

**Волоконно-оптичні системи.
Порядок розгортання
волоконно-оптичних мереж.
Методичні рекомендації**

Ці методичні рекомендації розроблено в Центрі оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України та погоджено з родами військ Повітряних Сил Збройних Сил України та всіма зацікавленими структурними підрозділами Командування Повітряних Сил Збройних Сил України.
Розробники: Болехівський С.Б. Методичні рекомендації передбачено для застосування Міністерством оборони України, Генеральним штабом Збройних Сил України та Повітряними Силами Збройних Сил України.

Він може бути застосований в установах, закладах та організаціях усіх форм власності, що здійснюють підготовку (навчання) командирів підрозділів та військовослужбовців (військовозобов'язаних).

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ



ПОРЯДОК РОЗГОРТАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Видавництво
«Центр учбової літератури»
Київ — 2024

УДК 623.4.022.3(477)

В 68

Волоконно-оптичні системи. Порядок розгортання волоконно-оптичних мереж. Методичні рекомендації. — Київ: «Центр учбової літератури», 2024. — 96 с.

ISBN 978-611-01-3243-5

Ці методичні рекомендації розроблено в Центрі оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України та погоджено з родами військ Повітряних Сил Збройних Сил України та всіма зацікавленими структурними підрозділами Командування Повітряних Сил Збройних Сил України.

Розробники: Болехівський С.Б.

Методичні рекомендації передбачено для застосування Міністерством оборони України, Генеральним штабом Збройних Сил України та Повітряними Силами Збройних Сил України. Він може бути застосований в установах, закладах та організаціях усіх форм власності, що здійснюють підготовку (навчання) командирів підрозділів та військовослужбовців (військовозобов'язаних).

ISBN 978-611-01-3243-5

ЗМІСТ

| | | |
|-------|--|----|
| | ВСТУП | 5 |
| | ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ | 6 |
| | ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ | 8 |
| 1 | ВОЛОКОННО ОПТИЧНІ СИСТЕМИ | 9 |
| 1.1 | Загальні положення | 9 |
| 1.2 | Класифікація та основні параметри волоконно-оптичних систем | 10 |
| 2 | ОБЛАДНАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ | 11 |
| 2.1 | Загальні положення | 11 |
| 2.2 | Принципи побудови й основні властивості волоконно-оптичних мереж | 12 |
| 2.2.1 | Розподільні мережі | 12 |
| 2.2.2 | Дуплексна мережа | 12 |
| 2.2.3 | T-подібна мережа | 13 |
| 2.2.4 | Зіркоподібна мережа | 13 |
| 2.2.5 | Кільцева мережа | 14 |
| 2.2.6 | Гібридні системи розподілу | 14 |
| 2.2.7 | Повнозв'язана мережа ("кожна з кожною") | 15 |
| 2.3 | Компоненти волоконно-оптичних мереж | 15 |
| 3 | ОБЛАДНАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ | 16 |
| 3.1 | Волоконно-оптичні лінії зв'язку | 16 |
| 3.1.1 | Передавач | 16 |
| 3.1.2 | Приймач | 17 |
| 3.1.3 | Оптичне волокно | 17 |
| 3.2 | Обладнання волоконно-оптичних ліній зв'язку | 18 |
| 3.2.1 | Вибір траси для будівництва ВОЛЗ | 18 |
| 3.2.2 | Прокладання ВОЛЗ | 21 |
| 3.2.3 | Обладнання переходів для прокладання ВОЛЗ | 32 |
| 3.2.4 | З'єднання оптичних волокон | 35 |
| 3.3 | Захист волоконно-оптичних ліній зв'язку (оптичних кабелів) | 51 |
| 4 | МОНТАЖ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ | 52 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4.1 | Склад телекомунікаційного обладнання | 52 |
| 4.2 | Вибір та обладнання приміщень для монтажу телекомунікаційного обладнання | 52 |
| 4.3 | Монтаж комутаційних каналів (оптичної абонентської мережі доступу) | 54 |
| 4.3.1 | Монтаж кабелів в телекомунікаційних приміщеннях | 54 |
| 4.3.2 | Монтаж кабелів (оптичної абонентської мережі доступу) в житлових та нежитлових будівлях | 55 |
| 4.3.3 | Монтаж кабелів (оптичної абонентської мережі доступу) в приміщеннях | 57 |
| 4.4 | Вибір та монтаж телекомунікаційних шаф | 58 |
| 4.4.1 | Загальні характеристики | 58 |
| 4.4.2 | Вибір телекомунікаційних шаф | 59 |
| 4.4.3 | Монтаж телекомунікаційних шаф | 60 |
| 4.4.4 | Монтаж аксесуарів в телекомунікаційних шафах | 61 |
| Додатки: | | |
| 1 | Зразки волоконно-оптичних кабелів | 67 |
| 2 | Комплекти обладнання та інструменту для монтажу волоконно-оптичних кабелів | 69 |
| 3 | Варіанти підвішування оптичного кабелю | 71 |
| 4 | Варіанти роз'ємних з'єднувачів | 90 |
| 5 | Зразки телефонних кабелів | 91 |
| 6 | Зразки кабелю "вита пара" | 93 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ (ДЖЕРЕЛ) | 96 |

