

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра телекомунікаційних технологій

СТРУКТУРОВАНІ КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

напряму підготовки: «Телекомунікації»
освітньо-кваліфікаційного рівня: бакалавр
спеціальності: ТСМ, ІМЗ

Київ – 2015

1 ПОНЯТТЯ КЛАСІВ ТА КАТЕГОРІЙ КОМПАНЕНТІВ СКС.

Структурована кабельна система (СКС), є в даний час неотъемною частиною будь-якої сучасної громадської будівлі, а її відсутність, суттєво знижує ринкову вартість об'єкту нерухомості.

В середині 80-х років комп'ютерна техніка, а разом з нею техніка локальних обчислювальних мереж швидкими темпами стала упроваджуватися у всі сфери діяльності підприємств і організацій, що різко збільшило об'єм інформації, передаваною усередині будівлі або комплексу будівель, компактно розміщених на одній території, без виходу в мережі зв'язку загального користування. Кабельні системи першого покоління для вирішення завдань інформаційної підтримки створювалися розробниками засобів обчислювальної техніки. Природно, що при такому підході не приділялося належної уваги як забезпеченню відкритості архітектури створюваного продукту, так і його універсальності.

Структуризація передбачає розбиття кабельної проводки і її аксесуаров на окремі частини, або підсистеми, кожна з яких виконує строго певні функції і забезпечена стандартизованим інтерфейсом для зв'язку з іншими підсистемами і мережевим устаткуванням.

Універсальність кабельної системи виявляється в тому, що вона спочатку є не якою-небудь конкретною, хай і з дуже поширеною мережевою технологією.

Під надмірністю розуміється введення до складу СКС додаткових інформаційних розеток, кількість і місце розташування яких визначається площею і топологією робочих приміщень, а не планами розміщення співробітників і розташування офісних меблів. Це дозволяє без яких-небудь проблем організувати нові робочі місця, а також виконувати переміщення робочих місць.

Застосування СКС дозволяє:

- при відносно високих початкових вкладеннях забезпечити суттєву економію повних витрат за рахунок тривалого терміну експлуатації і низьких експлуатаційних витрат;
- підняти надійність кабельної системи;
- міняти конфігурацію і виробляти нарощування комплексу інформаційно-обчислювальних систем офісної будівлі без впливу на існуючу проводку;
- одночасно використовувати різні мережеві протоколи і мережеві архітектури в одній системі;
- комбінувати в єдину систему оптичні і електричні тракти передачі сигналів;
- усунути плутанину дротів в кабельних трасах;
- створити єдину службу експлуатації;
- забезпечити середовищем передачі інформації основну масу мережевого устаткування різних класів, що діє і перспективного, за рахунок наявності стандартизованого інтерфейсу;
- забезпечити швидку локалізацію пошкоджень, відновлення зв'язку або перехід на резервні лінії за рахунок модульного принципу побудови.

В кінці 80-х років розробниками технологій передачі даних по локальним мережах прикладалися великі зусилля по підвищенню швидкостей обміну, надійності, зниженню вартості устаткування і витрат на його експлуатацію. Кабелі на основі кручених пар, зважаючи на їх технологічність при виробництві і монтажі, були добрим засобом для реалізації каналів зв'язку локальних мереж.

Швидке вдосконалення засобів волоконно-оптичної техніки, зниження її вартості і масове впровадження до складу кабельної проводки будівель офісного типа дозволили

застосовувати при побудові СКС структури з так званим централізованим адмініструванням. Перехід до цього принципу дозволяє істотно спростити процес адміністрування СКС.

Паралельно з ТІА/ЕІА роботу над стандартизацією СКС вели Міжнародна організація по стандартизації (ІСО) і Міжнародна електротехнічна комісія (ІЕС). У 1995 році вони випустили спільний документ — стандарт ІСО/ІЕС 11801 «Інформаційні технології. Універсальна кабельна система для будівель і території Замовника».

Топологія СКС

У основу будь-якої структурованої кабельної системи покладена деревовидна топологія, яку інколи називають також структурою ієрархічної зірки. Узагальнена структурна схема СКС представлена на Рис. 1. Вузлами структури є технічні приміщення (кросові і апаратні), які з'єднуються один з одним і з робочими місцями електричними і оптичними кабелями. Всі кабелі, які входять в технічні помешкання, обов'язково заводяться на комутаційне обладнання, на якому виконується перемикування в процесі поточної експлуатації кабельної системи. Це забезпечує гнучкість СКС, можливість легкої переконфігурації і адаптації-

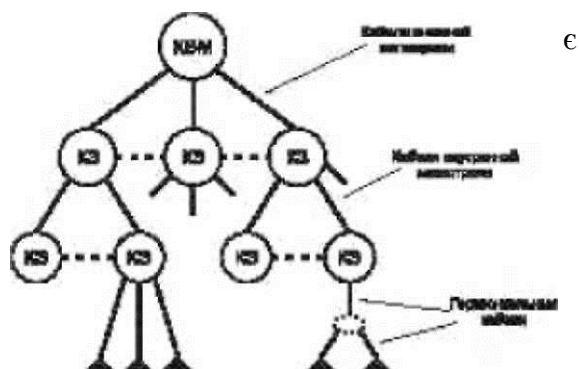


Рис. 1. Структурна схема СКС

Таблиця 1. Логічна і фізична топологія сучасних мереж передачі даних

Протокол	Логічна топологія	Фізична топологія
Token Ring	Кільце	Кільце, зірка
High Speed Token Ring	Кільце	Кільце, зірка
FDDI	Кільце	Кільце, зірка
Ethernet	Шина	Шина, зірка

для підтримки роботи всіх основних мережевих застосувань (таблиця. 1). З даних цієї таблиці виходить, що топологія даного вигляду є тією платформою, яка забезпечує підтримку роботи сучасних засобів передачі даних.

. Технічні приміщення

Для побудови СКС і інформаційної системи підприємства в цілому необхідні технічні приміщення двох видів: апаратні і кросові.

Апаратною надалі називається технічне приміщення, в якому розташовується мережеве устаткування колективного користування (АТС, сервери, концентратори). В тому випадку, якщо основний об'єм встановлених в цьому приміщенні технічних засобів, складає устаткування ЛВС, його називають серверним, а якщо офісна АТС і системи зовнішніх телекомунікацій — вузлом зв'язку. Апаратні обладнуються фальшпідлогами, системами пожежогашіння, кондиціонування і контролю доступу.

Кросова є приміщенням, в якому розміщується комутаційне устаткування СКС, мережеве і інше допоміжне устаткування. Бажане її розміщення поблизу вертикального стояка, устаткування телефоном і системою контролю доступу. При цьому рівень оснащення кросової обладнанням інженерного забезпечення в цілому є нижчим в порівнянні з апаратними. Кросові на практиці досить часто називають просто (поверховими) технічними приміщеннями, а інколи — хабовими.

Апаратна може бути поєднана з кросовою будівлі (КЗ). В цьому випадку її мережеве устаткування може підключатися безпосередньо до комутаційного устаткування СКС. Якщо апаратна розташована окремо, то її мережеве устаткування підключається до локально розташованого комутаційного устаткування або до звичайних інформаційних розеток робочих місць. У кросову зовнішніх магістралей (КВМ) сходяться кабелі зовнішньої магістралі, підключаючи до неї КЗ. У КЗ заводяться внутрішні магістральні кабелі, підключаючи до них кросові поверхів (КЕ). До КЕ, у свою чергу, горизонтальними кабелями підключені інформаційні розетки робочих місць. Як додаткові зв'язки, збільшуючу гнучкість і живучість системи, допускається прокладка зовнішніх магістральних кабелів між КЗ і внутрішніх магістральних кабелів між КЕ (приклад на Рис. 1).

У всій СКС може бути лише одна КВМ, а в кожній будівлі може мати місце не більш однієї КЗ. Допускається об'єднання КВМ з КЗ, якщо вони розташовані в одній будівлі. Аналогічно, КЗ може бути поєднана з КЕ, якщо вони розташовані на одному поверсі. Якщо щільність робочих місць на поверсі або його частині мала, то як виключення допускається їх підключення до КЕ горизонтальних кабелів суміжних поверхів. Приклад структури СКС з прив'язкою до будівель наведений на Рис 2.

Підсистеми СКС

У найзагальнішому випадку СКС включає три підсистеми):

- підсистема зовнішніх магістралей, або, по термінології деяких СКС європейських виробників, первинна підсистема, складається із зовнішніх магістральних кабелів між КВМ і КЗ, комутаційного устаткування в КВМ і КЗ, до якого підключаються зовнішні магістральні кабелі, і комутаційні шнури і перемички в КВМ. Підсистема зовнішніх магістралей є основою для побудови мережі зв'язку між компактно розміщеними на одній території будівлями. На практиці ця підсистема досить часто має фізичну кільцеву

топологию, що додатково забезпечує збільшення надійності за рахунок наявності резервних кабельних трас. З цих же міркувань підсистема зовнішніх магістралей інколи реалізується по подвійній кільцевій топології. Якщо СКС встановлюється автономно тільки в одній будівлі, то підсистема зовнішніх магістралей відсутня; підсистема внутрішніх магістралей, звана в деяких СКС вертикальною, або вторинною, підсистемою, містить прокладені між КЗ і КП внутрішні магістральні кабелі, та підключенні до них комутаційне устаткування в КЗ і КП, а також комутаційні шнури і перемички в КЗ. Кабелі даної підсистеми фактично зв'язують між собою окремі поверхи будівлі і рознесені приміщення в межах однієї будівлі. Якщо СКС обслуговує один поверх, то підсистема внутрішніх магістралей може бути відсутньою; горизонтальна, або третинна, підсистема утворена внутрішніми горизонтальними кабелями між КП і інформаційними розетками робочих місць, самими інформаційними розетками, комутаційним обладнанням в КП, до якого підключаються горизонтальні кабелі, і комутаційними шнурами і перемичками в КП. У складі горизонтальної проводки допускається використання однієї точки переходу, в якій відбувається зміна типу кабелю, що прокладається (наприклад, перехід на плоский кабель для прокладки під килимовим покриттям).

Підсистема робочого місця забезпечує підключення мережевого устаткування на робочих місцях. Вживане для її реалізації нижче устаткування цілком залежить від конкретного застосування.

Комутація в СКС

Принциповою особливістю будь-якої СКС є те, що комутація в ній, на відміну від електронних АТС і мережевого комп'ютерного устаткування, завжди виконується вручну комутаційними шнурами і перемичками. Наїбільш важливим наслідком такого підходу є те, що функціонування СКС принципово не залежить від стану електроживлячої мережі. електроживлення. Таке рішення абсолютно не виправдано на цьогоденному етапі розвитку техніки з економічної і технічної точок зору. Це обумовлено тим, що середня кількість перемикачів одного порту в діючій системі складає одиниці разів на рік

Відомі лише окремі доведені до серійного виробництва разработки, направлені на впровадження активних компонентів в деякі підсистеми СКС. Проте вони носять допоміжний характер (опит стану портів, індикація, комутація сигналів низькошвидкісних застосувань), і не чіпають процес передачі інформаційних сигналів.

Принципи адміністрування СКС

Принципи адміністрування, або управління, СКС повністю визначаються її структурою. Розрізняють одномістне і багатомістне адміністрування. Під багатомістним адмініструванням розуміють управління СКС, яка побудована по класичній архітектурі ієрархічної зірки. Основною ознакою цього варіанту є необхідність виконання перемикачів минимум двох шнурів в загальному випадку зміни конфігурації. Використання даного принципу гарантує найбільшу гнучкість управління і можливість адаптації СКС для підтримки нових застосувань.

Архітектура одномістного адміністрування застосовується в тих ситуаціях, коли потрібно максимально спростити управління кабельною системою. Прінтипово може використовуватися лише для СКС, що встановлена в одній будівлі і не має магістральної підсистеми. Її основною ознакою є пряме з'єднання всіх інформаційних розеток робочих місць з окремим технічним приміщенням. Легко переконатися в тому, що одномістне

адміністрування може бути використане лише в невеликих мережах і зпрощує процес керування кабельною системою за рахунок необхідності виконання всіх комутацій шнурами в одному місці.

Кабелі СКС

Одним із засобів підвищення техніко-економічної ефективності кабельних систем офісних будівель є мінімізація типів кабелів, застосованих для їх побудови. У СКС, згідно міжнародному стандарту ISO/IEC 11801, допускається використання лише:

- симетричних електричних кабелів на основі крученої пари з хвилевим опором 100, 120 і 150 Ом в екранованому і неекранованому виконанні;
- одномодових і багатомодових оптичних кабелів.

Електричні кабелі використовуються в основному для створення горизонтальної розводки. По ним передаються як телефонні сигнали і низькошвидкісні дані, так і дані високошвидкісних застосувань. Вживання оптичних рішень в горизонтальній підсистемі в даний час зустрічається досить рідко, хоча їх доля зростає дуже швидкими темпами. У підсистемі внутрішніх магістралей електричні і оптичні кабелі застосовуються однаково часто, причому електричні кабелі призначені для передачі головним чином телефонних сигналів і даних з тактовими частотами до 1 МГц, тоді як оптичні кабелі забезпечують передачу даних високошвидкісних застосувань. На зовнішніх магістралях оптичні кабелі грають домінуючу роль.

. Для побудови горизонтальної підсистеми стандартами допускається використання екранованого і неекранованого кабелів. Екранований симетричний кабель потенційно володіє кращим електричним, а в деяких випадках і кращими характеристиками в порівнянні з неекранованим. Проте цей кабель є дуже критичним до якості виконання монтажу і заземлення, має помітно велику вартість і гірші массогабаритні показники. Тому доки основним кабелем для передачі електричних сигналів по СКС, принаймні в нашій країні, є кабелі на основі неекранованих кручених пар. Як було відмічено вище, стандарти дозволяють будувати СКС на електричних кабелях з хвилевим опором 100, 120 і 150 Ом. При цьому два останні різновиди кабелів часто мають помітно кращі характеристики. Однак через цілий ряд причин технічного і економічного плану скільки-небудь широкого поширення вони в нашій країні не отримали. Багатомодові волоконно-оптичні кабелі використовуються, як правило, як основа підсистеми внутрішніх магістралей. Одномодові волоконно-оптичні кабелі рекомендується застосовувати лише для побудови довгих зовнішніх магістралей.

- **Поняття класів і категорій і їх зв'язок з довжинами кабельних трас.
Класи додатків, категорії кабелів і роз'ємів СКС.**

Редакція стандарту БОДЕС 11801, що діє, підрозділяє всі види приложень, які можуть обмінюватися даними по кручених парах, на чотири класи — А, В, С і D (таблиця. 2). Клас А вважається нижчим, а клас В вищим. Для додатків кожного класу визначається відповідний клас лінії зв'язу, який задає граничні електричні характеристики лінії, необхідні для нормальної роботи додатків відповідного і нижчого класу. До додатків оптичного класу відносяться ті з них, які мають, як середовище для передачі сигналу, оптичний кабель. Для

таких застосувань на момент прийняття стандарту ширина смуги пропускання не є обмежуючим чинником.

Таблиця 2. Класи додатків по ГвО/ШС 11801

Клас лінії і додатка	Визначення
A	Телефонні канали і низькочастотний обмін даними. Максимальна частота сигналу — 100 кГц
B	Додатка з середньою швидкістю обміну. Максимальна частота сигналу — 1 МГц
C	Додатка з високою швидкістю обміну. Максимальна частота сигналу — 16 МГц
D	Додатка з дуже високою швидкістю обміну. Максимальна частота сигналу — 100 МГц
Оптичний	Додатки, що використовують як середовище передачі сигналу оптичний кабель

Стандарти ISO/IEC 11801 і TIA/EIA-568-A окрім кабелів також специфікують по категоріях і роз'єми. Категорії визначаються максимальною частотою сигналу, на яку розраховані відповідні роз'єми і кабелі (таблиця. 3). Кабелі і роз'єми вищих категорій підтримують всі застосування, які розраховані на роботу по кабелях нижчих категорій.

Таблиця 3. Категорії кабелів і роз'ємів

	Максимальна частота сигналу	Типові застосування
Категорія 3	До 16 МГц	Локальні мережі Token Ring і Ethernet 10Base-T, голосові канали і інші низькочастотні застосування
Категорія 4	До 20 МГц	Локальні мережі Token Ring і Ethernet 10Base-T
Категорія 5	До 100 МГц	Локальні мережі із швидкістю передачі даних до 100 Мбіт/с
Категорія 6	До 200 МГц	Локальні мережі із швидкістю передачі даних до 155 Мбіт/с
Категорія 7	До 600 МГц	Локальні мережі із швидкістю передачі даних до 1000 Мбіт/с

Лінії електричного зв'язку СКС мають бути зібрані з кабелів і інших компонентів з характеристиками не гірше за ту категорію, на яку вони призначені. Дане правило має

також і зворотну дію: лінія зв'язку, зібрана з компонентів певної категорії, підтримує роботу всіх застосувань свого і нижчого класів.

У стандартах ШОДЕС 11801 і T1A/E1A 568-а вказано, що лінії зв'язку СКС відповідатимуть вимогам певної категорії при дотриманні наступних трьох умов:

- технічні характеристики всіх кабелів, роз'ємів і сполучних шнурів цієї лінії відповідають вимогам цієї категорії або перевищують їх;
- лінія зв'язку спроектована з врахуванням вимог стандартів (тобто виконани обмеження на довжини кабелів, кількість місць комутації і так далі);
- монтаж виконаний відповідно до вимог перерахованих вище стандартів.

Обмеження на довжини кабелів і шнурів СКС

Стандарти КОДЕС 11801 і T1A/E1A 568-а встановлюють обмеження на максимальні довжини кабелів і сполучних шнурів горизонтальної і магістральної підсистем. Довжини кабелів вказані на Рис. 4 і приведені в таблиці. 4. Ще раз підкреслюємо, що максимальні довжини електричних кабельних ліній для передачі сигналу вказаного класу приведені для випадку побудови цих ліній з симетричного кабелю і інших компонентів з категорією не нижче вказаною. Довжина кабелю горизонтальної підсистеми встановлена рівною 90 м (плюс 10 м на сполучні шнури). Вибір саме цього значення виконані, виходячи з можливостей крученої пари як направляючої системи електромагнітних коливань передавати сигнали найбільш масових (на момент прийняття стандартів) високошвидкісних додатків типа Fast Ethernet. Враховувалися досягнутий технічний рівень елементної бази і вживані схемотехнічні рішення приймачів сучасного мережевого устаткування. Не останню роль при виборі саме цього значення максимальної довжини грали архітектурні особливості типових офісних будівель.

Таблиця 4. Максимальні довжини кабельних трас залежно від типу кабелю і класу додатка

Клас додатків Середовище передачі сигналу	A	B	C	D	Оптика
Симетричний кабель категорії 3	2 км.	200 м	100 м О		
Симетричний кабель категорії 4	3 км.	260 м	150 м		
Симетричний кабель категорії 5	3 км.	260 м	160 м	100 м	
Симетричний кабель 150 Ом	3 км.	400 м	250 м	150 м	
Багатомодовий оптичний кабель	-	-	-	-	2 км.
Одномодовий оптичний кабель		-	-	-	3КМ 2)

Примітки:

1. Під довжиною 100 м розуміється сумарна довжина горизонтального кабелю (до 90 м) і сполучних шнурів.
2. 3 км. — обмеження, формально накладене стандартом. Не є фізичним обмеженням для одномодових волоконних світловодів.

В разі реалізації горизонтальної розводки на волоконно-оптичному кабелі довжина кабельної траси обмежена величиною 90 м з тих міркувань, що вона гарантовано дозволяє виконати обмеження протокольного характеру мереж Fast Ethernet по максимальному діаметру колізійного домена,

Основним призначенням підсистеми внутрішніх магістралей є об'єднання в єдине ціле технічних приміщень в межах однієї будівлі. Виходячи з цього максимальна довжина такої магістралі встановлюється стандартами рівною 500 м.

І нарешті, підсистема зовнішніх магістралей, яка об'єднує окремі будівлі, може включати кабелі максимальною довжиною 2 або 3 км., в залежності від типу. При сучасному стані рівня волоконно-оптичної техніки ця відстань може бути збільшена до 100 і більше кілометрів з використанням звичайної серійної апаратури.

Варіанти побудови горизонтальної підсистеми СКС

Горизонтальна підсистема реалізована на кабелях з кручених пар може бути побудована по чотирьом різним схемам, які приведені на Рис. 2. Найбільш часто застосовується перша з них, яка утворена безперервним кабелем максимальною довжиною 90 м, з'єднуючий інформаційну розетку IP і комутаційну панель в кросовій поверху КЕ. У другому варіанті тракт передачі утворюється з кабелів двох різних типів, але з еквівалентними передавальними характеристиками. Нормативні документи, що діють, задають дві можливі комбінації типів таких кабелів: многопарний + чотирипарний і коловий + плоский з однаковою кількістю пар (на практиці це чотири пари). Ці кабелі з'єднуються між собою в так званому місці переходу ТП. Місце переходу реалізується на звичайному комутаційному приладі, проте його забороняється використовувати для виконання операцій адміністрування кабельної системи і для підключення активних мережевих пристроїв будь-якого призначення.

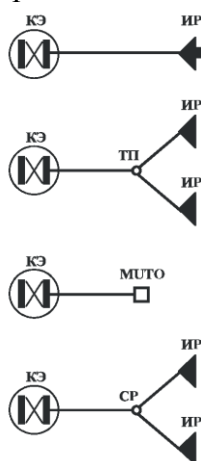


Рис. 5. Варіанти організації горизонтальної підсистеми

Рис .2

Місце переходу реалізується на звичайному комутаційному устаткуванні, проте для переходу у на ньому ніколи не повинні застосовуватися комутаційні та крайові шнури.

Останні два варіанти побудови горизонтальної підсистеми СКС широко застосовуються в так званих відкритих офісах (open offices), тобто в робочих приміщеннях великої площі, які розділені на окремі секції спеціалізованими меблями або легкими некапітальними перегородками. Загальною відмінною ознакою таких офісів є часті переміщення співробітників і зміни конфігурацій робочих місць, а також наявність явно вираженого зонового угруповання окремих робочих місць. У відкритих офісах можуть застосовуватися розраховані на багато користувачів телекомунікаційні розетки MUTO (Multi-User Telecommunication outlet) і консолідаційні точки CP (consolidation point). Обою варіанта стандартизовані технічним бюлетенем TSB-75 і адаптують розглянуті вище рішення на випадок відкритого офісу (таблиця.5).

Таблиця 5. Аналогії між різними варіантами організації горизонтальної підсистеми

Тип офісу	Пряме з'єднання	Розраховане на багато користувачів з'єднання
Звичайний офіс	Звичайний кидок	Точка переходу
Відкритий офіс	Розрахована на багато користувачів розетка	Консолідаційна крапка

Топології з централізованим адмініструванням.

Системи з централізованим адмініструванням визначені в технічному бюлетені T8B-72 і відносяться до випадку побудови розводки у середині однієї будівлі повністю на оптичному кабелі. Основна ідея, закладена в цьому документі, полягає в наданні проектувальникові СКС можливості відмови в даній ситуації від жорсткого поділення кабельної розводки на горизонтальну підсистему і підсистему внутрішніх магістралей з їх об'єднанням в одно ціле і перехід за рахунок цього від дворівневої зіркоподібної топології до простої однорівневою.

Вживання принципу централізованого адміністрування дозволяє значно збільшити керованість ЛВС за рахунок появи можливості формування будь-яких наперед заданих робочих груп на фізичному рівні без використання віртуальних з'єднань ;зосередити все активне устаткування в одному місці, що спричиняє за собою збільшення захищеності від несанкціонованого доступу до інформації, зменшення потреби у високошвидкісних каналах і зпрощення процедур проведення експлуатаційних вимірів; значно скоротити або навіть повністю (в деяких випадках) відмовитись від виділення приміщень для кросових поверхів.

Контрольні питання

1. Які є властивості СКС?
2. Які є головні особливості СКС?

3. Структура СКС. Топологія СКС. Склад СКС: зовнішніх магістралей, внутрішніх магістралей. Горизонтальна підсистема.
4. Технічні приміщення. Апаратні та кросові. Організація зв'язку приміщень...
5. Підсистеми СКС. Підсистема зовнішньої магістралі: призначення та склад. Підсистема внутрішньої магістралі.
6. Комутації в СКС.
7. Принципи адміністрування в СКС.
8. Кабелі СКС. Симетричні кабелі з крученої пари. Одномодові та многомодові волоконно-оптичні кабелі.
9. Поняття класів та категорій компонентів СКС: кабельних трас, роз'ємів.
7. Варіанти виконання горизонтальної підсистеми СКС.

2. ПЕРЕДАЧА ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ПО КРУЧЕНИМ ПАРАМ.

Способи передачі інформації по крученим парам.

Існує два засоби передачі сигналів по крученим парах: незбалансований (несиметричні ланцюги) і балансний (симетричні кола). Кабелі на основі мідних кручених пар, вживані в СКС, дозволяють будувати як симетричні, так і несиметричні ланцюги. Всі види ЛВС використовують балансну передачу сигналів по крученим витих парах. Несиметричні кола застосовуються для побудови систем пожежних і охоронних сигналізацій і для передачі постійної живлячої напруги, наприклад від УАТС до телефонів на робочих місцях.

Несиметричне коло.

При незбалансованій передачі використовується несиметричний ланцюг, тобто один з провідників заземляється з однією або з двох сторін. Сигнали передаються по останніх провідниках і змінюються відносно землі. По своїй природі несиметричні ланцюги дуже чутливі до зовнішнього електромагнітного випромінювання (ЕМІ). З Рис. 3 видно, що на вході приймача на сигнальному провіднику присутня сума напруги сигналу U_c і наведень U_n від зовнішнього ЕМІ. Струми наведень на заземлюючому провіднику стікають на землю, тому на ній U_n дорівнює нулю. Крім того, сигнальний дрот є джерелом випромінювання електромагнітної енергії в зовнішній простір. Це доводить до значного загасання сигналу в процесі його поширення. Деяке поліпшення характеристик несиметричних ланцюгів досягається в разі використання заземленого екрану, проте таке рішення істотно підіймає вартість і трудомісткість монтажу кабельної системи.

Ще одним недоліком несиметричного кола є відсутність гальванічної розв'язки передавача і приймача. При пошкодженнях в системі заземлення або в захисній ізоляції мережевого устаткування висока напруга від систем електроживлення може потрапити як на заземлюючий, так і на сигнальний дрот, що часто супроводиться виходом з норми пристроїв, що приєднуються, на одному або обох кінцях лінії зв'язку.

Гідністю несиметричних ланцюгів є те, що для передачі N сигналів потрібний лише $N+1$ провідників (До сигнальних плюс один загальний заземлюючий).

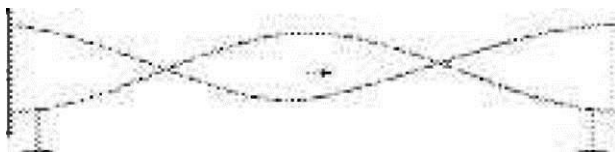


Рис. 3. Несиметричний ланцюг.

Несиметричні ланцюги застосовують для передачі низькочастотних сигналів на короткі відстані.

Схема симетричного кола, в якому використовується балансний принцип передачі інформації, подано на Рис. 4. У симетричних ланцюгах приймач і передавач гальванічно розв'язані один від одного трансформаторами, що погоджують. У вторинні обмотки передається лише різниця потенціалів на первинній обмотці. З Рис. 9 видно, що струми наведення в повністю симетричному колі приводять до зміни до протифази напругу U_n на первинній обмотці трансформатора приймача, так що результуючий сигнал не передається, що заважає, у вторинну обмотку. Тому на відміну від несиметричних ланцюгів симетричний значно стійкіший до зовнішніх впливів, що заважають.



