легко масштабуються та дозволяють надавати широкий спектр послуг (широкопasmуговий доступ до Інтернету, телефонія, телебачення тощо) з можливістю подальшого розширення та модернізації. Незважаючи на вищі початкові інвестиції, оптоволоконні мережі мають тривалий термін служби (25 років і більше) та низькі експлуатаційні витрати, що робить їх економічно вигідним рішенням у довгостроковій перспективі. Оптоволоконна технологія є найбільш перспективним напрямком розвитку телекомунікаційних мереж, що відповідає зростаючим потребам користувачів у високошвидкісному та надійному доступі до інформаційних ресурсів та послуг. Вибір оптоволоконної технології для побудови мережі між м. Суми та с. Лісне є стратегічно обґрунтованим рішенням, яке забезпечить високу якість та надійність зв'язку, задовольнить потреби мешканців у сучасних телекомунікаційних послугах та створить основу для сталого розвитку інфраструктури регіону.

2.1 Вибір оптимального маршруту

Траса лінії передачі прокладається так, щоб при забезпеченні зв'язком усіх пунктів, витрати на спорудження та експлуатацію були мінімальними.

						ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
							16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Траса лінії передачі вибирається, як правило, вздовж шосейних та ґрунтових доріг, по яких автомобільний рух можливий протягом усього року.

При порівнянні варіантів трас ураховуються наступні фактори: протяжність траси, склад ґрунту, стан доріг, кількість перетинань з річками і залізницями, рельєф місцевості і т.п.

Складається ситуаційний план, на яких показують автомобільні дороги, залізниці, ріки й водоймища, населенні пункти та трасу кабелю.

Слід відзначити, що довжина кабелю складає 101,5 % від довжини траси.

При техніко-економічних розрахунках враховується, що при будівництві витрачається 102,4 % від довжини траси. Ще 1 % (але не менше 1 км) кабелю є запас на випадок розриву і необхідності виконання вставки при ремонті.

Таблиця 1 – Характеристика траси ВОЛЗ

Характеристика траси	Відстань, км
асфальтована дорога	49,8
населені пункти	(8,7+0,8+4,3+2,8+0,7+4,3+6,1+0,7) 28,4
ґрунтової дороги	2
водойми	(0,2+0,5+0,5) 1,2
Комунікаційний колодязь	5
Залізничні переїзди	(0,1+0,1+0,1+0,1) 0,4
Загальна протяжність траси	51.8

У рамках дослідження оптимального маршруту для розгортання мережевої інфраструктури між містом Суми та селом Лісне Краснопільського району, було проведено аналіз різних варіантів прокладання трас. В результаті проведеного аналізу, найбільш перспективним було визнано маршрут, що пролягає автошляхами Н12/Р45 та Р45 (рис. 1,2,3)

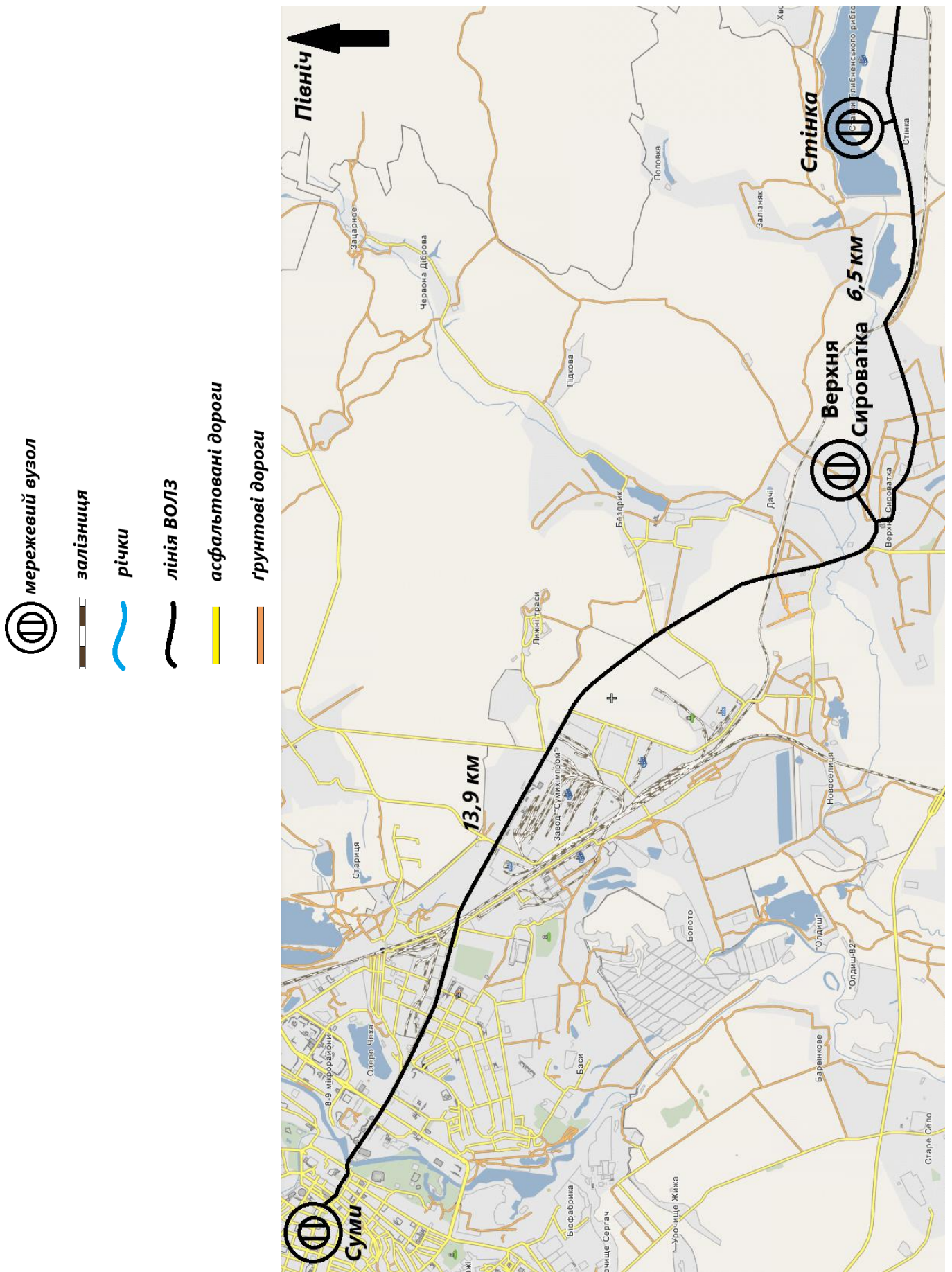
Обраний маршрут є найбільш прямим та логічним з точки зору географії місцевості, що мінімізує необхідну протяжність мережевої інфраструктури та, відповідно, витрати на її розгортання та обслуговування. Автошляхи Н12/Р45 та Р45 знаходяться у задовільному стані, що забезпечує можливість швидкого та безпечного доступу до елементів мережевої інфраструктури для проведення ремонтних та обслуговуючих робіт. Вздовж обраного маршруту розташовані

населені пункти, що мають певну інфраструктуру (лінії електропередач, зв'язок), яка може бути використана для забезпечення функціонування мережевого обладнання.

Загальна протяжність маршруту становить 51.8 км, а орієнтовний час у дорозі - 1 година 11 хвилин (залежно від погодних умов та інтенсивності руху).

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 3 – Ситуаційний план Суми- Верхня Сироватка-Стінка