ВСТУП

Ці методичні рекомендації розкривають поняття “Волоконно-оптичні системи” та визначають порядок розгортання волоконно-оптичних мереж.

Успішне вирішення задач розгортання волоконно-оптичних мереж в значній мірі залежить від правильного вибору волоконно-оптичних систем та методу їх розгортання. Правильно обрані волоконно-оптичні системи дозволяють різко підвищити швидкодію кінцевих пристроїв систем передачі інформації, розширити їхню смугу пропускання та збільшити дальність передачі сигналів без проміжних пунктів регенерації до декількох сотень кілометрів.

Досвід застосування волоконно-оптичних систем продемонстрував, що обсяг переданої інформації збільшився в багато разів. Таке поліпшення характеристик систем передачі даних спричинило підвищення якості та можливостей вже існуючих систем зв'язку і створення цілого ряду нових видів та систем зв'язку.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Телекомунікаційне обладнання – пристрої, які забезпечують передачу і прийом мережевого трафіку, а також зв'язок одних телекомунікаційних систем з іншими.

Монтажні кабелі – кабелі, що призначені для внутрішнього та міжблокового монтажу апаратури.

Оптичні кабелі – кабелі, що призначені для зовнішньої передачі оптичних сигналів між оптоелектронними засобами розташованими на великих відстанях.

Волоконно-оптична лінія зв'язку – найпростіша волоконно-оптична система зв'язку, що передає інформацію між двома точками.

Апаратна – технічне приміщення, у якому поряд з комутаційним обладнанням розташовується мережеве обладнання колективного користування (автоматизовані телефонні станції, сервери, концентратори).

Кросова – приміщення, в якому розміщується комутаційне обладнання, мережеве та інше допоміжне обладнання.

Будинкова розподільна мережа – частина телекомунікаційної мережі доступу між кабельним вводом будинку та пунктами закінчення телекомунікаційної мережі, що призначена для забезпечення споживачів телекомунікаційними послугами в окремих приміщеннях (квартирах) будинку, в тому числі доступу до Інтернет.

Загальна телекомунікаційна шафа – шафа, яка забезпечує з'єднання телекомунікаційних мереж операторів, провайдерів телекомунікацій із будинковою розподільною мережею.

Міжповерхова проводка – телекомунікаційні кабелі, що з'єднують поверховий розподільний пункт із розподільним телекомунікаційним пунктом.

Міжповерховий кабельний канал – канал між поверхами будівлі для прокладання міжповерхової проводки.

Поверхова проводка – волоконно-оптичні та електричні кабелі зв'язку, що з'єднують поверховий розподільний пункт із кінцевим обладнанням абонента.

Поверховий кабельний канал – канал у межах поверху будівлі для прокладання поверхової проводки.

Поверховий розподільний пункт – телекомунікаційна шафа (бокс), у якій виконується з'єднання кабелів БРМ і передбачена можливість розміщення технічних засобів телекомунікацій.

Розподільний телекомунікаційний пункт – приміщення (місце) для розміщення загальних телекомунікаційних шаф, технічних засобів телекомунікацій.