Рис. 4. Симетричний ланцюг

Первинні електричні параметри крученої пари

Вита пара є типовим ланцюгом з розподіленими параметрами і її дальший аналіз провадиться на підставі еквівалентної схеми, приведеної на Рис. 5а. В деяких випадках застосовують спрощену схему (Рис. 5б), яка дозволяє спростити деякі розрахунки при збереженні прийнятої точності аналізу. Електричні властивості крученої пари, як і будь-якої іншої направляючої системи електромагнітних коливань, повністю характеризуються її первинними-

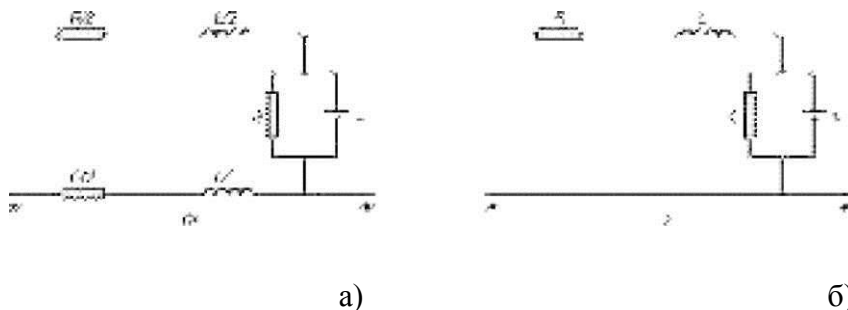


Рис. 5. Еквівалентна схема елементарної ділянки електричного кабелю типу крученої пари:
а) основна; б) спрощена

параметрами: опором R і індуктивністю L провідників, а також ємністю C і провідністю G ізоляції. Параметри R і G обусловлюють втрати енергії: перший — теплові втрати в дроті і екрані (при його наявності), другий — втрати в ізоляції. Параметри L і C визначають реактивність крученої пари як направляючої системи і, отже, її частотні властивості. Конкретні значення первинних параметрів залежать від конструкції кабелю і, зокрема, від геометрії окремих його компонентів, їх взаємного розташування, матеріалу провідників, ізоляції і зовнішніх покривів і так далі.

. Ємність

Конструктивно кручена пара є два провідники, відокремлених один від одного шаром твердої ізоляції і повітряним проміжністю. Така структура може розглядатися як конденсатор, де роль обкладань виконують провідники, а функції діелектрика — розташовані між ними ізоляційний матеріал і повітря, і володіє значною ємністю, величина якої лінійно зростає у міру збільшення довжини. Електрична ємність між провідниками крученої пари обмежує ширину смуги пропускання кабелю і приво-дить до спотворень

високочастотної частини спектру передаваного сигналу. Величина питомої ємності ідеальної крученої пари складає

$$C = \frac{27,9 \varepsilon}{\ln 2D/d} \quad (\text{нФ/м}^-)$$

(2)

де ε — відносна діелектрична проникність матеріалу ізоляції; D відстань між провідниками пари; (d — діаметр провідника).

Ємність не залежить від частоти (Рис.6). Проте із-за особливостей методів, застосовуваних в процесі її визначення, при вказівці величини ємності часто приводиться і значення частоти сигналу, на якій проводяться виміри. По стандарту T1A/E1A-568-A для кабелів категорії 3 на довжині 100 м ємність не повинна перевищувати 6,6 нФ, а для кабелів категорій 4 і 5 — 5,6 нФ. Деякі фірми випускають по своїх власних ТУ кабелі з істотно меншою ємністю. Так, наприклад, кабелі типів 8606 і 8312 американських компанії ОіаБт мають значення ємності на довжині 100 м відповідно 3,81 і 3,90 нФ. Вкажемо також, що вживання екрану збільшує ємність виті пари приблизно на 30% [19].

. Активний опір

Активний опір залежить від матеріалу дроту, його довжини і перетину, а також від температури. Провідники кручених пар, вживаних в СКС, виготовлюються з міді, що володіє низьким питомим опором. Чим менше перетин дроту, чим більше його довжина, і чим вище температура, тим вище активний опір і, відповідно, загасання крученої пари. Згідно вимогам стандарту T1A/E1A-568-A при температурі 20°C опір постійному струму будь-якого провідника крученої пари завдовжки 100 м не повинен перевищувати 9,38 Ом. Для спрощення процесу експериментального визначення величини опору в техніку СКС його зазвичай вимірюють «по шлейфу», тобто з одного кінця при замкнутому накоротко далекому кінці крученої пари.

Із збільшенням частоти сигналу активний опір дроту зростає. Це викликано тим, що, по-перше, в результаті поверхнього ефекту відбувається витеснення струму до поверхні провідника і, по-друге, струм протікає в основному по поверхні, зверненій до другого провіднику (ефект близькості). Обоє ці ефекта наводять до зменшення ефективного перетину провідника і, зрештою, до збільшення опору. Для мінімізації шкідливого впливу цих ефектів в горизонтальних і магістральних кабелях провідники кручених пар виконуються у вигляді монолітного дроту, а не скрученими з декількох тонких дротів. Вживання провідників з декількох тонких дротів можливо лише в сполучних шнурах, де потрібна в першу чергу висока гнучкість і стійкість до багаторазових вигинів, а підвищене загасання позначається не настільки сильно через невелику загальну довжину.

Необхідність обліку впливу поверхнього ефекту на величину активного опору кабелю доводить також до того, що кабелі, орієнтовані на роботу на високих частотах, завжди мають провідники більшого діаметру з більшою площею поверхнього шару і, відповідно, меншим значенням збільшення опору у міру зростання частоти. Так, наприклад, типовим діаметром провідників кабелів категорії 5, що працюють на частотах до 100 Мгц, є 0,51-0,52 мм, тоді як в 600-мегагерцевих кабелів діаметр провідника збільшується приблизно до 0,6 мм.

. Індуктивність

Кручена пара складається з двох ізольованих провідників, кожен з яких при протіканні через нього струму нагромаджує енергію, тобто володіє властивістю індуктивності. Індуктивність крученої пари складається з ряду складових.

Зовнішня індуктивність $L1$ визначається геометрією дроту і магнітними властивостями матеріалу провідника. У зв'язку з тим, що мідь не є ферромагнітним матеріалом, ця складова залежить також від сили протікаючого струму. З визначення зовнішньої індуктивності виходить, що вона не залежить від частоти.

Внутрішня індуктивність $L2$ визначається магнітним полем, створюваним током, що протікає по провідникові. У міру збільшення частоти за рахунок поверхнього ефекту відбувається зменшення цієї складової.

Індуктивність оболонки L виявляється лише в екранованих конструкціях за рахунок значного впливу металевих екранів на магнітне поле провідника. Ця складова має помітну частотну залежність.

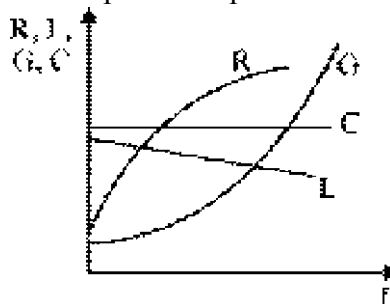
Результуюча індуктивність визначається як сума окремих складових: $L = L1 + L2$ і у міру збільшення частоти має тенденцію до зменшення.

. Провідність ізоляції

Провідність ізоляції є мірою якості матеріалу і процесів виготовлення ізоляційних покриттів окремих провідників. Результуюча провідність ізоляції крученої пари може бути записана у вигляді суми два складових: $G = G0 + Gr$ де $G0$ враховує струми витоків, зв'язані з недовершеністю діелектрика, а Gr враховує витрати енергії на діелектричну поляризацію.

Під поляризацією розуміється переорієнтація зв'язаних диполів, маючихся в діелектриці, під дією електромагнітного поля. Змінне електромагнітне поле викликає вібрацію диполів, яка наводить до підвищення температури діелектрика. Нагрів діелектрика, у свою чергу, полегшує вібрацію і підвищує провідність, що супроводиться зростанням загасання сигналу.

Особливі багато диполів, утворених атомами хлору, міститься в полі-вінілхлориде, який є типовим ізоляційним матеріалом для кабелів категорії 3. У кабелях категорії 5 як ізоляція зазвичай застосовується поліетилен або тефлон, розсіяння енергії в яких відносно мало. Ще нижчий рівень втрат забезпечується в разі використання в якості ізолюючих покриттів так званих спінених матеріалів, в яких за рахунок багаточисельних внутрішніх повітряних включень різко зменшується кількість диполів.



Рисб Залежність первинних параметрів симетричного електричного кабелю від частоти

Провідність ізоляції вимірюється в Сименсах. Досить часто користуються також параметром опору ізоляції, що є зворотною величиною провідності: $R_{із} = 1/G$. Типові значення цієї величини знаходяться в діапазоні від сотень мегаом до одиниць гигаом.

Напруга випробувального сигналу в процесі визначення провідності або опору ізоляції може досягати декількох тисяч вольт. Занадто низький опір ізоляції з великою часткою

достовірності свідотствує про погану якість закладення провідників в контакти розетки або про пошкодження кабелю.

. Вторинні параметри кабелів на основі крученої пари

Вторинні параметри крученої пари розраховуються на основі первинних або, що буває значно частішим, визначаються експериментально. Вторинні параметри нормуються в технічних умовах на кручену пару і дозволяють спрощеними засобами виконати інженерний розрахунок ліній зв'язку, побудованих на основі симетричного кабелю, і оцінити їх придатність для передачі сигналів тих або інших застосувань.

. Хвильовий опір

Під хвильовим опором, або імпедансом, в кабельній техніці розуміється опір, який зустрічає електромагнітна хвиля при розповсюдженні уздовж будь-якої однорідної (тобто без відбивань) направляючої системи, у тому числі і крученої пари. Він властиве даному типові кабелю і залежить лише від його первинних параметрів і частоти. Хвильовий опір чисельно дорівнює входному опору лінії нескінченної довжини, яка має крайове навантаження, рівне її власному хвильовому опору. Він вимірюється в омах і визначає кількісне співвідношення між електричною і магнітною складовою електромагнітної хвилі, що поширюється по даній лінії.

:Хвильовий опір зв'язан з первинними параметрами наступним простим співвідношенням:

$$Z_x = \sqrt{(R + i\omega L) / (G + i\omega C)}; (3)$$

де Z_x – не залежить від довжини хвилі та постійна в будь-якому місці лінії Це комплексна величина.

$$Z_o = \{Z_x\} e^{i\varphi} = \{Z_x\} \cos \varphi + i \{Z_x\} \sin \varphi;$$

У загальному випадку, як це витікає з формули 3, хвильовий опір є комплексною величиною. Модуль цього параметра, рівний на звукових частотах приблизно 600 Ом, падає у міру зростання частоти і на високих частотах (для сучасних конструкцій це частоти понад 1 МГц) прагне до фіксованому активному опору:

Відповідно до редакцій стандартів, що діють, на частотах понад 1 МГц і аж до верхньої граничної частоти конкретного кабелю хвильовий опір не повинен відрізнятися від 100 Ом більш ніж на $\pm 15\%$. Відхилення, що виходять за вказані граничні значення, свідчать про неякісне закладення провідників в контакти роз'єму. Іншою можливою причиною зміни опору є надмірні механічні навантаження під час прокладки (тиск, вигин, розтягування, перекручення).

. Загасання

При поширенні електромагнітного сигналу по витій парі він поступово втрачає свою енергію. Цей ефект називається ослабінням, або загасанням. Загасання прийнято оцінювати в децибелах як різниця між рівнями сигналів на виході передавача і на вході приймача. 1 децибел відповідає измененню потужності в 1,26 разу або напруги в 1,12 разу.

У кабельній техніці розрізняють власне і робоче загасання кабелю. Під власним загасанням кабелю розуміється його загасання при роботі в ідеальних умовах. Ідеальними умовами в даному випадку вважається строге рівенство вихідного опору джерела сигналу і опору навантаження хвильовому опору кабелю у всій робочій смузі частот. У загальному вигляді величину власного загасання теоретично можна визначити як реальну частину так

званого коефіцієнта поширення, який пов'язаний з первинними параметрами наступним простим співвідношенням:

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (6)$$

Експериментальне власне загасання кабелю можна знайти на підставі його визначення як різниці рівнів вхідного і вихідного сигналів в тому випадку, якщо опір джерела сигналу і навантаження рівні між собою і дорівнюють хвилевому опору кабелю. В процесі реальної експлуатації ця умова виконується не у всіх випадках, що зазвичай супроводиться збільшенням загасання. Таке загасання називається робочим. З викладеного виходить суттєвий практичний вивід про те, що для мінімізації робочого загасання і його наближення до власного опору джерела сигналу і навантаження повинні дорівнювати хвилевому опору. По термінології електротехніки це положення означає, що має бути забезпечене погоджене навантаження як джерела сигналу, так і самого кабелю. Виконанню даної умови суттєво допомагає наявності того, що обговорювалися вище, досить жорстких норм на допустимі відхилення хвилевого опору від номінального значення у всьому робочій частотній смузі крученої пари, а також пряма заборона стандартів СКС на використання у складі одного тракту елементів з різним хвилевим опором.

З формули 6 витікає, що загасання є частотнозалежною величиною і, як всі вхідні в нього параметри, залежить від довжини. Результати аналізу формули 6 показують, що загасання, виражене в децибелах, пов'язане з довжиною крученої пари лінійною залежністю на всіх частотах. Для спрощення виконання інженерних розрахунків зручно користуватися параметром коефіцієнта загасання, або погонного загасання A , який чисельно дорівнює загасанню кабелю фіксованої довжини (стосовно кабелю типа витой пари, применяемому в Се звичайно 100 м, в техніці зв'язку частіше використовується загасання кабелю кілометрової довжини — звідси термін «кілометрическое загасання»). Величини коефіцієнта загасання a , довжини L і загасання A зв'язані між собою наступним простим співвідношенням:

$$A [\text{дБ}] = a [\text{дБ}/100 \text{ м}] * L [\text{м}]/100$$

• **Перехідне загасання**

При передачі сигналу частина його енергії унаслідок неідеальності балансування крученої пари переходить в електромагнітне випромінювання, яке викликає наведені струми в сусідніх парах. Цей ефект називається перехідними наводками. Наведення, накладаючись на корисні сигнали, що передаються по сусідніх парах, грають роль перешкод, які при значному рівні можуть наводити до помилок прийма і зрештою знижують якість зв'язку. Різниця між рівнями передаваного сигналу і створеної ним перешкоди на сусідній парі називається перехідним загасанням. Залежно від місця і методу виміру цього параметра розрізняють декілька видів перехідного загасання (Рис.7). Спочатку розглянемо різновиди перехідного загасання залежно від місця його виміру. Якщо джерело сигналу і точка виміру знаходяться на одному кінці, то говорять про перехідне загасання на ближньому кінці, якщо на різних - то про перехідне загасання на далекому кінці. У техніку СКС перше з них традиційно має запозичене з англомовної технічної літератури позначення NEXT (Near End Crosstalk), а друге FEXT (Far End Crosstalk)

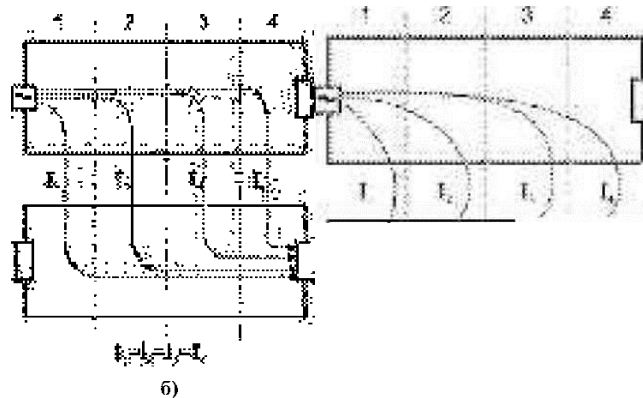


Рис.7.

Перехідні наведення на ближньому (а) і на далекому (б) кінцях сусідньої пари.

Чим вище значення NEXT і FEXT, тим менший рівень має наведення в сусідніх парах, і, відповідно, тим більше якісним є кабель. З практичної точки зору представляє інтерес частотна залежність переходного загасання на ближньому і далекому кінцях, а також залежність цих параметрів від довжини лінії.

Впливаюча пара і пара, підвладна впливу, прокладені паралельно один одному під загальною захисною оболонкою. За рахунок цього їх провідники можуть роздивлятися як обкладання конденсатора. Це означає, що із зростанням частоти перехідне загасання падає. Стандарт TIA/EIA-568-A нормує мінімальні значення перехідного загасання на ближньому кінці при довжині кабелю 100 м. Для визначення мінімально допустимого параметра NEXT на частотах, превышающих 0,772 МГц, використовується наступне апроксимуюче вираження:

$$\text{NEXT}(f) = \text{NEXT}(0,772) - 15 \lg(f/0,772)$$

де: $\text{NEXT}(0,772)$ — мінімальне допустиме перехідне загасання на ближньому кінці на частоті 0,772 МГц, яке для кабелів категорій 3, 4 і 5 приймається рівним 43, 58 і 64 дБ відповідно;
 f , МГц — частота сигналу.

Типова залежність перехідного загасання на ближньому і далекому кінцях від довжини лінії показана на Рис.8.

Перехідне загасання на ближньому кінці із збільшенням довжини лінії спочатку декілька зменшується, а потім стабілізується. Качественное пояснення цього ефекту полягає в тому, що починаючи з певної довжини лінії струми перешкод з віддалених ділянок приходять на ближній кінець настільки ослабленими, що практично не збільшують взаємного впливу між парами і величина NEXT залишається постійною.

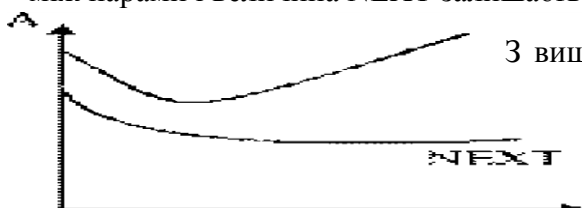


Рис. 8. Залежність перехідного загасання на ближньому і дальньому кінці від довжини лінії

З вищого виходить, що значення NEXT для двох кінців однієї пари можуть істотно розрізнятися між собою, тому всі стандарти передбачають його вимір з обох боків.

Аналогічно перехідній перешкоді на ближньому кінці може нормуватися також значення сумарної перехідної перешкоди на далекому кінці.

Відзначимо, що перехідна перешкода на далекому кінці виявляється зазвичай меншій в порівнянні з перехідною перешкодою на ближньому кінці. Проте на відміну від перешкод на ближньому кінці ці перешкодонні складові досить часто складаються синфазно або з невеликою різницею фаз, що може додатково збільшити їх потужність.

І нарешті, деякі виробники починають нормувати так звану глобальну перехідну перешкоду GXT (global crosstalk) ,яка дорівнює сумі наведених перехідних перешкод на обох кінцях кабелю.

. Захищеність

Для оцінки якості передачі інформації в техніці дротяного зв'язку широко використовується параметр захищеності від перешкод, або просто захищеності, котрий є різницею між рівнями корисного сигналу і помехи в даній точці .

Введення параметра ACR дозволяє конкретизувати поняття верхньої граничної частоти як будь-якого компонента електричного тракту передачі, так і самого тракту в цілому. Згідно класичному визначенню під цим параметром розуміється частота синусоїдального сигналу, на якій коефіцієнт передачі, рівний 1,0 на низьких частотах, стає рівним 0,707. Пригадаємо, проте, що основним виглядом перешкод в електричних трактах СКС є перехідні наведення, а власні шуми приймача є надто малими. Звідси витікає, що як міра верхньої граничної частоти зручно прийняти те її значення, на якому величина захищеності від перехідної перешкоди (тобто параметр ACR) стає рівною заздалегідь заданому значенню. Інакше кажучи, наявність значних резервів по захищеності від власної перешкоди, характерних для електричних трактів СКС, дозволяє за рахунок відомих в радіотехніці і техніці зв'язку прийомів істотно розширити смугу пропускання в порівнянні з тими значеннями, які виходять з класичного визначення. На практиці під цими прийомами розуміється передчасне змінення (зменшення посилення на нижніх частотах) і корекція (збільшення посилення на верхніх частотах),

Кінцева швидкість поширення електромагнітної хвилі по крученій парі викликає також затримку вступу сигналу на приймач після його подачі на вхід лінії. Для сучасних високошвидкісних мережевих інтерфейсів величина такої затримки виявляється досить помітною навіть при тих відносно коротких трасах, які характерні для горизонтальної підсистеми СКС. Величина затримки (параметр delay) є критичною для деяких прикладень, активні пристрої яких використовують кабельні траси як моноканал в процесі реалізації інформаційного обміну. Найбільш характерним прикладом таких застосувань є всі різновиди Ethernet при роботі в повнодуплексному режимі. Значення затримки, прямо пов'язане із значенням параметра NVP, є частотнозалежною величиною і згідно проектам нових редакцій стандартів на СКС не повинно перевищувати у діапазоні частот від 1 МГц до верхньої граничної частоти кабелю,

Розкид затримок проходження сигналів по кручених парах (параметр skew)

В кабелях, які мають декілько кручених пар, кожна з них буде характеризуватись індивідуальним проходженням сигналу от передавача до приймача (рис. 21). Розброс часу проходження залежить від двох основних причин:

Максимальна різниця затримок проходження між всіма парами визначається параметром skew. Математично воно може бути висловлено слідуочим чином:

$$skew = \max (t_i - t_j) \quad i, j = 1, n$$

Позиціонування такої схеми передачі інформації можливо лише в тому випадку, якщо сигнали по всіх чотирьох парах досягають приймача одночасно або принаймні з не дуже великим розкидом. При порушенні цієї умови може бути збій синхронізації і відновлення вихідного сигналу на приймальній стороні стане неможливим. Наприклад, для мереж 100Base-T4 значення параметра skew не повинне перевищувати 50 нс на максимальній довжині сегменту..

Редакції стандартів, що діють, не пред'являють спеціальних вимог до величини skew, тому даний параметр нормують в технічних умовах на свою продукцію лише деякі виробники. .

Вплив на величину skew різного кроку скручування пар кабелю менш знатний і, як правило, не перевищує 10 нс.

Можливість зміни параметра NVP за рахунок зміни кроку скручування і вибору матеріалу ізоляції використовується в деяких конструкціях горизонтальних кабелів для мінімізації величини skew. У цих виробках ізоляцією з «швидкого» тefлону покриваються провідники тих пар, які дають найбільше час затримки.

Структурні і звичайні поворотні втрати

У електричному кабельному тракті величина розкиду затримок визначається в основному кабелем і тому сповна досить нормувати лише її значення. Нормування параметра skew всього тракту використовується на практиці порівняно рідко. Як приклад відзначимо компанію Molex, в кабельній системі Molex Premise Networks (раніше Mod-Tap) якою за рахунок вживання спеціального кабелю гарантується максимальна величина розкиду затримок не вище 35 нс.

Раніше ми розглядали ідеальну однорідну лінію, в якій сигнал не випробовував відбивань. Реальна лінія має більш менш сильні неоднорідності, які наводять до появи відбивань. Основними джерелами неоднорідностей є виробничі і експлуатаційні дефекти кабелю, роз'ємні з'єднувачі і крайові навантаження з опором, відмінним від хвильового. Електромагнітна хвиля, зустрічаючи такі неоднорідності по кабелю, частково відбивається від них і повертається до початку. За наявності декількох неоднорідностей хвиля витримує серію відбивань. Результатом цього є виникнення в лінії двох додаткових паразитних потоків енергії: зворотного, такого, що складається з суми відбитих хвиль, і попутних..

.Зворотний потік приводить до коливань вхідного опору. Це затрудняє узгодження з апаратурою на кінцях лінії, що супроводиться зростанням робочого загасання і наводить до спотворень передаваного сигналу. Попутний потік також спотворює форму передаваного сигналу і створює перешкоди передачі. Особливо помітно його вплив на якість телевізійного зображення не повинно перевершувати 1% від основного .

Інтенсивність зворотного відбиття електромагнітних хвиль в місцях неоднорідності хвильового опору характеризується параметром SRL (Structural Return Loss), який визначається як відношення потужності основного сигналу до потужності зворотнього потоку енергії. Чим вище значення SRL, тим меншу потужність має зворотний і, відповідно, попутний потоки енергії і тим більш якісним є кабель.

Цей параметр із-за своєї малості нормується в логарифмічних одиницях і в стандартах вказується для довжини кабелю 100 м. Наприклад, для горизонтального кабелю категорії 5 в найгірших умовах його значення до частот 20 Мгц повинне складати не менше 23 дБ. У смузі частот 20-100 Мгц мінімальні допустима величина параметра SRL розраховується по формулі:

$$SRL = 23 - 101g(f/20), \text{ дБ} \quad (8)$$

де f — частота в Мгц

.Норма на SRL повинна дотримуватися для всіх пар.

З формули 8 витікає, що на верхній граничній частоті параметр SRL для кабелів категорії 5 повинен складати не менше 16 дБ.

. Шум від зовнішніх джерел електромагнітного випромінювання

Унаслідок неідеальності балансування у кручених парах можуть виникати наведення від зовнішніх джерел електромагнітного випромінювання. Є два основні види зовнішніх наведень:

- Електромагнітний вплив EMI (Electromagnetic Interference). Для нього характерні низькі частоти і високі амплітуди. Це наведення створюють в основному електромотори, стартери флуоресцентних ламп і силові кабелі.
- Радіочастотний вплив RFI (Radio Frequency Interference). Для нього характерні високі частоти і низькі амплітуди. Основними джерелами наведень цього вигляду є стільникові радіотелефони, передавачі систем радіомовлення і телебачення, а також джерела живлення з високочастотним перетворенням.

В цілому кручені пари дуже стійкі до дій такого вигляду, що заважають. Тому стандарти не передбачають спеціальних вимог до рівню шуму, наведеного зовнішнім електромагнітним випромінюванням.

Контрольні питання

1. Первинні електричні параметри скрученої пари .Опір постійному струму, індуктивність, ємність. Провідність ізоляції ..Залежність від частоти.
2. Вторинні параметри лінії на основі крученої пари Хвильовий опір .Коефіцієнт розповсюдження, швидкість розповсюдження. залежність їх від частоти. Відбиття в лінії...
3. Елементи впливу. Природа та параметри взаємного зв'язку Первинні параметри впливу .Вторинні параметри впливу. NEXT, FEXT, ACR-залежність їх від частоти та довжини лінію
4. Структурні та загальні зворотні згасання. Зворотне відбиття.

3 ПЕРЕДАЧА СИГНАЛІВ ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИМ СВІТЛОВОДАМ.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку

У волоконно-оптичних кабельних системах сигнали передаються такою, що несе оптичного (зазвичай ближнього інфрачервоного) діапазону хвиль по світлопроводах з надчистого кварцевого скла. Спрощена структурна схема волоконно-оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ) показана на Рис. 9. Електричний сигнал

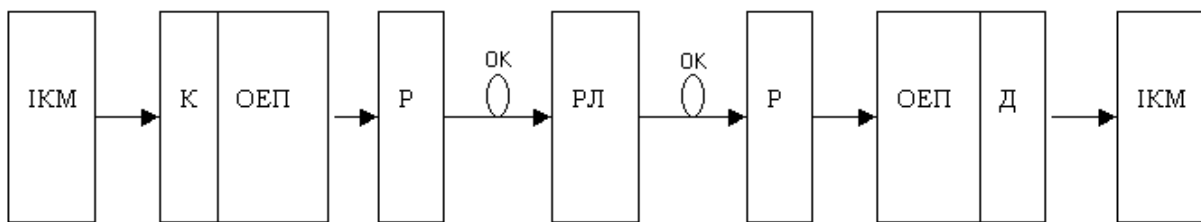


РИС.1.1

Рис.9

від ІКМ обладнання надходить на вхід оптичного передавача, де після кодування в кодері (К) відбувається його електронно-оптичне перетворення в (ЕОП). З виходу ЕОП оптичний сигнал через оптичний роз'єм (Р) надходить в лінійний оптичний кабель (ОК). Проміжне регенерування сигналу здійснюється в регенераторі лінійному (РЛ). На прийомній частині відбувається оптико-електронне перетворення (ОЕП) сигналу, який після декодування в декодері (Д) надходить на вхід ІКМ обладнання.

. Переваги волоконно-оптичних ліній зв'язку.

1. Завдяки низькому рівню загасання ОВ (0.22-0.25 Дб/км на довжині хвилі 1.55 мкм) можливість досягання довжини регенераційної ділянки (РД) порядку 100 і вище кілометрів.
2. Високий рівень інформаційно-пропускнуої здатності. За рахунок застосування систем спектрального ущільнення швидкість передачі ВОЛЗ може досягати сотень Гбіт./с по одному ОВ.
3. Абсолютний рівень захищеності сигналу в ОВ від зовнішніх впливів за рахунок того, що передача проводиться в оптичному діапазоні .
4. Неможливість перехоплення інформації, що передається по ОК без руйнування його елементів.
5. Можливість розміщення ОК у грозозахисних тросах ЛЕП та підвішування його на опорах ЛЕП та залізниці. Це досягається за рахунок застосування повністю діелектричних конструкцій ОК.

Процеси поширення випромінювання у волоконному світловоді

Волоконний світловод є тонким скляним волокном циліндричної форми, по якому відбувається передача електромагнітного випромінювання оптичного (зазвичай ближнього інфрачервоного) діапазону довжин хвиль, відповідно частотам 1014-1015 Гц.

