

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015625406

Дата перевірки:
16.06.2023 12:46:28 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
16.06.2023 12:48:45 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: КІх Софія ТКс24

Кількість сторінок: 34 Кількість слів: 5814 Кількість символів: 41213 Розмір файлу: 258.53 KB ID файлу: 1015272295

48.3% Схожість

Найбільша схожість: 35.5% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015245294)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

48.3% Джерела з Бібліотеки

90

Сторінка 36

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

131

1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ БУДІВНИЦТВА КМ

Світ телекомунікацій і передачі даних стикається з динамічно зростаючим попитом на частотні ресурси. Ця тенденція в основному пов'язана зі збільшенням числа користувачів Internet і також зі зростаючою взаємодією міжнародних операторів і збільшенням обсягів переданої інформації. Смуга пропускання в розрахунку на одного користувача стрімко збільшується. Тому постачальники зв'язку при побудові сучасних інформаційних мереж використовують волоконно-оптичні кабельні системи найбільш часто. Це стосується як побудови протяжних телекомунікаційних магістралей, так і локальних обчислювальних мереж. Оптичне волокно в даний час вважається найдосконалішим фізичним середовищем для передачі інформації, а також самим перспективним середовищем для передачі великих потоків інформації на значні відстані [3. с. 7]

Метою дипломної роботи є проектування лінії зв'язку між містами Львів – Кам'янка Бузька. У зв'язку з чим особливу увагу приділено будівництву ВОЛЗ. В області систем передачі інформації з великою інформаційною ємністю і високою надійністю роботи ВОЛЗ не мають конкурентів. Це пояснюється тим, що вони значно перевершують дротяні за такими показниками, як пропускна здатність, довжина регенераційної ділянки, а також перешкодозахищеність.

Для того, щоб споживачі інформації у віддалених районах, а саме жителі Кам'янки –Бузька, мали змогу швидко та якісно обмінюватися інформацією, буде доцільним побудувати на ділянці Львів – Кам'янка – Бузька, волоконнооптичну лінію передачі (ВОЛП), яка за своїми технічними характеристиками перевершить всі існуючі системи передачі інформації, і буде найбільш перспективною і розвиваючою. Здійснення проекту дозволить вивести на новий якісний рівень інформаційне обслуговування підприємств і окремих громадян.

Динаміка сучасного економічного і соціального розвитку міста в значній мірі визначається розвитком інфраструктури, найважливішим елементом якої є

зв'язок. Досвід показує, що зв'язок (телекомунікації) відіграє значну роль не тільки як засіб обміну інформацією, а й як потужний каталізатор науково-технічного прогресу, підвищення добробуту і процвітання місцевості.

При будівництві лінійних споруд волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП) на ділянці Львів Кам'янка – Бузька, будуть використовуватися найбільш сучасні кабелі й устаткування, вироби і матеріали, бажано вітчизняного виробництва, і так само передові індустріальні методи прокладання кабелів зв'язку. Технічні рішення, використовувані при будівництві лінійно-кабельних споруд (ЛКС), забезпечуватимуть надійність і довгострокову експлуатацію волоконно-оптичних ліній передачі (ВОЛП), можливість збільшення обсягів переданої інформації з мінімізацією витрат на нове будівництво, або реконструкцію.

При прокладанні кабелів зв'язку чітко дотримуватимуться всіх вимог земельного законодавства України. Ділянка ВОЛП Львів – Кам'янка - Бузька проходитиме уздовж дороги й, по можливості, у межах смуги відведення, або на землях сільськогосподарського призначення, на землях лісового фонду з максимальним використанням існуючих просік і на землях сільськогосподарського призначення, за узгодженням з власниками земель.

У зв'язку з вищезазначеним, кабельні лінії прокладатимуться:

– на заміських ділянках – уздовж автодоріг, вже існуючих трас кабельних ліній зв'язку, продуктопроводів і меж ділянок земель сільськогосподарського призначення;

– у населених пунктах – під пішохідною частиною вулиць, у земляній зоні, у виняткових випадках під проїжджою частиною вулиці, при відповідному обґрунтуванні.

При прокладанні кабелю зв'язку у смугі відведення залізниці прокладатимуться, по можливості, на протилежному боці по відношенню до ліній автоблокування і подовжніх ліній електропередачі. Якщо ж вони розміщені з одного боку полотна залізниці, ЛКС розташовується з боку поля по відношенню до ліній автоблокування. Умови розміщення трас кабелів зв'язку, які передбачають

розмістити у смузі відведення залізниць або продуктівідведень, і умови їх обслуговування визначаються за узгодженням з власниками споруд.

У проєкті передбачається застосування найбільш сучасних технологій, виробів й устаткування і раціональні методи ведення будівництва. В процесі ознайомлення з ділянкою ВОЛП Львів – Кам'янка-Бузька в реальних умовах з виїздом на місцевість, особливу увагу звертатиметься на складні ділянки лінії зв'язку.

До яких відноситимуться:

– перетин з автомобільними дорогами і залізницями, трубопроводами й іншими підземними комунікаціями;

– місця прокладання кабелю в заболочених місцях, у населених пунктах;

– місця стиків будівельних довжин.

У разі потреби усі зміни узгоджуватимуться із замовником робіт і проектною організацією.

2 ВИБІР МАРКИ КАБЕЛЮ

2.1 Розрахунок конструкції кабелю

Вибір конструкції оптичного кабелю на ділянці Львів – Кам’янка-Бузька визначається вибраним числом ОВ, умовами та планованим способом прокладання. Найбільш поширені кабелі модульної конструкції, осердя яких включає декілька оптичних модулів (з двома, чотирма або великим числом ОВ), скручених навколо центрального силового елемента, в якості якого використовується скло пруток [3,47]. Проте останнім часом все більш широко використовуються кабелі, осердя яких представляє собою один модуль з товстостінною полімерною трубкою.

Допустиме роздавлювальне зусилля для всіх типів ОК складає 1000 Н/см. Мінімально допустимий радіус вигину не повинен перевищувати $20d$, де d – діаметр кабелю. Будівельна довжина оптичних кабелів зв’язку складає в середньому 2... 6 км., але не менше 1 км.