Технологічна інфраструктура телекомунікаційних мереж доступу – комплекс технічних засобів телекомунікацій і споруд, призначених для забезпечення доступу споживачів до телекомунікаційних послуг.

Розгалужувач – пристрій, у якому відбувається як правило, однаковий розподіл потужності вхідного сигналу між двома або більшим числом вихідних каналів (полосів).

Комунікаційні канали – лінії зв'язку, по яким передаються дані між відправником і отримувачем інформації. Комунікаційні канали використовують різні типи середовища передачі даних: телефонні лінії, волоконно-оптичний кабелі, коаксіальний кабелі, бездротові і інші канали зв'язку.

Активне обладнання – модеми, мережеві адаптери, концентратори, комутатори, маршрутизатори та ін. Ці пристрої необхідні для передачі і прийому даних.

Пункт підвішування – пункт інсталяції, що розміщуються на проміжних опорах, і призначені для підтримування оптичного кабелю між пунктами натягу.

Довжина прольоту – горизонтальна відстань між осями двох сусідніх опор.

Провис – вертикальна відстань між найнижчою точкою оптичного кабелю до затискача на опорі (при постійній висоті підвішування), або найнижчого затискача на прольоті (при змінній висоті підвішування).

Сегмент – відстань між двома запланованими муфтами. При підвішуванні оптичного кабелю сегмент не завжди може співпадати з будівельною довжиною.

Адгезив – рідкий матеріал, який після отвердіння приймає стійку форму і надійно забезпечує поперечний зв'язок, зберігаючи при цьому свої характеристики на протязі усього терміну служби, що й визначило його широке застосування.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

| Скорочення та умовні позначення | Повне словосполучення та поняття, що скорочується |
|---------------------------------|---|
| 1 | 2 |
| БРМ | Будинкова розподільна мережа |
| ЗТШ | Загальна телекомунікаційна шафа |
| МПП | Міжповерхова проводка |
| МПКК | Міжповерховий кабельний канал |
| ПП | Поверхова проводка |
| ПКК | Поверховий кабельний канал |
| ПРП | Поверховий розподільний пункт |
| РТП | Розподільний телекомунікаційний пункт |
| ОК | Оптичний кабель |
| ВОЛЗ | Волоконно-оптичні лінії зв'язку |
| ВОСЗ | Волоконно-оптичні системи зв'язку |
| ВОСП | Волоконно-оптичні системи передачі |
| ОВ | Оптичні волокна |
| ПЗ | Показник заломлення |
| ВС | Волоконний світлопровід |
| ЛОМ | Локальна обчислювальна мережа |
| СВ | Спрямований відгалужувач |
| ПК | Персональний комп'ютер |
| АТС | Автоматизована телефонна станція |
| ЛЕП | Лінії електропередач |
| НЛ | Напівпровідниковий лазер |
| СД | Світловипромінювальний діод |
| ЛФД | Лавинний фотодіод |
| ЛОМ | Локальна обчислювальна мережа |
| НПП | Підсилювальні пункти, що не обслуговуються |
| НРП | Регенераційні пункти, що не обслуговуються |
| ККЕ | Кабельна каналізація електрозв'язку |
| Кз | Коефіцієнт завантаженості каналу |
| ПЛЗ | Повітряні лінії зв'язку |
| ЛЕП | Повітряні лінії електропередачі |
| КМЗ | Контактні мережі залізниць |

1. ВОЛОКОННО ОПТИЧНІ СИСТЕМИ

1.1. Загальні положення

Початок ХХІ століття характеризується надзвичайно швидким розвитком різних, особливо кабельних систем і комп'ютерних технологій, синтез яких поклав початок створенню широкосмужової світової інфраструктури. Прогрес в області електроніки, оптичних, квантових і оптоелектронних технологій дозволив різко підвищити швидкодію кінцевих пристроїв систем передачі інформації (40...80 Гбіт/с) і розширити їхню смугу пропускання (близько 100 ГГц). При цьому смуга пропускання середовища передачі (оптичних кабелів) складає десятки ТГц. Завдяки цьому обсяг переданої інформації з одного волокна у ВОЛЗ збільшився в багато разів. Дальність передачі сигналів без проміжних пунктів регенерації зросла до декількох сотень кілометрів і в перспективі досягне тисяч кілометрів. Таке поліпшення характеристик кабельних систем передачі спричинило підвищення якості вже існуючих послуг зв'язку і створення цілого ряду нових видів послуг.