Принцип дії волоконного світлопровода заснований на використанні відомих процесів відбиття і заломлення оптичної хвилі на границі розділу двох середовищ.:

Принцип дії ВС.

Поширення світла по ОВ можна пояснити на основі принципу повного внутрішнього відбиття.

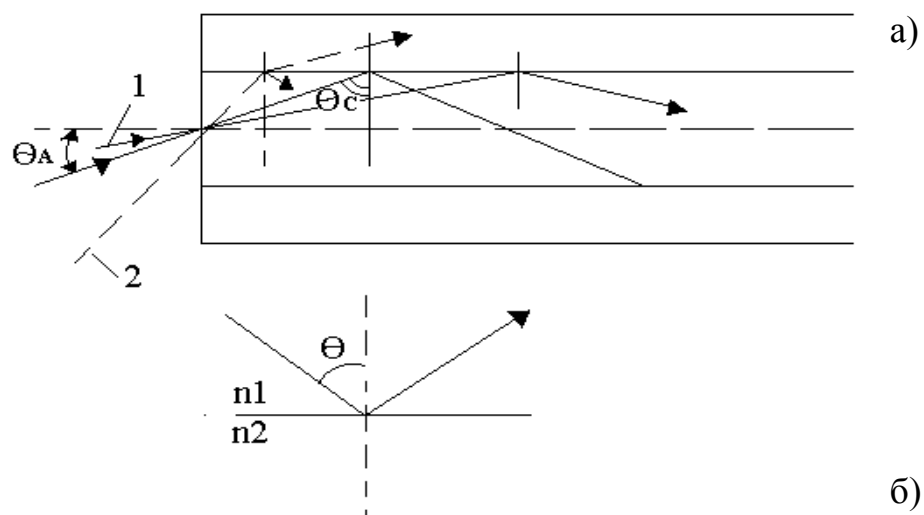


Рис .10

Дві умови повного внутрішнього відбиття:

$n_1 > n_2$; $\theta > \theta_c$ - кут падіння більше критичного значення кута падіння (Рис.10а):

$$\theta_c = \arcsin(n_2 / n_1)$$

Якщо кут падіння буде менший за критичний, то при кожному внутрішньому відбиванні частина енергії розсіюється у оболонку у вигляді заломленого променя. Якщо ж кут падіння більший за критичний (Рис.10 б), то при кожному відбиванні від границі уся енергія повертається в серцевину завдяки повному внутрішньому відбиттю. Промені, траєкторії яких цілком лежать в оптично більш щільному середовищі, називають направленими. Оскільки енергія в направлених променях не розсіюється в оболонку, такі промені можуть поширюватись на великі відстані.

Якщо промінь виходить з оптично щільнішого середовища в менш щільну ($n_1 > n_2$), то $\theta > \theta_c$. У міру збільшення кута падіння можна досягти такого стану, коли заломлений промінь починає ковзати по границі розділу двох середовищ без переходу в оптично щільніше середовище (Кут падіння, при якому спостерігається такий ефект, називається граничним кутом повного внутрішнього відбиття θ_c . Для всіх кутів падіння, які

перевищують граничний, матиме місце лише відбиття, а заломлена хвиля буде відсутня. Це явище, зване повним внутрішнім відбиттям, покладене в основу передачі оптичного випромінювання по світлопроводу.

Конструктивно волоконні світловоди зазвичай мають коловий поперечний перетин і утворені двома основними елементами. У центрі розташовується осердя з оптично щільнішого скла, її оточує оболонка із скла з меншою оптичною щільністю. Діаметри осердя і оболонки прийнято вимірювати в мікрометрах і вказувати в технічних характеристиках волокна в явному вигляді через знак косої риски таким чином: «діаметр осердя»/ «діаметр оболонки». Відповідно до цього правила 62,5/125 позначає световод з діаметром осердя в 62,5 мкм і з оболонкою діаметром 125 мкм. Всі ОВ поділяються на дві основні групи: багатомодові та одномодові. Для багатомодових $d=50\text{мкм}$, для одномодових $d=8\div 10\text{мкм}$. В обох випадках $D=125\text{мкм}$.

Багатомодові волокна підрозділяються на східчасті і градієнтні. Одномодові ОВ діляться на східчасті, на волокна зі зміщеною дисперсією і на волокна з ненульовою зміщеною дисперсією.

Різні типи ВС відрізняються конструктивно не тільки діаметрами осердя та оболонки, але й профілем показника заломлення осердя. У всіх ОВ, крім східчастих, показник заломлення осердя залежить від радіусу. Такий складний профіль дозволяє поліпшити характеристики або досягти спеціальних характеристик ОВ.

$$n(r) = \begin{cases} n_1 [1 - 2\Delta(r/a)^s]^{1/2} \\ n_2 \end{cases}$$

$$\Delta \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

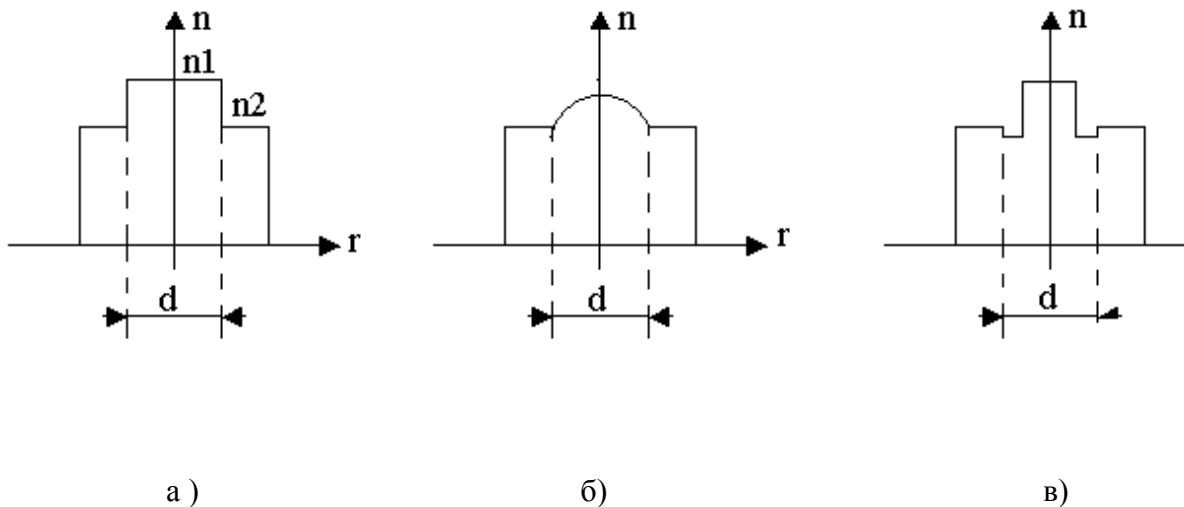


Рис.11

Випромінювання зовнішнього джерела, падаюче на вхідний торець волоконного світловода, збуджує в нім декілька типів хвиль, які називаються модами. У свою чергу, моди діляться на ті, що направляються, витікаючі і випромінювані.

До мод, що направляються, відносяться такі моди, які поширюються уздовж осердя волокна і гарантують передачу інформації (промені 1 на Рис. 10 а). Моди визначаються, що направляються, основним типом електромагнітної хвилі і збуджуються тими променями, які падають на торець волокна під кутом, що не перевищує граничний кут Θ_A , званий апертурним кутом. Основні типи сучасних світлопроводів мають апертурний кут в межах від 11,5 до 17 градусів.

Промені, які падають на торець волокна під кутом, що перевищує Θ_A , досягають кордони розділу серцевина-оболонка і за рахунок заломлення в оболонку втрачають частину енергії, при цьому сильно затухаючи (промінь 2 на Рис. 10а). Ці моди звуться витікаючими.

Нарешті, при падінні променів під кутами, що істотно перевищують Θ_A , частина з них досягає зовнішньої поверхні оболонки і випромінюється в оточуючий простір. Такі моди звуться випромінюваними. Випромінювані моди виникають також в місцях нерегулярностей світловодів. Поява витікаючих і випромінюваних мод наводить до зростання втрат і спотворень передаваної інформації.

Простим типом волоконного світловода є так званий сходчатий світловод. У нього показник заломлення серцевини залишається постійним уздовж його радіусу. У сходчатих багатомодових волокнах траєкторії променів окремих мод мають вигляд зигзагоподібних ліній (Рис.10а.).

Від профілю показника заломлення в значній мірі залежать частотні властивості багатомодових світловодів, тому на практиці часто застосовують відзначені від сходчатих профілі. Так, наприклад, в градієнтному світловоді показник заломлення за рахунок зміни кількості легуючих добавок, головним чином германію, плавно знижується у міру видалення від осі згідно із законом, близькому до квадратичної параболи (Рис. 11а.). У таких волокнах траєкторії поширення більшості променів є плавними кривими. У США для градієнтних световодов найбільш популярні серцевини з діаметром 62,5 мкм, а в Європі і в Росії часто використовуються також волокна з діаметром серцевини 50 мкм.

У одномодових світлопроводах діаметр серцевини (7-10 мкм) порівнюємо з довжиною хвилі і за рахунок цього в ній існує лише одна мода, що направляється ..

. Переваги волоконно-оптичних ліній зв'язку.

1. Завдяки низькому рівню загасання ОВ (0.22-0.25 Дб/км на довжині хвилі 1.55 мкм) можливість досягання довжини регенераційної ділянки (РД) порядку 100 і вище кілометрів.

2. Високий рівень інформаційно-пропускної здатності. За рахунок застосування систем спектрального ущільнення швидкість передачі ВОЛЗ може досягати сотень Гбіт./с по одному ОВ.

3. Абсолютний рівень захищеності сигналу в ОВ від зовнішніх впливів за рахунок того, що передача проводиться в оптичному діапазоні .

4. Неможливість перехоплення інформації, що передається по ОК без руйнування його елементів.

5. Можливість розміщення ОК у грозозахисних тросах ЛЕП та підвішування його на опорах ЛЕП та залізниці. Це досягається за рахунок застосування повністю діелектричних конструкцій ОК.

Параметри ВС.

Числова апертура.

Числова апертура ОВ NA визначається як:

$$NA = n_0 \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Вона пов'язана з максимальним кутом θ_A , в межах якого введено в торець ВС світло поширюється вздовж волокна.

$$NA = \sin \theta_A$$

Нормована частота:

Іншим важливим параметром, що характеризує волокно і світло, яке поширюється по ньому, є нормована частота V , що визначається як:

$$V = \pi d \frac{NA}{\lambda}$$

де d - діаметр серцевини волокна.

Нормована частота визначає режим роботи ВС. Якщо для сідчастого ВС $V < 2.405$, він працює в одномодовому режимі. Як видно з виразу, при фіксованих d та NA змінити режим ВС можна змінити за рахунок зміни довжини хвилі. З ростом V кількість мод починає різко зростати. Для сідчастого волокна

$$N = \frac{V^2}{2};$$

для градієнтного з параболічним профілем

$$N = \frac{V^2}{4}.$$

Загасання ВС

Загасання світла у волокні обумовлюється трьома різними механізмами: розсіюванням, поглинанням та випромінюванням.

Разом їх називають власними втратами. Крім того є ще додаткові втрати, до яких відносяться кабельні втрати. Втрати на поглинання в основному обумовлені домішками у склі. Найбільш важливими є іони металів. Гідроксильний іон ОН також викликає поглинання.

Втрати на розсіювання визначаються наявністю нерегулярності границі розділу між осердям та оболонкою хвилеводу (поверхневе), а також наявністю неоднорідностей в об'ємі матеріалів, що складають хвилевід (об'ємне), об'ємні неоднорідності являють собою локальні варіації показника заломлення. Втрати на розсіювання в об'ємі підпорядковуються закону Релея і пропорційні $1/\lambda^4$.

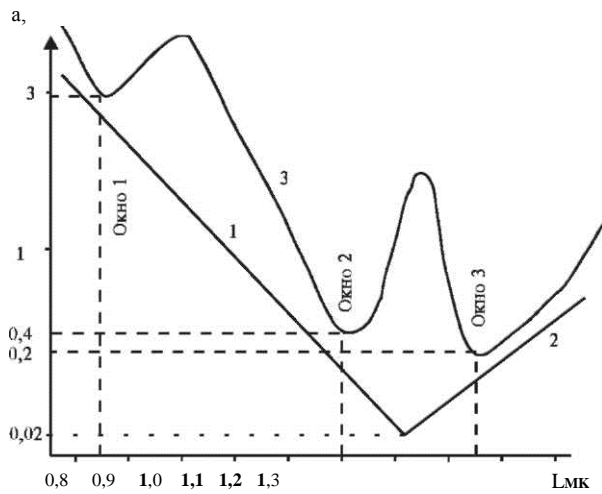


Рис. 12. Залежність загасання кварцового світовода від довжини хвилі

Втрати на випромінювання характеризуються виходом фотонів з ВС у навколишнє середовище. Це явище спостерігається наприклад на згинах ВС та на мікрівгинах.

Кабельні втрати зумовлені скруткою, деформаціями та вигинами волокон при виробництві ОК.

Діаметр модового поля характеризує розподіл поля хвилі в перерізі одномодового ВС. Враховуючи той факт, що поле хвилі існує в деяких межах

і за границею серцевини ВС, діаметр модового поля дещо більше діаметра

осердя. Показник заломлення скла: $n = \frac{c}{v}$, де c - швидкість світла в вакуумі, v - швидкість світла в склі. Показник заломлення скла залежить від довжини хвилі фотону і ця залежність виражається формулою Селлмейера :

$$n = \sqrt{1 + \sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{\lambda^2 - \ell_i^2}},$$

де A_i, ℓ_i - параметри, що залежать від складу скла.

Реальний світловий пучок у ВС складається з фотонів різних, хоч і близьких довжин хвиль. Швидкість поширення згинаючої такої сукупності хвиль називається груповою швидкістю v_g . Для неї вводиться поняття групового показника заломлення:

$$v_g = C/N;$$

$$N = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}.$$

він показує, у скільки разів швидкість світлового сигналу в середовищі менша від величини C у вільному просторі. В середовищі, де $n=f(\lambda) \Rightarrow n=N$

Для

кварца:

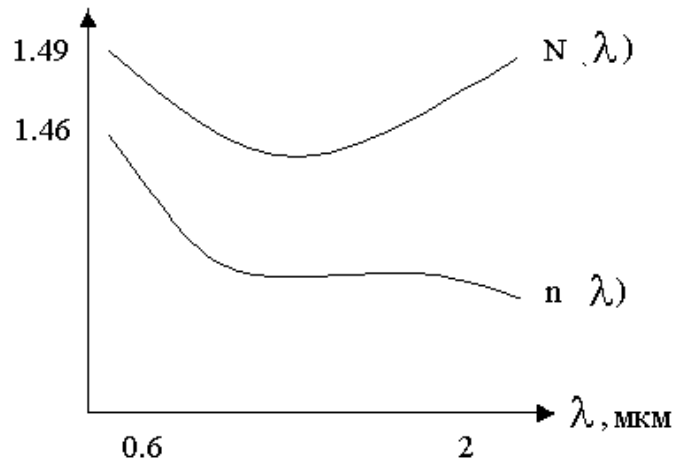


Рис.13

Передача оптичних сигналів по лінії ВОЛЗ.

Дисперсія. Поняття дисперсії. Види дисперсії.

Дисперсія ВС. Дисперсія – це розширення імпульсу в часі в наслідок його проходження вздовж ОВ.

$$\tau = \sqrt{t_{вих}^2 - t_{вх}^2}$$



Розрізняють два основних види дисперсії – міжродову та хроматичну (внутрішньомодову). Дисперсія виникає через кінцеву ширину спектральної лінії а також існування великої кількості мод N . Дисперсія, що виникає через першу причину, називається хроматичною, через другу – міжродовою дисперсією.

Крім того, в окремих випадках, потрібно врахувати і поляризаційну дисперсію.

Дисперсія суттєво зменшує дальність передачі по оптичному кабелю, тому що чим довше лінія, тим більш проявляється дисперсія і тим більше розширення імпульсу

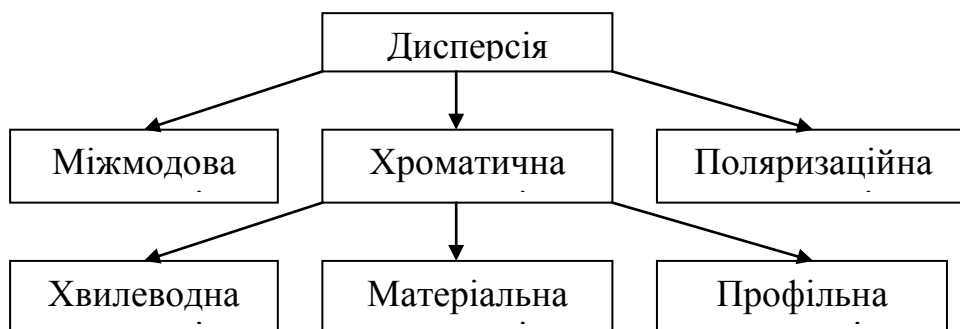


Рис.14 Повна дисперсія у ВС

Повна дисперсія описується наступним виразом:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{між}^2 + \sigma_{хр}^2}$$

, де $\sigma_{між}$, $\sigma_{хр}$ - середньоквадратичне значення розширення імпульсу через міжмодову дисперсію.

$\sigma_{хр}$ - середньоквадратичне значення розширення імпульсу через хроматичну дисперсію

Міжмодова дисперсія виникає через різницю шляхів різних мод у ВС,

Таким чином промені надходять на вхід приймача з різною затримкою. Міжмодова дисперсія має місце навіть при нескінченно малій ширині спектральної смуги джерела випромінювання. Міжмодова дисперсія (коефіцієнт ММД) вимірюється в пс/км. Коефіцієнт хроматичної дисперсії має розмірність пс/(нм·км).

Причина уширення імпульсу внаслідок хроматичної дисперсії в ОВ полягає в кінцевій ширині спектру сигналу. Це означає, що сигнал сформований з фотонів з різною довжиною хвилі λ . За рахунок дисперсії швидкість поширення фотонів залежить від довжини хвилі, і вони надходять на вхід приймача з різною затримкою в часі

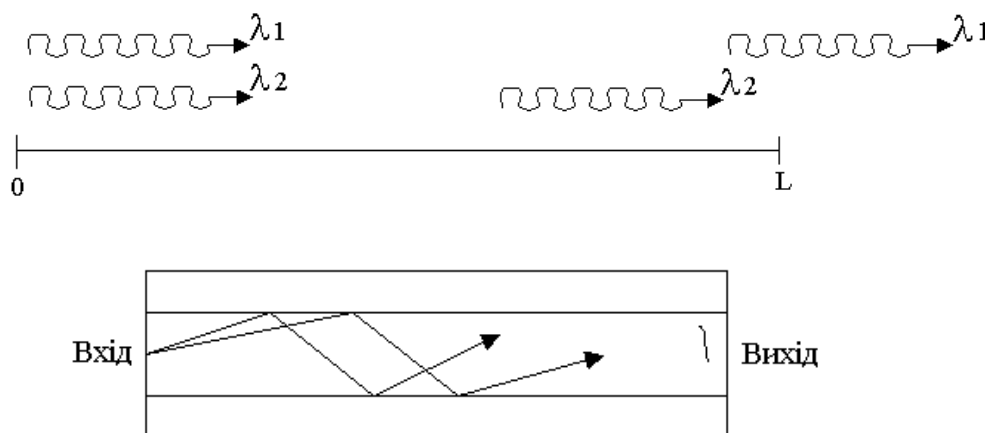


Рис.15 Складова хроматичної дисперсії

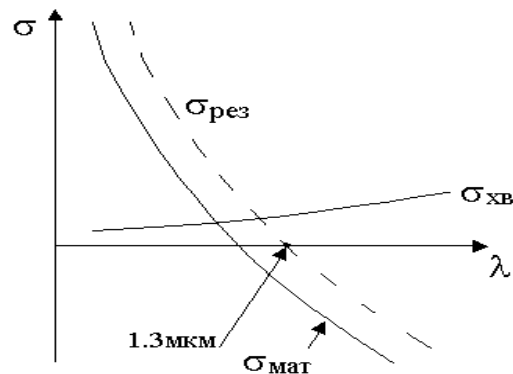


Рис.16

Матеріальна дисперсія обумовлена залежністю показника заломлення від довжини хвилі: $N = \varphi_1(x)$.

Якщо $n = \text{const}$, то $dn/d\lambda = 0$ і $V_g = V = c/n$.

Хвилеводна дисперсія обумовлена залежністю коефіцієнта розповсюдження моди від довжини хвилі: $\gamma = \varphi_2(\lambda)$.

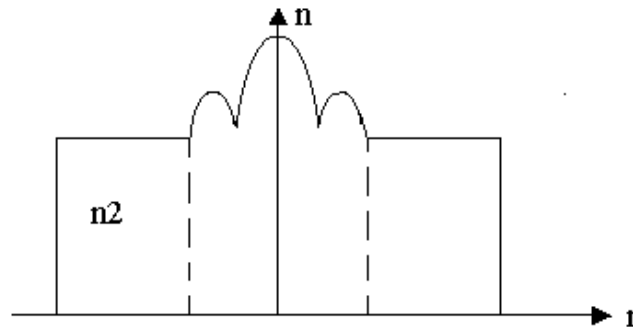
Третя складова хроматичної дисперсії – Профільна дисперсія має досить мале значення і використовується для створення одномодових ОВ з заданими дисперсійними характеристиками за рахунок вибору профілю показника заломлення ОВ.

Для одномодового ОВ $\sigma = |\sigma_{\text{хр}}|$,

в свою чергу $\sigma_{\text{хр}} = \sigma_{\text{мат}} + \sigma_{\text{хв}} + \sigma_{\text{проф}}$.

Враховуючи той факт, що складові хроматичної дисперсії можуть мати різні знаки, їх значення можна вибрати таким чином, що результуюча дисперсія буде дорівнювати нулю в заданій точці діапазону. Для східчастого ОВ ця умова виконується в околі довжини хвилі $\lambda = 1.3 \text{ мкм}$ (Рис.16) (знак дисперсії визначається ходом кривої $V_g(\lambda)$). Звичайно управління дисперсією досягається за рахунок зміни профілю показника заломлення осердя. Враховуючи той факт, що найменше загасання ОК досягається на довжині хвилі $\lambda = 1.55 \text{ мкм}$, бажано досягти

на цій довжині хвилі нульової дисперсії. З цією метою вибирають спеціальний профіль



показника заломлення (Рис17).

Рис.17

Таке ОВ називається волокном зі зміщеною дисперсією.

Дисперсія при фіксованій довжині РД обмежує швидкість передачі в ній, а при фіксованій швидкості передачі обмежує довжину РД. Причина обмеження полягає в тому, що за рахунок розширення один імпульс може бути прийнятий як два окремих.

Щоб врахувати вплив дисперсії на режим передачі ОВ для багатомодових волокон вводять поняття смуги пропускання W [МГц·км]. Фізичний зміст – максимальна частота модуляції сигналу, що передається за довжини лінії 1км. Якщо дисперсія росте з ростом відстані, то смуга пропускання залежить від відстані обернено пропорційно.

Хроматична дисперсія найбільш чітко проявляється в одномодовому ОВ через відсутність міжродової дисперсії.

Максимальна довжина РД, обмежена хроматичною дисперсією дорівнює:

$$L_{pd\max} = \frac{0.25}{\sigma_1 B \cdot 1_{nm}}; \text{ де}$$

σ_1 -хроматична дисперсія 1км ОВ при ширині спектральної лінії джерела випромінювання 1нм, а B -швидкість передачі Віт/с

$$\sigma_1 \left[\frac{nc}{nm \cdot км} \right]$$

При ширині спектральної лінії джерела випромінювання $\Delta\lambda$:

$$L_{pd\max} = \frac{0.25}{\sigma_1 \cdot \Delta\lambda \cdot B}$$

Поляризаційна модова дисперсія (ПМД) виникає в наслідок еліптичності серцевини ОВ.

При цьому виникає дві взаємно перпендикулярні поляризації основної моди, які поширюються з різною швидкістю.

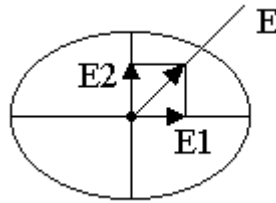


Рис18

Коефіцієнт питомої поляризаційної дисперсії T має розмірність $[\text{пс}/(\text{км})^{1/2}]$

$$\tau_{\text{ПМД}} = T \cdot \sqrt{L},$$

де L -довжина лінії.

Контрольні питання

1. Переваги волоконно-оптичних ліній зв'язку.
2. Принцип дії ВС.
3. Параметри ВС. Числова апертура.
4. Загасання в ВС.
5. Дисперсія. Поняття дисперсії. Види дисперсії.

4 ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПО ЕЛЕКТРИЧНИМ ТА ОПТИЧНИМ ТРАКТАМ СКС

Сигнал ТЧ представимо у вигляді регулярної послідовності прямокутних імпульсів з одиничною амплітудою і скважністю 2. Швидкість передачі цифрової інформації по одній крученої парі в одному напрямі може удвічі перевищувати тактову частоту. Це неімовірно на перший погляд положення виходить з того факту, що два перепади імпульсу цифрового сигналу (або відліку, по термінології теореми Найквіста¹⁰), необхідні для повного відновлення його форми, присутньо на половині тривалості тактового інтервалу. При цьому друга половина використовується просто як захисний інтервал і служить для відділення одного імпульсу від іншого. Таким чином, теоретично для відновлення сигналу на приймальній стороні верхня гранична частота каналу зв'язку повинна складати не менше половини швидкості модуляції цифрового сигналу.

. Таблиця 19. Загальні властивості різних методів забезпечення тактової синхронізації

Метод	Старт-стопний	По выделенному каналу	Предопределенные синхρο-последовательности	Самосинхронизации
Вид	Асинхронный	Синхронный	Синхронный	Синхронный
Эффективность использования полосы пропускания канала связи	Низкая	Низкая (требует выделенного канала)	Высокая	Средняя
Сложность схемотехнических решений	Низкая	Низкая	Высокая	Средняя — низкая*
Скорость вхождения в синхронизм	Высокая	Высокая	Средняя	Высокая — средняя*

. Засоби забезпечення тактової синхронізації в цифровій мережевій апаратурі (або тактовій синхронізації). Вона необхідна для вірного визначення приймачем моменту часу, в який він повинен проводити стробування вхідного сигналу і декодування отриманої інформації. Залежно від принципу реалізації розрізняють асинхронну і синхронну тактову синхронізацію, яка може бути реалізована різними методами. Загальні властивості цих методів систематизовані в таблиці. 19.

. Один з можливих і найчастіше вживаних на практиці алгоритмів виконання асинхронної тактової синхронізації реалізується таким чином. Безпосередньо перед початком передачі даних в канал зв'язку передається одиночний стартовий імпульс. Після здобуття цього імпульсу приймач починає процес прийому і декодування під управлінням свого внутрішнього тактового генератора. Із-за різниці частот задаючих генераторів приймача і передатчика дана процедура протікає за відносно невеликий проміжок часу і супроводиться обробкою певної кількості посилок цифрового сигналу. Останнім в передаваному в канал зв'язку імпульсній послідовності завжди проходить стоптовий імпульс, при здобутті якого приймач прекращає процес декодування. Чергова послідовність даних може бути передана після паузи більшої або меншої тривалості (захисного інтервалу) і також повинна супроводитися стартовим і стоптовим сигналами.

. Раніше такий метод передачі широко використовувався також в низькошвидкісній телеграфії, де був відомий під назвою старт-стопного методу. В групу синхронних методів тактової синхронізації входять:

- 1) синхронізація по окремому каналу ;
- 2) передбачені синхропослідовності;
- 3) самосинхронізація.

Синхронізація по виділеному каналу полягає у використанні передатчиком і приймачем одного невеликої протяжності, наприклад в різних варіантах синхронного інтерфейсу RS-232. Проте для більшості високошвидкісних систем зв'язку, що працюють по каналах СКС, використання для синхронізації сусідних кручених пар або оптичних волокон виявляється економічно невігідним. Крім того, на довгих лініях можуть виникнути додаткові технічні труднощі, пов'язані з ненульовою різницею затримок проходження кабельного тракту інформаційним і синхронізуючим сигналами (skew).