Таблиця 2.1 Основні характеристики найбільш поширених типів бронепокровів

№	Умови прокладання	Спосіб прокладання	Допустиме розтягувальне зусилля, кН	Бронепокриття
1.	Безпосередньо в канал каналізації	Затягування із застосуванням заготовки	2,0–3,5	без броні сталева гофрована стрічка оплетення
2.	У каналізації у допоміжній полімерній трубопроводі	Затягування із застосуванням заготовки	2,0–3,5	без броні сталева гофрована стрічка оплетення
3.	У каналізації або в ґрунтах в трубах з силіконовим покриттям	Затягування із застосуванням заготовки або задування з застосуванням кабель-джета	2,0–3,5	без броні сталева гофрована стрічка оплетення

Таблиця 2.1 (продовження)

4.	Безпосередньо в грунтах III-IV категорій	Кабелеукладачем або в траншею	7-8	круглі дроти сталеві стрічки
5.	Переходи через судноплавні річки, в болотах, скельних грунтах	Залежно від умов	20-96	суцільні металеві оболонки з бронею із круглих дротів
6.	На повітряних лініях	Підвішування на опорах	15-25 і більш в залежності від довжини прольоту, ожеледності	склопруток – синтетичні нитки з високим модулем пружності

При визначенні необхідної кількості кабелю на ділянці Львів – Кам’янка-Бузька враховується запас на укладання в траншеї в наступних розмірах:

- на броньованому підземному кабелі на відходи при спаювальних роботах – на укладання кабелю в траншеї і котловани – 2,4% (при прокладанні кабелю в грунтах, схильних до зсуву або випучування, запас на укладання в траншеї може бути збільшений до 4 %);
- на підводному кабелі (річковому й озерному) на укладання по рельєфу дна – 14%; на кабелях, що прокладаються в каналізації, на спайку та укладку – не менше 10 м на кожен колодязь, а на котлован – не менше 10 м.

Розрахунок необхідної кількості каналів. Дані відповідності різних каналів каналам тональної частоти приведемо у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Опис необхідної кількості каналів на ділянці Львів – Кам’янка-Бузька.

1 телефонний канал	1 КТЧ
1 канал передачі даних	1 КТЧ
24 телеграфних каналів	1 КТЧ
1 фототелеграфний канал	1 КТЧ
1 канал радіомовлення	2-3 КТЧ

Розрахуємо необхідну кількість КТЧ для передачі, результати зведемо в таблицю.

Таблиця 2.3 Необхідна кількість КТЧ для передачі на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька

Схема розподілу каналів	Необхідна кількість КТЧ	Загальна кількість КТЧ
390 ТФ	390	466
45 ТГ	2	
3 РВ	9	
34 ФТГ	34	
31 ПД	31	

Розрахунок параметрів ВС

Виберемо склад скла, що буде використовуватися в якості матеріалу серцевини й оболонки. Для оболонки візьмемо 100% SiO₂. Окис германію, фосфору підвищує показник переломлення; а окису бора, фтору знижують його. Враховуючи цю властивість, як матеріал серцевини виберемо скло з добавками германія – 3,1% GeO₂, 96,9% SiO₂, а як матеріал оболонки виберемо чистий кварц – 100% SiO₂.

Для обраних складів стекел визначимо коефіцієнти Селмейера по літературі. Коефіцієнти Селмейера представимо у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 Коефіцієнти ряду Селмейера для матеріалів оболонки і серцевини

Склад скла	Тип коефіцієнту	Значення коефіцієнту при i =		
		1	2	3
3,1% GeO ₂ , 96,9% SiO ₂	Ai	0,7028557	0,4146307	0,897454
	li, мкм	0,0727723	0,1143085	9,896161
100% SiO ₂	Ai	0,6961663	0,4079426	0,897479
	li, мкм	0,0684043	0,1162414	9,896161

Важливим параметром, що визначає режим роботи ВС на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька, є нормована частота V. Для того, щоб виконувався режим одномодової роботи ВС, необхідно виконання умови: $V < 2,405$. Якщо режим одномодової роботи не виконується, вибираємо інший склад скла, щоб знизилася процентне співвідношення домішок (окису германія). Числова апертура

зменшиться і зменшиться V. Якщо усе ж не вдалося зменшити нормовану частоту до потрібного значення, то зменшуємо радіус серцевини волокна (a). Для одномодового волокна $a=4,25$ мкм. Якщо різниця $n_1 - n_2$ дуже мала, то збільшаться втрати на мікрозгинах ВС.

2.2 Основні конструктивні параметри вибраного кабелю

1. Визначаємо кількість оптичних волокон (ОВ) в кабелі [7, с.26]. Загальна кількість ОВ – $N_{ОВЗ}$ – визначається наступним чином: подвоюється кількість робочих волокон виходячи з необхідності резервування робочих кіл та враховуючи перспективи розвитку плюс кількість оптичних волокон в одному оптичному модулі – $N_{ОВМ}$

$$N_{ОВЗ} = 2 \cdot N_{ОВР} + N_{ОВМ} \quad 2.1$$

$$N_{ОВЗ} = 2 \cdot 4 + 4 = 12$$

Оскільки в цій формулі поки що не визначена кількість ОВ в одному оптичному модулі, то попередньо її можна прийняти 2 або 4 або 6. Тобто попередньо можна прийняти середнє значення 4.

2. Визначаємо кількість ОВ в одному ОМ, виходячи з отриманого значення $N_{ОВЗ}$ та з прийнятою базовою моделлю, в якому максимальна кількість оптичних модулів – 6. Визначивши кількість ОВ в одному ОМ ($N_{ОВМ}$), уточнюємо значення $N_{ОВЗ}$, яке визначалось за вищенаведеною формулою.

3. Визначаємо кількість оптичних модулів (ОМ) в ОК, уточнюємо кількість ОВ в ОМ та кількість заповнюючих стрижнів (ЗС) – корделів – $N_{ЗС}$.

$$N_{ОМ} = \frac{N_{ОВЗ}}{N_{ОВМ}} \quad 2.2$$

$$N_{OM} = \frac{12}{4} = 3$$

Згідно завдання оптичний кабель повинен містити 12 оптичних волокон,

тобто

$$N_{ОВЗ} = 12 \text{ а } N_{ОВМ} = 4 \text{ тоді: } N_{ОМ} = 3.$$

$$N_{ЗС} = 6 - N_{ОМ} = 6 - 3 = 3.$$

Таким чином в ОК повинно бути 3 ОМ по 4 ОВ та 3 заповнюючих стрижнів.

4. Вибираємо тип центрального силового елемента.

Він може бути виготовлений з склопластику або з металевого тросу. З одного боку перевага має бути надана склопластику, бо технологія його виготовлення більш простіша, він легше та не потребує металу на виготовлення. Але якщо в ОК відсутні повністю металеві елементи (наприклад: броня різного типу або металевий силовий елемент), то визначення місця залягання ОК на трасі ВОЛЗ стає проблематичним. При наявності металевих елементів ОК, при знаходженні місця залягання кабелю, що необхідно при пошкодженнях кабелю, що може статись під час технічної експлуатації ВОЛЗ – з генератора, з одної клеми подається електричний сигнал в металеву частину ОК, а друга клема генератора підключається до заземлення. Струм, що протікає по металевій частині ОК, створює електромагнітне поле, яке фіксується кабелешукачем (трасошукачем) будь якого типу. Врахувавши вищенаведені фактори треба вибрати тип центрального силового елемента та його діаметр ($D_{ЦСЕ}$).