Фундаментальною відзнакою волоконно-оптичних систем зв'язку від більш традиційних систем електричного зв'язку є те, що в якості несучих інформацію хвиль використовуються інфрачервоні світлові хвилі. Світлові хвилі відрізняються від радіохвиль в принципі тільки одним - частотою (в оптиці замість частоти ν частіше використовується довжина хвилі $\lambda = c / \nu$, c - швидкість світла у вакуумі). Однак за своїми фізичними властивостями і характеру поширення в просторі світлові і радіохвилі істотно розрізняються, з чого випливають технологічні відмінності ВОЛЗ від традиційних систем електровз'язку. Замість мідних проводів і кабелів на їх основі для передачі оптичних сигналів використовують оптичні волокна і оптичні кабелі на їх основі.

Використання оптичного волокна дозволяє вже сьогодні забезпечити сумарну швидкість передачі інформації по одному оптичному волокну до декількох десятків Тбіт/с.

Вирішальними факторами при виборі несучої оптичної частоти (довжини хвилі) є величина загасання і наявність ефективних джерел випромінювання. Оскільки при підвищенні частоти різко, в четвертому ступені, збільшуються втрати, в волоконно-оптичному зв'язку зазвичай застосовуються інфрачервоні світлові хвилі, а в якості матеріалу волокна використовується кварцове скло. ВОЛЗ працюють в трьох спектральних діапазонах з центральними довжинами хвиль $\lambda = 850$ нм, $\lambda = 1300$ нм і $\lambda = 1550$ нм. Ці спектральні діапазони, що характеризуються локальними мінімумами загасання світла в кварцовому волокну, прийнято називати трьома вікнами прозорості волокна.

Збільшення числа абонентів при зрослих вимогах до якості і кількості видів послуг зв'язку приводить до необхідності збільшення обсягу і швидкості передачі на магістральних, зонних і міських лініях зв'язку, по яких передається груповий сигнал, і до розширення смуги переданих частот на абонентській ділянці до 1000 МГц

Подальшому розвитку методів і апаратури волоконно-оптичних систем передачі сприяють унікальні властивості ВОЛЗ:

- малі згасання і дисперсія оптичних волокон;
- гнучкість у реалізації необхідної смуги пропускання;
- широкополосність;
- малі габаритні розміри і безліч оптичних волокон і ОК;
- несприйнятливність до зовнішніх електромагнітним полях;
- відсутність іскріння при обривах, короткому замиканні і ненадійних контактах;
- допустимість вигину світловоду під малим радіусом;
- низька вартість матеріалу світловоду;
- зокрема можливість використання ОК, котрі мають електропровідністю індуктивність;
- висока скритність зв'язку;
- висока прозорість оптичних волокон;
- можливість постійного вдосконалення системи зв'язку з мірі появи джерел з поліпшеними характеристиками.

Широке впровадження ВОЛЗ різного рівня стимулювало появу нових архітектур і методів маршрутизації мереж зв'язку з комутацією оптичних інформаційних потоків. Удосконалюються і створюються нові типи елементів і пристроїв, на основі яких будуються ВОЛЗ і оптичні мережі зв'язку.

1.2. Класифікація та основні параметри волоконно-оптичних систем

Існуючі волоконно-оптичні системи передачі та кабелі за своїм призначенням можуть бути розділені на чотири групи:

- міжміські;
- міські;
- об'єктові;
- підводні.

1.2.1. Міжміські ВОС – призначені для передачі інформації на великі відстані і розраховані на велике число каналів. Вони повинні мати мале затухання і дисперсію, велику інформаційно-пропускну здатність.

1.2.2. Міські ВОС – використовуються в якості з'єднувальних між міськими АТС і вузлами зв'язку. Вони розраховані на короткі відстані від 5 до 10 км та велике число каналів. Такі лінії, як правило, працюють без проміжних лінійних регенераторів.