Зумовлені синхропослідовності (синхрокомбінації) періодично вставляються в сигнал на передавальному кінці між послідовними даними. Прилад для виділення тактової частоти приймача налаштований на прийом такої синхропослідовності і використовує результат її обробки для постійної підстройки свого внутрішнього тактового генератора. Цей метод надзвичайно ефективний в сенсі використання смуги пропускання каналу зв'язку, проте вимагає досить складних схем виділення синхрокомбінації з непреривного потоку даних з їх подальшою обробкою і не забезпечує високої швидкості входження в синхронізм, дуже важливої для більшості типів мережевої апаратури ЛВС. Він широко застосовується в цифрових системах телефонного зв'язку.

. Основна ідея його реалізації має сенс в тому, аби надати такому вигляду найлінійнішому сигналу, який дозволяє приймачу постійно підстроювати частоту свого тактового генератора на частоту сигналу, компенсуючи тим самим взаємний дрейф частот синхросигналів. Для цього алгоритм формування лінійного коду вибирається так, щоб сигнал в лінії мав досить регулярні зміни стану між логічними 0 і 1. Дані переходи є тією дією, що управляє, яке здійснює підстроювання частоти тактового генератора приймача. Знайшовши широке поширення в ЛВС коди, що реалізують даний принцип, називаються такими, як самосинхронізуючими. На відміну від старт-стопного механізму такий засіб забезпечення синхронізації не вимагає наявності захисного інтервалу між окремими блоками даних, що дозволяє ефективніше використовувати пропускну спроможність каналу зв'язку. Від засобу, зумовленому як синхропослідованому, даний засіб вигідно відрізняється високою швидкістю входження в синхронізм приймача і передавача..

Для кодування сигналу в мережах як електричних так і оптичних користуються спеціально розробленими цифровими кодами

Коди низькошвидкісних електричних систем.

На Рис. 19 показані приклади деяких типів лінійних сигналів при кодуванні кодами різних видів вихідного цифрового повідомлення довжиною 1 байт (11001010 в двійковому коді).

. Коди без повернення до нуля

Код без повернення до нуля по рівню (Рис 19а.). Код NRZ, заснований на послідовній без яких-небудь попередніх перетворень передачі окремих битів вихідного

повідомлення в канал зв'язку, є прикладом простої реалізації модуляції рівнем сигналу. Його основна перевага — простота реалізації і мінімальна потреба в ширині смуги пропускання каналу. Головним недоліком NRZ-кодирования вважається складність синхронізації. Це обумовлено тим, що на довгих послідовностях наступних підряд один за одним нулів і одиниць підстроювання тактових генераторів приймача неможливе.

Код NRZ зазвичай використовується в цифрових мікросхемах мережевого устаткування. Синхронізація цих пристроїв забезпечується підключенням до загальної шини синхронізації мережевого інтерфейсу. У каналах зв'язку код NRZ зазвичай застосовується там, де організація виділених ліній синхронізації не викликає проблем, наприклад для реалізації інтерфейсів V.24 (RS-232). Відзначимо, що код NRZ має постійну складову, тобто для його передачі лінія зв'язку повинна пропускати сигнали з нульовою частотою. Однією з умов реалізації балансної передачі по витих парах є вживання в приймачах мережевого устаткування разв'язуючих трансформаторів, що погоджують, передача постійної складової сигналу через яких неможлива. Для усунення цього недоліку в симетричних кабелях використовується модифікація коду NRZ, що отримала назву полярного коду без повернення до нуля (PNRZ — Polar Non Return to Zero). У ній логічна 1 кодується негативною напругою, а логічний 0 позитивним. Проте і в цьому випадку із-за неможливості передачі постійної складової сигнал в коді PNRZ на довгих послідовностях нулів і одиниць прагне до нуля, тобто відчуває сильні спотворення і вірно передаватися не буде.

Рис19

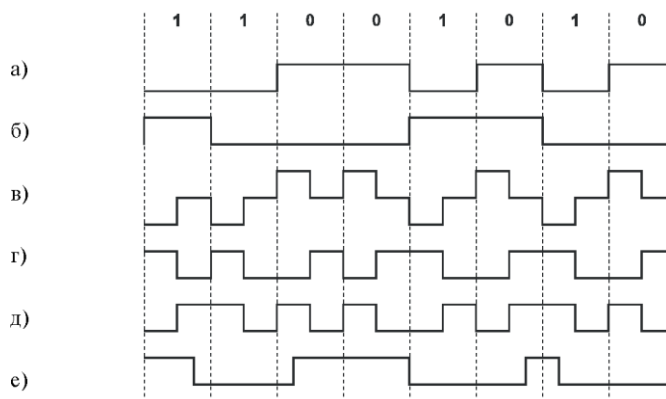


Рис. 32. Цифровые коды:

- а) без возврата к нулю по уровню (NRZ);
 б) без возврата к нулю с инверсией на единицах (NRZI); в) с возвратом к нулю (RZ);
 г) манчестерский; д) дифференциальный манчестерский; е) блочный код 4B5B + NRZI

Код без повернення до нуля з інверсією на одиницях — NRZ-I (Non Return to Zero, Invert on ones), Рис 336. Код NRZ-I є простою реалізацією принципу кодирования зміною рівня сигналу або диференціального кодування. Сигнал на рівня сигналу на початку інтервалу відповідно. Вживання диференціальних код дає певні переваги при організації каналу зв'язку в складній помехової обстановці. У цій ситуації визначення зміни рівня сигналу виявляється надійнішим, ніж порівняння його абсолютного рівня з пороговим значенням, що виконується компаратором.

З описаного вище алгоритму формування лінійною кодовою послідовальності виразно слідує, що використання коду NRZ-I найбільш ефективно в тих випадках,

коли вірогідність P появи одного логічного символу в такій послідовності істотно перевищує вірогідність появи другого, наприклад $P(1) \gg P(0)$. У даному випадку втрата синхронізації може статися лише на довгих послідовностях нулів. Для виправлення цього недоліку використовується так зване скремблювання, засноване на перериванні таких послідовностей надлишковою логічною одиницею.

. Коди з поверненням до нуля

Код з поверненням до нуля — RZ (Return to Zero), Рис.19в. Код RZ використовує імпульси різної полярності для вистави логічних 0 і 1 з поверненням до середнього рівня в середині тактового інтервалу. Цей код відноситься до класу тих, що самосінхронізуються, оскільки забезпечує гарантовану зміну рівня сигналу на кожному тактовому інтервалі. Іншою його перевагою є відсутність постійної складової сигналу, що робить можливим його застосування в системах зв'язку з балансною передачею. Проте при передачі кожного біта сигнал двічі міняє свій рівень, що наводить до подвоєння тактової частоти і, відповідно, подвоєння необхідної ширини смуги частот каналу в порівнянні з NRZ-кодом. Вживання RZ-кодів вимагає формування і обробки трирівневих сигналів, що декілька ускладнює схему технічні вирішення приймачів електричних систем і по розглянутих далі причинах практично не дозволяє застосовувати його в техніці оптичного зв'язку.

Манчестерський (Manchester) код (Рис. 19г). Цей код, що самосінхронізується, без постійної складової формує сигнал лише з двома рівнями і визначає значення біта напрямом зміни рівня сигналу на середині тактового інтервалу. Логічний 0 кодується зміною рівня сигналу від низького до високого, а логічна 1 — від високого до низького (тобто на тактовому інтервалі T завжди присутній імпульс тривалістю $T/2$, причому при передачі 0 він знаходиться в першій половині цього інтервалу, а при передачі 1 — в другій). При переході від нуля до одиниці або назад зміни рівня не відбувається. Відсутність зміни рівня сигналу в середині тактового інтервалу використовується як ознака спрацьовування вирішального пристрою декодера в декотрих типах приймачів. Код даного вигляду за рахунок наявності гарантованого перепаду в середині тактового інтервалу істотно спрощує схему синхронізації приймача, і його сигнал не має постійної складової. Проте його вживання також доводить до подвоєння тактової частоти відносно NRZ-кодів, їх різновидах інтерфейсів мережі Ethernet із швидкістю передачі даних 10 Мбіт/с (10Base-5, 10Base-2, 10Base-T і FOIRL). Для них тактова частота лінійного сигналу складає 20 МГц. Як було показано вище, для відновлення сигналу на приймальній стороні верхня гранична частота каналу зв'язку повинна мати не менше половини тактової частоти цифрового лінійного сигналу. Канали зв'язку категорії 3, на яких працює мережа Ethernet 10Base-T, мають верхню граничну частоту 16 МГц, що в 1,6 разу перевищує теоретичний мінімум. Всі частотні складові понад 16 МГц розглядаються як навади і пригнічуються низькочастотним фільтром на вході приймача.

Диференціальний манчестерський (Differential Manchester) код (Рис. 32д), як це витікає з його назви, є різновидом манчестерського коду. Середіну тактового інтервалу лінійного сигналу він використовує лише для синхронізації, і на ній завжди відбувається зміна рівня сигналу. Логічні 0 і 1 передаються наявністю або відсутністю зміни рівня сигналу на початку тактового інтервалу, відповідно. Даний код має ті ж самі переваги і недоліки, що і манчестерський. Прикладом системи передачі даних з диференціальним манчестерським кодуванням є мережа Token Ring 4 і 16 Мбіт/с. 16-мегабітний варіант цієї

мережі працює по каналах зв'язку на основі кручених пар категорії 4 з верхньою граничною частотою 20 МГц

. Особливості лінійних кодів для оптичних каналів зв'язку.

При виборі код для передачі інформації по оптичних каналах зв'язку необхідно враховувати наступні особливості цього середовища передачі і елементної бази оптичних приймачів:

- лінійний сигнал може набувати лише нульового або позитивного значення («негативне» світло не існує), тобто в лінії буде завжди присутня постійна складова;
- лінії оптичного зв'язку використовуються для передачі високошвидкісних сигналів на великі відстані, тобто вимоги мінімального розширення смуги частот вихідного повідомлення мають важливіше значення в порівнянні з електричними системами;
- особливості елементної бази, використовуваної для побудови оптичних каналів зв'язку,- зокрема помітна тимчасова і температурна нестабільність потужності вихідного сигналу оптичних випромінювачів (особливо напівпровідникового лазера), не дозволяють широко застосовувати багатовимірні схеми кодування;
- сучасні напівпровідникові випромінювачі не можуть генерувати чисто монохроматичне випромінювання. Через це в переважній більшості ліній оптичного зв'язку використовується модуляція інтенсивності (потужності) випромінювання і вживання дискретної фазової і частотної модуляції випромінювання є неможливим;
- значно вища вартість світлопровода в порівнянні з крученою парой (приблизно 30 центів волокна 62,5/125 проти 6 центів крученої пари категорії 5 робить економічно недоцільним використання широко вживаного в електричних системах принципу распаралелювання інформаційних потоків і їх передачу по окремих підканалах з меншою швидкістю;
 - оптична мережева апаратура із-за наявності так званого квантового шуму володіє суттєво меншим енергетичним потенціалом .

Контрольні питання

1. Передача цифрової інформації по електричним та оптичним трактам
2. Засоби забезпечення тактової синхронізації в цифровій мережевій апаратурі.
3. Коди без повернення до нуля.
4. Код з поверненням до нуля — RZ.
5. Манчестерський код.
6. Особливості лінійних кодів для оптичних каналів зв'язку.

5. КАБЕЛІ, ЩО ВИКОНАНІ НА КРУЧЕНІЙ ПАРІ.

Кабелі на основі кручених пар з мідними провідниками широко застосовуються в СКС для передачі електричних сигналів. Що будь-який розглядається далі в цій главі кабель містить одну або декілька скручених з різними кроками кручених пар дротів і по класифікації, що діє, відноситься до симметричних.

. Окрім кручених пар кабель може мати декілька додаткових захисних, екрануючих і технологічних елементів, які утворюють осердя. Кожен провід забезпечується ізоляцією з суцільного або вспененого діелектрика. Використання останнього декілька знижує питому масу кабелю і значно покращує його частотні властивості, проте наводить до по дорожчання готового виробу. На осердя накладається захисна оболонка у вигляді шланга, що більшою чи меншою мірою оберігає кручені пари від зовнішніх дій і береже структуру осердя під час прокладки і експлуатації. Наявність загальної зовнішньої захисної оболонки осердя є підставою для віднесення даної конструкції до класу кабелів. Всі інші електротехнічні вироби, також призначені для передачі електричних інформаційних сигналів, надалі вважаються дротами. Залежно від основної області вживання і, відповідно, конструкції, кабельні вироби для СКС на основі кручених пар підрозділяються на чотири основні види:

- горизонтальний кабель;
- магістральний кабель;
- кабель для шнурів;
- дріт для перемичок.

Кабелі СКС повинні відповідати вимогам пожежної безпеки. Детальніше аспекти пожежної безпеки розглянуті далі. На основі кабелів даного класу можуть бути реалізовані всі три підсистеми СКС, хоча на зовнішніх магістралях їх вживання для високошвидкісних додатків класу Б затрудняється, зважаючи на досить жорсткі фізичні обмеження на максимальну довжину сегменту. Внаслідок цього більшість електричних кабелів призначені для вживання у середині будівлі. Є також обмежена номенклатура кабелів на основі кручених пар, які можуть прокладатися між будівлями..

. Горизонтальний кабель

. Різновиди горизонтальних кабелів

AN-кабель, призначений для використання в горизонтальній підсистемі на ділянці від комутаційного устаткування в кросовій поверху до інформаційних розеток робочих місць. Свою назву даний вигляд кабелю отримав через те, що в більшості випадків укладається на трасі прокладки в горизонтальному положенні з мінімальною кількістю вертикальних ділянок. Основна маса даних конструкцій має хвилевий опір 100 Ом, у Франції досить популярні кабелі з опором 120 Ом. Що діють редакції стандартів допускають вживання також кабелів з хвилевим опором $ZB = 150$ Ом. Цей вигляд кабельних виробів має велике розповсюдження в США, в Європі його доля на тлі останніх видів кабелю виявляється істотно менше. У нашій країні із-за слабкої популярності апаратури Token Ring цей вигляд кабелів зустрічається дуже рідко.

Чотирипарні кабелі. На професійному сленгу фахівців з СКС спарені кабелі досить частий називають shotgun — дробовик, двостволка — із-за зовнішньої схожості його кінцевої частини із стволом мисливської рушниці. Цікаво відзначити, що цей термін починає проникати навіть в офіційні каталоги деяких фірм — виробників кабельної продукції. Такі вироби інколи називаються зипкордом (по аналогії з електричним дротом), або сіамським кабелем. Рідше використовується найменування кабелів UTP Figure 8 (ізраїльська компанія Svalim). У другому варіанті (тип 2x1061C фірми Lucent Technologies і Uninet 1002 2x4P швейцарської компанії Datwyler) два звичайних

горизонтальних кабелю об'єднані в інтегральну конструкцію загальною зовнішньою оболочкою. При цьому для забезпечення можливості однозначної ідентифікації зовнішні шланги окремих елементів мають різне забарвлення. Більшість конструкцій спарених кабелів містять однакові по своїх електричних характеристиках елементи категорії 5, компанія AMP випускає кабелі, в яких елемент має характеристики категорії 5, тоді як другий — категорії 3 або 4. По своїх електричних і механічних характеристиках спарені не відрізняються від звичайних, проте їх вживання дозволяє декілька понизити загальну вартість робіт по реалізації горизонтальної підсистеми СКС за рахунок того, що за один цикл виконується протягання до розетки відразу двох кабельних елементів замість одного, такі вироби інколи зветься зипкордом (по аналогії з електричним дротом), або сіамським кабелем. Uninet 1002 2x4P швейцарської компанії Datwyler) два звичайних горизонтальних кабелю об'єднані в інтегральну конструкцію загальною зовнішньою оболочкою. При цьому для забезпечення можливості однозначної ідентифікації зовнішні шланги окремих елементів мають різне забарвлення. Більшість конструкцій спарених кабелів містять однакові по своїм електричним характеристикам елементи категорії 5, компанія AMP випускає кабелі, в яких один елемент має характеристики категорії 5, тоді як другий категорії 3 або 4.

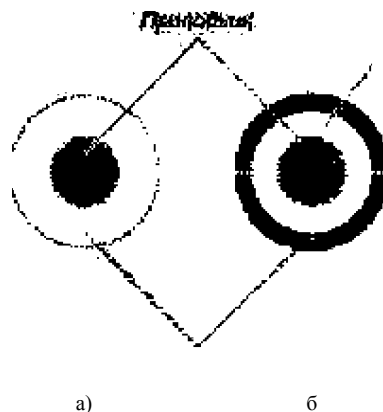


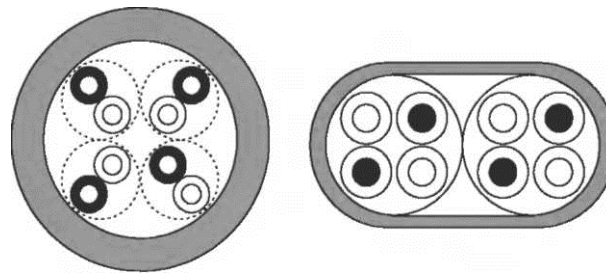
Рис.20. Види ізоляційних покривів проводів крученої пари

По своїм електричним і механічним характеристиках спаренні кабелі не відрізняються від звичайних, проте їх вживання дозволяє декілька понизити загальну вартість робіт по реалізації горизонтальною підсистеми СКС за рахунок того, що за один цикл виконується протягання до розетки відразу двох кабельних елементів замість одного.

По видах скручування проводників горизонтального кабелю розрізняють парну і четвіркову. Відмітимо, що при реалізації четвіркового скручування проводники однієї пари завжди розташовуються один напроти одного. Четвіркове скручування в принципі дозволяє добитися менших габаритів кабелю, більшої стабільності його конструкції і кращих електричних характеристик, проте кабель з четвірковим скручуванням складніший у виробництві і обробленні і тому досить мало поширений в техніку СКС. Так, наприклад, в Європі відносно велику популярність конструкції з таким скручуванням отримали лише у Франції. Для зменшення взаємного впливу пар один на одного в кабелях з парним скручуванням використовують різні і некратні кроки скручування провідників. Вибір конкретного значення кроку скручування визначається особливостями технологічного устаткування підприємства-виготівника і на практиці відрізняється великою різноманітністю. У кабелях з четвірковим скручуванням пари четвірки прилегають один до одного суттєво щільніше, проте вони електрично розв'язані один від одного за рахунок того, що їх площини в будь-якому місці орієнтовані перпендикулярно один одному.

Як матеріал ізоляції провідників в кабелях категорії 3 зазвичай використовують полівінілхлорид, в кабелях категорії 5 і вище широко використовують інші матеріали з покращеними електричними характеристиками, наприклад поліетилен і поліпропілен.

Застосовуються як суцільні (Рис. 20а), так і спінені матеріали, причому останні за рахунок значно менших діелектричних втрат дозволяють отримати декілька кращі електричні характеристики, проте є дорожчими і застосовуються більшим чином в кабелях з верхньою граничною частотою понад 100 МГц. Товщина ізоляційного покриття складає близько 0,2 мм.



а) б)
Рис. 21. Види скруток витих пар: а) парна; б) четверічна

Коефіцієнт пористості, відмічений як відношення об'єму повітряних включень до загального об'єму зразка, в пористого матеріала зазвичай вибирається рівним не більше 0,5. Інакше ізоляційний покриття виходить недостатньо міцним і при прокладці кабелів з невеликим радіусом вигину відразу або з часом продавлюється проводниками, що супроводиться короткому замиканню. Ізоляція зі вспененого матеріалу, як правило, додається верхнім шаром із звичайного (так звана foam skin-конструкція). Окрім менших діелектричних втрат вспенений матеріал в принципі дозволяє отримати меншу величину діелектричної постійною ϵ , що знижує ємність виті пари і додатково покращує її частотні властивості.

а) . Зовнішні оболонки

Для виготовлення зовнішньої оболонки разом із звичайним полівінілхлоридом досить часто застосовується матеріал типа компаунда, який не містить галогенів і не підтримує горіння, а також так звані малодимні полімери. Повному витисненню полівінілхлориду з матеріалів оболонки перешкоджає той факт, що перехід на оболонку з негорючих матеріалів негайно збільшує ціну готового продукту приблизно на 20-30%, а не що містять галогенів компаунди володіють низькою огнестійкістю. Помаранчеве забарвлення зазвичай вказує на те, що оболонка виготовлена з негорючого матеріалу і кабель може бути використан для прокладки в так званих Plenum-полостях. Возможность замовлення оболонок різних кольорів може виявитися корисною в процесі створення СКС, оскільки дозволяє відрізнити один від другого кабелі різних функціональних секцій, різних розеток і категорій. Колірна гамма може мінятися в досить широких межах навіть на невеликих партіях, оскільки це досягається додаванням фарбника до вихідних матеріалів перед процесом екструзії оболонки. При випуску крупних партій кабелю для мінімізації собівартості готової продукції замовляється вихідна сировина певного кольору. При покритті поліетиленовою оболонкою, оскільки цей матеріал володіє істотно більш високою вологостійкістю в цьому з міркувань збереження єдності технологічного процесу зовнішня поліетиленова оболонка наноситься на звичайну другим шаром

. Екранування горизонтальних кабелів.

Крім кабельних виробів, тобто окрім кабелів без екранів серед екранованих конструкцій слід виділити кабелі із загальним зовнішнім екраном, з екранами для кожної пари і з одночасним екрануванням окремих пар і сердечника в цілому. Екранування застосовують

в першу чергу для підвищення переходного загасання на ближньому і далекому кінцях, зниження рівня ЕМІ і для підвищення захищеності. Деякі типи екранів додають кабелю додаткову механічну міцність. Зовнішній вигляд різних варіантів кабелів представлені на Рис. 22; на Рис.23 представлені їх поперечні перетини.



. Рис.22. Конструкції горизонтальних кабелів

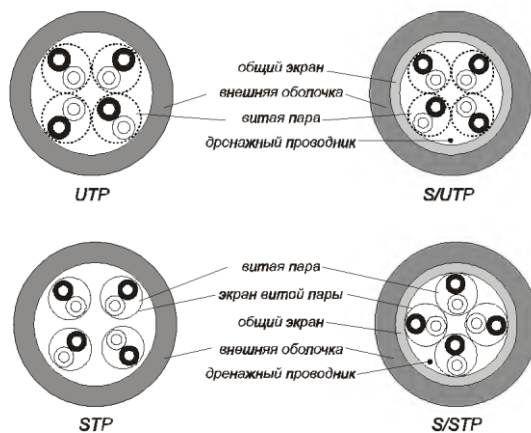


Рис. 40. Структура сердечников и оболочек кабелей различных видов

Рис.23.Структура осердь та оболонок кабелей різних видів

Краї фольги екрану можуть укладатися один на одного з нахльостуванням або з'єднуватися продольним швом типу кривлі. Екрани виготовляються з такої ж плівки або ж виконуються у вигляді обплетення з оцинкованої мідною проволочки. Плівкові екрани зазвичай виконуються одиночними. Компанія Alcatel використала в своєму виробі GIGATEK подвійний плівковий екран, причому при вживанні двошарових екранів використання дренажного провідника становитися зайвим..

. Виробники в своїх каталогах і технічній документації часто використовують власну систему позначень. Крім того, серед виробників кабельної продукції для побудови СКС досить поширене явне указание типів екранів як в повному, так і в скороченому найменуванні кабелів, особливо горизонтальних .

Порівняльна характеристика деяких механічних і експлуатаційних параметрів основних варіантів конструкції чотирипарних горизонтальних кабелів приведена в таблицю

. Електричні характеристики

Електричні характеристики горизонтальних кабелів категорій 3, 4 і 5 на довжині 100 м при 20°C приведені в таблиці. 25. . Часто кабелі поставляються в заводській упаковці (у коробках або на котушках) відрізками по 1000 футів (305 м). Для забезпечення можливості оперативного вхідного контролю таких поставок в цій же таблиці приведені граничні значення загасання для сегментів завдовжки 305 м (по TIA/EIA TSB-36). Якщо тестування провадиться при температурі вище 20°C, то для кабелів категорій 4 і 5 значення в таблиці. 25 мають бути збільшені на 0,4% на

кожен градус перевищення, а для кабелів категорії 3 — на 1,5%. Допустими NEXT для будь-якої комбінації кручених пар горизонтальних приведені для кабелів категорій 3, 4 і 5. (Табл.26) Із-за нехтує малій залежності NEXT досить довгих отрезков кабелю від довжини для перевірки NEXT сегментів кабелю довжиною по 305 м можна користуватися тими ж самими значеннями.. Якщо при цьому забезпечується потрібне значення ACR, то такий кабель може бути сертифікований на категорію 5.

Значення для горизонтальних кабелів категорій 3, 4 і 5 структурних поворотних потерь SRL, що виникають за рахунок відбиття від неоднорідностей, приведені в таблиці. 27. Частота f у формулах має розмірність МГц.

Таблиця 25 Максимально допустиме загасання для горизонтального кабеля кат.3,4 при 20 град.С

Частота, МГц	Затухание, дБ,					
	кат.3		кат.4		кат.5	
	100м	305м	100м	305м	100м	305м
0,772	2,2	6,8	1,9	5,7	1,8	5,5
1,00	2,6	7,8	2,2	6,5	2,0	6,3
4,00	5,6	17	4,3	13	4,1	13
10,00	9,7	30	6,9	22	6,5	20
16,00	13,1	40	8,9	27	8,2	25
20,00	-	-	10,0	31	9,3	28
31,25	-	-	-	-	11,7	36
62,50	-	-	-	-	17,0	52
100,00	-	-	-	-	22,0	67

Таблиця 26 Мінімальні значення NEXT для горизонтального кабеля кат 3,4,5

Частота, МГц	NEXT, дБ		
	кат.3	кат.4	кат.5
0,772	43	58	64
1,00	41	56	62
4,00	32	47	53
10,00	26	41	47
16,00	23	38	44
20,00	-	36	42
31,25	-	-	40
62,50	-	-	35
100,00	-	-	32

Вимоги стандартів до останніх електричних характеристик горизонтальних кабелів з витих пар представлені в таблиці. 27. Вони однакові для виробів категорій 3, 4 і 5

Таблиця 27. Мінімальні значення параметра SRL для горизонтального кабеля.

Частота, МГц	SRL, дБ		
	кат.3	кат.4	кат.5
1-10	12	21	23
10-16	$12-10\lg(f/10)$	$21-10\lg(f/10)$	23
16-20	-	$21-10\lg(f/10)$	23
20-100	-	-	$23-10\lg(f/20)$

Зовнішній діаметр кабелю є важливим величиною при розрахунку ємності кабельних каналів, заставних і вертикальних стояків. Крім того, він має прямий зв'язок з мінімально допустимим радіусом вигину. За інших рівних умов тонші зв'язок з мінімально допустимим радіусом вигину. Мінімальний радіус вигину визначає вимоги до умов прокладки.

Виробники в технічних умовах на кабелі наводять два параметри: мінімально допустимий радіус вигину під час прокладки і після неї. Ограничення на мінімальний радіус вигину під час прокладки викликано тим, що цей процес зазвичай пов'язаний з простяганням кабелю за один з кінців. За наявності зусилля розтягування на малому радіусі повороту кабель може бути пошкоджений або навіть лопнути. (Табл.29)

Таблиця 29.

Зовнішній діаметр кабелю	<6,35 мм
Температурний діапазон без погіршення механічних властивостей	монтаж: 0...+50°C експлуатація: -20...+60°C
Мінімальний радіус вигину • прокладка; • експлуатація;	< 8 зовнішніх діаметрів < 4 зовнішніх діаметрів
Допустиме зусилля на розтягування під час монтажу	<400Н

Магістральний кабель

. Конструктивні особливості

Магістральний кабель призначений для використання головним чином в магистральних підсистемах СКС для зв'язку між собою приміщень кросових. У підсистемі зовнішніх магистралей зазвичай велика частина маршруту прокладається горизонтально, в підсистемі внутрішніх магистралей — вертикально. В малому об'ємі кабелі даного різновиду застосовуються також в горизонтальній підсистемі, де вони сполучають кросову з точкою переходу, консолідаційною точкою або 12-портовою розеткою.

Підставою для віднесення кабелю до групи магистральних є належність у нього більше чотирьох кручених пар. В тому випадку, якщо всі вони розміщуються під загальну оболонку,

кабель зветься багатопарним. Окрім багатопарних деякі фірми пропонують так звані багатоелементні (Multi Unit) кабелі. Вони відрізняються тим, що кабельне осердя утворюють не окремі кручені пари, а двух- або чотирипарні елементи, аналогічні по конструкції горизонтальному кабелю і забезпечені індивідуальною захисною оболонкою.