5. Визначаємо діаметр оптичного кабелю по зовнішньому діаметру оптичного модуля (ОМ) та заповнюючих стрижнів (ЗС).

Спочатку вибираємо конструктивну розробку оптичного модуля, тобто вибираємо діаметр ОМ ($D_{ОМ}$). Визначаємо радіус до середньої лінії ОМ та ЗС (пам'ятаючи, що в одному ОК діаметри ОМ та ЗС однакові). Власне по цій лінії відбувається торкання окремих ОМ та ЗС:

$$R_{\text{COM}} = \frac{D_{\text{ЦСЕ}}}{2} = \frac{D_{\text{OM}}}{2} \quad (\text{мм})$$

2.3

де $D_{\text{ЦСЕ}}$ - діаметр центрального силового елемента, D_{OM} - діаметр оптичного модуля.

Якщо використати в якості центрального силового елемента сталевий трос діаметром 2,6 мм що знаходиться в пластмасовому покритті діаметром 0,2 мм, а діаметр оптичного модуля вибрати 3,0 мм, то можна визначити радіус до середньої лінії оптичного модуля та заповнюючих стрижнів:

$$R_{\text{COM}} = 2,6 + 0,22 + 3,02 = 1,4 + 1,5 = 2,9 \text{ мм,}$$

Визначаємо довжину кола по середній лінії OM та ЗС:

$$L_{\text{серOM}} = 2 \cdot \pi \cdot R_{\text{COM}} \quad (\text{мм}) \quad 2.4$$

$$L_{\text{серOM}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,9 = 18,212 \text{ мм}$$

Перевіряємо чи OM та ЗС можуть бути розташовані довкола силового елемента. При цьому повинна виконуватися умова:

$$L_{\text{серOM}} \geq D_{\text{OM}} \cdot (N_{\text{OM}} + N_{\text{ЗС}})$$

2.5

$$L_{\text{серOM}} \geq 3,0 \text{ мм} \cdot (3 + 3) = 18,0$$

Підставляючи значення $D_{\text{OM}} = 3,0 \text{ мм}$, $N_{\text{OM}} = 3$, $N_{\text{ЗС}} = 3$ у формулу (2.5), отримаємо

18,212 > 18,0. Отримавши позитивний результат переходимо до визначення зовнішнього діаметру по ОМ та ЗС.

$$D_{\text{ЗОМ}} = 2 \cdot R_{\text{СОМ}} + D_{\text{ОМ}}$$

2.6

$$D_{\text{ЗОМ}} = 2 \cdot 2,9 + 3,0 = 8,8 \text{ мм.}$$

На цьому етапі завершується розрахунок базової моделі кабелю, а саме його осердя.

6. Визначаємо діаметр кабелю.

На базову (основну) частину кабелю послідовно наносяться шари різних захисних елементів кабелю. Тип (назва, матеріал, спосіб виготовлення) захисних елементів залежить від умов прокладання кабелю. Далі йдуть в наступному порядку такі шари :

- Арамидні нитки чи плівка (скловолокна, пластмаса) навивають поверх шару оптичних модулів та заповнюючих стрижнів;
- Внутрішня оболонка (вона ж амортизуюча) використовується лише в кабелях, що мають броню. В кабелях без броні на цьому місці встановлюється зовнішня оболонка, але під нею має встановлюватися водоблокуюча плівка;
- При наявності броні встановлюється підброньова подушка;
- Броня. Тип її визначається виходячи з умов прокладання кабелю;
- Захисне покриття по броні, зовнішня волого захисна оболонка;

Гідрофобне заповнення у вигляді пасти, мастики (густа рідина) заповнює внутрішній об'єм модульної трубки, порожнини осердя кабелю (між модульними трубками), підброньової подушки. Далі виконуємо розрахунок діаметрів по зовнішній поверхні шару певного покриття. Загальна розрахункова формула носить вигляд:

$$D_{\text{ЗПШ}} = D_{\text{ПШ}} + 2 \cdot \Delta$$

2.7

$$D_{зпш} = 8,8 + 2 \cdot 4,5 = 18,0 \text{ мм}$$

Де $D_{зпш}$ – зовнішній діаметр шару покриття, що накладається, мм; $D_{пш}$ – зовнішній діаметр попереднього шару, мм Δ - товщина шару покриття, що накладається.

Виконуючи послідовно накладання шарів з різних покриттів кабелю, поки не буде досягнуто саме зовнішнє. Конструкція запропонованого кабелю буде складатися з наступних елементів: поверх осердя розміщуються армидні нитки діаметром 0,2мм, далі розміщуємо проміжну поліетиленову оболонку діаметром 0,3мм., а поверх неї розміщуємо внутрішню оболонку діаметром 1,0мм, наступний шар буде з алюмінієвої гофрованої броні діаметром 1,0 мм., і завершує конструкцію зовнішнє захисне покриття діаметром 2,0мм. В результаті підставляючи дані у формулу (2.7), отримуємо загальний діаметр кабелю 18,0 мм.

Від діаметру кабелю залежить його будівельна довжина. Будівельна довжина – це технологічна суцільна довжина кабелю, що навивається на кабельний барабан і в такому вигляді поступає від виробника кабельної продукції для будівництва ВОЛЗ. В додатку А наведені будівельні довжини кабелю в залежності від його діаметру та типу кабельного барабану (від К5 до К20). Вибираємо будівельну довжину кабелю ($L_{бд}$) = 1940м., а тип барабану К14. При виборі типу барабану, а звідси і будівельної довжини кабелю вибираємо більшу довжину, тому, що при цьому зменшується кількість зварювань ОВ, що зменшує результуюче загасання в лінійному тракті ВОЛЗ а також зменшується витрати на будівництво (зменшується кількість кабельних муфт, сумарна їх вартість і вартість їх монтажу).

3 РОЗРАХУНОК ОСНОВИХ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЮ

Вибір параметрів оптичного кабелю. Вихідні дані: діаметр сердцевини світловоду $2a = 50$ мкм, показник заломлення $n_1=1,49$, $n_2=1,46$; довжина хвилі $\lambda=1,310$ мкм;

Співвідношення коефіцієнтів заломлення:

$$\frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1,49 - 1,46}{1,49} = \Delta = 0,02 \quad 3$$

де n_1 - показник заломлення сердцевини, n_2 - показник заломлення оболонки

Числова апертура:

$$NA = \frac{n_1^2 - n_2^2}{\sqrt{\Delta}} = \sqrt{1,49^2 - 1,46^2} = 0,30 \quad 3.1$$

Нормована частота:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2 \cdot 50}{1,310} \sqrt{0,30} = 41,8 \quad 3.2$$

Число хвиль, що поширюються по світловоду визначаємо за формулою:

$$N = \frac{V^2}{2} = \frac{36^2}{2} = 648$$

3.1 Визначення критичної довжини хвилі

Критична частота для хвилі HE₂₁ ($P_{nm} = 2,405$):

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{\pi d \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}, \tag{3.3}$$

Де P_{nm} - параметр, що характеризує тип хвилі, f_0 – критична частота c – швидкість світла,

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м / с}$$

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{1,49^2 - 1,46^2}} = 1,5 \cdot 10^{13} \tag{3.4}$$

Критична довжина хвилі:

$$\frac{\pi d}{P_{nm} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{2,405 \cdot 1,49 \sqrt{1,49^2 - 1,46^2}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ мкм} \tag{3.5}$$

(Якщо виконується умова $\lambda_0 > \lambda$ то передача на довжині хвилі 1,3нм є можливою).