1.2.3. Об'єктові ВОС – служать для передачі інформації всередині об'єкта. Сюди відносяться: внутрішній установчий зв'язок, відеотелефонний зв'язок, внутрішня мережа кабельного телебачення, а також бортові інформаційні системи рухомих об'єктів (літака, корабля тощо).

1.2.4. Підводні ВОС – призначені для здійснення зв'язку через великі водні перешкоди. Оптичні кабелі, які застосовуються для цієї мети повинні мати високу механічну стійкість на розрив і мати надійні вологостійкі покриття. Для підводного зв'язку також важливо мати мале послаблення і великі довжини регенераційних ділянок.

В окрему групу виділяють монтажні та оптичні кабелі.

Монтажні кабелі – кабелі, що призначені для внутрішнього та міжблокового монтажу апаратури.

Оптичні кабелі – кабелі, що призначені для зовнішньої передачі оптичних сигналів між оптоелектронними засобами розташованими на великих відстанях.

Основні параметри волоконно-оптичних систем представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні параметри волоконно–оптичних систем

| ВОС | Конструкція кабелю | | | | Характеристика системи | |
|-----------|--------------------|-------------|----------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | Матеріал | Тип ОВ | Число ОВ | Діаметр, мкм Серцевини/ болонки | Система передачі | Дальність зв'язку, км |
| Міжміська | кварц | одномодове | 4,8,10 | 4-8/125 | ИКМ-480 ИКМ-1920 | сотні |
| Міська | кварц | градієнтне | 4,8,10 | 50/125 | ИКМ-30 ИКМ-120 | десятки |
| Об'єктова | скло | ступінчасте | 2,4,6 | 50/125, 200/400 | ИКМ-120 | одиниці |
| Підводна | кварц | градієнтне | 4-6 | 50/125, | ИКМ-480 ИКМ-1920 | сотні |
| Монтажна | скло | ступінчасте | 1,2,4 | 50/125, 200/400 | | метри |

2. ОБЛАДНАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ

2.1. Загальні положення

Волоконно-оптична мережа - інформаційна мережа, з'єднуючими елементами між вузлами якої є волоконно-оптичні лінії зв'язку.

Волоконно-оптичні мережі передачі інформації складаються з активних та пасивних компонентів і пристроїв (модулів), за допомогою яких здійснюється передача інформації. Остання має вигляд електричного групового (багатоканального) сигналу у цифрових або аналогових системах передачі. Цим електричним сигналом модулюється один з параметрів (амплітуда, частота, фаза, поляризація, інтенсивність) оптичного несучого коливання, що здатне поширюватися у оптичному волокні з малими згасанням і спотворенням форми.

Мережі можна застосовувати не тільки у вигляді півдуплексної лінії передачі “із точки в точку” але волоконна оптика дає поштовх до створення

дуплексних систем, у яких сигнали одночасно передаються по одному волокну в обох напрямках. Практично важливим також є розподіл оптичного сигналу по волокнах між численними терміналами у мережі будь-якої топології. Багатотермінальна архітектура має багато застосувань. Найбільш важливим є ЛОМ, що з'єднує численні вхідні і вихідні телекомунікаційні пристрої, розташовані на обмеженій території. Наприклад ЛОМ з'єднує термінали, що розташовані у окремих приміщеннях. Оператори через будь-який із терміналів можуть звертатися до баз даних, електронної картотеки, текстового процесора, комп'ютера, принтера, копіювальної машини. Комп'ютери можна безпосередньо об'єднати за допомогою ЛОМ. У мережу також можна включати обладнання для організації відеоконференцій. Переваги волокон порівняно з провідниками полягають в кращій безпеці (надійність), меншому розмірі, низькій масі і великій широкосмужності. Секретність волоконної передачі є перевагою такої багатотермінальної мережі.

2.2. Принципи побудови й основні властивості волоконно-оптичних мереж

2.2.1. Розподільні мережі

Для розподілу оптичного випромінювання в кілька волоконних каналів або, навпаки, для об'єднання кількох оптичних сигналів для передачі по одному каналу потрібні такі пристрої, як відгалужувачі і розгалужувачі.

Розгалужувач - пристрій, у якому відбувається, як правило, однаковий розподіл потужності вхідного сигналу між двома або більшим числом вихідних каналів (полісів). При зміні напрямку світлових потоків на протилежний, розгалужувач виконує роль об'єднувача (суматора).