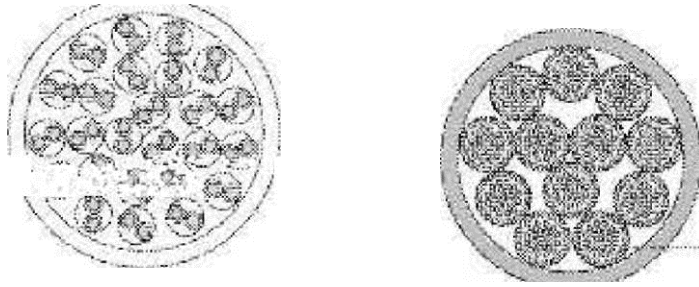


Рис. 24. Многопарні магістральні кабелі:
а) 25-парний кабель категорії 5,
б) 300-парний кабель категорії 3

Конструкція багатопарного кабелю залежить від його ємності. При числі пар до 25 яких-небудь додаткових елементів у складі кабельного осердя не передбачається. В разі ємності понад 25 пар пари розбиваються на пучки по 25 пар в кожному, сукупність яких утворює кабельне осердя (Рис. 24). Провода одного пучка скріплюються поліетиленовими стрічками. Для збільшення міцності і стійкості до різних механічних дій як основа осердя багатоелементного кабелю може застосовуватися центральний склопластиковий пруток. Зовні осердя захищається загальною діелектричною оболонкою. Окрім неекраниваних магістральних кабелів в обмеженому об'ємі виробляються S/UTP -конструкції, в яких під зовнішньою електричною оболонкою знаходиться екран.

З метою зниження коефіцієнта загасання провідники виготовляються з монолітної мідного дроту. Аналогічно горизонтальним кабелям вони розрізняються по категоріях від 3 до 5, причому магістральні конструкції категорії 4 зустрічаються на практиці дуже рідко. У таблиці 30 приведені типові ємності магістральних многопарних кабелів в парах залежно від категорії. В деяких випадках застосовуються вироби з ємністю, відмінною від вказаної в таблиці.

Таблиця 30

Категорія кабелю	Кількість пар
3	25, 50, 75, 100, 200, 300, 600, 900, 1800
5	25, 50, 100

Багатоелементні кабелі в загальному випадку відрізняються від багатопарних аналогів меншою ємністю. Так, наприклад, відомі конструкції, які містять до 24 двохпарних і до 16 чотирипарних елементів

Багатоелементні кабелі в загальному випадку відрізняються від багатопарних аналогів меншою ємністю. Так, наприклад, відомі конструкції, які містять до 24 двохпарних і до 16 чотирипарних елементів.

Магістральні кабелі підрозділяються на кабелі внутрішньої і зовнішньої прокладки. Основною відмінністю кабелю зовнішньої прокладки є вживання спеціальних заходів і конструктивних рішень по захисту кабельного осердя від попадання в нього вологи. Найчастіше ця проблема вирішується використанням зовнішньої поліетиленової оболонки. Деякі типи телефонних кабелів мають заповнення гелю внутрішніх порожнеч

осердя. Додатковий захист кабельного сердечника від попадання вологи і механічних дій виконується бронею з алюмінієвої або сталевий гофрованою стрічки.

. Електричні характеристики

В цілому вимоги до електричних характеристик магістральних кабелів відповідають вимогам до електричних характеристик горизонтальних кабелей. Необхідно лише мати на увазі, що потужність наведень від сусідніх пар на ближньому кінці в багатопарному оточенні може бути вище, тому що подібні наведення підсумовуються. Цим пояснюється відносно більша в порівнянні з горизонтальними кабелями питома вага конструкцій, характеристики перехідного загасання яких спочатку сертифікувалися по критерію сумарної потужності (Power Sum).

З природи виникнення перехідних перешкод виходить, що найбільший вклад в рівень наведень на ближньому кінці вносять пари, що знаходяться в самій крайній близькості від ланцюга, схильного до впливу. Пари, що знаходяться в інших в'язках, практично не можуть змінити загальний рівень наведень. Тому, якщо магістральний багатопарний кабель обслуговує декілька прикладень, рекомендується розносити їх сигнали по різних в'язках. При використуванні для організації магістральних трактів багатоеlementних конструкцій разнос застосувань відбувається автоматично.

. Механічні характеристики

Вимоги стандартів до механічних характеристик магістрального кабелю приведені в таблицю. 31. Перші два параметри визначають геометричні розміри проводів дротів. Їх недотримання веде до несумісності з -роз'ємами комутаційного устаткування в кросових. Зовнішній діаметр магістральних кабелів добуває 20 мм і більше.

Максимальна міцність на розтягування, яке витримують магістральні кабелі, — досить значне і наводиться виконавцем в паспортних даних. .

Контрольні питання.

1. Горизонтальний кабель Конструктивні особливості;
2. Магістральний кабель. Конструктивні особливості.
3. Кабель для шнурів.
4. Провод для перемикачок.

6. РОЗ'ЄМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КАБЕЛІВ

Роз'єми для витих пар призначені для забезпечення роз'ємного з'єднання кабелів СКС з комутаційним устаткуванням в кросових, інформаційних розетках робочих місць і з мережевим устаткуванням. Основні технічні вимоги до цих елементів полягають в наступному:

- мінімальне загасання;
- високе перехідне загасання;
- мінімальні структурні зворотні втрати;
- невеликий опір постійному струму;
- тимчасова і температурна стабільність характеристик;
- простота влаштування на кабель;
- легкість підключення;

У роз'ємах СКС для з'єднання використовується метод IDC (Insulation Displacement Connection). Надалі таке з'єднання зветься IDC-контактом.

Будь-яка реалізація методу IDC заснована на використанні подвійного пружинячого контакту з вістими ріжучими кромками, в зазор між якими при постановці вводиться провідник. Кромки прорізають в ізоляційній оболонці вузьку щілину і створюють електричний контакт з провідником (рис.8.1). За рахунок того, що кромка робочого елемента врізається в мідь провідника, забезпечується дуже невелика величина перехідного опору. З часом із-за дифузії проходить збільшення ефективної площі взаємодіючих елементів, що супроводжується навіть деяким покращенням електричних характеристик контакту.

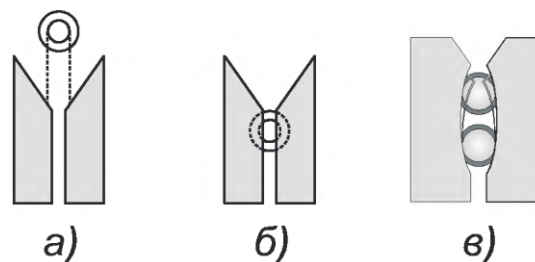


Рис. 46. Підключення провідника к раз'єму методом IDC:
а) до установки;
б) после установки;
в) підключення двох провідників к контакту типа KATT

У широке практичне використання упроваджено декілька основних різновидів IDC-контактів, що відрізняються один від одного формою і взаємним розташуванням ріжучих кромки (рис. 8.2):

- типа 110;
- типа 66;
- типа Krone або LSA-Plus;
- типа KATT.

Підключення провідників кабелю до контактів роз'ємів.

Спосіб підключення провідників кабелю до контактів роз'ємів грає особливо важну роль в забезпеченні експлуатаційних характеристик роз'ємного з'єднання. Відомо, що підключення провідників один до одного може бути виконане різними способами.

Контакти 110 та 66 мають пряме розташування ріжучих кромки. В контактах Krone та КАТТ використана кутове положення ножів. Контакти 110 не передбачені для підключення більш чим одного провідника. Контакти других типів допускають таке підключення. (Це має досить значне застосування в телефонії).

Прикладом такого направлення може бути контакт типу 66. Але в зв'язку з тим, що в ньому мається велика реактивність він і має погані електричні характеристики і тому не використовується в високошвидкісних системах передачі інформації.

В контактах 66 ріжучі кромки робочих елементів лежать друг напроти друга та мають достатньо велику довжину (около 20 мм). Вони оптимізовані для підключення двох провідників та широко використовуються в СКС для обслуговування низькошвидкісних прикладень.

Контакти типу 110 відрізняються від контактів 66 в основному меншими розмірами та тому застосуються широко в високошвидкісних колах категорії 5.

. Електричні та механічні характеристики роз'ємів для кручених пар.

Величини параметра NEXT, що нормуються редакціями основних стандартів СКС (TIA/EIA-568A, ISO/IEC 11801 і EN 50173), що діють, приведені в таблиці Табл.8.1

- Таблиця 8.1. Максимально допустиме загасання і NEXT,

Частота, МГц	Категория 3		Категория 4		Категория 5	
	Затухание	NEXT	Затухание	NEXT	Затухание	NEXT
1,00	0,40	58	0,1	>65	0,1	>65
4,00	0,40	46	0,1	58	0,1	>65
10,00	0,40	38	0,1	50	0,1	60
16,00	0,40	34	0,2	46	0,2	56
20,00	-	-	0,2	44	0,2	54
31,25	-	-	-	-	0,2	50
62,50	-	-	-	-	0,3	44
100,00	-	-	-	-	0,4	40

Таблиця 8.2. Вартість параметра NEXT для різних пар
Из-за линейного расположения отдельных контактов величины NEXT для различных комбинаций пар оказываются разными (пример приведен в табл. 39). Стан-

Контакты	1-2	3-6	4-5	7-8
1-2		42,4	54,0	54,0
3-6	42,4		42,1	42,0
4-5	54,0	42,1		6,7
7-8	54,0	42,0	46,7	

Для оцінки величини фактичного значення NEXT зручно користуватися так званою шестикутною діаграмою (Рис.8.3).Із-за лінійного розташування окремих контактів величини NEXT для різних комбінацій пар виявляються різними (приклад наведений в таблицю. 39). Стандарти нормують лише найхудше значення переходного загасання комбінацій пар і на ній відкладаються значення норми і фактична величина NEXT на якій-небудь фіксованій частоті (найчастіше на верхній граничній). Відкладені крапки з'єднуються відрізками прямих ліній, пространство між ними (відмічено заливкою) показують фактичну величину гарантованого запасу по рівню переходного загасання. Шестикутна діаграма дуже наочно демонструє якість конкретного роз'єму і при необхідності здобуття додаткового запасу по заводозахисченності для якого-небудь застосування дозволяє миттєво вибрати відповідні пари.

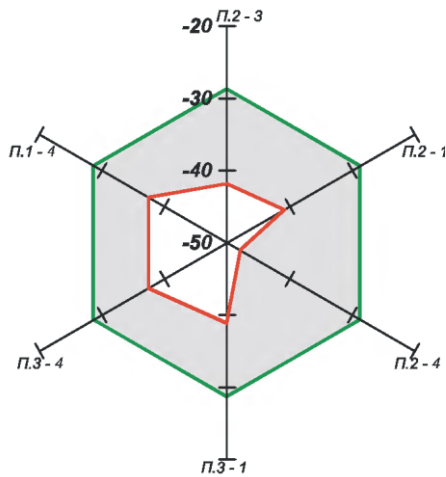


Рис. 49. Шестиугольная диаграмма параметра NEXT

Рис 8.3

Частота, Мгц	Категорія 3	Категорія 4	Категорія 5
1-20	-	23	23
20 -100	-	-	14

. Модульні роз'єми

Загальні положення

Модульний роз'єм в своїй вихідній формі був розроблений для вживання в телефонних системах. Простота його підключення і відключення (всього одне дійство без вживання спеціальних інструментів) привела до широкого розповсюдження в області передачі даних, і в 1987 році він був сертифікований для використання в системах ISDN. В даний час роз'єм цього типу є найчастіше вживаним в практику створення СКС і широко використовується у всіх трьох підсистемах СКС як для

комутації кросового устаткування, так і для підключення активних мережевих пристроїв різного прикладання. Роз'єм складається з двох частин: вилки і розетки і реалізує принцип «контактної шини». Згідно цьому принципу, контакти вилки у момент підключення ковзають по контактах розетки і, забезпечуючи надійний гальванічний зв'язок один з одним за рахунок плоскої конструкції великої довжини, додатково зрушують назад частки забруднень, готуючи контакт для наступного підключення. Проте нижнє розташування контактів розетки викликає підвищену інтенсивність їх забруднення в процесі експлуатації, і тому гніздо розетки додатково захищається різними способами, детально розглянутими нижче.

При розробці контактів разом з підбором матеріалів особлива увага приділяється також вибору їх форми, оскільки саме ці параметри забезпечують необхідний рівень пружності і довговічності. Високоякісний контакт витримує декілька сотень і більш за цикли включення-відключення безпогіршення електричних характеристик. Більшість провідних виготівників вказують для цього параметра значення 2500, що відповідає таким, що діє редакціям стандартів, компанія Panduit у виробках серії MBX гарантує 10 000 циклів включення-відключення.

Відзначимо, що модульні роз'єми в своїй вихідній формі були визначені міжнародним стандартом ІЕС 603-7 і специфіковані до частоти тільки 3 МГц. Проте їх конструкція виявилася настільки вдалою, що шляхом послідовної модернізації верхню граничну частоту вдалося збільшити майже на два порядки і довести цей параметр в кращих зразків до 200-250 МГц.

Конструкція модульного роз'єму допускає його виготовлення в екранованому варіанті для монтажу на екранованих кручених парах. Для цього корпус вилки металізується тим або іншим способом (напиленням металу або вставкой) для забезпечення електричного контакту з екраном кабелю після обтиску. Надійність гальванічного зв'язку екранів кабелю і вилки забезпечується спеціальними конструктивними заходами, які дозволяють отримати цілковитий круговий обхват екрану кабелю корпусом встановленої вилки. Гніздо розетки, а також IDC-контакти для підключення провідників кабелю екрануються металевими кожухами. При підключенні вилки до розетки їх металеві елементи входять в безпосередній контакт один з одним, що дозволяє отримати електричну безперервність екрану.



Рис.8.4

Восьмиконтактні модульні роз'єми аналогічно кабелям забезпечують характеристики категорії 3, 4 і 5. На ринку пропонується також обширна номенклатура роз'ємів модульного типу, характеристики яких відповідають проектам стандартів категорії 5e і 6. При закладенні кабелю у вилку і розетку особлива увага уделється збереженню фабричної закрутки кручених пар, яка може порушуватися не більше ніж на 13 мм для елементів категорії 5 і 25 мм для елементів категорії 3 і 4. Порушення цього правила наводить до різкого зменшення перехідного загасання. **Вилки модульних роз'ємів** Вилка модульного роз'єму призначена в першу чергу для установки на кабелі для шнурів, хоча може вмонтовуватися також на звичайному горизонтальному кабелі. Геометричні параметри цих кабелів приведені в таблиці. 8.4.

Геометричні параметри кабелів для монтажу провідники кручених пар вилки восьмиконтактного модульного роз'єму кабелю підключаються согласно способу IDC. Пластина контакту має вострі виступи, які при обтиску надрізають ізоляційну оболонку і забезпечують електричний контакт з мідною жилою провідника.

Лезо пластини для монолітного провідника має напівкруглу форму з двома зубцями на кінцях. При обтиску воно прорізає ізоляцію і щільно охоплює провідник зверху і з боків, притискаючи його до підстави вилки. Лезо пластини для багато дротяного провідника має гострий виступ посередині, причому при обтиску вилки пластини притискає провідник з підстави, а виступ входить між його проволочками. Введення підготовленого до термінування кабелю у вилку має бути виконаний так, щоб оболочка заходила в неї мінімум на 6 мм. Остання вимога висунута виходячи з міркувань забезпечення надійного захвату оболонки кабелю одноразовим пластиковим фіксатором вилки.

Механічна міцність з'єднання вилки і кабелю шнура може бути забезпечена двома різними способами. Перший з них застосовується у вилках з так званим довгим корпусом (long body) і заснований на використанні одноразового затиску, який є інтегральною складовою частиною конструкції вилки.

Другий спосіб застосовується у вилках з коротким корпусом (short body) і оснований на заливці місця з'єднання розм'якшеною пластмасою з подальшим штампуванням. Як випливає з описаного принципу, цей спосіб використовується при виготовленні шнурів у виробничих умовах.

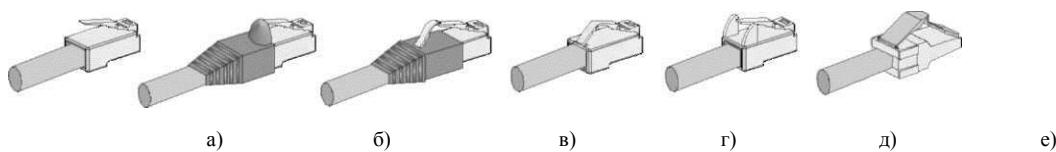


Рис.8.5. Різновиди конструктивного оформлення вилок модульних роз'ємів:

- а) традиційна конструкція; б) з хвостовиком з куполоподібною кришкою; в) з хвостовиком з лапкою; г) з важелем U-образної форми; д) із захисними виступами; е) із захисною лапкою на корпусі

Розетки модульних роз'ємів

Підключення кабелів до розеток

Розетка з елементами підключення провідників кабелю виготовляється у вигляді розеткового модуля, який складається з двох основних функціональних частей: контактної гнізда і так званого оконцевателя, головним призначенням якого є підключення провідників. Оконцеватель в переважній більшості відомих конструкцій реалізований у вигляді набору IDC-контактів; само підключення провідників до розеткового модуля може виконуватися наступними способами:

Більшість конструкцій розеткових модулів передбачають розміщення оконцевателя у верхній або нижній частині корпусу. При цьому підведення кручених пар кабелю найпростіше виконується ззаду модуля. Підведення з інших напрямів, що часто має місце на практиці при монтажі в обмеженому за об'ємом пространстві коробів і настінних розеток, неминуче супроводиться різким поворотом окремих кручених пар під кутом біля 90° і визначеним, часто дуже помітним погіршенням за рахунок вигину електричних характеристик роз'єму, головним чином по параметру NEXT. Для усунення цього недоліку використовується два конструктивні рішення, заснованих на розвороті гнізда або оконцевателя на 90° відносно традиційного положення. Перше з них реалізовано фірмою

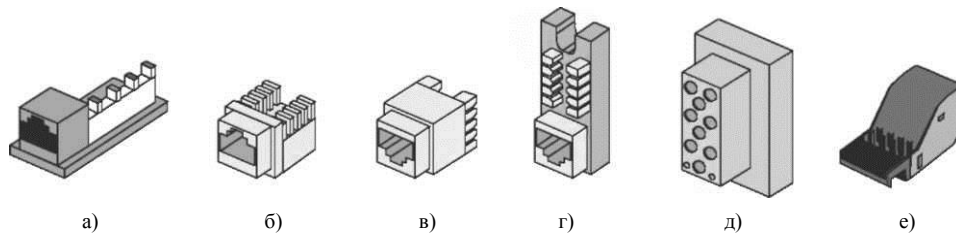


Рис.8.6. Варіанти конструктивного оформлення розеткових модулів

а) з лінійкою контактів IDC ПО; б) з розрізним оконцевателем; в) із заднім розташуванням розрізного оконцевателя; г) з перпендикулярною орієнтацією контактної гнізда; д) з поворотними затисками; е) з окремими IDC-контактами

- Одним з основних параметрів модульного роз'єму є параметр NEXT. Для забезпечення необхідного рівня величини перехідних перешкод необхідно в першу чергу мінімізувати довжину розплітання окремих провідників і не допускати різких вигинів провідників.

. Конструктивні особливості корпусів розеток

Згідно нормам, що діють, у восьмиконтактному модульному роз'ємі має бути розведені всі вісім провідників горизонтального кабелю або шнура.

Правильність підключення провідників кручених пар до контактів розетки забезпечується вживанням кольорових наклейок і цифровою маркіровкою окремих контактних елементів.

З'єднання IDC-контактів оконцевателя з контактами гнізда можуть виконуватися за трьома різними схемами. Перші два варіанти широко застосовуються в традиційних конструкціях, в яких використовується пряме з'єднання або з'єднання крізь печатну плату. При прямому з'єднанні ці контакти виготовляються методом штампування з одного аркуша мідного сплаву. Для покращення характеристик роз'єму по рівню перехідних загасань середня частина таких контактів може розміститися в різних площинах з розділенням їх діелектричними пластинками. При з'єднанні через печатну плату контакт фактично складається з двох частин, які зв'язані між собою токоведучою доріжкою з мідної фольги.

деяких варіантах цих вставок з двома розетками модульних роз'ємів контакти розеткових модулів з'єднуються з штирьовими контактами не безпосередньо, а через комутаційну колодку. Конкретний вигляд розводки провідників кабелю задається комутаційним елементом, що вставляється в цю колодку Збільшення експлуатаційної надійності і стійкості контактів розетки до можливих ривків за кабель досягається вживанням кришок, що одягаються на IDC-контакти після монтажу в них провідників і додатково фіксуючих провідники за ізоляційну оболонку. Відомі варіанти цих кришок на одну, дві і чотири пари дротів. Кришка, як правило, виконана у вигляді окремої деталі (Рис.8.7).

Описані вище рішення забезпечують хороший захист від втрати гальванічного зв'язку між провідниками кабелю і ножами IDC-контакта при різних зусиллях, що тягнуть і вигинають, проте не гарантують збереження структури витків при ривках. Для усунення цього недоліку в інженерній практиці використовуються наступні заходи:

- додаткова фіксація кабелю пластиковим стягуванням, виконувана як завжди за Т-подібну лапку розетки);
 - додаткова фіксація кабелю клином, що вставляється в спеціальне гніздо корпусу екранованої розетки (вирішення німецької компанії Datwyler);
 - вживання невеликих гострих виступів, які вриваються в оболонку кабелю і забезпечують її фіксацію від переміщень в осьовому напрямі,;
 - у панелях компанії Elgadrphon фіксатор виконаний у вигляді розрізного трубчатого пружинного затиску, який в робочому положенні щільно охоплює кабель;
 - використання металевих фіксуючих хомутів або знімних U-об-разних тримачів.
- Одна з таких деталей є фактично обов'язальним аксесуаром будь-якої екранованої конструкції і виконує функції заземлюючого елемента.

Розетки можуть мати різну схему розводок, для забезпечення якої применяется різна розкладка провідників по окремих контактах. Для покращання параметрів впливу в сучасних конструкціях часто використовується пряме підключення до окремих контактів без розвитку окремих пар кабелю, а необхідна схема розводки забезпечується внутрішнім перехрещенням проводників.

При цьому діелектричні пластинки, що розділяють окремі провідники, виконуються із спеціально підібраних матеріалів і мають певну товщину. Таке рішення дозволяє разом із забезпеченням гальванічної розв'язки отримати між окремими провідниками заздалегідь задану ємність і виконати симетризацію внутрішніх ланцюгів розеткового модуля. Раніше для досягнення такого ефекту практикувалася установка дискретних конденсаторів у вигляді навісних елементів, проте це не дозволяє отримати високу пробивну стійкість конструкції і не вирішується редакціями стандартів, що діють. Розетки для підключення до екранованих кабелів з міркувань уніфікації виконуються в єдиному конструктивному стилі з розетками для кабелю UTP. Основною їх відмінністю є наявність екрануючих кожухів і інших елементів забезпечення гальванічного зв'язку екранів вилки і розетки з двома такими контактами, в згаданих вище модулях S100 застосовуються три лапки, а в розеток системи ЕМТ компанії АМР передбачено чотири контакти.

Необхідність останнього нововведення обумовлена дуже великими допусками на геометричні розміри елементів роз'єму, що задаються діючою редакцією стандарту ІЕС 603-7. Збільшення кількості контактів дозволяє компенсувати можливі люфти при установці по всіх трьох осях і забезпечити надійний круговий контакт екранів впродовж всього терміну експлуатації. Конструкція корпусу розетки модульного роз'єму досить сильно залежить від його призначення і може бути виконана в двох основних варіантах. Першим з них є універсальний розетковий модуль, який встановлюється на своє робоче місце з використанням клямки. Такі модулі виконуються в трьох видах: кутовий, плоский і в стилі keystone (Рис.8.8). Для монтажу в декоративний короб при такого виконання потрібний лицевая панель-адаптер, в корпусі інформаційної розетки установка виконується безпосередньо без яких-небудь додаткових елементів. Розетковий модуль з лицьовою панеллю є прикладом спеціалізованої конструкції і орієнтований на установку в декоративних коробах, а також в розетках мультимедіа. Деякі конструкції модулів з лицьовою панеллю передбачають відкидну або зрушення подпружиненну заслінку гнізда, що захищає

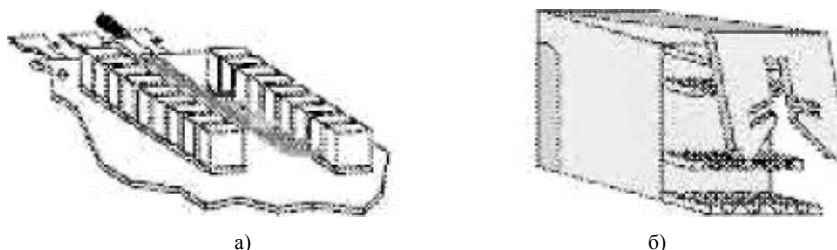


Рис. 57. Технические решения по обеспечению дополнительной фиксации кабеля в розетке модульного разъема: а) с помощью пластикового хомута и Т-образной лапки; б) врезными элементами розетки S100 фирмы Siemens

її контакти від забруднення при неподключенній вилці. Для монтажу захисних кришок на універсальний модуль інколи застосовується адаптер, що одягається на його лицьову частину. Окремі конструкції таких адаптерів можуть мати спеціальну форму, яка за умови наявності аналогічного у відповідь елементу, що одягається на вилку, дозволяє закодувати останню на можливість підключення лише до певного гнізда.

. Різновиди розеток

Контакти роз'ємів нумеруються послідовно зліва направо від 1 до 8, якщо дивитися на гніздо розетки так, як показано на (Рис.8.8). На цьому малюнку показані декілька різновидів конструкцій роз'ємів.

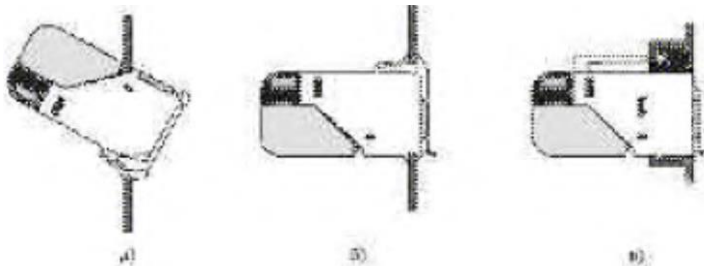


Рис. 58. Установка розеточных модулей в короб или розетку:
а) углового в варианте с выступом; б) плоского; в) в стиле keystone



Рис. 59. Разновидности розеток модульных разъемов: а) восьмиконтактная;
б) восьмиконтактная с ключом; в) шестиконтактная; г) шестиконтактная модифицированная

Рис. 59. Різновиди розеток модульних роз'ємів: а) восьмиконтактна; б) восьмиконтактна з ключем; у) шестиконтактна; г) шестиконтактна модифікована

Традиційний восьмиконтактний роз'єм modular jack) або 8P8C (8 position 8 conductor), мал. 59а, , отримав саме широке вживання в СКС. Він встановлюється в інформаційних розетках робочих місць і в комутаційному устаткуванні в кросових. Крім того, на основі модульного роз'єму в більшості випадків реалізується інтерфейс мережевого обладнання, через який здійснюється її підключення до СКС Шестиконтактні роз'єми (мал. 59в), які аналогічно восьмиконтактним гніздам часто не цілком коректно називають RJ-11 або RJ-12, широко використовуються в неструктурованих кабельних системах для підключення телефонів на робочих місцях. В цілях досягнення властивості універсальності в СКС інформаційні розетки мають бути обладнані лише розетками восьмиконтактних модульних роз'ємів. Модульні роз'єми мають таку конструкцію, що вилка шестиконтактного роз'єму крайового шнура для підключення телефону може бути підключена до восьмиконтактної інформаційної розетки, при цьому її контакти 1 і 8 залишаються незадіяними.

Схеми розводки модульних роз'ємів

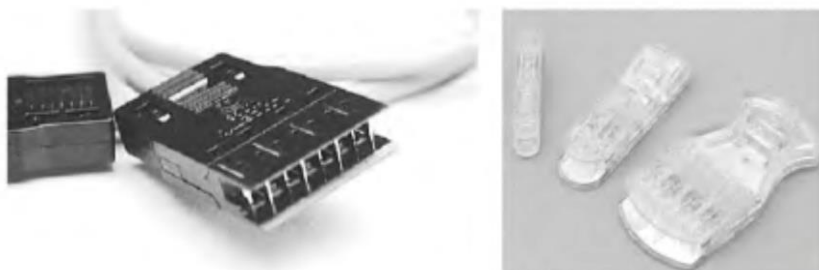
Провідники симетричного кабелю можуть розлучатися в розетці модульного раз'єма різними способами. Із-за плоскої конструкції вилки абсолютно кращої схеми розводки не існує, і вибір будь-який з них є компромісним рішенням, що забезпечує поліпшення яких-небудь одних параметрів за рахунок інших.