3.2 Визначення загасання та дисперсії

Волоконні світловоди характеризуються двома важливими параметрами: загасанням і дисперсією.

Загасання визначає довжину регенераційних ділянок (відстані між регенераторами). Дисперсія призводить до спотворення імпульсів і обмеження смуги передачі по світловоду.

Коефіцієнт загасання світловодних трактів оптичних кабелів α обумовлений власними втратами у волоконних світловодах α_r і додатковими втратами, що називаються кабельними α_k і викликані деформацією та згинами світловодів при накладені покриттів та захисних оболонок в процесі виготовлення оптичного

20

кабелю : $\alpha = \alpha_a \pm \alpha_r$. Власні втрати волоконних світловодів складаються, в першу чергу, з втрат на поглинання α_a п і втрат на розсіювання α_r .

Втрати на поглинання суттєво залежать від чистоти матеріалу і за наявності сторонніх домішок можуть досягати значних величин: $\alpha_a + \alpha_o$. Втрати на розсіювання обмежують границі мінімально допустимих значень втрат у волоконних світловодах. В результаті:

$$\alpha_r \equiv \alpha_a + \alpha_o + \alpha_p$$

3.6

де α_a - загасання світловоду за рахунок втрат при поглинанні дБ/км;

α_o - втрати у світловоді за рахунок сторонніх домішок, ці втрати не перевищують 0,1дБ/км;

α_p - втрати у світловоді зумовлені неоднорідністю матеріалу світловоду, залежать від матеріалу та робочої довжини хвилі дБ/км;

Втрати енергії при поглинанні визначається за формулою (10):

$$\alpha_a = \pi n \operatorname{tg} \frac{\delta}{\lambda}$$

3.7

де $n = \sqrt{\mu\epsilon}$ – показник заломлення ; λ – довжина хвилі нм; $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс кута діелектричних втрат у світловоді. З формули (1.7) видно, що частотна залежність загасання поглинання має лінійний характер.

$$\alpha_a = \frac{3,14}{1,3 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-10} \cdot 1,52 = 0,0004$$

Втрати на розсіювання визначасмо за формулою (1.8):

3.8

$$\alpha_r = K_p \lambda^{-4},$$

$$\alpha_r = 1,5^4 \cdot 1,310^{-4} = 1,7 \text{ мкм}$$

де $K_p = 1,5 \text{ мкм}^4$ (для кварцу); λ - довжина хвилі в мкм. Це розсіювання являється релеєвським. Воно зростає з частотою по закону f^4 .

Втрати на релеєвське розсіювання визначають нижню межу втрат, що властиві волоконним світловодам. Ця межа різна для різних хвиль і з зростанням довжини хвилі зменшується.

$$\alpha_r = \text{дБ} / \text{км.}$$

Загальні втрати :

$$\alpha = \text{дБ} / \text{км.}$$

Пропускна здатність оптичного кабелю суттєво залежить від типу і властивостей волоконних світловодів (одномодові, багатомодові, градієнтні), а також від типу випромінювача (лазер, світлодіод). Дисперсія виникає по двом причинам: некогерентність джерел випромінювання $\Delta\lambda$ та існування великого числа мод N.

Некогерентність випромінювача призводить до появи спектру $\Delta\lambda$ їх хроматичної дисперсії. Хроматична дисперсія ділиться на матеріальну і хвильову (внутрішньомодову). Величина збільшення величини імпульсу за рахунок модової дисперсії, що характеризується часом наростання сигналу і визначається як різниця між самим довгим і самим коротшим часом надходження променів в перерізі світловода на відстані l від початку, розраховується за формулами:

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta l}{c} = \frac{(NA)^2}{2 \cdot n_1 c} l \quad \text{— для східчастих світловодів,} \quad 3.9$$

$$\tau = \frac{n_1 \cdot \Delta^2 \cdot l}{2 \cdot c} = \frac{(NA)^4}{8 \cdot n_1^3 \cdot c} l \quad \text{— для градієнтних світловодів,} \quad 3.10$$

де NA – числова апертура, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$, $\Delta = (n_1 - n_2) / n_1$; n_1 – показник заломлення сердечника; n_2 – показники заломлення оболонки; l – довжина світло-вода; c – швидкість світла км/с.

Дисперсія для східчастого світловода довжиною 10 км :

$$\tau = \frac{1,49 \cdot 0,03 \cdot 10}{3 \cdot 10^5} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ нс;}$$

для градієнтних довжиною 10 км:

$$\tau = \frac{1,49 \cdot (0,03)^2 \cdot 10}{2 \cdot 3 \cdot 10^5} = 2,3 \cdot 10^{-8} \text{ нс,}$$

Дисперсія градієнтного світловода суттєво менша ступінчастого.

Смуга пропускання для градієнтного світловоду визначається за формулою 3.11:

$$\Delta E = 1/\tau \quad 3.11$$

$$\Delta E = 1/\tau = 1/23 = (\text{ГГц})$$

Межі зміни фазової швидкості:

23

$$V_{\min} = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,49} = 2 \cdot 10^8 \text{ мс} \quad 3.12$$

$$V_i = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,46} = 2 \cdot 10^8 \text{ мс} \quad 3.13$$

Межі зміни хвильового опору:

$$Z_{\text{ХВ}} \min = \frac{Z_0}{n_1} = \frac{376,7}{1,49} = 246,2 \text{ (Ом)} \quad 3.14$$

$$Z_{\text{ХВ}} \max = \frac{Z_0}{n_2} = \frac{376,7}{1,46} = 251,1 \text{ (Ом)} \quad 3.15$$

Для вирішення питань проєктування ВОЛЗ нам необхідно знати параметри, що визначають енергетичні показники систем передачі. Майже всі оптичні лінійні модулі різних цифрових та оптичних систем передачі незалежно від їх виробника мають стандартизовані показники, як наводяться в таблиці