Відгалужувач - це узагальнення розгалужувача, в якому вихідна потужність розподіляється між вихідними каналами, не обов'язково у рівній мірі. Серед відгалужувачів широкого поширення набули спрямовані, що мають два вхідних і два вихідних полюси, причому ці пари полюсів між собою розв'язані. Такий відгалужувач здійснює функцію розподілу оптичної потужності (що надходить на один із вхідних каналів) тільки між вихідними каналами. При зворотному вмиканні пристрій також працює як спрямований відгалужувач.

2.2.2.. Дуплексна мережа

При традиційній півдуплексній схемі передачі і прийому в обох напрямках для зв'язку "з точки в точку" використовуються пара волокон по яких передається інформація у протилежних напрямках. У повнодуплексній системі (з одночасною передачею в обох напрямках в одному волокні) економиться волокно, що важливо для довгих ліній передачі.

2.2.3. T-подібна мережа

T-подібна мережа пов'язує велику кількість терміналів, кожен з яких має передавальний і приймальний пристрій. По магістральному волокну - шині (або шині даних) передається інформація між T-подібними відгалужувачами, за допомогою яких забезпечується відведення частки потужності. T-подібний відгалужувач (що складений з двох спрямованих Y - відгалужувачів) забезпечує дуплексний потік інформації у одноволоконній шині.

Багатотермінальна мережа потребує T-подібного відгалужувача з великим коефіцієнтом розгалуження (потужність, що передається набагато більша відведеної).

Це гарантує, що сигнали, які надходять на приймальні пристрої, які розташовані на більшій відстані від передавального, будуть мати достатню потужність, щоб забезпечити задану якість передачі.

Приймальний пристрій в T-подібній мережі має бути здатним обробляти сигнали, що змінюються в широкому діапазоні рівнів оптичної потужності, іншими словами потрібний приймальний пристрій з великим динамічним діапазоном.

Локальне пошкодження у T-подібній мережі не призводить до припинення всього зв'язку. Розрив волокна шини розділяє систему на дві частини з інформаційним потоком, що зберігається по обидві сторони від місця пошкодження. Пошкодження одного з T-подібних відгалужувачів також розділяє мережу на дві працюючі ділянки і перериває зв'язок із терміналом, підключеним до мережі через цей відгалужувач. Пошкодження в терміналі просто вимикає цей термінал, залишаючи іншу частину системи працювати в штатному режимі. Нові термінали можна додати до T-подібної мережі простим розрізанням волокна шини і встановленням у місце розриву T-подібного відгалужувача.

2.2.4. Зіркоподібна мережа

При великій кількості терміналів альтернативою T-мережі є зіркоподібна.

У цій мережі зіркоподібний передавальний відгалужувач зв'язує N терміналів. Відгалужувач має $2N$ полюсів. Він може розглядатися як спрямований відгалужувач із більше ніж чотирма полюсами. Зіркоподібний відгалужувач однаковою мірою розподіляє потужність із будь якого з полюсів передачі до кожного з полюсів прийому. Ідеальна зірка розподіляє вхідну потужність між N полюсами без втрат.

Зірка забезпечує значно вищу ефективність, коли у мережі зв'язані більше ніж п'ять терміналів. Це відбувається тому, що зростання втрат у зіркоподібній мережі має логарифмічну залежність, тобто відбувається повільніше при збільшенні N , ніж лінійне зростання втрат у T-подібній мережі. Для кожного нового терміналу, що додається до T-подібної мережі, сигнал має пройти ще через два з'єднувачі Y у зіркоподібній мережі, додавання терміналу не збільшує

число з'єднувачів, так що сигнал не повинен проходити через них, поширюючись від передавального до приймального пристрою.

У зіркоподібній мережі пошкодження кабелю гілки, що з'єднує термінал з відгалужувачем, перериває зв'язок із цим терміналом, проте вихід із ладу самого зіркоподібного відгалужувача перериває потік даних до всіх терміналів.

2.2.5. Кільцева мережа

Волокна можуть з'єднувати численні термінали в кільцеву мережу, що фактично є послідовним з'єднанням незалежних ліній передачі "з точки в точку". Кожний вузол кільцевої мережі містить оптичні передавальний і приймальний пристрій.