. Роз'єми типа 110

Роз'єми типа 110 розроблені в 1972 році в Bell Laboratories і є типовим «панельним» елементом, тобто орієнтовані на установку в комутаційному устаткуванні кросових і апаратних. Крім того, окремі деталі цього роз'єму в тих або інших варіантах широко застосовуються в деяких конструкціях інформаційних розеток для підключення горизонтального кабелю, роз'ємів консолідаційних точок і інших аналогічних елементів. Як елемент інтерфейсу активного устаткування роз'єм типа 110, на відміну від розетки модульного роз'єму, практично не використовується, що пояснюється, ймовірно, його великими лінійними розмірами в трьох- і чотиріпарному варіантах.

До появи комутаційних елементів типа 110 комутація в основному здійснювалася перемичками, які не дозволяли добитися щільної завивки провідників. Це підвищувало загасання і вище за категорію 3. Створення роз'ємів типа 110 дозволило використовувати для комутації каналів передачі сигналу комутаційні шнури з вилками. У шнурі за рахунок наявності зовнішньої оболонки кабелю забезпечується стабільно щільний контакт провідників пар і потенційно вищі електричні характеристики. Крім того, комутаційні шнури істотно зручніше в експлуатації в порівнянні з перемичками при необхідності виконання досить частих перемикань.

Роз'єм типа 110 складається з двох частин: вилки і лінійки, яка після установки на неї так званого сполучного блоку НІС виконує функції розетки (Рис.8) між ними.



Корпус вилки роз'єму для фабричної установки на шнури основної маси виробників виготовляється з непрозорої пластмаси. У вилках, призначених для установки на кабель в польових умовах, досить часто використовується прозорий пластик. Це полегшує візуальний контроль правильності виконання розводки окремих провідників. Прозорими виконуються як обидві половини корпусу. У останньому випадку забезпечується додатковий візуальний контроль правильного положення вилки у момент її підключення до комутаційного блоку.

Роз'єми типа 210

Роз'єми типа 210 розроблені компанією Siemon спеціально для підтримки функціонування високошвидкісних застосувань. Цей роз'єм є основним елементом SKS System 6 компаній Siemon і забезпечує із значним запасом всі характеристики тих, що існують на середину 1999 років проектів категорії 6 і класу E.

Аналогічно роз'єму типа 110 роз'єм типа 210 складається з двох половин: вилки і лінійки з комутаційним блоком. Відразність від свого прототипу провідники пари у момент установки на лінійку не обводяться довкола направляючого виступу, а укладаються в пару пазів лівіше за цей виступ. У останньому конструкція окремих елементів, а також процес монтажу роз'єму повторюють рішення, вживані в роз'ємі типа 110. За рахунок використання додаткового рознесення оброблюваних пар і установки розділюючих екранів з метою збільшення перехідного загасання NEXT, вилка і сполучний блок роз'єму мають декілька велику довжину. Це наводить до того, що на стандартній лінійці розміщується лише чотири роз'єми замість звичайних для типа 110 шести. У всьому іншому, тобто в настановних і маркуючих елементах забезпечена повна ідентичність вирішенням типа ПО.

Вилка типа 210 може бути встановлена на кабель для шнурів як в заводських, так і в польових умовах безпосередньо на об'єкті монтажником або користувачем.

Контрольні питання

1. Роз'єми для електричних кабелів Основні технічні вимоги до них.
2. Метод контакту - IDC.
3. Модульні роз'єми. Особливості модульних роз'ємів.
4. Вилки модульних роз'ємів
5. Розетки модульних роз'ємів
6. Роз'єми типа 110
7. Роз'єми типа 210 .

7.КОМУТАЦІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ

Комутаційні шнури

Призначенням комутаційних шнурів є ручна комутація різних кабельних сегментів СКС один з одним. Комутаційний шнур виготовляється з відрізків кабелів багатодротними провідниками, на кінцях якого встановлюються два роз'єми. Залежно від вигляду комутаційного устаткування шнури можуть бути армовані двома вилками модульних роз'ємів, двома вилками роз'ємів типу ПО або виконані комбінованими з вилками модульного роз'єму і типу ПО на різних кінцях також шнури з вилкою модульного роз'єму на одному кінці і двох- або одинпарною вилкою роз'єму типу ПО на другому. Ці шнури використовуються для передачі сигналів високошвидкісних застосувань, апаратура яких функціонує за двохпарною схемою.

Екранований варіант можливий лише в коммутационних шнурах з двома модульними роз'ємами

Після з'єднання портів, що комутуються, надлишок довжини кабелю коммутаційного шнура укладається в штатний або додатковий організатор коммутаційної панелі.

Комутаційні шнури можуть бути виготовлені у виробничих умовах або безпосередньо на об'єкті в процесі монтажу СКС. Рекомендується використовувати фабричні шнури з потенційно вищими електричними характеристиками і експлуатаційною надійністю

Комутаційні панелі .

Всі комутаційні панелі поділяються на три групи:

- панелі типа 110
- панелі типа 66
- панелі з модульними роз'ємами.

Комутаційні панелі типа ПО

Комутаційна панель типа ПО розроблена в середині 70-х років і образована сукупністю однойменних роз'ємів,. Основною перевагою цього виробу як елемента комутації є можливість перемикання кожної окремо взятої пари, що забезпечує дуже високу гнучкість СКС. Недоліками комутаційних панелей класичної конструкції вважаються необхідність глибших знань адміністратора СКС в області принципів її організації і менш естетичний зовнішній вигляд.

Більшість панелей типа ПО забезпечують характеристики категорії 5

Основними елементами панелі типа ПО є

- комутаційний блок;
- сполучні блоки;
- маркувальні смуги;
- організатори кросових шнурів;
- елементи кріплення.

Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом коммутаційної панелі типа ПО. Він є пластиковою підставою, на котром сформовані промовці вперед контактні смуги. На кожній контактній смузі сформовано 50 пазів під IDC-контакти сполучних блоків роз'ємів типа ПО. Ємкість лінійки вибрана з розрахунку оброблення на ній одного 25-парного пучка магістрального кабелю або шести горизонтальних кабелей

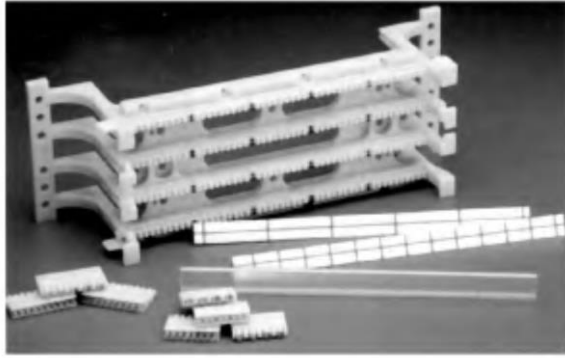


Рис 9/1 комутаційна панель ПОтипа

Обов'язковим елементом комутаційного блоку є пластмасові виступи з квадратним майданчиком на кінці, які розташовані по обох краях кожної контактної смуги. Майданчик служить для маркіровки, Організатори призначені для укладання надлишку довжини комутаційних шнурів, що дозволяє уникнути плутанини і утворення петель, а також забезпечує хорошу видимість маркувальних смуг

Елементи кріплення панелі призначені для монтажу комутаційного блоку на стіні або в 19-дюймовому конструктиві.

Для кріплення в 19-дюймовому конструктиві найчастіше застосовуються металеві пластини різної висоти з отворами під 19-дюймовий растр, на яких за допомогою фіксаторів цангового типу в дві вертикальні колони вмонтовуються окремі 100-парні комутаційні блоки і організатори.

Конструкція, при якій комутаційні блоки з розділюючими організаторами встановлені на такій підставі досить частий, називається кроссовою баштою. Ємність панелей з монтажною підставою може досягати 900 пар (типові значення 300 і 900 пар),

Основна маса панелей типу ПО призначена для монтажу в горизонтальному положенні. Відомі також одиничні зразки панелей з вертикальним розташуванням контактних смуг головним чином для настінного монтажу. При цьому використовується настінна рамка панелей типу 66 а ємність панелей обмежена 50 парами.

Більшість панелей типу 110 у варіанті кросових башт забезпечуються кроссовими блоками одного типу. Обмеженого поширення набули також кросові башти, які зібрані з кросових блоків, розрахованих на різне число пар, частіше всього на три або чотири. Даний варіант панелі зручний для використання в тих мережах, в яких існує заздалегідь відоме і жорстке розділення функціональних секцій кросового устаткування на комп'ютерне і телефонне.

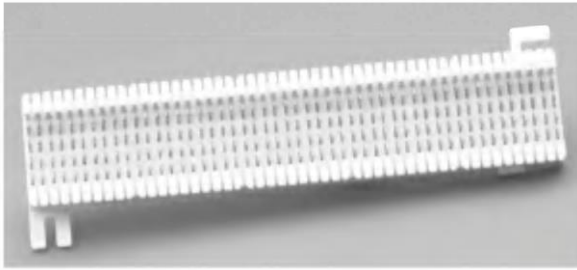
Класична конструкція панелей 110 розрахована на комутацію шнурами з вилками роз'ємів 110.

Комутаційні панелі типу 66

Комутаційні панелі типу 66 відомі вже протягом декількох десятиліть і відрізняються від розглянутих вище виробів аналогічного призначення тим, що в них не використовуються комутаційні шнури. Комутація каналів в цих панелях здійснюється за допомогою перемичок. Для підключення кабелів і перемичок застосовуються ГОС-контакт-ти Б66. Через відсутність роз'ємного з'єднувача панелі типу 66 орієнтовані в першу чергу для роботи з такими застосуваннями, які не вимагають частої перекомутацією.

Тому основною сферою застосування їх- це телефонні системи.

Рис 9/2 Комутаційна панель типа 66



Деякі конструкції комутаційних блоків.

Типова конструкція панелі типа 66 включає наступні компоненти:

- комутаційний блок;
- маркувальні елементи;
- організатори;
- елементи кріплення.

Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом комутаційної панелі типа 66. Він утворений пластиковою підставою, яка можуть мати різну висоту, і встановленими на ньому лінійками ГОС-контакт-тов типа 66 з різною ємкістю. Останні орієнтовані в першу чергу на розводку проводів 25-парного пучка магістрального кабелю. Сповна можлива розводка кабелів іншої ємності з монолітними провідниками. Використання кабелів з багатожильними провідниками не рекомендується. Відомі також комутаційні блоки з меншою кількістю контактів в лінійці. Самі контакти бувають одно-, двух-, чотирьох- і восьмисекційними. Для полегшення процесу розводки деякі типи контактів мають перед ріжучими кромками направляючу щілину. Верхня частина одного з робочих елементів забезпечується виступом у вигляді носика, який перешкоджає вискакуванню проводу під час монтажу.

.Основними перевагами комутаційних панелей типа 66 вважаються:

- висока щільність контактів і хороші масогабаритні показники перемочек як елементів комутації;
- можливість підключення до кожного контакту більш однієї пари кабелів і більш за одну перемичку, що дозволяє отримати дуже гнучку конфігурацію СКС;
- відсутність пучків комутаційних шнурів забезпечує естетичний зовнішній вигляд панелей.

До їх недоліків порівняно з іншими видами комутаційного обладнання можна віднести вимогу до глибшого знайомства адміністратора із структурою СКС і не цілком зручний процес самої комутації за допомогою перемичок. Велика довжина розвитку пари перед підключенням до контакту типа 66, а також великі габарити самих контактів не дозволяють отримати в більшості випадків електричні характеристики комутаційної панелі типа 66 вище за категорію 3, тому найбільше вживання вони знайшли для телефонних систем.

Комутаційні панелі з розетками модульних роз'ємів.

. Основні елементи конструкції.

Комутаційні панелі даного класу мають на ліцевої стороні розетки вісьмоконтактних модульних роз'ємів для відповідних комутаційних шнурів. Комутаційна панель (Рис .9.3) складається з:

- комутаційного блоку;
- елементів маркіровки;

- організаторів кабелю;
- елементів кріплення.

Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом комутаційної панелі з модульними розетками. Він представляє собою пластинчаста підставу зі встановленими на ній розетками модульних роз'ємів, які можуть бути категорії 3, 4 або 5. Головним матеріалом підстави є анодований алюміній. Пластина основи додатково виконує функції лицьової панелі, тому має відповідний дизайн і естетичні характеристики.

Головна маса комутаційних панелей передбачає горизонтальне розміщення розеток модульних роз'ємів

один (до 24 портів включно) або декілька (максимум п'ять у відомих конструкціях) рядів. При цьому рекомендуемая мінімальна щільність портів складає 16 на 1U висоти і 48 на 3U висоти і також достатня, але обмежена кількість типів панелей з вертикальною орієнтацією лінійних складок розеткових модулів.

Комутаційні блоки діляться на нерозбірних і розбірні.



Рис.9.3 Комутаційна панель з модульними розетками

Нерозбірні блоки (рис.) мають модульні розетки, встановлені в заводських умовах. Таке рішення забезпечує дуже високу щільність розміщення розеток і, відповідно, можливість розводки на одній панелі великої кількості кабелів. Передача сигналів від IDC-контактів до інформаційних розеток здійснюється по провідниках печатної плати. Із-за використання методу печатного монтажу розводка панелей даного типу виробництва деяких фірм здійснюється лише однопровідним ударним інструментом. Вживання 5-парного інструменту забороняється із-за небезпеки пошкодження плати при сильному ударі під час установки провідника в IDC-контакт.

Інколи їх називають розетковими комутаційними панелями.

Розбірні блоки дозволяють вмонтовувати на них розеткові модулі безпосередньо на об'єкті монтажу. Монтаж здійснюється безпосередньо або через адаптер в залежності від конструкції. Це різко збільшує функціональну гнучкість пристрою за рахунок можливості установки в неї тих модулів і в тій кількості, які необхідні в даному конкретному місці і в даний конкретний момент. Розробники подібних панелей як ще одне їх достоїнства відзначають легкість переходу від електричних рішень до оптичних, у тому числі і в процесі поточної експлуатації та розвитку системи. Отвори, що залишилися вільними, закриваються заземляними заглушками для поліпшення зовнішнього вигляду і можуть бути використані при необхідності розширення мережі.

Постачання розбірних блоків може вироблятися в двох варіантах. Найчастіше панель і розеткові модулі поставляються окремо і збираються лише на об'єкті монтажу, інколи панель приходиться із заводу-виробника з вже встановленими в отвори розетковими модулями. За особливостей конструктивного виконання масове вживання комутаційних панелей з розбірними блоками в великих мережах виявляється зазвичай не дуже доцільним, оскільки вони програють нерозбірним

варіантам як за вартістю, так і по щільності портів (неминучий наслідок універсальності і високої функціональної гнучкості).

Відоми дві основні модифікації конструктивного виконання разборних блоків. У першій з них, яка набула найбільшого поширення на практиці, розетковий модуль є інтегральною конструкцією, і кабелем тим або іншим способом підключається до нього перед постановкою в панель.

Компанія AMP в своїх панелях системи NetConnect використовувала інший підхід. У них кабель обробляється на контактах панелі, а модуль забезпечений комутаційною вставкою з надрукованими провідниками. Вживання подібного рішення, що отримав назву Edge Connector, забезпечує можливість дуже гнучкої зміни типу інтерфейсу (гнізда восьми- і шестиконтактних модульних роз'ємів, розетки електричних роз'ємів MISC системи Token Ring і так далі) залежно від конкретної ситуації, хоча і супроводиться, як і будь-яке модульне рішення, помітним збільшенням вартості готового виробу.

Розбірні блоки виконуються як для індивідуальної установки розеточних модулів, так і для монтажу їх групами по декілька штук

Сфери застосування і варіанти виконання.

Комутаційні панелі з модульними розетками найбільш ефективні в тій частині СКС, яка використовується для обслуговування додатків ЛВС. В цьому випадку сповна досить адмініструвати повними чотирипарними каналами передачі даних. Змонтовані панелі, на думку авторів, володіють найкращими серед виробів аналогічного призначення естетичними характеристиками і відрізняються простотою і легкістю процесу комутації. В той же час, при необхідності адміністрування кожною окремо взятою парою, вони помітно підвищують вартість СКС, що найбільшою мірою позначається в магістральних підсистемах. Тому основною сферою застосування комутаційних панелей на модульні роз'єми зважає горизонтальна підсистема.

Типові значення ємкості комутаційної панелі складають 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96 і 120 розеток (портів). Залежно від конкретного виробника ті або інші значення з цього ряду пропускаються. Вживання панелей з більшою кількістю портів недоцільно, оскільки це утрудняє управління комутаційними шнурами. Максимальна ємкість панелі заввишки 1U в подавляючій більшості випадків не перевищує 24 порти, відомі також одиночні зразки одноюнітових панелей з 48 портами (компанія Krone). Панелі з великою кількістю портів мають збільшену висоту.

Організатори кабелю призначені для забезпечення можливості акуратної укладки горизонтальних і магістральних кабелів, а також комутаційних шнурів. У переважній більшості випадків організатори комутаційних шнурів виконуються у вигляді окремого елемента.

Елементи кріплення панелі використовуються для її монтажу на стіні або в 19-дюймовому конструктиві. В більшості випадків застосовується другий варіант. Для забезпечення можливості монтажу в 23-дюймовий конструктив деякі виготовники включають до складу панелі штатні адаптери.

При монтажі на стіні панель, як правило, встановлюється в горизонтальному положенні. Досить широкого поширення набули також конструкції на невелике число портів (як правило, 12), які вмонтовуються вертикально. Ці вироби інколи називаються міні-панелями (mini patch

panels). Їх установка виконується з використанням пластикової рамки, аналогічної панелям типа 66.

. Підключення кабелів до комутаційних панелей

IDC-контакти розеток модульних роз'ємів комутаційних панелей що були проглянуті виконуються у варіантах 110 або Krone. При цьому американські виробники тяжіють до вживання контактів типа 110, в Європі відносно більшою популярністю користуються контакти типа LSA+ фірми Krone. Інколи деякі фірми пропонують на вибір два варіанти панелей з різними типами контактів роз'ємів. Зазвичай контакти розташовуються із заднього боку панелі в один або два ряди, що викликає певні незручності в процесі виконання розводки. Для усунення цього недоліку розроблені спеціальні конструктивні рішення:

Низький перехідний опір між корпусом комутаційного блоку і контуром захисного або телекомунікаційного заземлення забезпечується при установці панелі в 19-дюймовий конструктив при затягуванні кріпильних гвинтів. Наявність залишків фарби і лаку інколи не дозволяє отримати необхідне значення цього параметра. Тому в комплектацію екранованої панелі обов'язково входить заземлюючий кабель.

. Інформаційні розетки.

. Традиційні конструкції.

Інформаційні розетки (Рис.9.4) встановлюються на робочих місцях і призначені для підключення горизонтального кабелю. Електричний модуль розетки являється складовою частиною горизонтальної підсистеми, сама розетка конструктивно складається з корпусу і одного або декількох (максимум 12) розеткових модулів восьмиконтактних модульних роз'ємів. Одна інформаційна розетка повинна обслуговувати приблизно 10 м² робочої площі і забезпечити наступну мінімальну конфігурацію розеткових модулів:

- один модуль категорії 3 або вище;
- один модуль категорії 5 або оптичний роз'єм.

Корпус інформаційної розетки зазвичай виготовляється з пластмаси і залежно від способу свого кріплення може мати різну конструкцію. Найбільш широке вживання знаходять корпуси для кріплення на стіні і на декоративному коробі, прокладеному по стіні офісного приміщення, а також в підлоговій коробці.

- а) зовнішня з прямою установкою; б) внутрішня з прямою установкою; у) внутрішня з кутовою установкою і виступом; г) внутрішня з кутовою установкою і виїмкою

Перелік основних вимог, яким повинен задовольняти корпус, включає в собі:

- естетичний зовнішній вигляд;
- наявність місця для нанесення маркіровки;
- стійкість до механічних дій при ненавмисному зачіпанні частинами тіла, устаткуванням або іншими сторонніми предметами (для забезпечення тривалої служби всі відкриті елементи зі свободним доступом повинні володіти підвищеною міцністю);
- бажано, аби розбирання розеток без використання викрутки або другого аналогічного інструменту було неможливим або принаймні викликало певні складнощі (захист від цікавих).

Для кріплення корпусу зовнішньої розетки застосовують:

- шурупи з дюбелем або інші аналогічні елементи;
- двосторонню липку стрічку;

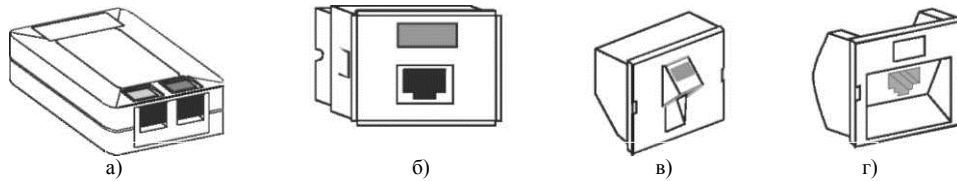


Рис.9.4 . Різні види інформаційних розеток.

Конструкції розеткових модулів розрізняються за способом кріплення до них корпусів інформаційної розетки і за способом кріплення горизонтального кабелю.

Головна маса внутрішніх інформаційних розеток має один або два розеткові модулі, виконань з трьома модулями зустрічаються за станом на середину 1999 років досить рідко.

Відомі конструкції інформаційних розеток, в яких передбачаються елементи захисту мережевого устаткування від високої напруги і імпульсних перешкод. Для реалізації цієї функції застосовують газові розрядники і різні діодні ланцюжки, а також з'єднання окремих провідників із землею через RC-цепочки. Деякі види мережевого устаткування для нормального функціонування вимагають вживання резисторів навантажень, що заземляють окремі провідники або що сполучають їх між собою.

Горизонтальний кабель може бути розведений на розетковому модулі на лінійці роз'єму типа 110 або на окремих IDC-контактах різної модифікації.

Введення кабелю в корпус зовнішньої інформаційної розетки може вироблятися ззаду, збоку або знизу, для чого передбачаються відповідні отвори. Для поліпшення естетичних показників провіт отвору зазвичай закриває тонка пластмасова перегородка, яка виламується при протяганні кабелю.

Розетки для настінних телефонних апаратів.

Спеціалізовані розетки для установки настінних телефонних апаратів виконуються з прямою установкою одного розеткового модуля (плоска і keystone-схема монтажу) і відрізняються наявністю на лицьовій панелі двох круглих пластмасових виступів з капелюшками, на які за штатні кріпильні отвори навешивається телефонний апарат.

- Кінцеві шнури, адаптери і подовжувачі.

Елементи, що розглядаються в цьому розділі, застосовуються при підключенні до СКС мережевого устаткування і формально не входять в сферу дії стандартів СКС. Через це нормативні документи, що діють, детально їх не специфіциують і дають лише найзагальніші рекомендації по їх побудові і вживанню. Необхідність детальнішого ознайомлення з конструктивними особливостями і функціональними можливостями цих елементів виникають по двох причинах:

- по-перше, кінцеві шнури, адаптери і подовжувачі досить часто входять в список устаткування, що поставляється компанією — системним інтегратором, яка реалізує СКС;
- по-друге, вдалий вибір цих елементів дозволяє істотним образом розширити перелік додатків, які можуть використовувати СКС як середовища передачі своїх сигналів, тобто безпосередньо визначають техніко-економічну ефективність створюваної кабельної системи.

Кінцеві шнури

Конструктивні особливості

Кінцеві шнури призначені для підключення до СКС різних видів мережевого устаткування на робочих місцях і в кросових. Цей пристрій детально не специфікується редакціями стандартів СКС, які фактично задають лише тип їх роз'єму і визначають деякі загальні обмеження по довжині, що діють. В більшості випадків кінцевий і комутаційний шнури з вилками модульних роз'ємів мають однакову конструкцію і, в разі збігу довжин, є взаємозамінними.

У кросових і апаратних кінцевими шнурами з'єднуються порти мережевого устаткування і комутаційної панелі, причому в більшості конструкцій з'єднання на панелі виконується на лицьовій стороні .

. Різновиди чотирипарних кінцевих шнурів

Кінцеві шнури підрозділяються на прямі, обернені і спеціальні. У прямому кінцевому шнурі підключення провідників кабелю до контактів вилок виконується так, щоб провідники сполучали контакти вилок з однаковими номерами (Рис 9.5 а). Для підключення до СКС деяких видів мережевого устаткування можуть потрібні обернені шнури. У них підключення провідників в другій вилиці виробляється в порядку, зворотному порядку в першій вилиці, тобто провід з контакту 1 першої вилок з'єднується з контактом 3 другої вилок, провід з контакту 2 першої вилок з'єднується з контактом

6 другої вилок і так далі (Рис9.5 б). Необхідність вживання обернених кінцевих шнурів виникає досить рідко, головним чином при безпосереднім з'єднанні двох робочих станцій і інших пристроїв однорангової локальної мережі, побудованої без використання концентратора.

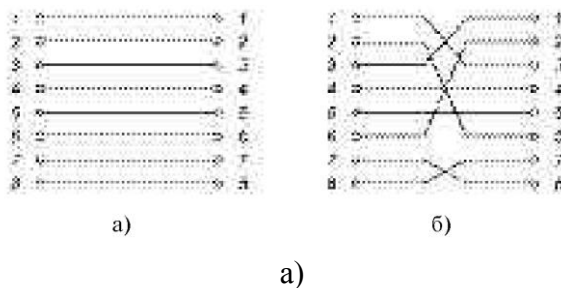


Рис .9 .5. Схема з'єднання контактів вилок модульних роз'ємів різних видів шнурів:

а) прямий шнур; б) обернений шнур;

. Монтажні шнури і окінцованні кабелі.

Електричні монтажні шнури, на відміну від оптичних, є в основному комутаційними виробами спеціального вигляду і є відрізок кабелю для шнурів з вишкою модульного роз'єму, яка встановлена лише на одному з його кінців. Кручені пари другого неокінцovanого кінця розводяться на контактах роз'єму типу 110 або модульного роз'єму комутаційної панелі. У останньому випадку за рахунок розводки із зворотного боку панелі можна удвічі

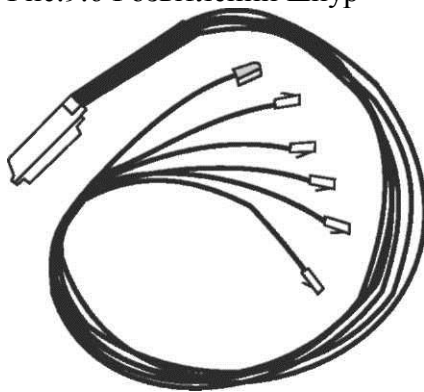
зменшити кількість кабелів в передній робочій частині комутаційного поля, що покращує як естетичні характеристики панелей, так і зручність читання маркіровки портів

Комбіновані і багатопарні кінцеві шнури

В процесі експлуатації СКС досить широкий застосовуються комбіновані і багатопарні кінцеві шнури. У комбінованому шнурі в залежності від додатка на другому кінці шнура може бути встановлений, наприклад, 15-контактний роз'єм DB-15, 25-контактний DB-25 або декілька роз'ємів штирькового типу. Схеми розводки провідників на другому кінці кінцевого шнура також залежать від конкретного застосування.

Цікавою особливістю шнурів даного вигляду є те, що на сьогоднішній день вони є єдиним електричним комутаційним виробом масового вживання, контактні елементи роз'єму якого в неробочому стані повинні обов'язково закриватися захисними колпачками (зазвичай синій для розетки і червоний для вилки).

Рис.9.6 Розвітлений шнур



Розвітлений шнур, або шнур типа «гідра» (hydra) (Рис. 9.6) застосовується при необхідності підключення многопортового устаткування до модульних панелей. Представляє собою 50-контактну вилку чи розетку роз'єму Telco, на яку заведено шість чотирипарних кабелів з вилками модульних роз'ємів на другому кінці. Відомі також шнури розглянутого вигляду з вісьма, 12 і навіть з 24 шестиконтактними вилками модульних раз'ємов, що дозволяє в межі виконувати необхідні підключення кожної окремої узяті пари.

Шнур типа «гідра» виробів цього типа забезпечує характеристики категорії 3. Вони можуть виготовлятися з кабелів UTP і S/UTP. Головна маса таких шнурів

випускається на базі неекранованого кабелю.