Таблиця 1.1 - Параметри, специфіковані для оптичних інтерфейсів

Назва параметру	Значення параметру	Одиниці вимірювання
Рівень середньої потужності випромінювання:	+3	дБ
-максимальний	-2	дБ
-мінімальний		
Мінімальний рівень чутливості	-27 ÷ -28	дБ
Рекомендований діапазон загасання в лінійному тракті	10 – 28 (STM1) -24 (STM16)	дБ

При виборі реального максимального загасання в оптичному лінійному тракті регенераційної ділянки (A_{\max}) рекомендується взяти різницю максимального рівня випромінювання ($P_{\max \text{ випр}}$) і мінімального рівня чутливості

($P_{\text{мін чутил}}$) і відняти від отриманого значення - значення запасу ($A_{\text{зап}}$) на старіння ОВ, на можливість збільшення загасання ОВ за рахунок його ремонту (додаткові зварювання), та додаткові втрати (по довжині ОК) при прокладанні ОК. Величина запасу $A_{\text{зап}} = 6 - 10\text{дБ}$

$$A_{\text{max}} = P_{\text{max випр}} - P_{\text{мін чутил}} - A_{\text{зап}}, \text{ дБ} \quad 3.16$$

$$A_{\text{max}} = 3 - (-27) - 10 = 20 \text{ дБ}$$

Основні параметри, що визначають можливість організації зв'язку - це загасання сигналу (вимірюється на робочих діапазонах передачі 1310 та 1550нм), та хроматична дисперсія. Однією з причин виникнення дисперсії є залежність показника заломлення від довжини хвилі (частоти). Як наслідок, хвилі з різною довжиною проходять різний оптичний шлях.[1, с.51]

На основі даних параметрів оптичних волокон з різними довжинами хвиль, що показані в таблиці 1, можна зробити висновок: загасання оптичного сигналу на довжині хвилі 1310 нм є більше ніж для хвилі з довжиною 1550 нм, але дисперсія на довжині 1310 нм набагато менша, а на певній довжині хвилі цього діапазону взагалі може дорівнювати 0. Виникає ситуація коли мінімум загасання та дисперсії знаходяться в різних діапазонах хвиль. Тому, щоб отримати в діапазоні 1550 нм меншу дисперсію, ОВ виготовляють по певній технології, результатом якої мінімум дисперсії зсувається у бік, наближеному до частоти (довжини хвилі) робочого діапазону.

Таблиця 1.2 - Основні параметри оптичних волокон

	Назва параметру для волокна стандарту G655 типу NZDSF	Одиниці вимірювання параметру	Значення
1	Загасання кілометричне на довжині хвилі 1310	дБ/км	0.35 0.4 0.5
2	Загасання кілометричне на довжині хвилі 1550	дБ/км	0.2 – 0.25
3	Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1310	пс/(нм · км)	- 9
4	Хроматична дисперсія на довжині хвилі 1550	пс/(нм · км)	0.8 – 4.6

В залежності від категорії ґрунту та умов прокладання на ділянці Львів – Кам’янка-Буська необхідно проектувати застосування наступних типів кабелів:

броньованих гофрованою стрічкою або двома сталевими стрічками (ОАрБгП, ОБгП, ОАрБП, ОБП) для підземного прокладання в ґрунтах всіх категорій та через несудохідні несплавні річки з незаболоченими та стійкими берегами; броньованих круглими сталевими дротами (ОАрКП, ОКП) для прокладання через судноплавні і сплавні річки і озера, а також в ґрунтах, схильних до явищ мерзлоти, наприклад, випучування, на крутих схилах в сейсмічних районах.



Рисунок 3.1 - Осердя оптичного кабелю повивної модульної конструкції марки ОКЛБг:

1. - зовнішня поліетиленова оболонка ; 2 - броня з гофрованої алюмінієвої стрічки; 3 - внутрішня полімерна оболонка; 4 - оптичні модулі; 5 - оптичні волокна; 6 - силовий елемент;

Таблиця 1.3 - Характеристика кабелю для дослідження на ділянці Львів – Кам’янка-Буська

Характеристика	Марка кабелю
	ОКЛБг-4-ДА(2.7)2П-3×4Е1-0,4Ф3.5/0,3Н19-12/0
Тип ОВ	ITU-T G. 652 D
Кількість ОВ в модулі, шт	4
Діаметр кабелю, мм	15,5 (± 1,4)
Діапазон допустимих температур при монтажі, °С	Мінімальна температура – 40 Максимальна температура +60
Допустиме розтягуюче навантаження, кН	1,5
Допустиме стискаюче зусилля,	1000

Н / 100 мм	
Маса кабелю, кг/км	227
Максимальний радіус вигину, мм	Не менше 20 номінальних діаметрів кабелю
Коефіцієнт хроматичної дисперсії, пс/(нм*км)	1310 нм – 3,5 1550 нм – 20
Коефіцієнт загасання, дБ/км	на $\lambda=1310$ нм – 0,36 , на $\lambda = 1550$ нм – 0,3

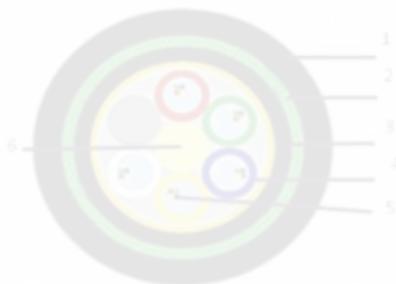


Рисунок 3.2 - Осердя оптичного кабелю модульної конструкції ОКТБг:

1 – зовнішня оболонка; 2 – броня з гофрованого алюмінію; 3 – внутрішня оболонка, що не розповсюджує горіння; 4 – оптичний модуль ; 5 – оптичне волокно; 6 – силовий елемент.

На транспортних телекомунікаційних волоконно-оптичних лініях передачі, як правило, застосовуються однокабельна двоволоконна схема організації зв'язку на одній оптичній несучій. Разом з тим, при необхідності передачі великого об'єму інформації на великі відстані, коли мають місце обмеження довжини елементарної кабельної ділянки за дисперсією, застосовують DWDM (пристрої спектрального ущільнення). У цьому випадку використовують двоволоконну схему організації зв'язків на декількох оптичних несучих. При цьому, по двох волокнах працюють декілька систем передачі, кожна – на своїй оптичній несучій основі.

Будівництво ВОЛП на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька здійснюють будівельно-монтажні організації, що підрозділяються на загальнобудівельні і спеціалізовані. Загальнобудівельні виконують роботи по зведенню і реконструкції будівель і споруд. Роботи по будівництву та монтажу інженерних мереж і

комунікацій виконуються спеціалізованими організаціями галузі зв'язки, до яких відносяться будівельно-монтажні управління (БМУ), пересувні механізовані колони (ПМК) і будівельно-монтажні поїзди (БМП). У їх складі створюються виробничі підрозділи: будівельно-монтажні ділянки, механізовані колони і спеціалізовані бригади по організації переходів, будівництву каналізації, вимірювальні .