Функцією вузла є регенерація. Як тільки приймальний пристрій виявляє передане повідомлення, воно перетворюється до електричного еквіваленту, дані відновлюються (регенеруються), перетворюються в оптичний сигнал і передаються на наступну станцію.

У кільцевій мережі потужність з будь-якого оптичного передавального пристрою потрапляє тільки на один приймальний пристрій. Тут немає розподілу оптичної потужності між окремими станціями (на відміну від Т- і зіркоподібної мереж). З цієї причини кільце може зв'язати більшу кількість терміналів, ніж будь-яка з описаних вище конфігурацій мереж, тобто кільце не обмежене втратами в пристроях розподілу, як Т- і зіркоподібні мережі. Звичайно активні вузли кільцевої мережі значно складніші ніж пасивні вузли Т і зіркоподібних мереж.

Якщо будь який вузол у кільці виходить із ладу, то це викликає перерив зв'язку всієї мережі. Система також перестає працювати при пошкодженні (обриві) будь-якого із сегментів волокна у кільці. Модифікація однонаправленого кільця може вирішити цю проблему. Наприклад, є можливість установити оптичний обхідний перемикач, щоб забезпечити оптичний обхід непрацездатного вузла, поки виконується його ремонт. Іншим варіантом є створення другого кільця.

У другому кільці інформація передається в зустрічному напрямку. У звичайному режимі функціонує тільки основне кільце. Проте коли вузол або волокно виходить з ладу, мережа модифікується так, що інформація передається по кільцю, з якого виключений один або кілька сегментів.

2.2.6. Гібридні системи розподілу

Комбінації Т-подібної і зіркоподібної мереж забезпечують гнучкість при розробці багатотермінальних волоконних систем. У гібридній мережі, яка є комбінацією Т-подібної і зіркоподібної систем, зірка могла б з'єднувати близько розміщені термінали, а шина – більш віддалені. Може бути виконане пряме з'єднання між зіркою і Т-мережею. Альтернативною є розробка активного ретранслятора для збільшення рівнів сигналів між зіркою і Т-мережею.

2.2.7. Повнозв'язана мережа (“кожна з кожною”)

Системи з N-терміналами можна створити безпосереднім з'єднанням кожного терміналу з кожним. У кожному передавальному пристрої світло від одного джерела подається в джгут із N - 1 волокон багатоволоконного кабелю. Щоб одержати найбільшу ефективність, площа випромінювальної поверхні джерела має дорівнювати площі джгута волокон. На кожний приймальний пристрій по одному з волокон надходить сигнал від кожного з віддалених передавальних пристроїв. Світло з джгута волокон опромінює фотоприймач, активна поверхня якого має бути принаймні такого самого діаметра, як і у джгута.

Хоча мережа з такою архітектурою потребує багато волокна, вона має деякі переваги. По-перше, тут можна використовувати джерела випромінювання з великою світловипромінювальною площею, (які забезпечують більшу потужність ніж джерело з малою площею, потрібну для збудження волокон малих розмірів). По друге, потужність, введена у волокно, не зазнає ослаблення через з'єднувачі або розподільні відгалужувачі як у T-подібній, так і у зіркоподібних системах. Втрати передачі між терміналами будуть набагато нижчі ніж у T - або в зіркоподібній. Деякі з волокон можна вимкнути, якщо не потрібно передавати сигнал між будь-якими терміналами.

2.3. Компоненти волоконно-оптичних мереж

Під компонентами волоконно-оптичної мережі розуміють вироби оптики або оптоелектроніки, що призначені для виконання одної або декількох функцій щодо формування, передавання, розподілу, перетворення та оброблення оптичного сигналу.

До компонентів волоконно-оптичних мереж відносять:

технологічне обладнання – (для формування, розподілу, перетворення та оброблення оптичного сигналу);

волоконно-оптичні лінії зв'язку (для передавання та розподілу оптичного сигналу).

3. ОБЛАДНАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

3.1. Волоконно-оптичні лінії зв'язку

Волоконно-оптичні лінії зв'язку – система передачі даних, при якій інформація передається по оптично прозорим діелектричним волноводах, які називають “оптичне волокно”.