Адаптери.

Адаптери, як і кінцеві шнури, не є складовою частиною СКС і використовуються для підключення мережевого устаткування. Згідно стандарту T1A/ EIA-568-A, в цю групу об'єднуються елементи, що виконують щонайменше одну з перерахованих нижче функцій:

- підключають один до одного роз'єми несумісних розмірів або типів (переходник);
- змінюють схему розводки провідників;
- розподіляють один багатопарний кабель на декілька кабелів з меншим числом пар (розгалужувач);
- сполучають кабелі один з одним.

Перехідники. Т-перехідники призначені для зміни схеми підключення модульного роз'єму, наприклад з T568A на USOC. Цей елемент зазвичай складається з короткого відрізка кабелю зі встановленою на ній восьмиконтактною вилкою модульного роз'єму і корпусу з однією модульною розеткою. Відомі також «жорсткі» варіанти у вигляді вставки типа «вилка-розетка

Розгалужувачі. Y-адаптери, двійники, сплиттери (splitters), або duplex couplers застосовуються для розгалуження пар кабелю, підключених до контактів однієї вилки модульного роз'єма, на дві (рідше три або чотири) інформаційні розетки. Основна маса Y-адаптерів містить восьмиконтактну вилку модульного роз'єму і корпус з двома модульними розетками (Рис.9.7). Вилка може бути жорстко зафіксована на корпусі (адаптери 400B2 і 400K фірми Lucent Technologies) або з'єднуватися з ним коротким відрізком кабелю (модульний адаптер фірми Siemon). Вихідні гнізда модульних роз'ємів можуть розміщуватися як поруч один з одним, так і один над одним. Основною перевагою останнього рішення є те, що в **разі подвійної** розетки корпус адаптера не перекриває друге гніздо модульного роз'єму в найбільш популярних конфігураціях з горизонтальною їх орієнтацією.

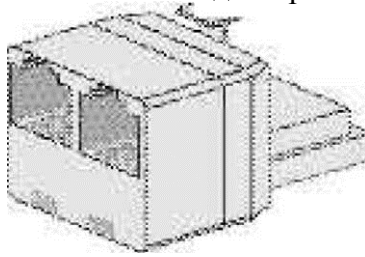


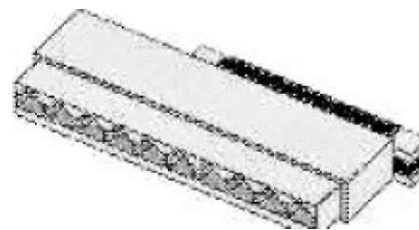
Рис. 9.7. Y-адаптер

Гармоніку (Harmonica), або multi-line-адаптер, можна розглядати як узагальнення Y-адаптера на випадок багатопарного кабелю. Свою назву цей елемент отримав із-за зовнішньої схожості з губною гармонікою. Його призначення полягає в розгалуженні 25-парного кабелю на декілька груп провідників ємкістю по дві, три або чотири пари.

Відомо два основні варіанти конструктивного виконання гармонік. У першому, поширенішому з них виходи восьмиконтактних модульних роз'ємів виведені на вилку або розетку 25-парного роз'єму Telco, в другому варіанті використано шість чотирипарних лінійок типу ПО.

Кількість вихідних модульних розеток залежить від прийнятої схеми розгалуження. В разі розводки по двох парах число модульних розеток досягає 12. Для збільшення покращення експлуатаційного обслуговування інколи на вибір одним виробником пропонуються варіанти гармонік з паралельною і перпендикулярною площиною монтажу модульних роз'ємів Telco.

Рис.9.8. Гармоніка



Гармоніки можуть бути виконані у вигляді окремого пристрою (Рис.9.8) або ж як модуль для установки в різноманітні коробки, корпуси і інші аналогічні елементи.

Як правило, гармоніки забезпечують пропускну спроможність не більше 10 Мбіт/с.

Балуни.

Балун (від англ. BALance — UNbalance — балансний-небалансний, точніше — симетричний-несиметричний) є пристроєм, призначеним для забезпечення з'єднання крученої пари і коаксіальним або твінаксіальним кабелем. Окрім власне фізичного підключення він здійснює перехід від несиметричної схеми передачі до симетричної і узгодження хвильових опорів різних середовищ передачі сигналів.

Відомо два основні різновиди балунів: коаксіальний і твінаксіальний. Коаксіальні балуни найчастіше застосовуються при використанні кабельної розводки СКС для передачі

телевізійних сигналів і в цьому випадку забезпечує високий рівень передавальних характеристик у дуже широкому частотному діапазоні.

Подовжувачі.

Подовжувачі (Line Extension) виконують в СКС ті ж самі функції, що і звичайні побутові подовжувачі в мережі силового електроживлення. Застосовуються в тих випадках, коли відсутні кінцеві шнури необхідної довжини, а підключаємо до кабельної системи мережеве устаткування не пред'являє високих вимог до ширини смуги пропускання тракту передачі сигналу.

Практично аналогічно побутовим аналогам подовжувачі СКС конструктивно можуть оформлятися по двох різних варіантах. У першому з них сполучний шнур з вилкою модульного роз'єму є складовою частиною приладу. На другому кінці шнура встановлюється корпус з розеткою.

Комутаційні шнури

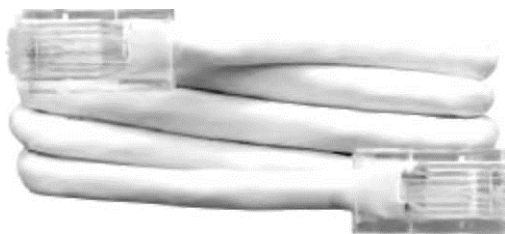


Рис. 62. Коммутационный шнур

Комутаційні шнури класифікуються по категоріях від 3 до 5. Коротке зведення типів шнурів категорії 5 різних фірми-виробників приведена в таблицю. 46. Слід зазначити, що стандарт T1A/E1A-568 для комутаційних шнурів, які часто застосовуються в обмеж-А не рекомендує використовувати комутаційні шнури завдовжки понад 6,1 м (20 футів).

стандарту T1A/E1A-568-A і працює таким чином: після підключення вилок роз'ємів надлишок довжини кабелю шнура складається кілька разів і на кінці складеної ділянки устанавлюється затиск. Таким чином, пристрій Perfect Patch ефективно виконує функції плавного регулювальника довжини шнура.

Комутаційний блок

Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом коммутационной панелі типу ПО. Він є пластиковою підставою, на котром сформовані промовці вперед контактні смуги. На кожній контактній смугі сформовано 50 пазів під IDC-контакти сполучних блоків роз'ємів типу ПО. Ємкість лінійки вибрана з розрахунку оброблення на ній одного 25-парного пучка магістрального кабелю або шести горизонтальних кабелей. З цих же міркувань вибрані ширина паза, що розділяє дві сусідні контактні смуги, і висота контактних смуг. Введення багатопарного кабелю в розділовий паз між лінійками виконується зазвичай через паруподовжених отворів з формою, близькою до овальної, які виконані в лівій і правій частинах паза. Деякі різновиди панелей типу ПО мають додаткові отвори в центрі паза,

наявність яких полегшує введення і оброблення горизонтальних кабелів. У більшості конструкцій передбачається, що оболонка оброблюваного кабелю віддаляється на таку довжину, аби в пазу проходили лише окремі виті пари. Найбільш відомими в нашій країні виключеннями з цього правила є панелі компаній Panduit і ICC, в яких оболонка чотирипарних кабелів віддаляється лише з частини, яка безпосередньо розводиться на контактній смузі.

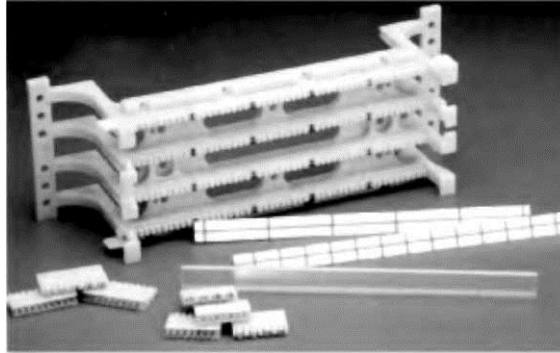


Рис 68 комутаційна панель типа ПО

бути згруповані в окремий блок, який знаходиться збоку від лінійок (MJWC5-8-39ТВ компанії Нотасо). У останньому випадку лінійки роз'ємів ПО закриваються декоративною захисною кришкою.

Існує також обмежена номенклатура панелей типа ПО, в яких по внутрішніх токоведущим доріжках друкарської плати запаралелюються одноименные контакти лінійок двох роз'ємів. На доріжці передбачається також нормальнозамкнутый контакт. Контакт може бути розімкнений за допомогою спеціального адаптера, що буває необхідно при підключенні до лінії тестуючого устаткування. Наявність подібного інтерфейсу особлива поважно в разі використання панелі для передачі телефонних сигналів. Панель даного типа дуже зручна також для організації точок переходу. Прикладом даного устаткування може служити виріб типа S110T(X) 1 виробництва компанії Siemon.

Комутаційні панелі типа 66

Комутаційні панелі типа 66 відомі вже протягом декількох десятилетий і відрізняються від розглянутих вище виробів аналогічного призначення тим, що в них не використовуються комутаційні шнури. Комутація каналів в цих панелях здійснюється за допомогою перемичок, для підключення кабелів і перемычек застосовуються ГОС-контакт-ты Б66. Через відсутність роз'ємного з'єднувача панелі типа 66 орієнтовані в першу чергу для роботи з такими застосуваннями, які не вимагають частою перекомутацією. Тому основною сферою їх застосування вважаються телефонні системи.

Деякі конструкції комутаційних блоків.

Типова конструкція панелі типа 66 включає наступні компоненти:

- комутаційний блок;
- маркувальні елементи;

- організатори;
- елементи кріплення.

Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом комутаційної панелі типу 66. Він утворений пластиковою підставою, яка може мати різну висоту, і встановленими на ній лініями ГОС-контакт-тов типу 66 з різною ємністю. Останні орієнтовані в першу чергу на розводку дротів 25-парного пучка магістрального кабелю. Сповна можлива розводка кабелів іншої ємності з монолітними провідниками. Використання кабелів з багатожильними провідниками не рекомендується. Відомі також комутаційні блоки з меншою кількістю контактів в лінійці. Самі контакти бувають одно-, двух-, чотирьох- і восьмисекційними і інколи снабжаються лапкою для паяння або накрутки провідника внутрішнього межсоединення (мал. 70). Для полегшення процесу розводки деякі типи контактів мають перед ріжучими кромками направляючу щілину. Верхня частина одного з робочих елементів забезпечується виступом у вигляді носика, який перешкоджає вискакуванню дроту під час установки.

. Комутаційні панелі з розетками модульних роз'ємів і.

. Основні елементи конструкції

Комутаційні панелі даного класу (patch panels) мають на лицевій стороні розетки восьмиконтактних модульних роз'ємів для соответствующих комутаційних шнурів. Комутаційна панель складається з:

- комутаційного блоку;
- елементів маркіровки;
- організаторів кабелю;
- елементів кріплення. Комутаційний блок є базовим конструктивним елементом комутаційної панелі з модульними розетками. Він представляє собою пластинчаста підстава

зі встановленими на ній розетками модульних роз'ємів, які можуть бути категорії 3, 4 або 5. Основним матеріалом підстави є анодований алюміній. Пластина основания додатково виконує функції лицьової панелі, тому має соответствующий дизайн і естетичні характеристики. Зокрема, більшість виробників устаткування для СКС розташовують в лівій частині панелі свій фірмовий логотип.

. Інформаційні розетки

. Традиційні конструкції

Інформаційні розетки встановлюються на робочих місцях і призначені для підключення горизонтального кабелю. Електричний модуль розетки являється складовою частиною горизонтальної підсистеми, сама розетка конструктивно складається з корпусу і одного або декількох (максимум 12) розеткових модулів восьмиконтактних модульних роз'ємів. Згідно стандарту КОДЕС 11801, одна інформаційна розетка повинна обслуговувати приблизно 10 м² робочої площі і забезпечити наступну мінімальну конфігурацію розеткових модулів:

- один модуль категорії 3 або вище;
- один модуль категорії 5 або оптичний роз'єм.

Корпус інформаційної розетки зазвичай виготовляється з пластмаси і залежно від способу свого кріплення може мати різну конструкцію. Найбільш широке вживання знаходять корпуси для кріплення на стіні і на декоративному коробі, прокладеному по стіні офісного приміщення, а також в підлоговій коробці. Загальна класифікація корпусів інформаційних

роз. Панель залишає открытою останню частину розеткового модуля, яка захищається від механічних дій і попадання пилу іншими конструктивними елементами.

- а) зовнішня з прямою установкою; б) внутрішня з прямою установкою; у) внутрішня з кутовою установкою і виступом; г) внутрішня з кутовою установкою і виїмкою

Перелік основних вимог, яким повинен задовольняти корпус, включає в себе:

- естетичний зовнішній вигляд;
- наявність місця для нанесення маркіровки;
- стійкість до механічних дій при ненавмисному зачіпанні частями тіла, устаткуванням або іншими сторонніми предметами (для забезпечення тривалої служби всі відкриті елементи зі свободним доступом повинні володіти підвищеною міцністю);
- бажано, аби розбирання розеток без використання викрутки або другого аналогічного інструменту було неможливим або принаймні викликало певні складнощі (захист від цікавих).
- забезпечується більший радіус вигину крайового шнура в місці підключення до розетки (шнур провисатиме практично вертикально). Це знижує вірогідність його пошкодження користувачем і покращує електричні характеристики. Аналогічне положення справедливе і відносно горизонтального кабелю в разі розводки його по коробах;
- при випадкових ривках за сполучний шнур за рахунок меншого плеча важеля розетковий модуль піддається меншим механічним навантаженням;
- досягається ефективніший захист гнізда розеткового модуля від попадання в нього пилу і сторонніх предметів при невідключеному шнурі.

Адаптери, як і кінцеві шнури, не є складовою частиною СКС і використовуються для підключення мережевого устаткування. Згідно стандарту T1A/ EIA-568-A, в цю групу об'єднуються елементи, що виконують щонайменше одну з перерахованих нижче функцій:

- підключають один до одного роз'єми несумісних розмірів або типів (переходник);
- змінюють схему розводки провідників;
- розподіляють один багатопарний кабель на декілька кабелів з меншим числом пар (розгалужувач);
- сполучають кабелі один з одним.

T-переходники призначені для зміни схеми підключення модульного роз'єму, наприклад з T568A на USOC. Цей елемент зазвичай складається з короткого відрізання кабелю зі встановленою на нім восьмиконтактною вилкою модульного роз'єму і корпусу з однією модульною розеткою. Відомі також «жорсткі» варіанти у вигляді вставки типу «вилка-розетка». У середині корпусу виконані требуемые взаємні підключення контактів вилки і розетки. T-переходники забезпечують пропускну спроможність системи не вище 10 Мбіт/с. Як приклади пристроїв цього типу відзначимо вироби серії 950 компанії Hubbell.

Перехідники з модульних роз'ємів на інтерфейс RS-232 і RS/6000 (інколи звані модульними адаптерами) використовуються у разі потреби підключення до інформаційних розеток СКС пристроїв, що мають роз'єми DB09, DB15 або DB25 інтерфейсу RS-232 (V.24). Вони є корпусом, на якому змонтовані вилка або розетка одного з перерахованих вище за роз'ємів серію DB і інформаційна модульна розетка. Випускаються як екранований, так і неекранований варіанти цього пристрою.

Контрольні питання

1. комутаційні панелі типа 110
2. комутаційні панелі типа 66
3. комутаційні панелі з модульними роз'ємами
4. Інформаційні розетки
5. Кінцеві шнури. Призначення. Різновиди

8 ОПТИЧНІ КАБЕЛІ

. Сфери застосування і класифікація

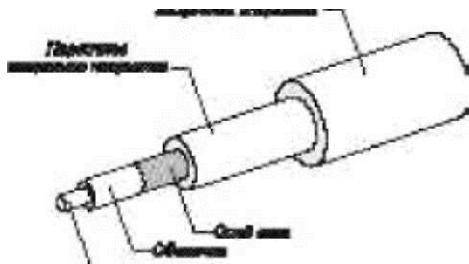
Волоконно-оптичні кабелі, вживані в СКС, призначені для передачі оптичних сигналів усередині будівель і між ними. На їх основі можуть бути реалізовані всі три підсистеми СКС, хоча в горизонтальній підсистемі волоконна оптика доки знаходить дуже обмежене вживання для забезпечення функціонування ЛВС. У підсистемі внутрішніх магістралей оптичні кабелі застосовуються однаково часто з кабелями з витих пар, а в підсистемі зовнішніх магістралей оптичне рішення грають домінуючу роль. Залежно від основної сфери застосування волоконно-оптичні кабелі підрозділяються на три основні види:

- кабель зовнішньої прокладки (outdoor cables);
- кабель внутрішньої прокладки (indoor cables);

Конструктивні особливості і оптичні параметри оптичних кабелів

Основою волоконно-оптичного кабелю є волоконні світлопроводи з кварцевого скла. Кварцеве скло відрізняється вельми низькою механічною прочністю і стійкістю до зовнішніх атмосферних дій. Тому всі останні елементи конструкції оптичних кабелів призначені для забезпечення захисту волокон від зовнішніх механічних дій і вологи в тих умовах експлуатації, на які розрахований оптичний кабель.

- Типова конструкція волоконного світлопровода показана на мал. 85. Световод має циліндрову форму і складається з ряду концентричних шарів, основними з яких є сердцевина і оболонка. Серцевина один-модових світлопроводів, згідно стандарту ІЕС-793 і рекомендації G.652 Міжнародного союзу електрозв'язку (ІТУ), має діаметр $9,3 \pm 0,5$ мкм, деякі виготовники волокон використовують другі діаметри в межах 7-10 мкм при Мал. 85. Конструкція волоконного світлопровода тих



же самих допусків. Діаметр сердцевини багатомодових світлопроводів, згідно ІЕС-793 і G.651, складає 50 або 62,5 мкм при допустимому розкиді ± 3 мкм. Зовнішній діаметр оболонки в багатомодових і одномодових світлопроводів з міркувань уніфікації однаковим і рівним 125 ± 2 мкм. На оболонку наноситься шар лаку товщиною 2-3 мкм, яка входить в номінальну товщину оболонки. Основним призначенням цього покриття є захист кварцевого скла від дії атмосферної вологи і пов'язаної з нею корозії. Необхідну для роботи гнучкість волокна забезпечує первинне захисне покриття з епоксикарилату із зовнішнім діаметром 250 ± 15 мкм. Світлопровід в такому покритті вважається недостатньо захищеним від механічних впливів, і тому його обов'язково забезпечують додатковими зміцнюючими елементами,

- Багатомодові оптичні кабелі в деяких випадках застосовуються при створенні горизонтальної підсистеми СКС (зазвичай в рамках реалізації проектів fiber to the desk). Основою підсистеми внутрішніх магістралей досить частий є багатомодові кабелі, проте на додаток до них можуть бути використані і одномодові. У підсистемі зовнішніх магістралей в залежності від необхідної відстані і смуги частот прокладаються кабелі з багато-модовими або з одномодовими волокнами

. Граничне допустиме загасання і коефіцієнт широкопалосової багатомодових оптичних кабелів СКС

Довжина хвилі, нм	850		1300			
Стандарт	ТІА/ЕІА-568-А	КОЛІС 11801	ТІА/ЕІА-568-А	КОЛІС 11801		
Коефіцієнт загасання, дБ/ки	3,75	3,5	1,05	1,0		
Коефіцієнт широкопалосности, МГцхкм			160	200	400	500

У таблиці. 53 наводяться гранично допустимі значення загасання і коефіцієнта широкопалосности багатомодових оптичних кабелів, використовуваних в СКС. Аналіз приведених даних показує, що міжнародний стандарт пред'являє к оптичеським кабелям СКС декілька жорсткіші вимоги в порівнянні з американським. Окрім стандартів на СКС вимоги до оптичних кабелів содержатся в ін. **Вторинні захисні покриття волоконних світлопроводів**

На кабельні заводи, що виготовляють оптичні кабелі для СКС, волокно всіх трьох основних видів поступає в первинному буферному покритті із зовнішнім діаметром 0,25 мм. Волокно в такому покритті вважається недостатньо захищеним від зовнішніх механічних дій, що виявляються в процесі прокладки і експлуатацій. Тому його обов'язково забезпечують додатковими трубчатими захисними елементами, об'єднаними узагальнювальним поняттям вторинних захисних покриттів.

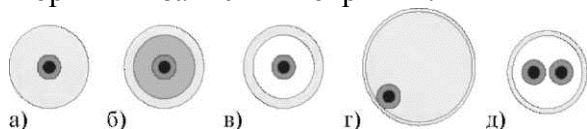


Рис. 86. Варіанти конструктивного исполнення захисних покриттів волоконних световодов:
а) вторичное буферное покрытие 0,9 мм; б) двухслойное защитное покрытие с внешним диаметром 0,9 мм; в) микромодульная конструкция; г) модульная конструкция; д) типа mini-breakout

В даний час при конструюванні оптичних кабелів застосовується три основні види вторинних захисних покриттів.

У магістральних кабелях зовнішньої прокладки в масовому масштабі використовуються так звані модулі (мал. 86г). Модуль є трубкою з пластика різною жорсткості діаметром порядку 2-3 мм, в яких вільно укладені один або декілька световодов (максимум 12 у відомих серійних зразках кабелю). У конструкції рассматриваемого вигляду відсутня пряма механіческая зв'язок між волокном і захисним покриттям, що забезпечує дуже малу чутливість загасання до температурних коливань і розтягуючих зусиль. Вільний внутрішній простір трубок модуля заповнюється гідрофобним гелем. Цей склад призначений для захисти волокна від дії вологи в разі пошкодження зовнішніх оболонок, изготовлен з використанням нафтопродуктів і тому істотно знижує пожа-ростойкость кабельних виробів. Великі зовнішні габарити трубки модулів вимушують використовувати спеціальні заходи по її герметизації в крайових і проміжних муфтах і утрудняють установку вилок оптичних роз'ємів.

У кабелях внутрішньої прокладки широко застосовується вторинне буферне покриття із зовнішнім діаметром 0,9 мм (tight buffer), яке без зазору укладене на первинне захисне покриття діаметром 0,25 мм (мал. 86а). Невеликий зовнішній діаметр у поєднанні з високою гнучкістю і відсутністю внутрішнього гидрофобного заповнювача забезпечує простоту монтажу вилок роз'ємних оптичеських з'єднувачів. Головним недоліком такого покриття

вважається поганий захист волокна від дії вологи, погіршення массогабаритних характеристик кабелю і деяке зростання загасання за рахунок втрат на мікровигинах, вызваних механічною деформацією поверхні волокна зовнішнім покриттям.

- . **Різновиди оптичних кабелів СКС**

-

- . **Кабелі зовнішньої прокладки**

-

. Конструктивні особливості різних видів кабелів

Кабелі зовнішньою, або зовнішньою, прокладки використовуються для побудови підсистеми зовнішніх магістралей СКС. Основною вимогою до їх конструкції, разом з малим загасанням і великою широкосмуговою, є висока механічна міцність до розтягуючих і здавлюючих зусиль, а також вологостійкість і широкий діапазон робочих температур. Важливі значення мають також хороші массогабаритні показники. Необхідний для практичної експлуатації рівень цих параметрів може бути досягнутий кількома різними способами, кожному з яких відповідає своя канонічна конструкція кабелів.

В даний час відома велика кількість конструкцій оптичних кабелів зовнішньої прокладки, повну сукупність яких можна умовно розділити на чотири групи, змальовані на мал. 87.

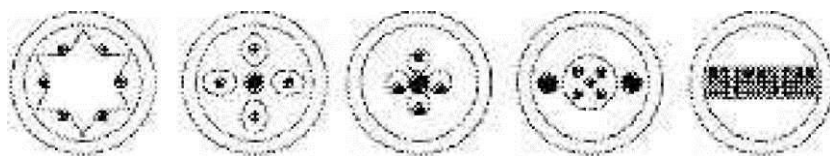


Рис. 87. Типові конструкції сердечників оптичних кабелів: а) з профільованим сердечником; б) модульна; у) з центральною трубкою; г) стрічкова

Основою кабелю з профільованим сердечником (мал. 87а) є фігурний елемент, в пазах або внутрішніх порожнинах якого укладаються волоконні світлопроводи. Дана конструкція була досить широко поширена в 80-х роках. Із-за обмеженої ємкості (звичайні не більше 16 волокон) в настоящее час застосовується порівняно рідко.

Кабелі так званої модульної конструкції (мал. 87б) мають традиційну повивну скрутку²⁸, причому кожен повив набирається з модулів діаметром близько 2 мм (див. параграф 4.1.3). У модулі може розміщуватися від одного до 12 волокон. В процесі виробництва кабелю забезпечується вільне укладання волокон в трубку модуля. Тому в звичайному стані кабелю світлопроводи слегка скручуються по спіралі, так що вони розташовуються уздовж внутрішньої поверхності трубки. Це забезпечує можливість невеликого пружного растяження і згинання кабелю під час прокладки без яких-небудь погіршень його оптичних характеристик. Основна маса кабелів даного різновиду, пропонованих в даний час на ринку, має одноповивну конструкцію. Найбільшого поширення набули шестимодульні конструкції, декілька рідше застосовуються восьмимодульні варіанти. При необхідності збільшення ємкості модулі розташовують в двох повивах або використовують центральний силовий елемент збільшеного діаметру, довкола якого розміщується більше кількість модулів. Деякі зарубіжні фірми називають дану конструкцію *multitube cable*, у вітчизняній літературі вживається буквальный еквівалент цього терміну — «багатотрубковий кабель».

Як основа сердечника може бути використана також одна трубка великого діаметру, яка розташована по осі кабелю (мал. 87в). Такий варіант кабелю зручніший в обробленні, за рахунок максимального видалення волокон від зовнішньої поверхні оболонки забезпечує найкращий захист від сдавлюючих зусиль, проте він декілька поступається традиційною багатомодульною конструкції по робочому діапазону температур і стійкості до розтягування. Для додаткового поліпшення умов захисту волокон фінська фірма NK Cables (колишня Nokia) застосувала в трубчастих елементах Spirale Space канал спіральної форми. У вітчизняній технічній літературі цей різновид кабелів інколи називають одинтрубковою конструкцією.

Основна маса кабелів модульної конструкції в тих або інших варіантах практичної реалізації має ємність не більше 144 волокон. В даний час вони займають домінуюче положення в загальному обсязі випуску кабелів зовнішньої прокладки. Це пояснюється хорошим захистом волокон від механічних і кліматических дій, а також простотою і зручністю оброблення і монтажу.

- Стрічкові кабелі (мал. 87г) за рахунок дуже щільної компоновки забезпечують перевагу над конструкціями інших типів при великій (декілька сотень і більш) кількості волокон і тому використовуються головним чином при створенні основних магістралей крупних міських телекомунікаційних мереж. Вживання цих кабелів для побудови СКС в даний час нецелесообразно, оскільки висока ємність, на якій починають виявлятися їх переваги, в даній області доки не вимагається, а із-за особливостей конструкції робота по установці роз'ємів і виготовленню нероз'ємних соединителів вимагає дуже складного і дорогого технологічного устаткування і вищої кваліфікації монтажників

•

Кабелі зовнішньої прокладки підрозділяються на:

- кабелі, що містять металеві зміцнюючі елементи і електрические провідники;
- повністю діелектричні кабелі.
- Порівняно з повністю діелектричними конструкціями кабелі з металіческими зміцнюючими елементами володіють більшою механічною прочністю до здавлюючих і розтягуючих зусиль, їх світлопроводи не пошкоджуються гризунами і при рівній розривній міцності мають декілька менший зовнішній діаметр. Їх головним недоліком вважається те, що вони не забезпечують повну гальванічну розв'язку пунктів, що сполучаються

Броньові покриття кабелю додають йому додаткову розривну міцність і захищають його від здавлюючих зусиль. Як броня можуть бути використані рідке або щільне металеве обплетення, гофрована сталевая стрічка і круглий оцинкований сталевий дріт різного діаметру.

Броня із сталевий стрічки завтовшки в декілька десятків міліметрів виконується в двох різновидах. Найчастіше шов стрічки розташовується паралельно осі кабелю. В цьому випадку стрічка обов'язково виконується з невеликими гофрами, що дозволяє добитися високої гнучкості кабелю. Броня на основі обмотки сталевий стрічкою (осі стрічки і кабельного сердечника розташовуються в цьому випадку під певним кутом) використовується значно рідше. В цьому випадку поверхня стрічки виконується гладкою, що декілька зменшує зовнішній діаметр кабелю. У сучасних конструкціях на стрічку часто наноситься полімерне покриття для запобігання корозії.