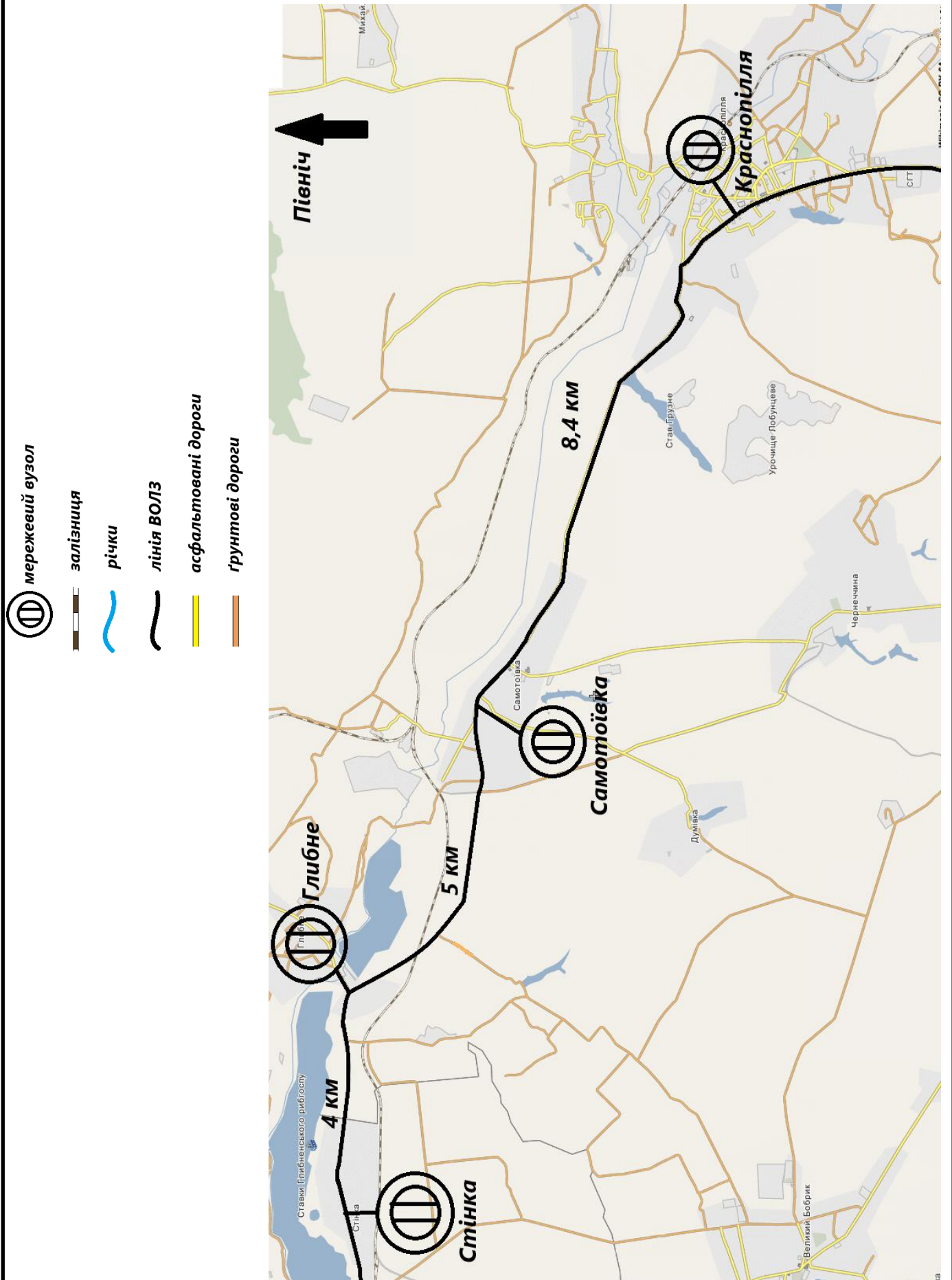
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ

Арк.

19

Рисунок 4 – Ситуаційний план Стінки-Глибне-Самотоївка-Краснопілля



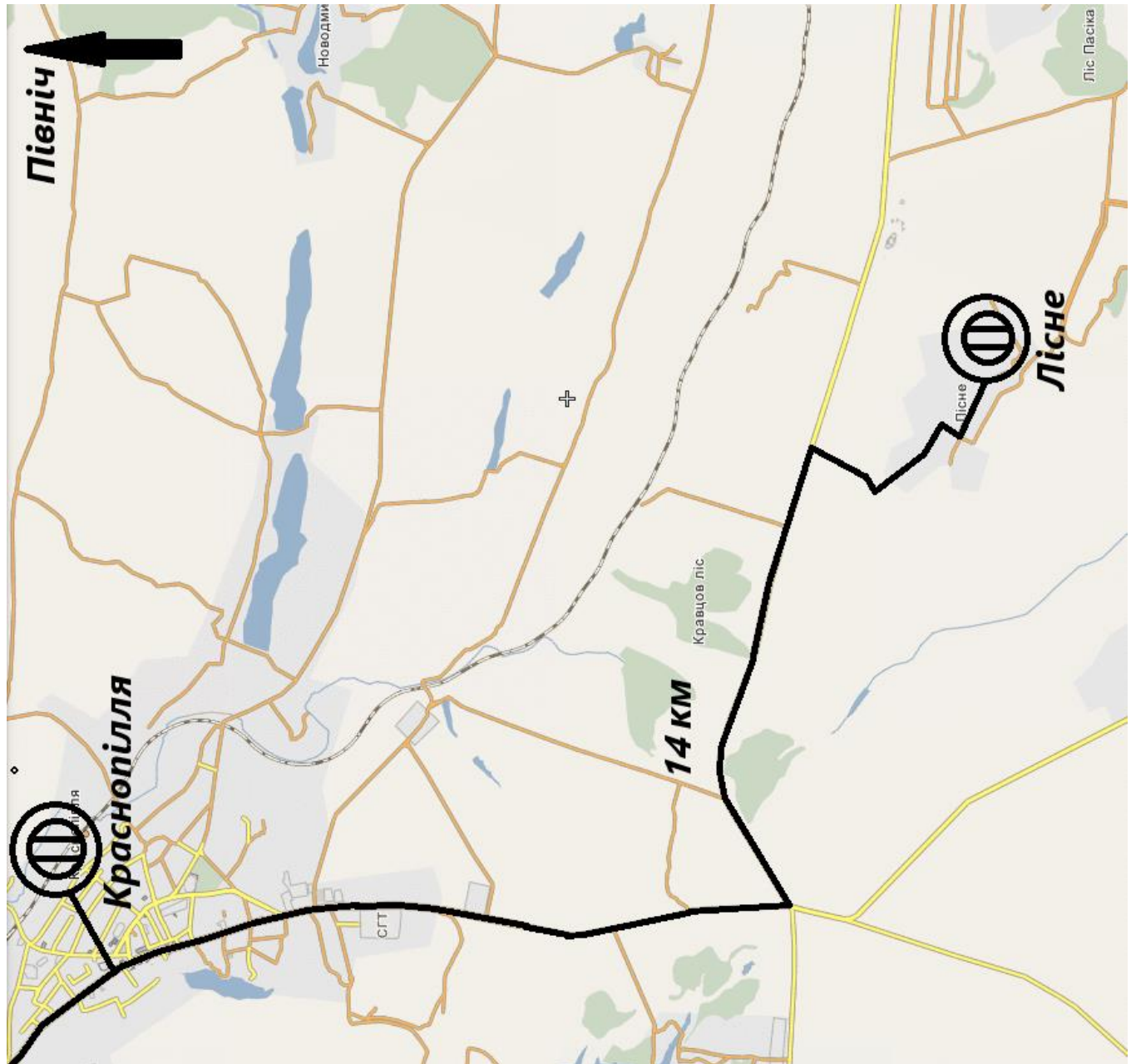
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата







ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ

Арк.

20

Рисунок 5 – Ситуаційний план Краснопілля - Лісне



-  мережевий вузол
-  залізниця
-  річки
-  лінія ВОЛЗ
-  асфальтовані дороги
-  ґрунтові дороги

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ

Арк.

21

2.2. Вибір оптимальної топології мережі

Таблиця 2 Характеристика населених пунктів

Назва населеного пункту	Населення
Верхня Сироватка	5 033 осіб
Стінка	130
Глибне	473
Самотоївка	1487
Краснопілля	7849
Лісне	180

Вибір оптимальної топології мережі відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності, масштабованості та надійності інтернет-мережі, що з'єднує м. Суми та с. Лісне. З огляду на географічне розташування населених пунктів та їхню чисельність було проаналізовано кілька топологій мережі, серед яких найбільш придатною виявилася топологія "зірка з розширенням" або "деревоподібна топологія".

В рамках цієї топології один головний вузол з концентратором OLT 1 рівня який знаходиться у м. Суми підключається до двох вузлів мережі - м. Суми та с. Краснопілля – які виступають в якості концентраторів (OLT) 2 рівня, до яких підключаються інші населені пункти. Від м. Суми мережа розгалужується до с. Верхня Сироватка та с. Стінка, а від с. Краснопілля - до с. Лісне, с. Самотоївка та с. Глибне.

Обґрунтування вибору:

Централізоване управління: Завдяки наявності двох вузлів (OLT) забезпечується централізоване управління мережею, що спрощує її адміністрування, моніторинг та обслуговування.

Масштабованість: Топологія "зірка з розширенням" дозволяє легко додавати нові вузли та розширювати мережу у разі збільшення кількості абонентів чи появи нових населених пунктів.

Ефективність: Така топологія забезпечує оптимальне використання ресурсів мережі, оскільки трафік передається безпосередньо між центральними вузлами та підключеними населеними пунктами, уникаючи зайвих комутацій та затримок.

Відмовостійкість: У разі виходу з ладу одного з підключених вузлів, робота решти мережі не порушується, що забезпечує високу надійність та доступність послуг.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3. Проектування інтернет-мережі від м. Суми до с. Лісне

3.1. Вибір активного обладнання

Для побудови мережі PON (Passive Optical Network) необхідне наступне активне обладнання:

OLT (Optical Line Terminal) - це ключовий компонент пасивної оптичної мережі (PON), який виконує функцію центрального вузла зв'язку. Він розташовується на стороні провайдера послуг і відповідає за управління та розподіл трафіку між абонентськими пристроями (ONT).