При будівництві ЛКС кабельних ліній зв'язку виконуються наступні основні роботи:

- розбиття та підготовка траси та прокладання кабелю;
- монтаж кабелю;
- організація переходів через річки й інші перешкоди;
- спорудження телефонної каналізації і прокладання кабелю в каналізації;
- установка НРП й устаткування введень в них;
- організація введення в кінцеві та обслуговувані підсилювальні пункти;
- організація захисту кабельної лінії від зовнішніх електромагнітних полів;
- проведення випробувань та робіт електровимірювань в процесі будівництва і монтажу.

Будівництво лінійних споруд на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька пов'язане з необхідністю виконання великих об'ємів земляних робіт, тобто робіт, пов'язаних з розробкою і переміщенням ґрунтів. До них відносяться: риття траншей і котлованів, їх засипання, планування поверхні землі, розтин і відновлення вуличних покривів. Трудомісткість виконання земляних робіт залежить від групи ґрунту та можливості застосування спеціальних машин і механізмів.

На заміських ділянках прокладання кабелю на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька здійснюється кабелеукладачем, за винятком тих місць, де його застосування неможливе. Проведення робіт на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька здійснюється відповідно до проекту організації будівництва (ПОБ), що представляє невід'ємну частину технічного проекту.

В ньому відображені короткі положення технічної частини проекту про системи зв'язку, види споруд, тип кабелів, протяжність траси, кількості регенераційних пунктів та ін. Проект організації будівництва містить метеорологічні відомості про трасу, характеристику місцевості, ґрунтів, шляхів, річок і водоймищ по ділянках, дані про об'єми основних робіт і способи їх виробництва, глибину прокладання. У ПОБ є відомості потрібної кількості механізованих колон, механізмів і транспортних засобів, основних матеріалів та обладнання.

При складанні ПОБ необхідно врахувати наступні обставини:

- будівництво повинне здійснюватися передовими методами, що забезпечують найвищу продуктивність робіт та їх якість;
- скорочення термінів будівництва;
- технологічну послідовність виконання будівельно-монтажних робіт.

У проекті необхідно скласти відомість об'єму робіт і витрати матеріалів на будівництво ВОЛП на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька згідно табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Відомість об'єму робіт ВОЛП на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька

з/п	Перелік робіт	Одиниці	Кількість
		Вимірювання/одиниць	
Прокладання ОК в телефонну каналізацію:			
1	Прокладання ОК	км	3
Прокладка ОК в ґрунт, монтажні роботи:			
1	Риття траншеї вручну та екскаватором	100 м ³	3
2	Засипання траншеї вручну і бульдозером	100 м ³	4
3	Риття котлованів для монтажу муфт	100 м ³	4
4	Засипання котлованів для монтажу муфт	100 м ³	2
5	Риття котлованів для вимірювальних стовпчиків	100 м ³	1
6	Засипання котлованів для вимірювальних стовпчиків	100 м ³	5
7	Монтаж вимірювальних стовпчиків для лінії зв'язку	шт.	4
8	Будівництво телефонної каналізації	км	3
9	Устаткування підземних переходів прихованим методом	перехід	2
10	Прокладання ОК кабелеукладачем	км. кабелю	4
11	Монтаж муфти	барабан	3
12	Вимірювання оптичних параметрів ОК	муфта	35

4 РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ

Якщо відомо максимальне допустиме загасання оптичного сигналу на регенераційній ділянці для вказаної системи передачі ($A_{max,рД}$) та загасання кілометричне для оптичного волокна для вибраної довжини хвилі λ , то визначаємо максимальну довжину оптичного волокна на регенераційній ділянці [7, с.30]

$L_{max,OB}$ за формулою (4.1);

$$L_{max,OB} = \frac{A_{max,рД}}{\alpha} = \text{км}, \quad 4.1$$

$$L_{max,OB} = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ км},$$

$$L_{max,OB} = \frac{20}{0,25} = 80 \text{ км},$$

де $A_{max,рД}$ – загасання, вибране з таблиці .

α – коефіцієнт загасання (загасання OB довжиною в 1 км для вибраного типу кабелю та діапазону робочих довжин хвиль).

Визначаємо орієнтовну кількість зварних з'єднань OB на регенераційній ділянці:

$$zB \frac{L_{max,OB}}{L_{БД}} - 1 = i, \quad 4.2$$

$$\frac{N_{zB}}{1940} \frac{40000}{1940} - 1 = 20$$

$$\frac{N_{zB}}{1940} \frac{80000}{1940} - 1 = 41$$

де $L_{БД}$ – будівельна довжина кабелю в км, в даному випадку рівна 41 км.

Визначаємо загасання оптичного сигналу в зварних з'єднаннях ОВ на регенераційній ділянці $A_{зв}$:

$$A_{зв} = a \cdot N_{зв} = (\text{дБ}),$$

4.3

$$A_{зв} = 0,1 \cdot 20 = 2$$

$$A_{зв} = 0,1 \cdot 80 = 8$$

де a – це загасання сигналу в зварному з'єднанні 0,1дБ.

Визначаємо загасання сигналу в кінцевих роз'ємних пристроях A_p :

$A_p = 2 \cdot 0,3 = 0,6$ (дБ), 0,3дБ – це загасання сигналу в парі роз'ємних з'єднань.

Визначаємо сумарне загасання оптичного сигналу на різних з'єднаннях в ОВ:

$$A_{зєдн} = A_{зв} + A_p = (\text{дБ})$$

4.4

$$A_{зєдн} = 2 + 0,6 = 2,6(\text{дБ})$$

$$A_{зєдн} = 8 + 0,6 = 8,6(\text{дБ})$$

Визначаємо загасання ОВ ОК (без врахування втрат в з'єднаннях):

$$A_{ОВ} = A_{\text{maxРД}} - A_{зєдн} = (\text{дБ})$$

4.5

$$A_{ОВ} = 20 - 2,6 = 17,4(\text{дБ})$$

Визначаємо еквівалентну сумарну довжину ОВ на довжині регенераційної ділянки.

4.6

$$L_{OB} = \frac{A_{OB}}{\alpha} \quad \text{км}$$

$$L_{OB} = \frac{17,4}{0,5} = 34,8 \text{ км}$$

$$L_{OB} = \frac{17,4}{0,25} = 69,6 \text{ км}$$

Для визначення реальної максимальної довжини регенераційної ділянки треба врахувати наступне:

- ОБ в оптичному модулі та в цілому в кабелі скручене для забезпечення об'ємної міцності на розтяг. Тому вважається що реальна довжина має бути скорочена на 1% тобто на 0,01.

- при прокладанні кабелю уздовж залізних доріг траса проходить з певним відхиленням від прямої, в основному, за рахунок обминання перешкод. Внаслідок цього реальна довжина кабелю збільшується на 0,02 + 0,03 від довжини траси, визначеної на карті місцевості.