До складу волоконно-оптичних ліній зв'язку входять:

передавач – пристрій, що перетворює вхідні керуючі електричні сигнали у вихідні світлові сигнали;

приймач – пристрій, що перетворює вхідні оптичні сигнали у вихідні електричні сигнали;
фізичне середовище передачі інформаційних сигналів – оптичне волокно;
регенератори і/або оптичні підсилювачі.

Як правило, джерелами світлових сигналів служать напівпровідникові лазери або світло-діоди. Світлові сигнали, вихідні з передавача, вводяться в забезпечене роз'ємом волокно і передаються по волоконно-оптичній лінії. В кінці лінії світло надходить в фотоприймач, що перетворює його в електричні сигнали, які потім обробляються і використовуються в приймальному обладнанні. Таким чином, обов'язковими елементами ВОЛЗ є передавач, оптичне волокно і приймач. Для збільшення дальності передачі інформації використовуються регенератори або оптичні підсилювачі сигналів. Схема ВОЛЗ, що використовується для передачі інформації на невелику відстань, інколи містить не всі названі елементи. При невеликій довжині ліній відпадає необхідність в застосуванні ретранслятора. При використанні в якості джерелами світлових сигналів напівпровідникових лазерів і світлодіодів управління інтенсивністю випромінювання здійснюється в самих приладах, тому додатковий зовнішній модулятор не потрібний.

3.1.1. Передавач

Оптоелектронні передавачі застосовуються в волоконно-оптичних системах, призначені для перетворення електричних сигналів в оптичні. Останні повинні бути введені в волокно з мінімальними втратами. Виробляються вельми різноманітні оптоелектронні передавачі, що відрізняються по конструкції, а також за типом джерела випромінювання. Одні працюють на невисоких швидкостях на лініях з максимальною довжиною до декількох метрів, інші передають сотні і навіть тисячі мегаліт в секунду на відстані в кілька десятків кілометрів.

До складу оптичного передавача зазвичай входять джерело оптичного випромінювання, що погоджує оптичний пристрій, електронні схеми модуляції і стабілізації режимів роботи джерела випромінювання. Головним елементом є джерело випромінювання.

Воно повинно:

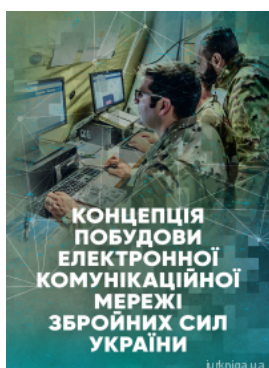
- випромінювати на довжині хвилі, що відповідає одному з вікон прозорості ОВ;

- забезпечувати досить високу потужність випромінювання і ефективність введення його в ОВ;

- мати високу швидкодію, що дозволяє здійснювати високошвидкісну модуляцію;

- відрізнятися простотою, надійністю і малими габаритами.

Книги, які можуть вас зацікавити



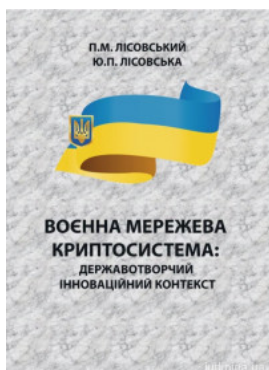
Концепція побудови електронної комунікаційної мережі Збройних Сил України



Кібернологія: цифрова віртуальність та воєнна реальність



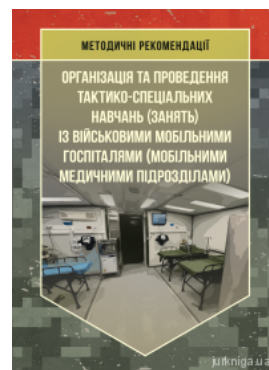
Забезпечення особистої кібербезпеки військовослужбовця



Воєнна мережева криптосистема. Державотворчий інноваційний контекст



Інформаційна безпека та кібербезпека держави



Організація та проведення тактико-спеціальних навчань (занять) із військовими мобільними госпіталями (мобільними медичними підрозділами)

Перейти до галузі права
Військове право



[Перейти на сайт](#) →