Основні функції OLT:

Агрегація трафіку: OLT збирає дані від абонентських терміналів (ONT) та передає їх до магістральної мережі провайдера.

Розподіл трафіку: OLT розподіляє вхідний трафік з магістральної мережі між абонентськими терміналами (ONT).

Управління мережею: OLT забезпечує моніторинг та управління всіма ONT в мережі, включаючи налаштування параметрів, розподіл пропускну здатності та виявлення несправностей.

Забезпечення живлення: Деякі моделі OLT можуть забезпечувати живлення для ONT через оптичний кабель.

Принцип роботи OLT:

OLT використовує технологію пасивного оптичного розгалуження для з'єднання з ONT. Оптичний сигнал від OLT розподіляється через оптичні сплітери на кілька волокон, кожне з яких підключається до ONT у абонента. Це дозволяє використовувати одну оптичну лінію для підключення великої кількості абонентів, що значно знижує вартість розгортання мережі.

Технології PON:

OLT підтримують різні технології PON, такі як GPON, XG-PON та XGS-PON. Ці технології відрізняються швидкістю передачі даних та дальністю дії.

Важливість OLT:

OLT є критичним компонентом PON, від якого залежить якість та надійність інтернет-з'єднання абонентів. Вибір правильної моделі OLT з

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням потреб та бюджету є важливим завданням при проектуванні та розгортанні мережі PON.

Для вузла у Краснопіллі, який обслуговуватиме Краснопілля, Глибне, Самотоївку та с. Лісне, пропонується обрати три OLT ZTE ZX10 C320. Для вузла у Сумах, який обслуговуватиме Верхню Сироватку та Суми достатньо двох OLT ZTE ZX10 C320.

Цей вибір зумовлений такими факторами:

Відповідність потребам: 1 ZTE C320 підтримує до 4096 абонентів підключених по технології GPON, що цілком достатньо для забезпечення потреб цих населених пунктів з урахуванням їхньої чисельності населення (7849 осіб у Краснопіллі, 473 у Глибному, 1487 у Самотоївці та 180 у с. Лісне).

Підтримка GPON та XG-PON: ZTE C320 сумісний з технологіями GPON та XG-PON, що забезпечує можливість надання абонентам високошвидкісного доступу до Інтернету та гнучкість у виборі технології залежно від потреб конкретного населеного пункту.

Економічна ефективність: ZTE C320 є бюджетним варіантом OLT, що дозволяє знизити витрати на розгортання мережі.

Простота управління: ZTE C320 має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс управління та моніторингу, що спрощує експлуатацію мережі.

Надійність: ZTE C320 відрізняється високою надійністю та стабільністю роботи, що забезпечує безперебійне надання послуг абонентам.

Використання трьох OLT ZTE C320 у вузлі Краснопілля дозволить розподілити навантаження, забезпечити резервування та підвищити надійність мережі. Також це забезпечить можливість подальшого розширення мережі у разі збільшення кількості абонентів або появи нових населених пунктів.

ONT (Optical Network Terminal) - це абонентський пристрій, який встановлюється у помешканні чи офісі користувача та забезпечує підключення до оптоволоконної мережі (xPON). ONT перетворює оптичний сигнал, що надходить від оптичного лінійного терміналу (OLT), в електричний сигнал, який може бути використаний комп'ютерами, телевізорами, телефонами та іншими пристроями користувача.

Основні функції ONT:

Перетворення сигналу: ONT перетворює оптичний сигнал з оптоволоконного кабелю в електричний сигнал, який може бути переданий на пристрої користувача через Ethernet, Wi-Fi або інші інтерфейси.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечення доступу до послуг: ONT надає користувачеві доступ до різних послуг, що надаються провайдером через оптоволоконну мережу, таких як високошвидкісний доступ до Інтернету, IPTV, VoIP-телефонія тощо.

Управління та моніторинг: ONT може бути налаштований та керований віддалено провайдером послуг через OLT. Це дозволяє контролювати якість з'єднання, розподіляти пропускну здатність та виявляти несправності.

Різновиди ONT:

ONT можуть бути різних типів залежно від потреб користувача та послуг, що надаються провайдером. Деякі ONT мають вбудований Wi-Fi модуль для бездротового підключення пристроїв, інші підтримують VoIP-телефонію, а деякі мають додаткові порти для підключення телевізорів або інших пристроїв.

Важливість ONT:

ONT є важливим елементом оптоволоконної мережі, від якого залежить якість та швидкість доступу користувача до послуг провайдера. Правильний вибір ONT з урахуванням потреб та бюджету користувача є запорукою комфортного та надійного користування інтернет-послугами.

Для абонентів у всіх населених пунктах (Суми, Краснопілля, Верхня Сироватка, Стінка, Глибне, Самотоївка та с. Лісне) пропонується обрати оптичний мережевий термінал ZTE ZXHN F660.

Обґрунтування вибору:

Універсальність: ZTE ZXHN F660 підтримує технологію GPON, яка буде використовуватися в мережі. Це гарантує сумісність та коректну роботу терміналу з обраними OLT ZTE C650 та ZTE C320.

Достатній функціонал: ZTE ZXHN F660 забезпечує гігабітний Ethernet порт для підключення пристроїв користувача та підтримку VoIP для надання послуг телефонії. Цей функціонал є достатнім для задоволення потреб більшості абонентів у сільській місцевості.

Економічна ефективність: ZTE ZXHN F660 є бюджетним варіантом ONT, що дозволяє знизити витрати на підключення абонентів та зробити послуги більш доступними.

Надійність: ZTE ZXHN F660 відрізняється високою надійністю та стабільністю роботи, що забезпечує якісне та безперебійне надання послуг абонентам.

Простота встановлення та налаштування: ZTE ZXHN F660 легко встановлюється та налаштовується, що спрощує процес підключення абонентів та скорочує час розгортання мережі.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір ZTE ZXHN F660 як єдиного ONT для всіх абонентів дозволяє уніфікувати мережеве обладнання, спростити його обслуговування та знизити витрати на закупівлю та зберігання запасних частин. У разі потреби надання абонентам більш широкого функціоналу (наприклад, Wi-Fi), можна розглянути можливість використання додаткових пристроїв, таких як Wi-Fi роутери, які підключатимуться до ONT.

3.2. Вибір пасивного обладнання

Пасивне обладнання відіграє важливу роль у забезпеченні фізичної інфраструктури оптоволоконної мережі та її працездатності. До пасивного обладнання належать компоненти, які не потребують електроживлення та служать для передачі, розподілу та захисту оптичного сигналу. Розглянемо основні компоненти пасивного обладнання, необхідні для побудови інтернет-мережі від м. Суми до с. Лісне:

Оптичні кабелі:

- **Магістральні кабелі:**

Магістральний оптичний кабель - це високопродуктивний кабель, призначений для передачі великих обсягів даних на значні відстані. Він складається з множини оптичних волокон, кожне з яких здатне передавати світлові сигнали, що несуть інформацію. Магістральні кабелі використовуються для побудови основних ліній зв'язку між містами, регіонами або країнами, забезпечуючи високошвидкісний та надійний обмін даними між віддаленими пунктами.

Основні характеристики магістральних оптичних кабелів:

Велике число волокон: Магістральні кабелі містять десятки або навіть сотні оптичних волокон, що дозволяє одночасно передавати величезні обсяги інформації.

Низьке загасання: Оптичні волокна в магістральних кабелях мають низький рівень загасання сигналу, що дозволяє передавати дані на великі відстані без необхідності посилення сигналу.

Захист від зовнішніх впливів: Магістральні кабелі мають міцну конструкцію та захисні оболонки, що забезпечують стійкість до механічних пошкоджень, вологи, температурних перепадів та інших зовнішніх впливів.

Довговічність: Оптичні волокна мають тривалий термін служби, що робить магістральні кабелі надійним та довгостроковим рішенням для побудови телекомунікаційної інфраструктури.

Застосування магістральних оптичних кабелів:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Магістральні лінії зв'язку: Побудова високошвидкісних каналів зв'язку між містами та регіонами.

Міжнародні лінії зв'язку: Об'єднання країн та континентів у єдину інформаційну мережу.

Підводні кабелі: Прокладання ліній зв'язку по дну океанів та морів.

Корпоративні мережі: Створення високопродуктивних мереж для великих компаній та організацій.

Для з'єднання центрального вузла в м. Суми з вузлом у Краснопіллі пропонується обрати магістральний оптичний кабель типу G.652D з кількістю волокон 48.

Обґрунтування вибору:

Відстань: Відстань між Сумами та Краснопіллям становить 38 км, що вимагає використання магістрального кабелю з низьким загасанням сигналу. G.652D відповідає цим вимогам.