- при прокладанні кабелю через різні перешкоди (шляхом, водні перешкоди) витрати кабелю будуть більшими при кожному з'єднуванні ОБ будівельних довжин ОК повинен бути з 2-х боків ОК зроблений запас в 10м, для того щоб завести кінці кабелю в ЛВМОК, де відбувається їх зрощування при допомозі зварювання.

Враховуючи все вище наведене можна визначити геометричну трасову довжину регенераційної кабельної ділянки використовуючи формулу (4.7):

$$L_{рд} = \frac{L_{OB-(N,0,02)}}{1,01 \times 1,02} = \text{км} \quad 4.7$$

$$L_{рд} = \frac{34,8 - (20 \times 0,02)}{1,01 \times 1,02} = 34 \text{ км}$$

$$L_{рд} = \frac{69,6 - (20 \times 0,02)}{1,01 \times 1,02} = 67,2 \text{ км}$$

Результати розрахунків для двох довжин хвиль заносимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 Результати розрахунку максимальної довжини регенераційної ділянки

Тип оптичного волокна G652	Довжина хвилі (нм)	Загасання ОК (дБ/км)	Будівельна довжина (км)	Кількість зварювань	Макс. довжн. реген. ділянки (км)
SSF	1310	0.35	41	20	34
	1550	0.21	41	41	67,2

Порівнюючи максимальну розрахункову довжину регенераційної ділянки з довжиною усіх ділянок на ситуаційному плані переконуємося, що довжина ділянки не буде перевищувати значення максимальної розрахункової довжини регенераційної ділянки і тому може бути рекомендована при проектуванні даної лінії.

Проаналізувавши графіки, можна зробити висновок, що довжина РД зменшується при збільшенні a_p і a , і збільшується при збільшенні будівельної довжини кабелю.

За результатами графічних побудов можна зробити висновок про те, що для досягнення L_{max} потрібно використовувати наступні параметри лінійного тракту: $l_c = 2,4$ км, $a = 0,1$ дБ/км, $a_p = 0,05$. Для досягнення максимальної довжини регенераційної ділянки, з урахуванням паспортної величини загасання для використовуваного кабелю $a = 0,3$ дБ/км і паспортна величини максимальної довжини РУ для системи передачі Сопка – 3м, потрібні наступні параметри лінійного тракту: $a = 0,3$ дБ/км, $a_p = 0,15$ дБ, $l_c = 1,84$ км.



Рисунок 2 - Схематичне зображення розподілу потужності випромінювання.

Як відомо, на високих швидкостях передачі довжина регенераційної ділянки визначається саме дисперсійними характеристиками оптичних складових ВОСП. Сучасні технології виготовлення напівпровідникових компонент системи (джерело випромінювання, фотоприймач) дають змогу отримати прилади з високими швидкісними характеристиками. Особливо це стосується напівпровідникового лазера, вказані параметри якого близькі до ідеальних. Отже, довжина ділянки регенерації буде визначатися дисперсією оптичного волокна (ОВ) та інерційністю приймача оптичного випромінювання. Приймавши, що джерело випромінювання і приймач є ідеальними, ми можемо розрахувати довжину регенераційної ділянки, виходячи з потенційних можливостей ОВ. В табл. 4.2 наведено типові параметри для основних типів сучасних ОВ.

Для оцінки довжини регенераційної ділянки приймається, що імпульс в ОВ розвивається рівномірно в двох напрямках на величину дисперсії волокна на одиницю довжини. Довжина регенераційної ділянки буде дорівнювати відстані, на якій два імпульси за рахунок дисперсії «з'єднуються» між собою за рівнем амплітуди 0,5.

Таблиця 4.2 Типові параметри основних типів сучасних ОВ

Оптичне волокно	Затухання, дБ/км	Дисперсія, нс/км
Багатомодове ступінчасте (БМОВС)	2,5	20–50
Багатомодове градієнтне (БМОВГ)	1,5	1–4
Одномодове (ООВ)	0,3	1–6 · 10 ⁻³
Одномодове поляризаційне (ООВП)	0,2	9,2 · 10 ⁻⁵

Даний метод для визначення довжини регенераційної ділянки за дисперсією було використано у розрахунках для сучасних вітчизняних ВОСП з імпульсно-кодуючою модуляцією (ІКМ). В табл.4.3 наведено основні параметри цих систем.

Таблиця 4.3 Основні параметри ВОСП з імпульсно-кодуючою модуляцією

Система	Швидкість передачі інформації, Мбіт/с	Швидкість в лінії, Мбіт/с	ООВ	Тривалість імпульсу,
ІКМ-30	2,048	4,096	3В6В	244
ІКМ-120	8,448	10,139	5В6В	98,6
ІКМ-480	34,368	41,242	5В6В	24
ІКМ-1920	139,264	167,117	10В1Р1Р	5,98
ІКМ-7680	540	668,428	10В1Р1Р	1,5

Порівнявши отримані результати з реальними системами передачі, де довжина регенераційної ділянки обмежена дисперсією, можна зробити висновок, що їх довжини відрізняються лише на величину, що визначається дисперсійними параметрами оптичного приймача і джерела випромінювання.

З удосконаленням технології виготовлення фотоприймачів і напівпровідникових лазерів їх характеристики постійно покращуються, тобто можна припустити, що в недалекому майбутньому їх параметри наблизяться до ідеальних, а визначальним обмежувальним фактором довжини регенераційної ділянки стане оптичне волокно .

При використанні одномодового поляризаційного волокна довжина регенераційної ділянки на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька буде обмежена затуханням. Розрахунки для систем передачі ІКМ-1920 і ІКМ-7680 можуть бути застосовані і до синхронних систем передачі рівня STM-1 і STM-4, оскільки швидкості передачі в лінії для цих систем приблизно однакові.

5 РОЗБИВКА ТРАСИ НА РЕГЕНЕРАЦІЙНІ ДІЛЯНКИ

Розбивка траси ВОЛЗ на ділянці Львів – Кам’янка-Бузька має виконуватися замовником згідно з проектом. Як виняток, відхилення від проекту допускається лише за домовленістю із замовником і проектною організацією, яка розробляла робочу документацію. Нове рішення має бути офіційно (письмово, графічно) відбите в робочій документації.

Траса ВОЛЗ (між суміжними кутами повороту) у горизонтальній площині має бути прямолінійна. На ділянках, де за проектом прокладання ОК має проводитися вздовж залізниці чи автомобільної дороги, яка має плавний поворот, допускається розбивати трасу ВОЛЗ паралельно дорозі за умови суворого дотримання запроєктованої відстані від осі дороги до осі кабельної лінії. Особливу увагу при розбивці траси слід звертати на ділянки зближення і місця перехрещення з іншими підземними спорудами, які слід відмітити попереджувальними знаками з відповідними написами: «Кабель», «Водопровід», «Газопровід» [7, с. 12].