Пропускна здатність: Кількість волокон 48 забезпечить достатню пропускну здатність для передачі даних між вузлами, враховуючи потреби абонентів у високошвидкісному доступі до Інтернету та інших послугах.

Масштабованість: Наявність 48 волокон дозволить у майбутньому підключити додаткові населені пункти або збільшити кількість абонентів у вже підключених населених пунктах без необхідності прокладання нових кабелів.

Надійність: G.652D є одним з найпоширеніших типів оптичних кабелів, що гарантує його високу якість та надійність. Крім того, наявність резервних волокон підвищить відмовостійкість мережі у разі пошкодження окремих волокон.

Сумісність: G.652D сумісний з більшістю сучасного телекомунікаційного обладнання, що спрощує його інтеграцію в існуючу інфраструктуру.

- **Розподільчі кабелі:**

Розподільчі оптичні кабелі використовуються для підключення абонентів до вузлів зв'язку в оптоволоконній мережі. Вони мають меншу кількість оптичних волокон (зазвичай від 2 до 12) порівняно з магістральними кабелями, оскільки призначені для передачі сигналу на коротші відстані – від вузла до окремих будівель або груп будівель.

Основні характеристики розподільчих оптичних кабелів:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Менша кількість волокон: Зазвичай містять від 2 до 12 оптичних волокон, що відповідає потребам підключення невеликої кількості абонентів.

Підвищена гнучкість: Розподільчі кабелі мають більш гнучку конструкцію, що дозволяє легше прокладати їх у будівлях та інших обмежених просторах.

Захист від зовнішніх впливів: Кабелі мають захисні оболонки, що забезпечують стійкість до механічних пошкоджень, вологи та інших зовнішніх факторів.

Різні типи волокон: Можуть використовуватись різні типи оптичних волокон, такі як G.657A, які мають підвищену стійкість до згинання та мікрозгинів, що особливо важливо при прокладанні кабелю в приміщеннях.

Застосування розподільчих оптичних кабелів:

Підключення абонентів до мережі: Використовуються для підведення оптоволоконного кабелю від вузла зв'язку до окремих будівель абонентів (FTTH – Fiber To The Home).

Розподіл сигналу в будівлях: Застосовуються для розведення оптоволоконного кабелю по поверхах та приміщеннях будівлі, забезпечуючи підключення окремих квартир або офісів.

Створення локальних мереж: Використовуються для побудови локальних оптоволоконних мереж у межах підприємств, кампусів або інших об'єктів.

Для підключення абонентів до вузлів зв'язку в оптоволоконній мережі пропонується використовувати розподільчий оптичний кабель типу G.657A2 для с. Лісне з кількістю волокон 4, для с. Глибне 8 волокон, для с. Самотоївка 12 волокон, для с-ща. Краснопілля 28 волокон.

Обґрунтування вибору:

G.657A2: Цей тип волокон має покращені характеристики згину, що дозволяє використовувати його в умовах обмеженого простору та при необхідності частих згинів кабелю, що є типовим для розподільчих мереж.

4 волокна: Ця кількість волокон є достатньою для підключення невеликої кількості абонентів у сільській місцевості, забезпечуючи при цьому резервні волокна на випадок пошкодження або розширення мережі.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічна ефективність: Використання кабелю з меншою кількістю волокон дозволяє знизити вартість матеріалів та робіт з прокладання кабелю.

Простота монтажу: Менша кількість волокон полегшує процес монтажу та зварювання кабелю.

- **Патч-корди:**

Патч-корди - це короткі відрізки оптичного кабелю, які використовуються для з'єднання активного обладнання (OLT, ONT) з оптичними кросами або розподільчими муфтами. Вони мають конектори на обох кінцях, що забезпечує швидке та зручне підключення.

Основні характеристики патч-кордів:

Короткі відрізки: Зазвичай мають довжину від 1 до 5 метрів, що дозволяє використовувати їх у вузлах зв'язку та у абонентських приміщеннях.

Різні типи конекторів: Можуть мати різні типи конекторів (SC, LC, FC), які повинні відповідати типу конекторів на обладнанні, що з'єднується.

Одномодові та багатомодові: Патч-корди можуть бути одномодовими (для передачі сигналу на великі відстані) або багатомодовими (для передачі сигналу на короткі відстані).

Різні класи якості: Патч-корди мають різні класи якості, які визначають допустимі втрати сигналу та інші параметри.

Застосування патч-кордів:

З'єднання обладнання в вузлах зв'язку: Використовуються для підключення OLT до оптичних кросів або розподільчих муфт.

Підключення абонентів: Використовуються для підключення ONT до розподільчої муфти або оптичної розетки в приміщенні абонента.

Тестування та вимірювання: Використовуються для проведення вимірювань та тестування оптичної лінії.

Для даної мережі рекомендується використовувати патч-корди з конекторами типу SC/APC (Angled Physical Contact), які забезпечують низькі втрати сигналу та високу надійність з'єднання.

Оптичні розгалужувачі (сплітери):

Оптичні розгалужувачі (сплітери) – це пасивні компоненти оптоволоконних мереж, призначені для розподілу оптичного сигналу з одного

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вхідного волокна на кілька вихідних. Вони використовуються для підключення декількох абонентських пристроїв (ONT) до одного оптичного лінійного терміналу (OLT) в мережах PON (Passive Optical Network).

Основні типи оптичних сплітерів:

PLC сплітери (Planar Lightwave Circuit): Виготовляються за технологією планарних світловодів. Вони компактні, мають низькі втрати та рівномірний розподіл потужності між виходами. PLC сплітери є найбільш поширеним типом сплітерів у сучасних PON мережах.

FBT сплітери (Fused Biconical Taper): Виготовляються шляхом сплавлення двох або більше оптичних волокон. Вони дешевші за PLC сплітери, але мають вищі втрати та менш рівномірний розподіл потужності.

Оптичні муфти:

Оптичні муфти – це герметичні контейнери, призначені для з'єднання та захисту оптичних волокон у місцях їх розгалуження або на стиках. Вони забезпечують механічний захист волокон від пошкоджень, а також захист від вологи, пилу та інших зовнішніх факторів, що можуть негативно вплинути на якість передачі сигналу.

Основні функції оптичних муфт:

Захист волокон: Муфти забезпечують механічний захист оптичних волокон від розтягування, згинання, ударів та інших пошкоджень.

Герметизація: Муфти запобігають потраплянню вологи, пилу та інших забруднень до волокон, що може призвести до їх пошкодження та зниження якості сигналу.

Організація волокон: Муфти дозволяють зручно організувати волокна, забезпечуючи їх фіксацію та маркування.

З'єднання волокон: Муфти можуть містити сплайс-касети або роз'єми для з'єднання волокон методом зварювання або механічного з'єднання.

Типи оптичних муфт:

Прохідні муфти: Використовуються для прямого з'єднання оптичних кабелів без розгалуження.

Розгалужувальні муфти: Використовуються для розгалуження оптичного кабелю на кілька напрямків.

Кросові муфти: Використовуються для організації перехресних з'єднань між волокнами різних кабелів.

Оптичні кроси:

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптичні кроси – це пристрої, призначені для комутації та організації оптичних волокон у вузлах зв'язку. Вони забезпечують зручний доступ до волокон, можливість їх перемикавання та захист від пошкоджень. Кроси використовуються для з'єднання магістральних та розподільчих кабелів, а також для підключення активного обладнання (OLT, ONT).

Основні функції оптичних кросів:

Комутація волокон: Кроси дозволяють гнучко перемикаєти оптичні волокна між різними портами, що забезпечує можливість зміни конфігурації мережі та підключення нових абонентів.

Організація волокон: Кроси забезпечують зручне розташування та фіксацію оптичних волокон, що полегшує їх ідентифікацію та обслуговування.

Захист волокон: Кроси захищають волокна від механічних пошкоджень, пилу та інших зовнішніх впливів.

Типи оптичних кросів:

Настінні кроси: Компактні кроси, що монтується на стіну. Підходять для невеликих вузлів зв'язку та абонентських приміщень.

Шафові кроси: Більш місткі кроси, що встановлюються в телекомунікаційні шафи або стійки. Підходять для великих вузлів зв'язку.

Ящикові кроси: Кроси, що розміщуються в спеціальних ящиках для зовнішнього монтажу. Підходять для використання на вулиці або в неопалюваних приміщеннях.

Для мережі від м. Суми до с. Лісне для всіх населених пунктів рекомендується використовувати настінні оптичні кроси з кількістю портів, що відповідає кількості волокон у кабелях, що підключаються. Тип конекторів повинен бути SC/APC. Для вузла у Краснопіллі та Сумах, враховуючи кількість абонентів, рекомендується використовувати шафовий оптичний крос.

3.3. Розрахунок бюджету потужності для абонентів с. Лісне

Бюджет потужності оптичного лінка — це різниця між потужністю передавача і чутливістю приймача. Він визначає максимально допустимі втрати потужності оптичного сигналу на лінії зв'язку, що включають втрати в оптичних волокнах, конекторах, сплітерах та інших пасивних компонентах.

Розрахунок бюджету потужності необхідний для забезпечення надійної роботи оптоволоконної мережі та визначення максимальної довжини лінії зв'язку або кількості абонентів, що підключаються.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку бюджету потужності необхідно враховувати такі параметри:

Потужність передавача OLT: Визначається технічними характеристиками OLT. Становить від +5 дБм.

Чутливість приймача ONT: Визначається технічними характеристиками ONT. Становить -28 дБм.

Втрати в оптичному кабелі: Залежать від типу волокна, довжини кабелю та робочої довжини хвилі. Для магістрального кабелю G.652D на довжині хвилі 1550 нм втрати становлять близько 0,2 дБ/км, для розподільного кабелю G.657A2 - близько 0,3 дБ/км. Враховуючи відстань у 14 км та кабель G.652D втрати становитимуть 2,8 дБ

Втрати в конекторах: Зазвичай становлять близько 0,2 дБ на один конектор.

Втрати в сплітерах: Залежать від типу та конфігурації сплітера.

Делитель 1xN	Пределы затухание на каждом выходе, dB
PLC 1x8	10-11
PLC 1x4	7-8
PLC 1x2	3,8-4,0
PLC 1x16	13-14
PLC 1x32	16-18
PLC 1x64	20,0-21,5

Дільник 1/4 - Дільник 1/16- Дільник 1/2

Отже маємо 5-2,8-0,2-8-14-4 = -24 дБ що є достатнім для забезпечення надійної роботи.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Розділ 4. Опис монтажних робіт ВОЛЗ

4.1. Прокладання оптичного кабелю

Прокладання оптичного кабелю є одним з найважливіших етапів будівництва оптоволоконної лінії зв'язку (ВОЛЗ). Від якості виконання цього етапу залежить надійність, довговічність та експлуатаційні характеристики всієї мережі.

Прокладка ВОК у ґрунт:

ВОК у ґрунті може прокладатись [8.1]:

- безпосередньо у ґрунт;
- у разі прокладення захисну пластмасову трубку або заздалегідь затягнутим у захисну пластмасову трубку, що дає змогу зменшити механічні навантаження на кабель під час прокладання і підвищує захист його від механічних пошкоджень під час експлуатації.

Прокладання ВОК у ґрунт (крім ВОК міських телефонних мереж), як правило, має проводитись кабелеукладачами. Розробка траншеї для ручного прокладання ВОК допускається лише на ділянках, де неможливе (наявність підземних споруд, складні умови, кам'яністі ґрунти тощо) використання кабелеукладачів, а також у випадках, коли використання кабелеукладачів є економічно недоцільним.

У населених пунктах ВОК прокладається, як правило, у каналах кабельної каналізації. У разі відсутності на трасі прокладання ВОК кабельної каналізації проводиться відкопування траншеї з наступним прокладанням у ній кабелю. При цьому в усіх випадках, коли за місцевими умовами є можливість застосувати землерийні механізми, траншеї для прокладання кабелю мають відкопуватись з використанням цих механізмів.

Якщо траса прокладання ВОК пролягає вздовж автомобільної дороги, допускається прокладання ВОК у тілі насипу дороги. При цьому відстань між ВОК та зовнішньою поверхнею дороги має відповідати проектній глибині прокладання кабелю. Зазвичай глибина прокладання лінійних кабелів і трубок для задувки кабелів у ґрунтах 1-3 групи становить 0,9-1,2.

У разі вимушеного прокладання кабелів на глибині, меншій за визначену, має передбачатись захист кабелів від механічних пошкоджень: – укладання над кабелем цегли (бетонних плит) на насипну подушку із просіяного ґрунту або піску товщиною 0,1 м; – прокладання ВОК у захисних пластикових трубках або у пластикових жолобах. Перед прокладанням ВОК траса має підготовлятися залежно від рельєфу місцевості, її характеру та груп ґрунту (I – IV). При

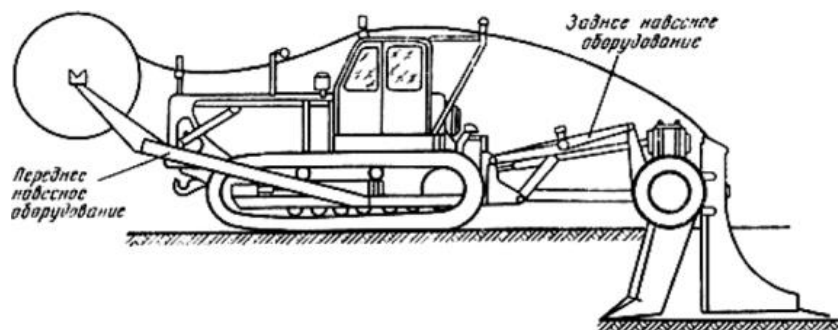
					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовці траси вона має очищатись від валунів, каменів переміщенням їх убік від траси за допомогою бульдозера.

Прокладання ВОК у відкопану траншею має здійснюватись одним з таких способів: – безпосередньо з барабана, встановленого у спеціально обладнаному кузові автомобіля або кабельному візку, який рухається по трасі вздовж траншеї зі швидкістю не більше за 1 км/год. При цьому відстань між краєм траншеї і ближніми колесами автомобіля (візка) має бути більша за глибину траншеї в 1,25 рази. При прокладанні кабель опускається відразу у траншею або на її брівку; – протягуванням за допомогою каната і лебідки по роликах, встановлених на дні траншеї. Кабель, який змотується з барабана, встановленого на домкратах, має вільно ковзати по роликах без різких перегинів і тертя об ґрунт. Ролики мають встановлюватися через кожні 5 м на прямих ділянках траси, а також на всіх її поворотах; – з виноскою вручну таким чином, щоб кабель не тягнувся по землі. При цьому на одного робітника має припадати не більше як 35 кг маси кабелю; – прокладання методом “петлі” – верхній кінець кабелю залишають на початку траншеї біля встановленого на домкрати барабана і розмотують кабель з нього петлею, нижня частина якої укладається в траншею. Цей метод також ефективний при прокладанні кабелю у відкопану траншею за наявності на трасі різних підземних перешкод. У цьому разі петля кабелю пропускається під ними. За кількох перешкод на короткій ділянці траси рекомендується під ними спочатку прокласти захисну пластикову трубку, а потім затягнути в трубку кабель.

Кабель має укладатись посередині дна траншеї зі слабиною і щільно прилягати до її дна. При прокладанні кількох кабелів в одній траншеї їх належить розташовувати паралельно на відстані 50 мм один від одного без перехрещення.

Для прокладання кабелю безтраншейним способом використовуються ножові причіпні, навісні або спеціалізовані кабелепрокладачі (рис. 6).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ

Арк.

34

Рисунок 6 Кабелеукладач навісний вібраційний типу КВГ-1

Для прокладання ВОК кабелепрокладачем має використовуватись кабелеукладальна касета, яка забезпечує при прокладанні цілісність захисного шлангу та допустимий радіус вигину кабелю. Під час прокладання, щоб запобігти перевищенню допустимих механічних навантажень на ВОК, необхідно забезпечити:

- контроль зусиль натягу ВОК за допомогою спеціальних пристроїв, якими мають оснащуватися кабелепрокладачі, або, за їх відсутності, візуальним наглядом за петлею прогинання між його сходом із барабана та входом у кабелепрокладальну касету;
- примусове обертання кабельного барабана в момент початку руху кабелепрокладача і синхронне його розмотування за допомогою спеціальних автоматичних чи напівавтоматичних пристроїв або, за їх відсутності, вручну зусиллями робітників, які працюють на кабелепрокладачі;
- зниження зусиль розтягування на кабель за рахунок застосування спеціальних конструкцій кабелепрокладальної касети, щоб зменшити зусилля, які виникають внаслідок тертя ОК у касеті (наприклад, використання в касетах спеціальних роликів напрямних пристроїв);
- виключення випадків засмічення касети і зупинок обертання барабана під час руху кабелепрокладача. Перед початком прокладання кабелю внутрішня поверхня касети має очищатись від виступів і задирок, які можуть пошкодити захисну оболонку кабелю. Під час прокладання ВОК через кожні 5...6 км потрібно оглядати внутрішню частину касети і в міру потреби очищати її.

Процес підготовки та прокладання ВОК з використанням кабелеукладача включає такі основні етапи:

- розшитий барабан встановлюють на кабелепрокладач, верхній кінець кабелю виводять через касету ножа кабелепрокладача і роблять необхідний його запас (від 10 м до 12 м) для монтажу;
- робиться прогин між барабаном і входом у касету ВОК для запобігання пошкодженню кабелю на початковому етапі обертання барабана;
- обслуговуючий персонал під час прокладання має стежити за надходженням кабелю в касету та цілістю його захисної оболонки;
- у місці закінчення будівельної довжини ВОК відкопують котлован, в якому залишається запас прокладеного кабелю довжиною не менше 12 м;

						ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
							35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- наступний барабан з кабелем установлюють на кабелеукладач, верхній кінець кабелю пропускають через касету, зробивши необхідний запас для монтажу, і продовжують процес прокладання;
- кінці запасу кабелю у котловані обов'язково герметизують.