При розбивці траси і під час виконання робіт на ділянках зближення і перехрещення з іншими підземними спорудами обов’язково мають бути присутні представники організацій, що експлуатують ці споруди, для уточнення їх місцезнаходження та глибини залягання.

Таблиця 5.1 – Мінімальні допустимі відстані між оптичними кабелями та іншими наземними і підземними спорудам

Споруди	Мінімальна відстань, м		Номер Помітки
	у горизонтальній площині	у вертикальній площині (при перехрещенні)	
Мости магістральних автомобільних доріг та залізниць:			
- через внутрішні водні шляхи, судноплавні ріки,			

Таблиця 5.1 (продовження)

канали і водоймища	1000		
- сплавні ріки	300		
- несудноплавні і несплавні ріки	від 50 до 100		
Мости автомобільних доріг та залізниць обласні і місцевого значення:			
- через судноплавні ріки і канали	200		
- інші ріки	від 50 до 100		
Залізниці і автомобільні дороги	5 (від краю основи насипу)	1 (нижче ПОЛОТНА автошляху чи основи рейки) і 0,8 (нижче дна кювету)	2
Кабельна каналізація (від трубопроводу і колодязя)	0,25	0,1	1
Міська каналізація	0,5	0,25 / 0,015	
Нафтопроводи і трубопроводи на позаміській трасі	10,0	0,5 / 0,15	
Газопроводи:			
- з тиском від 5 кПа до 1,2 МПа	1,0	0,5 / 0,15	
- високого тиску з тиском до 5,5 МПа	10,0	0,5 / 0,15	
Водопроводи розподільчої мережі діаметром:			
- до 300 мм	0,5	0,25 / 0,15	
- понад 300 мм	1,0	0,25 / 0,15	
Тепломережа	1,0	0,25 / 0,15	
Колектори загальні для підземних мереж	0,5	–	
Будинки в містах і селищах міського типу (від червоної лінії), не менше	0,6	–	

Таблиця 5.1 (продовження)

Бордюрні камені вулиці	1,5	–	
Стіни чи опори тунелів і шляхопроводів (на рівні чи нижче від ОСНОВИ)	0,5	–	
Основа насипу чи зовнішня брівка каналу	1,0	–	
Зрошувальні канали (від брівки каналу)	1,5	–	
Стовбур дерева в місті	1,5	–	
Кабелі силові напругою до 220 кВ	0,6	0,5	3; 4
, ОмрОпори (підземна частина) високовольтних ліній (ВЛ) змінного струму напругою 750 кВ чи найближчі електроди їх заземлення при питомому опорі землі, · М:			
- до 100	15,0	–	5
- від 101 до 500	25,0	–	5
- від 501 до 1000	40,0	–	5
- понад 1000	50,0	–	5
, ОмрОпори (підземна частина) ВЛ напругою від 110 до 500 кВ чи найближчі електроди їх заземлення при питомому опорі землі, · М:			
- до 100	15,0	–	6
- від 101 до 500	25,0	–	6
- від 501 до 1000	40,0	–	6
- понад 1000	50,0	–	6

Лінія траси на ділянці Львів – Кам'янка-Бузька має позначатися на місцевості за допомогою віх, що встановлюються по трасі будівництва:

- на позаміських прямих ділянках траси – у межах прямої видимості;
- на міських прямих ділянках траси – на відстані від 40 до 50 м;
- на всіх поворотах траси прокладання оптичного кабелю.

Таблиця 5.2 – Мінімальні допустимі відстані між проєктуємою лінією та наземними і підземними спорудами на ділянці Львів – Кам’янка-Бузька

Споруди	Мінімальна відстань, м	
	у горизонтальній площині	у вертикальній площині (при перехрещенні)
Відстань від місця перехрещення підземного кабелю ЛЗ з електрифікованою залізницею до стрілок, хрестовин і місць приєднання кабелів, які відсмоктують	10,0	–
Те саме при перехрещенні з трамвайною колією	3,0	–
Вісь ближньої рейки трамвайної колії	2,0	1,0
Кабелі зв’язку	0,5	0,25 / 0,5
Кабелі мереж проводового мовлення:		
- 1-го класу	1,0	0,5 / 0,25
- 2-го класу	0,5	0,5 / 0,25
Заземлювачі блискавковідводів ПЛЗ	25,0	–
Опори, підпори, відтяжки ПЛЗ		
місцевості:		
- населеній	1,0	–
- ненаселеній	(за розрахунком)	–

Початку будівництва кабельних ліній передусе проведення низки підготовчих заходів щодо вивчення проєктно-кошторисної документації, траси лінії, особливо на складних ділянках і перетини. При цьому складається проєкт виробництва робіт з вказівкою термінів і послідовності виконання окремих видів робіт. У підготовчий період уточнюються місця розташування будівельних підрозділів, кабельних майданчиків, проводиться підготовка автотранспорту і механізмів, інструментів, вимірювальної апаратури і тому подібне [3, с. 12].

Схожість

Джерела з Бібліотеки

90

1	Студентська робота	ID файлу: 1015245294	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	7 Джерело	35.5%
2	Студентська робота	ID файлу: 1015272286	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	4 Джерело	31.2%
3	Студентська робота	ID файлу: 1015269750	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		30.9%
4	Студентська робота	ID файлу: 1015269647	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		15.2%
5	Студентська робота	ID файлу: 1015227442	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		15%
6	Студентська робота	ID файлу: 1008331051	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	13 Джерело	3.04%
7	Студентська робота	ID файлу: 1015176001	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		2.72%
8	Студентська робота	ID файлу: 1005704281	Навчальний заклад: National Aviation University	10 Джерело	1.79%
9	Студентська робота	ID файлу: 1015175985	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	3 Джерело	0.96%
10	Студентська робота	ID файлу: 1003957677	Навчальний заклад: National Aviation University		0.38%
11	Студентська робота	ID файлу: 1005783810	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.34%
12	Студентська робота	ID файлу: 8318117	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University		0.31%
13	Студентська робота	ID файлу: 1001054882	Навчальний заклад: National Aviation University	2 Джерело	0.31%
14	Студентська робота	ID файлу: 1003932544	Навчальний заклад: National Aviation University		0.29%
15	Студентська робота	ID файлу: 5960509	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	7 Джерело	0.28%
16	Студентська робота	ID файлу: 1000801438	Навчальний заклад: National University of Life and Environmental Sciences	30 Джерело	0.22%
17	Студентська робота	ID файлу: 1000751819	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.19%
18	Студентська робота	ID файлу: 1000816421	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University	3 Джерело	0.15%
19	Студентська робота	ID файлу: 116300	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.14%