Швидкість прокладання ВОК залежить від ґрунтових умов, глибини прокладання, типу кабелепрокладача і становить від 1,2 км/год до 1,5 км/год. Одним з методів прокладання кабелю в ґрунт є прокладання кабелю у раніш прокладену захисну пластмасову трубку або задалегідь затягнутим у захисну пластмасову трубку кабелем. Цей метод хоч і дорожчий, чим при простому прокладанні кабелю безпосередньо в ґрунт, але в перспективі може набагато здешевити заміну кабелю, на кабель більшої ємності, або прокладання додаткового кабелю по паралельній трасі, або продажу/оренді, місця в створеному трубкою каналі.

Особливо актуальним є використання прокладання кабелю в трубці, на виході з великих міст, в зоні забудови, тощо.

Під час прокладання кабелю в пластмасових трубках варто обирати кабелі без броні та без використання металу в багатьох інших елементах конструкції кабелю (наприклад в центральному силовому елементі, тощо), однак при цьому обов'язково варто подбати про те як при експлуатації доведеться визначати точне місце залягання кабелю і за допомогою яких приладів це робити.

Кількість трубок та діаметр^б трубки визначають на етапі розробки проекту

Причому над трубками, які прокладаються в ґрунті, на півглибини траншеї, повинна укладатися попереджувальна (сигнальна) стрічка з написом державною мовою про закладений знизу об'єкт. Вимоги до нанесеної інформації на стрічці повинні визначатися на стадії розробки проекту.

Кабельні муфти та запас оптичного кабелю мають розміщуватися в контейнерах (камерах) чи оглядових пристроях (колодязях).

При проектуванні, норми потрібної кількості кабелю на 1 км траси, відповідно до ГБН В.2.2-34620942-002:2015, враховуючи запас кабелю на нерівність місцевості, викладення кабелю в котлованах, оглядових пристроях, а також підготовку кінців кабелю для проведення електричних вимірювань і зрощування будівельних довжин визначають наступним чином (таблиця 3).

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3 - Норми витрат оптичного кабелю на 1 км траси

Місце прокладання кабелю	Витрати кабелю на 1 км траси, км
У ґрунті	1,024
У кабельній каналізації електрозв'язку У тунелі (колекторі)	1,057
Через водні перешкоди	1,01
Підвішування на опорах повітряних ліній	-
	1,025
Примітка 1. Необхідність передбачення технологічних запасів кабелів, що прокладаються по мостах, у тунелях, метрополітені, колекторах визначається проектом.	
Примітка 2. Для монтажу муфт на ОК, що прокладаються у ґрунті та тунелі (колекторі), слід залишати технологічний запас кабелю в розмірі 10 м з кожного кінця будівельної довжини.	

Прокладка ВОК у кабельній каналізації:

Кабельна каналізація електрозв'язку – обладнання та споруди, призначені для прокладання, монтажу та експлуатаційного обслуговування кабелів телекомунікацій, що включають трубопроводи (канали кабельної каналізації), закладні та оглядові пристрої в колодязях, кабельних шафах, шахтах, колекторах, мостах, естакадах, тунелях, будівлях, а також приміщення для вводу кабелів і розміщення лінійного обладнання.

Процес прокладання ВОК у канали кабельної каналізації складається з підготовчих та прокладальних робіт.

На підготовчій стадії процесу прокладання ВОК належить орієнтовно оцінити механічні навантаження, що діють на кабель під час його прокладання. На основі оцінки належить вибрати той чи інший спосіб прокладання ВОК у канали кабельної каналізації, а також кількість працівників та машин, механізмів та пристосувань для його здійснення.

У разі механізованого прокладання ВОК рекомендується застосовувати машини та механізми, обладнані обмежувачами тягових зусиль, які захищають кабель від дії наднормативних навантажень розтягування.

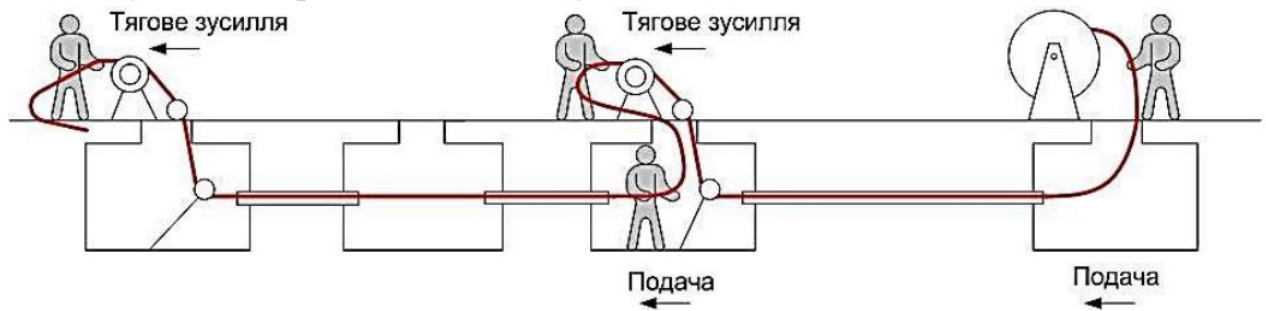
Для зменшення опору тертя під час затягування ОК у ЗПТ рекомендується нанести на ВОК лубрикант.

Прокладання ВОК вручну (рисунок 7) здійснюється, як правило, при затягуванні в канал кабельної каналізації невеликої довжини кабелю. Кінець ВОК за допомогою наконечника для затягування через компенсатор обертання приєднується до кінця тягового елемента (прутка, дроту, тощо), яким заздалегідь був оснащений канал кабельної каналізації. При витягуванні тягового елемента з каналу відбувається затягування в нього ВОК. При цьому

						ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

потрібно уважно стежити за проходженням кабелю через проміжні оглядові пристрої (рисунок 7).

Рисунок 7 – Прокладання ВОК у кабельній каналізації



Після прокладання ВОК, якщо воно здійснювалось за допомогою тягових елементів, кінець кабелю біля наконечника для затягування одрізається і герметизується за допомогою пластикових ковпачків.

Запас ВОК, який залишається для монтажу муфти, скручується кільцями з радіусом, не меншим від допустимого для даного типу кабелю і підвішується на консолях оглядового пристрою.

Прокладка ВОК на наявних опорах ліній зв'язку:

Підвішування кабелів необхідно передбачати на опорах наявних повітряних ліній зв'язку. Будівництво нових повітряних ліній має бути економічно і технічно обґрунтоване. Для підвішування кабелів зв'язку на міських і сільських мережах можуть використовуватися стояки, встановлені на дахах будинків.

У разі необхідності підвішування кабелів зв'язку між будинками та між будинками та опорами, у межах населених пунктів у проектній документації повинні бути наведені розрахунки, що підтверджують безпечність для оточуючих такого методу прокладання кабелів і передбачені необхідні для цього заходи.

Причому на опорах ПЛЗ допускається підвішування кабелів масою не більше ніж 1,6 кг/м, а на опорах стоякових ліній – не більше ніж 0,7 кг/м.

Несучий трос, що використовується для підвішування кабелів, має бути заземлений на початку і в кінці лінії, крім того, у населених пунктах – через кожні 250 м, а поза населеними пунктами – через кожні 2 – 3 км.

При підвішуванні ВОК на опорах необхідно обов'язково використовувати комплекти засобів механізації, пристосувань та інструменту, перелік яких приведено у відповідних інструкціях з підвішування ВОК на опорах ЛЕП, ПЛЗ та КМЗ.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвішування ВОК проводиться при температурі не нижче мінус 10°C. В процесі підвішування ВОК повинні застосовуватися заходи, які б виключали можливість порушення його механічних та оптичних характеристик.

Змотування ВОК повинно здійснюватися обертанням барабана, який розташований на осі. Забороняється змотувати ВОК шляхом натягування кабелю чи перекочуванням барабану. Забороняється знімати петлі кабелю з нерухомого барабана. При змотуванні ВОК з барабанів не можна допускати різких згинів та заломів ВОК внаслідок злипання або змерзання витків, неправильної заводської намотки, різкої зміни швидкості обертання барабана тощо. При маніпуляціях з ВОК не повинні порушуватися нормативні величини на мінімально допустимий радіус вигину кабелю.

Будівельна довжина ВОК повинна закінчуватися на опорі ПЛЗ, ЛЕП чи КМЗ. При цьому необхідно передбачати запас кабелю для вимірювання і монтажу ВОК.

4.2. Зварювання волокон

Етап №1: Підготовка оптоволоконного кабелю до зачищення

Потрібно зняти ізоляцію з кабелю. Зробити це потрібно таким чином, щоб було зручно укладати модулі та волокно в оптичний крос або муфту.

Етап №2: Очищення модулів та зачищення кабелю від ізоляції

З модулів знімається гідрофобне покриття. Діяти обов'язково потрібно у рукавичках. Почистити модуль від гідрофоба можна серветкою, просоченою спиртом.

Потім ізоляцію потрібно видалити із модулів, а також волокон. Для цього використовується спеціальний стріпер. Коли зовнішню ізоляцію з волокон буде знято, потрібно очистити оптоволокно від лаку, а потім протерти його безворсовою серветкою в спирті.

Етап №3: Сколювання оптичних волокон

Волокна, очищені від ізоляції та лакового покриття, потрібно відрізати спеціальним інструментом - сколювачем. Він забезпечує ідеальний зріз. Працювати сколювачем неважко: потрібно помістити в нього волокно та закрити кришку інструменту до клацання.

Етап №4: Зварювання оптоволоконна в апараті

Потрібно активувати зварювальний апарат та виставити той тип оптоволоконна, який потрібно з'єднати: одномодовий або багатомодовий, зі зміщеною або ненульовою зміщеною дисперсією, із певною довжиною хвилі.

						ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
							39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Потім підготовлене волокно необхідно обережно покласти у зварювальний апарат. Кінчик волокна повинен трохи не діставати до середини електрода.

На другий кінець необхідно надіти гільзу. Так само необхідно покласти у зварювальний пристрій волокно другого відрізка, тільки з іншого боку.

Далі необхідно закрити кришку апарата та почекати, поки він все перевірить та вирівняє кінці волокон. Весь процес відобразатиметься на дисплеї. Якщо все гаразд, можна запускати зварювання.

Коли зварювання закінчиться, на екрані з'являться показники згасання. Гарний результат — від 0,01 до 0,02 дБ. Деякі апарати повідомляють про невіддале зварювання.

Далі потрібно обережно дістати оптоволокно та змістити на місце, де з'єдналися волокна, гільзу. Потім оптоволокно необхідно розмістити в печі апарату. Там термоусадка нагріється та щільно покриє з'єднання.

4.3. Встановлення муфт та кросів

Муфти ВОК по трасі ВОЛЗ розміщуються на опорах у спеціальному металевому ящику, в оглядових пристроях кабельної каналізації, на опорах повітряних ліній передач, у технологічних приміщеннях об'єктів зв'язку.

Монтаж оптичних муфт у кабельній каналізації:

Монтаж оптичних муфт у кабельній каналізації є досить габаритним та потребує:

- створення технологічного запасу ВОК (8 метрів запасу ВОК від горловини люку оглядового пристрою) на кожен кабель, котрий вводиться в оптичну муфту;
- кріплення муфти і бухти ВОК потрібно розміщувати між стінкою колодязя та кабелями які розташовані на перших місцях консолей для ряду, де затягнутий ВОК, а самі бухти технологічного запасу скручують з радіусом не менше мінімального допустимого радіусу згину кабелю.

Це все призводить до того, що об'єм оглядового пристрою може бути заповнений оптичними муфтами та бухтами ВОК технологічного запасу.

При цьому діюча нормативна документація не регламентує розміщення муфт на оптичній кабель (лише за згодою власника кабельної каналізації електрозв'язку (ККЕ)) в оглядових пристроях ККЕ, адже бурхливий розвиток оптичних мереж доступу з концепцією FTТх відбувається лише в останнє десятиріччя. Переважна більшість ККЕ будувалась в період до початку застосування в Україні оптичних кабелів зв'язку, відповідно до старих норм та правил на її проектування, котрі розроблялись під потреби будівництва мереж

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на металевих кабелях, що не потребують розміщення габаритних муфт та технологічних запасів кабелю.

З усіх існуючих на ККЕ оглядових пристроїв (ККЗ-1, ККЗ-2, ККЗ-3, ККЗ4, ККЗ-5, ККЗС-1, ККЗС-2, ККЗ-5М) лише оглядові пристрої ККЗ-4 та ККЗ-5м допускали можливість розміщення в них, окрім муфт на металеві кабелі, також контейнерів НРП (для систем типу ІКМ), габаритні розміри котрих можна порівняти по габаритним розмірам з майже всіма типами оптичних муфт.

Оглядові ж пристрої типу ККЗ-1 взагалі не придатні для розміщення оптичних муфт, оскільки в них не можливо забезпечити достатній мінімальний радіус згину технологічного запасу ВОК для монтажу оптичних муфт). Отже, при плануванні будівництва та розвитку оптичних мереж доступу ФТТх, слід уважно підходити до питання планування мережі, та передбачати можливість розміщення муфт в окремих (спеціально для них збудованих) оглядових пристроях або в наземних вуличних антивандальних шафах. На випадок встановлення додаткових муфт, що особливо важливо для мереж доступу з концепцією ФТТх, при проектному розрахунку потреби в монтажних комплектах, слід передбачати запас монтажних комплектів у 10% від запроектованої потреби.

Монтаж оптичної муфти на опорі з прикріпленням до неї кронштейном:

1. Вимірювання довжини кабелів від затискача до вводу в муфту.

Довжини ділянок кабелю від виходу з натяжного затискача в бік опори до вводу в муфту визначаються:

- З таблиці в інструкції з монтажу виробника кронштейна до муфти.
- Шляхом експериментальної намотки кабелів потрібної довжини в кільце. Відмітити маркером орієнтовні місця вводу в муфту; виміряти величини довжин по обох ділянках кабелю від виходу з затискача до вводу в муфту. Намотування слід проводити на рівні землі, закріпивши кабелі в затискачах на висоті людського зросту.

Значення довжин визначаються один раз для всіх кронштейнів даного типу для даного діаметра кабелю і відстані по висоті від верхнього гака кронштейна до лінії підвісу кабелів.

Визначити кілька значень для довжин, які передбачається застосовувати на об'єктах, і занести в робочу документацію. Для визначення повної довжини ділянки кабелю з урахуванням розділочної ділянки в муфті до довжини до вводу в муфту слід додати половину довжини розділочної ділянки в муфті для транзитного кабелю або довжину ділянки в муфті для термінального кабелю.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Введення кабелів в муфту, зварювання волокон.

Кронштейн слід прикріпити до муфти до проведення операцій введення кабелів в муфту. Всі операції провести відповідно до інструкцій виробника для кронштейна і для муфти.

3. Формування перших витків на рівні землі.

Перші кілька витків слід сформувати у вигляді кільця так, щоб вони щільно торкалися верхнього і нижнього гачків кронштейнів. Дуги кабелю від введів в муфту повинні мати максимально компактну форму, наскільки це допустимо. Витки в кільці повинні мати форму найбільш близьку до кола, причому витки повинні торкатися один одного без просвітів між ними. Довжина кабелю в первинному кільці повинна бути такою, щоб муфта розташувалася біля підніжжя опори. Первинне кільце слід скріпити в чотирьох місцях по діагоналі і прикріпити до гачків кронштейна. Для скріплення і прикріплення слід застосовувати всепогодну липку стрічку або самоклеючу силіконову стрічку і додатково всепогодні УФ-стійкі пластикові хомути.

4. Смотка кабелів в кільце.

Підняти муфту з первинним кільцем кабелю по опорі вгору. При використанні приставної драбини - піднятися з муфтою по драбині вгору до місця кріплення, застібнути навколо опори пояс безпеки, розташуватися на драбині так, щоб можна було зручно тримати кільце кабелю, кронштейн і муфту обома руками.

Обертаючи кронштейн з муфтою, щільно без просвітів між витками намотати кабелі на первинне кільце. В процесі намотування, утримуючи витки кабелю в кільці руками, скріплювати кільце обмоткою всепогодною липкою стрічкою так, щоб можна було одному монтажнику завершити намотування і прислонити кронштейн до місця кріплення. Скріпити сформоване кільце всепогодною липкою стрічкою в чотирьох місцях по діагоналі і зробити обмотку навколо кільця з захопленням гачків кронштейна. Додатково встановити поверх обмотки липкою стрічкою всепогодні УФ-стійкі пластикові хомути. Встановити хомути в місцях розходження витків.

5. Прикріплення кронштейна з муфтою і з кільцем до стовпа нержавіючими хомутами.

Встановити не затягуючи нижній хомут. Припідняти кронштейн з муфтою так, щоб кабелі, що виходять з кільця до затискачів, сформували ділянки з плавними вигинами. Затягнути нижній хомут. Встановити верхній хомут. Дроп-муфта встановлена на опорі.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Підключення абонентів

Для забезпечення доступу абонентів до волоконно-оптичної мережі (ВОЛЗ) здійснюється встановлення та налаштування оптичних сплітерів. Сплітери є пасивними компонентами ВОЛЗ, що дозволяють розподілити оптичний сигнал від одного вхідного волокна на кілька вихідних, забезпечуючи можливість підключення декількох абонентів до одного оптичного кабелю.

Процес підключення абонентів включає наступні етапи:

1. **Проектування та планування:** На цьому етапі визначається оптимальне місце встановлення сплітера, враховуючи топологію мережі, довжину кабелів до абонентів, мінімізацію втрат сигналу та забезпечення зручного доступу для обслуговування. Також вибирається відповідний тип сплітера (PLC, FBT) та коефіцієнт розгалуження (1:2, 1:4, 1:8 тощо) залежно від кількості абонентів та необхідного рівня сигналу.
2. **Підготовка до монтажу:** Готуються необхідні інструменти та матеріали, включаючи стріпер для зняття ізоляції, інструмент для розщеплення волокна, зварювальний апарат або механічні конектори, оптичні кабелі, пігтейли, адаптери та захисні гільзи.
3. **Монтаж та з'єднання:** Здійснюється монтаж сплітера згідно з інструкцією виробника та дотримуючись правил безпеки. Вхідний оптичний кабель підключається до порту сплітера, а вихідні кабелі - до відповідних портів для абонентів. Для з'єднання волокон використовуються зварювальний апарат або механічні конектори.
4. **Тестування та вимірювання:** Після встановлення сплітера проводяться вимірювання рівня оптичного сигналу на всіх портах для перевірки працездатності та якості передачі даних. Використовуються оптичний тестер потужності (Optical Power Meter) та джерело оптичного сигналу (Optical Light Source).
5. **Документування:** Всі етапи встановлення та налаштування сплітера, а також результати вимірювань фіксуються в технічній документації для подальшого обслуговування та усунення можливих несправностей.
6. **Важливі аспекти при підключенні абонентів:**

Дотримання стандартів та норм: Всі роботи повинні виконуватися відповідно до діючих стандартів та норм, що регулюють будівництво та експлуатацію ВОЛЗ.

Використання сертифікованого обладнання та матеріалів: Застосування сертифікованих компонентів забезпечує надійність та довговічність мережі.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кваліфікація персоналу: Монтаж та налаштування сплітерів повинні виконуватися кваліфікованими фахівцями, які мають досвід роботи з ВОЛЗ та відповідні сертифікати.

Забезпечення безпеки: При роботі з оптичними волокнами та обладнанням необхідно дотримуватися правил безпеки, використовуючи засоби індивідуального захисту.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список Літератури

1. (Статистичний збірник «Чисельність наявного населення України» на 1 січня 2021 року) ст 39-41.
2. В.Б. Каток І.Е. Руденко П.М. Однорог Волоконно- оптичні лінії зв'язку : навч. посібник для інж.-техн. прац. і студ. - Київ, 2016.
3. ГБН В.2.2-34620942-002:2015. Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування
4. С.П. Сукачов, В.В. Сукачов, О.С. Сукачов. Волоконно-оптичні лінії зв'язку: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2008.
5. ГОСТ 13925-81 Канали кабельної каналізації зв'язку. Загальні технічні умови.
6. ДСТУ 4207-2002. Зв'язок волоконно-оптичний. Терміни та визначення.
7. ДСТУ-Н SEN/TS 15791-1:2011. Волоконно-оптичні системи зв'язку. Вимоги до прокладання кабелів. Частина 1. Загальні вимоги.
8. Мохунь І.І., Вікторовська Ю.Ю., Галушко Ю.К. Оптичні технології в інформаційній техніці. – Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2021. – 301 с.
9. ЛІНІЙНО-КАБЕЛЬНІ СПОРУДИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
ПРОЕКТУВАННЯ

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній роботі було проведено комплексний аналіз, оптимізацію та побудову інтернет-мережі від м. Суми до с. Лісне. В ході роботи було проаналізовано існуючі інтернет-мережі в обох населених пунктах, виявлено їх основні проблеми та недоліки, такі як недостатня пропускна здатність, застарілі технології, нерівний доступ та недостатня інфраструктура.

На основі проведеного аналізу було обрано оптимальну технологію побудови мережі - PON (Passive Optical Network), яка забезпечує високу швидкість передачі даних, масштабованість та надійність. Було визначено оптимальний маршрут прокладання оптоволоконного кабелю з урахуванням географічних особливостей місцевості та наявних інфраструктурних об'єктів.

В рамках проектування мережі було обрано активне та пасивне обладнання, включаючи оптичні лінійні термінали (OLT), оптичні мережеві термінали (ONT), оптичні кабелі, сплітери, муфти та кроси. Було проведено розрахунок бюджету потужності для абонентів с. Лісне, який підтвердив можливість забезпечення якісного та стабільного зв'язку.

Описано основні етапи монтажних робіт з прокладання ВОЛЗ, включаючи підготовку траси, прокладання кабелю в ґрунті та кабельній каналізації, зварювання волокон, встановлення муфт та кросів, а також підключення абонентів.

					ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

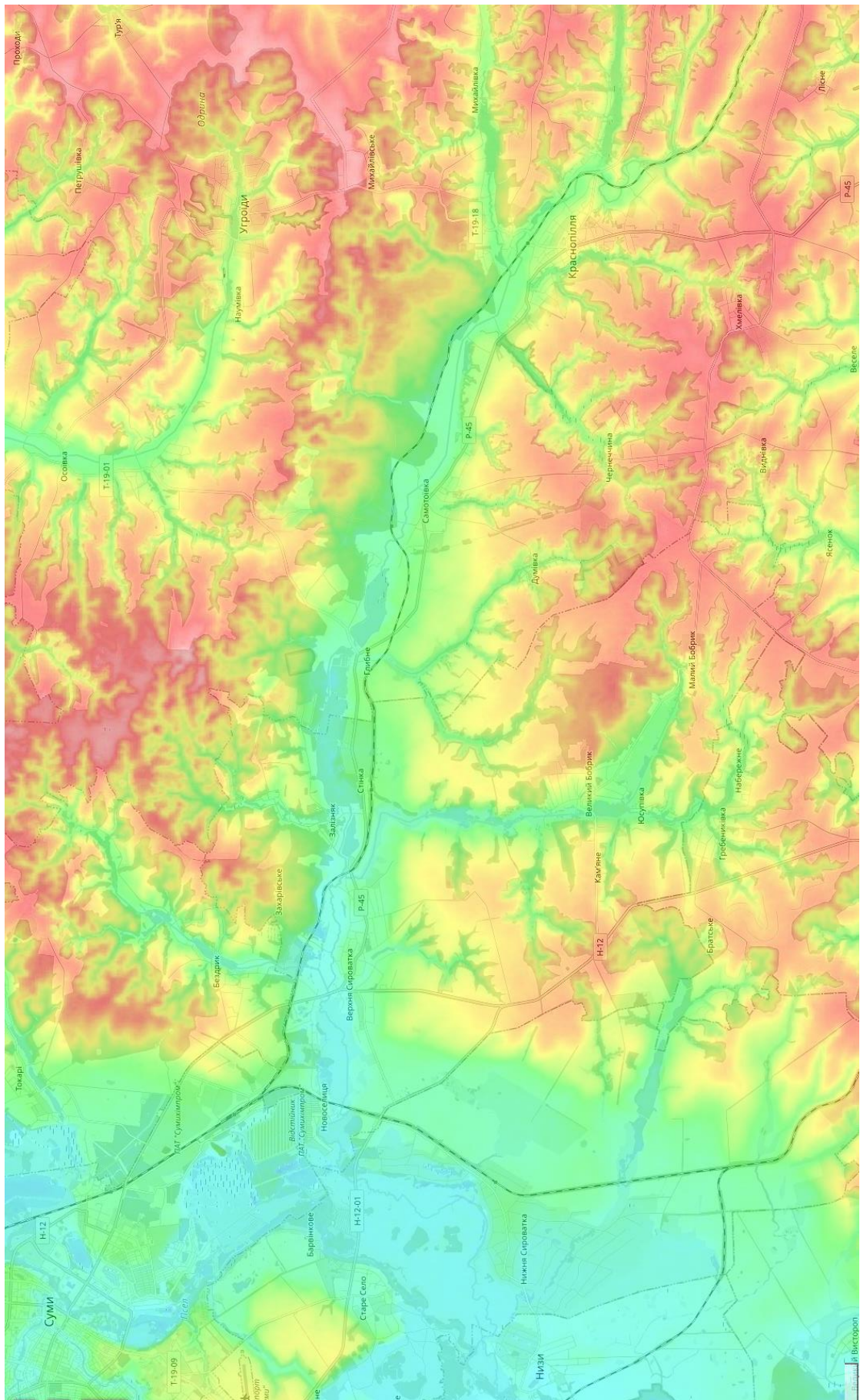


Рис. 2 Мапа рельєфу на маршруті від м. Суми до с. Лісне

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕЛІТ 6.172.00.02.096 ПЗ

Арк.

48