Броня із сталевий дроту різного діаметру застосовується при роботі в важких умовах і можливості дії значних розтягуючих зусиль. При необхідності на кабель накладається два шару дроту, причому осі проволочек утворюють невеликий кут з віссю кабелю, а напрями намотування шарів вибираються різними. Броня у вигляді щільного обплетення з дроту діаметром в декілька десятків долей міліметра вигідно відрізняється від сталевий гофрованої

стрічки меншою висотою і великою гнучкістю, проте має дуже обмежене розповсюдження із-за малої продуктивності моточних верстатів для її виготовлення.

Головні броньові покриття часто доповнюються обплетеннями із склопластико-вих ниток, стрічкова броня інколи посилюється двома або чотирма сталевими проволочками в товщі шланга зовнішньої оболонки (конструкція, вживана, наприклад, Lucent Technologies і Siemens). Останнє рішення додає кабелю стійкість до розтягуючих зусиль, близьку до стійкості кабелю із звичайною дротяною бронєю, проте при цьому відбувається незначне збільшення маси і зовнішнього діаметру.

. Кабелі внутрішньої прокладки

Волоконно-оптичні кабелі внутрішньої або внутрішньооб'єктової прокладки (indoor cables) використовуються для побудови горизонтальної підсистеми і підсистеми внутрішніх магістралей СКС. Від кабелів зовнішньої прокладки вони відрізняються по двох основних параметрах:

- меншим зовнішнім діаметром і масою у поєднанні з вищою гнучкістю за рахунок відсутності гідрофобного заповнювача і вживання облегованих зміцнюючих покриттів без броньових покриттів;
- кращими характеристиками по пожежній безпеці.

Також як і кабелі на основі витих пар, волоконно-оптичні кабелі внутрішньої прокладки, вживані в СКС, повинні відповідати вимогам пожежної безпеки. Властивості кабелю по пожежній безпеці визначаються матеріалом діелектриків, використовуваних в його конструкції (головним образом матеріалом зовнішньої оболонки). Виробники в своїх каталогах зазвичай підрозділяють кабелі внутрішньої прокладки на Plenum і Riser. Детальніше аспекти пожежної безпеки СКС розглянуті в главі 6.

Світлопроводи кабелів даної групи обов'язково забезпечуються вторичним захисним полімерним покриттям діаметром 900 мкм, яке без зазору укладене на первинне покриття діаметром 250 мкм. Волокно в такому покритті допускає безпосередню установку вилки оптичного роз'єму без вживання яких-небудь додаткових елементів. Зручність монтажу роз'єму досягається ціною деякого збільшення коефіцієнта загасання в порівнянні з кабелями зовнішньої прокладки. Це, проте, не має істотного значення, оскільки згідно стандартам довжина кабелю підсистеми внутрішніх магістралей не перевищує 500 м.

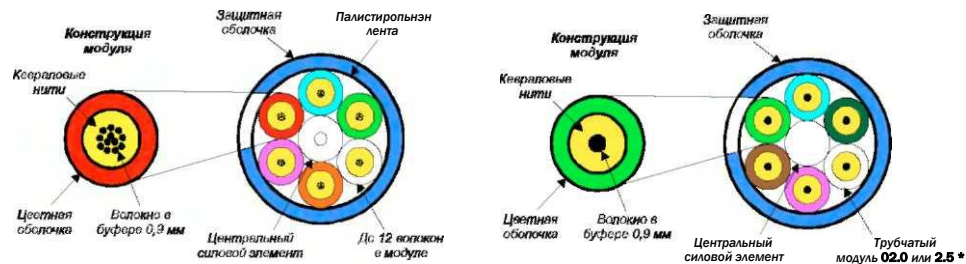
Для захисту кабельного сердечника від механічних дій в кабелях внутрішньої прокладки використовується шар кевларових ниток, який розташований безпосередньо під шлангом зовнішньої оболонки. На відміну від кабелів зовнішньої прокладки застосовується вільне укладання цих ниток без сплетення в обплетення.

Кабелі внутрішньої прокладки відомі в двох основних конструктивних різновидностях. Вироби першої групи називаються розподільними кабелями (distribution) і містять світлопроводи в буферному покритті 0,9 мм, які разом з кевларовими зміцнюючими нитками поміщені в загальну захисну оболонку. Їх оброблення здійснюється в комутаційних пристроях (див. розділ 4.3). У так

званих breakout-кабелях кожен світлопровід додатково поміщений в захисний шланг зовнішнім діаметром 2-3 мм. Такі конструкції володіють великим зовнішнім діаметром і механічною міцністю, що визначається як наявністю центрального силового елемента, так і додатковим шаром кевларових ниток під кожним індивідуальним захисним шлангом. Вони орієнтовані в першу чергу на виготовлення складок (див. параграф 4.4.2), що претерминированих, і, як це витікає з назви (breakout по-англійськи означає «місце відведення з многожильного кабелю»), служать для виконання відведень окремих

світлопроводів без использования разветвительных муфт. Не виключається, хоча і рідко застосовується на практиці можливість виготовлення багатоволоконних сполучних шнурів.

Приклад конструкції кабелів внутрішньої прокладки показаний на мал. 89, а в таблиці. 58



наводяться типові механічні характеристики сучасних серійних виробів цього типа.

званих breakout-кабелях кожен світлопровід додатково поміщений в захисний шланг зовнішнім діаметром 2-3 мм. Такі конструкції володіють великим зовнішнім діаметром і механічною міцністю, що визначається як наявністю центрального силового елемента, так і додатковим шаром кевларових ниток під кожним індивідуальним захисним шлангом. Вони орієнтовані в першу чергу на виготовлення складок (див. параграф 4.4.2), що претерминированных, і, як це витікає з назви (breakout по-англійськи означає «місце відведення з багатожильного кабелю»), служать для виконання відведень окремих світлопроводів без использования разветвительных муфт. Не виключається, хоча і рідко застосовується на практиці можливість виготовлення багатоволоконних сполучних шнурів.

Контрольні питання

1. Різновиди оптичних кабелів СКС Кабелі зовнішньої прокладки.
2. Оптичні кабелі внутрішньої прокладки . Конструкції.
3. Оптичні кабелі для шнурів.

9 .ОПТИЧНІ РОЗ'ЄМИ

Одній з основних проблем, яку доводиться вирішувати при створенні будь-якої лінії оптичного зв'язку, є необхідність зрощення волоконних световодов один з одним. У загальному випадку дане завдання може бути вирішене двома принципово різними способами: з допомогою роз'ємних і за допомогою нероз'ємних оптичних соединителів (мал. 92). Нероз'ємні з'єднувачі, котрі інколи називаються зростками, широко використовуються при створенні ліній зв'язку великої протяжності (наприклад, мереж зв'язку загального користування масштабу міста і більш). Специфіка побудови оптичних трактів СКС, пов'язана з їх невеликою протяжністю, наводить до того, що на них для зрощення світлопроводів використовуються в основному роз'ємні з'єднувачі, або просто роз'єми, які детально розглядаються нижче.

• Призначення і основні вимоги до оптичних роз'ємів

Оптичні роз'єми, які інколи називаються роз'ємними з'єднувачами, призначені для забезпечення роз'ємного підключення сполучних і крайових шнурів до комутаційного устаткування в кросових, інформаційних розетках робочих місць і до мережевого устаткування.

У перелік основних функцій оптичного роз'єму входить:

- забезпечення введення волокна в точку зрощення із заданим радіусом вигину;
- захист волокна від зовнішніх механічних і кліматичних дій;
- фіксація волокна в центруючій системі.

Основні технічні вимоги, яким повинні відповідати вироби, розглядаються в цьому розділі, полягають в наступному:

- внесення мінімального загасання у поєднанні із здобуттям високого затухання зворотного розсіяння;
- забезпечення довготривалої стабільності і відтворюваності параметрів;
- мінімальні габарити і маса при високій механічній міцності;
- простота установки на кабель;
- простота процесу підключення і відключення.

У СКС згідно діючим редакціям стандартів можна використовувати оптичні роз'єми лише двох типів — БС і БТ. У всіх знов створюваних СКС повинні застосовуватися лише роз'єми типу БС. У дійсних СКС з роз'ємами типу БТ їх можна застосовувати і далі, при розширенні таких СКС також можна застосовувати БТ-роз'єми. Для підключення до СКС мережевого устаткування з роз'ємами інших типів можна використовувати кінцеві шнури, з одного боку яких встановлені вилки роз'єму БС, а з іншої — вилки роз'єму іншого типу. Не виключається також вживання адаптерів (перехідників) з роз'ємів БС на роз'єми іншого типу. Аналогічно на мережевому устаткуванні розетка з маркіровкою А є входом оптичного приймача, а з маркіровкою В — виходом оптичного передавача.

•

Параметри оптичних роз'ємів

. Втрати, що вносяться

Втрати в оптичних роз'ємах викликається цілим рядом причин, які в общем вигляді можуть бути розділені на наступні групи:

- внутрішні чинники, які визначаються допусками на геометричні розміри світлопроводів;
- зовнішні чинники, які визначаються якістю виготовлення окремих елементів роз'єму і його технологічними допусками;
- віддзеркалення і розсіяння;
- забруднення.

До основних внутрішніх чинників, які викликають втрати в оптичних роз'ємах, відносяться ексцентриситет і еліпсна серцевина, а також різниця діаметрів, числових апертур і профілів показників заломлення світлопроводів, що зрощуються. Необхідність обліку ексцентриситету і еліпсної виникала на ранніх стадіях розвитку техніки оптичного зв'язку. В даний час у зв'язку з досягнутим технологічним рівнем виготовлення оптичних волокон ці фактори перестали грати первинне значення. Так, наприклад, при величині еліпсної серцевини 5% втрат, що вносяться, не перевищують 0,1 дБ.

- наконечники з опуклими торцевими поверхнями (радіус скруглення 10-15 мм) (мал. 986);
- спеціальну технологію обробки торцевої поверхні.

досягне. Конструктивні особливості оптичних роз'ємів

До складу оптичного роз'єму входять наступні основні вузли і деталі:

- наконечник або інший елемент для фіксації волокон;
- елемент центрування волокон, що зрощуються, один відносно одного;
- корпус з елементами захисту від повертання і неправильного підключення;
- елементи фіксації за зміцнюючі покриття світлопроводів і кабелю;
- хвостовик;
- захисний ковпачок.

Залежно від конструктивного виконання оптичного роз'єму ті або інші конструктивні елементи з приведенного списку можуть бути відсутніми.

. Елементи і способи кріплення до кабелю

Вилки оптичних роз'ємів зазвичай встановлюються на кабелі для шнурів із захисним шлангом зовнішнім діаметром 2,5-3,0 мм. В разі монтажу вилки на волокні в буферному покритті 0,9 мм на нього одягається трубчастий перехідник із зовнішнім діаметром 2,5-3,0 мм, що забезпечує дотримання заданого радіуса вигину світлопровода в точці входу. У деяких конструкціях функції цього перехідника виконує гнучкий хвостовик. За відсутності в комплекті вилки ТАКОГО ПЕРЕХІДНИКА ЙОГО ЗАМІНЮЮТЬ КОРОТКИМ ВІДКРИТИМ ЗАХИСНИМ ШЛАНГОМ КАБЕЛЯ ДЛЯ ШНУРІВ.

Роз'єм SC (від англ. subscriber connector — абонентський роз'єм, інколи використовується неофіційна розшифровка цього скорочення: Stick-and-Click — встав і замкни) (мал. 103) був розроблений японською телекомунікаційною корпорацією NTT для використання в абонентських пристроях різного призначення. В даний час нормований міжнародним стандартом

IEC-874-13. Він визначений дійсними редакціями стандартів як основний тип роз'єму для применения в СКС. Може бути виконаний в одинарному і подвійному (дуплексном) варіантах. Основна ідея



закладена в його конструкцію, со- Рис. 103. Вилка роз'єму SC стоїть в створенні пристрою з пластмасовим корпусом, що добре захищає наконечник і що забезпечує плавне підключення і відключення лінійним рухом.

Переважає більшість вилок роз'ємів SC забезпечуються наконечниками з кераміки, є також одиничні зразки цих виробів з наконечниками, що виготовляються з неіржавіючої сталі. Наконечник роз'єму SC втоплений в корпус вилки, що оберігає його від забруднень. Лінійний рух при підключенні і відключенні робить цей роз'єм особливо зручним для вживання в 19-дюймових полицях, оскільки дозволяє збільшити щільність портів за рахунок сближення розеток. Клямка відкривається лише при витягуванні за корпус, що збільшує експлуатаційну надійність. Роз'єми SC забезпечують велику стабільність параметрів (витримують не менше 500 підключень і отключень), чому неабиякою мірою сприяє відсутність повертань наконечників один відносно одного при включенні і відключенні. Як видно з таблиці. 62, цей роз'єм є одним з кращих по величині загасання, що вноситься.

На верхній стороні корпусу вилки є ключ у вигляді виступу, який перешкоджає її підключенню в розетку в неправильному положенні.

Для здобуття подвійного роз'єму з одинарних використовують два різні рішення. Перше з них засновано на тому, що на корпусі вилок передбачені фіксатори, які взаємодіють між собою в зібраному стані. У другому варіанті застосовується зовнішній фіксатор. Він може бути виконаний у вигляді обойми, що складається з двох симетричних половин, з гніздами для корпусів вилок або ж бути Н-образною деталлю, в бічні пази якої вставляються вилки. По останньому варіанту реалізований, наприклад, фіксатор типу 2A1 компанія Lucent Technologies, який забезпечений штатною символічною маркіровкою у вигляді букв А і В. Расстояние між осями наконечників вилок в подвійному роз'ємі складає 12,7 мм.

• Роз'єми типу ST

Оптичний роз'єм типу ST (від англ. straight tip connector — прямою роз'єм, иногда використовується неофіційна розшифровка цього скорочення: Stick-and-Twist — встав і оберни) був розроблений лабораторією Bell компанії AT&T (нині Lucent Technologies) в 1985 році для заміни біконічного роз'єму. До появи раз'єма SC він мав найбільше поширення в оптичних підсистемах СКС і локальних мереж. Конструкція роз'єму в даний час визначається міжнародним стандартом IEC 874-10 і заснована на керамічному наконечнику діаметром 2,5 мм з опуклою торцевою поверхнею (мал. 104). Фіксація вилки на розетці виконується підпружиненим байонетним елементом, який повертається на У4 звороту. Тому роз'єм ST інколи називають роз'ємом типу BFOC (від англ. bayonet fiber optic connector).

Є декілька варіантів конструкцій ST-раз'ємов, отличаючихся в основному формою і матеріалом байонетного фіксатора, а також принципом кріплення корпусу вилки до буферних оболонок і захисних покриттів світлопровода.

Компанія Lucent Technologies розробила три варіанти вилок цього роз'єму: ST, STII і STII+, які повністю сумісні друг з другом по посадочних місцях в розетке і мають незначні конструктивні відмінності, поліпшуючі їх експлуатаційні властивості у міру переходу до досконалішої моделі. Так, зокрема, гайка байонетного фіксатора вилки ST має відкритий в осьовому напрямі шліц, тоді як в обох пізніших варіантів цей шліц закритий перемичкою (мал. 105). Важливою особливістю вилок Lucent Technologies є відсутність необхідності вживання кримпуючого (обтискового) інструмента при армуванні ними волокна в буферному покритті діаметром 0,9 мм.

Металевий корпус



Мал. 105. Варіанти конструктивного оформлення гайки байонетного фіксатора вилки роз'єму вГ

вилки і розетки роз'єму ST забезпечують йому високу механічну прочність, проте істотно утрудняють його кодування і ідентифікацію. Известні лише одиничні образці цього виробу однієї фірми з гайкою байонетного фіксатора з металу золотистого і сріблястого кольорів залежно від варіанту конструктивного виконання (вирішення швейцарської компанії Brugg). Інколи на корпусах розеток видавлюються букви SM і MM для одномодового і багатомодового варіантів відповідно. Деякі компанії пропонують вилки ST з хвостовиками з пластмаси різного кольору, досить частий на практиці застосовуються також різні кільця, гільзи і інші аналогічні вироби, які не є штатними маркіруючими елементами.

при підключенні в конструкціях вилок ST-роз'ємів передбачений спеціальний виступ, що вводиться в паз розетки.

Контрольні питання

1. Оптичні з'єднувачі. Типи.
2. Оптичні роз'єми. Призначення і основні вимоги до оптичних роз'ємів
3. Основні параметри оптичних роз'ємів
4. Конструктивні особливості оптичних роз'ємів.
5. Роз'єми типу ST
6. Роз'єми типу SC

10. КОМУТАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОЛЗ

Конструктивні особливості і варіанти підключення

Оптичне комутаційне устаткування є пристроєм, состоящее з тонкостінного пластмасового або металевого корпусу з елементами зовнішнього кріплення, на бічній або торцевій поверхнях яких змонтовані розетки оптичних роз'ємів, а усередині встановлені різні організатори, фіксатори і інші допоміжні елементи. Оптичні коммутационные пристрої призначені для:

- підключення волокон різних сегментів СКС один до одного за допомогою комутаційних шнурів;
- підключення до СКС мережевого устаткування через крайові шнури і, можливо, адаптери;
- нероз'ємного з'єднання (зрощення) друг до другом волокон різних магістральних або горизонтальних кабелів усередині його корпусу.

У конструкцію оптичних комутаційних пристроїв входять наступні типові елементи.

Корпус. У конструкції корпусу передбачаються елементи зовнішнього кріплення, зьомнамна, відкидна або зрушення кришка (можливо, прозора) або дверці на петлях для доступу всередину для проведення монтажних і ремонтних робіт. Общим вимогою до корпусу є забезпечення зручного доступу до волокон і оптичних роз'ємів, а також надійний захист світлопроводів від зовнішніх механічних дій, попадання всередину сторонніх предметів і пилу.

Панель з розетками оптичних роз'ємів. Згідно вимогам редакцій стандартів, що діють, основним типом роз'єму для СКС і, відповідно, для комутаційних панелей є БС. Для комутації використовуються лише подвійні комутаційні шнури, і тому розетки БС на панелі мають бути подвійними. Отвори для не встановлених розеток обов'язково закриваються заглушками для захисту від попадання сторонніх предметів всередину корпусу. Конструкція панелі розробляється так, щоб забезпечувати зручність підключення вилок оптичних роз'ємів до розеток як усередині, так і зовні. Згідно стандартам СЪКС розетки роз'ємних, що діють, оптичних соединителей, встановлених на панелі, мають бути змонтовані так, щоб їх направляючі пази були орієнтовані в один бік. При цьому допускається як горизонтальний, так і вертикальний (один над одним) монтаж розеток однієї пари.

Комутаційні стойки

Комутаційні стойки застосовуються в тих випадках, коли число оптичних портів в кабельній системі складає декілька сотень і більш. Эта конструкция зазвичай є рамою, що несе, на якій встановлюється штатное і додаткове устаткування, оптимізоване для роботи з великою кількістю кабелів і сполучних шнурів.

При розробці стоек особлива увага приділяється збільшенню щільності компоновки і зручності роботи із сполучними шнурами. Відомі в цій області рішення базуються на висувних і відкидних касетах, причому для дальнішого зменшення габаритів касета в робочому положенні може опускатися вниз на кут приблизно в 30°.

19-дюймове комутаційне устаткування . Комутаційні полиці класичної конструкції

Комутаційні полиці призначені для установки в 19-дюймових монтажні конструктивні. Для монтажу використовуються кріпильні кронштейни. Інколи вони виконуються рухливими і забезпечують за рахунок цього плавне або дискретне регулювання глибини установки полиці. Цей же ефект досягається в разі виготовлення кронштейнів різної довжини на замовлення.

Під полицею або перед нею зазвичай встановлюється горизонтальний організатор. У нього укладається запас довжини комутаційних шнурів

Оптичні розраховані на багато користувачів розетки і консолідаційні точки относятся в кінці 90-х років у зв'язку з швидким зростанням популярності відкритих офісів. Вироби цього типу адаптують концепцію fiber to the desk на випадок відкритого офісу.

. Інформаційні розетки

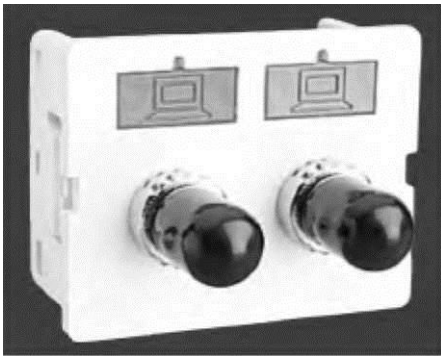


Рис117 Інформаційна розетка

Оптичні інформаційні розетки виконують функції інтерфейсного елемента СКС з боку користувачів і встановлюються на робочих місцях. К ним підключається горизонтальний кабель, що пов'язує їх з КЕ. Інформаційна розетка традиційної конструкції виконана у вигляді вставки і полягає із корпусу і однієї або декількох розеток оптичних роз'ємів, смонтованих на йому (рис. 117). На практиці зустрічаються варіанти виконання як з прямою, так і з кутовою з виступом і виступом установкою розеток. Предпочтительной является установка розеток направляющи-ми пазами вниз. При монтажі необхідно використовувати таку схему разводки, тобы ліва розетка маркірувалася символом А. Согласно нормативним докумен-там, що діє на середину 1999 года, основным виглядом розеткових модулів для розеток даного вигляду является БС. У випадках, описаних вище, в СКС разрешается використовувати інформаційні розетки з БТ-раз'ємами. Рис- 117] Оптична інформаційна розетка у вигляді вставки.

Конструкція корпусу інформаційної розетки і спосіб її установки должны забезпечувати можливість вигину горизонтального кабелю радіусом не менше 30 мм. У останньому конструкція оптичної інформаційної розетки не отличается від конструкції її електричного аналога.

Контрольні питання

1. Комутаційне обладнання Комутаційні
2. Комутаційні полиці
3. Інформаційні розетки

11 МОНТАЖНЕ УСТАТКУВАННЯ

Одна з проблем, що виникають при створенні СКС, є необхідність компактного розміщення її устаткування частенько разом з мережевими пристроями різного призначення (найчастіше концентратори, комутатори, маршрутизатори і сервери) на обмеженій площі приміщень кросових і апаратних залів у поєднанні із забезпеченням зручного доступу до нього під час будівництва і поточної експлуатації. Для вирішення цього завдання призначено 19-дюймове монтажне устаткування, класифікація якого приведена на мал. 124. Окрім 19-дюймових існують також 17-, 23-, 24-дюймові і метрические (ширина кріпильного поля 535 мм) конструктиви. У зв'язку з їх малим поширенням в нашій країні надалі за умовчанням передбачається, що монтажне устаткування виконується відповідно до 19-дюймового стандарту. Додатково відзначимо, що установка, наприклад, 19-дюймового обладнання в 23-дюймову шафу легко виконується в разі наявності соответствующих знімних адаптерів різної висоти.

. Монтажні шафи

Монтажні шафи — це основний монтажний елемент для установки обладнання СКС, вони є закритими 19-дюймові конструктиви. Основу їх конструкції складають каркас і що монтажні направляють.

Зазвичай каркас виготовляється із сталі і призначений для кріплення остальных елементів і додання корпусу шафи необхідної жорсткості. Каркаси виконуються зварними і збірними. Порівняно із збірними зварні каркаси забезпечують велику жорсткість корпусу шафи. Гідністю шаф із збірними корпусами є можливість транспортування в розібраному вигляді.

До каркаса шафи кріпляться зовнішні компоненти корпусу і монтажні направляючі із сталевих або алюмінієвих профілів. Залежно від техніки кріплення тих, що направляють вони можуть бути переміщуваними або фіксованими. Ті, що переміщуються направляють дозволяють виробляти регулювання їх розположення по глибині шафи. У разі потреби плавного регулювання використовують затиски, якщо досить регулювання з дискретним кроком, то применяют кріпильні болти, що входять в отвори поперечної планки. Найчастіше необхідність зміни стандартної установки монтажних направляючих виникає в разі використання різного роду навісних пристроїв, що підключаються до роз'ємів устаткування, встановленого в шафу.

. Підлогові шафи

Підлогові шафи встановлюються на поверхню підлоги підлогових шаф:

Як правило, підлогові шафи виготовляються з чотирма що монтажними направляють, які забезпечують кріплення встановлюваного в нього обладнання в чотирьох крапках. Деякі фірми по спеціальному замовленню поставляють шафи лише з однією парою тих, що направляють в передній частині. У середній частині монтажна рама зазвичай забезпечується додатковою перфорованою планкою, яка разом з увеличением жорсткості конструкції використовується як силовий або фіксуєчий елемент при укладанні кабелю, установці вспомогательного устаткування і так далі У деяких конструкціях шаф такі планки виконуються знімними з можливістю регулювання висоти установки.

. Двері і бічні стінки

Бічні стінки виготовляються із сталі з антикорозійним покриттям, зазвичай виконуються знімними і кріпляться до каркаса гвинтами, клямками або поворачиваємими ключем фіксаторами типу важеля. У шафах великих розмірів последние два рішення достатні частий комбінуються разом. Знімні бічні стінки забезпечують зручний доступ до устаткування і кабелів при їх монтажі і обслуговуванні. У тих ситуаціях, коли в шафу заводиться велика кількість кабелей, можуть застосовуватися так звані поглиблені стінки завглибшки 50 і 100 мм (вирішення компанії Rittal для шаф серії QuickRack). У шафах серії Ultima Access Rack англійської компанії Wilcher & Quick бічна стінка виконана у вигляді двох відкидних половин, що навішуються своїми петлями на центральний силовий стержень. Таке рішення забезпечує дуже зручний доступ до бічних частям змонтованого в шафі устаткування, вертикальним організаторам кабелей і шнурів, а також вертикальним розподільникам силового електроживлення.

Настінні шафи

Настінні шафи призначені для монтажу на стінах приміщень кросових і апаратних (мал. 135). Від підлогових шаф відличаються, окрім способу кріплення, в першу чергу меншою висотою і відсутністю задньої двері. Ці шафи діляться на трісекційні і двосекційні. Основними елементами трісекційних шкафов є підстава, поворотна секція з тими, що монтажними направляють і передні двері.

- Основними конструктивними елементами двосекційних шаф є корпус і передні двері.

Відкриті монтажні стійки є дешевою альтернативою монтажним шкафам і застосовуються в тих випадках, коли:

- не ставляться умови по обмеженню доступу до встановленого обладданню або він здійснюється на рівні контролю доступу в приміщення;
- в процесі експлуатації потрібний дуже частий доступ до устаткування;
- необхідна ефективність охолодження активного устаткування не может бути досягнута в закритій шафі.

Стойки містять підставу і мають один або два ряди) монтажних направляючих рейок, які досить частий обладналися нижніми підкосами у вигляді коротких планок або невеликих косинок для додання жорсткості.

. Монтажні рами

Якщо відкриті стійки є в деякому розумінні функціональним аналогом підлогової шафи, то монтажні рами (frame, wall adapter або bracket) виконують в основному ті ж функції, що і двосекційні настінні шафи. Вони представляють собою конструкцію П-образной форми, що вмонтовується поперечною панеллю на стіні

. Монтажні консолі

Монтажні консолі є спеціалізованими меблями, зазвичай модульній конструкції, розроблену для установки комп'ютерного обладданню. Дозволяють організувати робоче місце системного адміністратора, дежурного оператора і інших фахівців. Орієнтовані в першу чергу на применение в диспетчерських, операторських і інших аналогічних приміщеннях з постійним або тривалим знаходженням персоналу.

Основним елементом конструкції монтажної консолі є монтажна рама з розвиненою системою кріпильних отворів, на яку навішуються полиці, ящики, столешниці і бокси для установки на них різного комп'ютерного або іншого устаткування. Конфігурація консолі за

рахунок модульного принципу побудови легко адаптується до конкретних місцевих умов і вирішуваного завдання.

Елементи підключення робочих місць у великих залах

До елементів підключення робочих місць у великих залах відносяться підпільні і підлогові коробки, а також декоративні колони і розеткові панелі. Сюди ж віднесемо також корпуси для монтажу устаткування консолідаційних крапок. Вони функціонально доповнюють декоративні коробки і дозволяють суттєво розширити круг завдань, що вирішуються в процесі створення СБКС стандартними засобами. Крім того, перераховані елементи часто входять в производственную програму фірм — виробників декоративних коробів, виконані в одному дизайні з ними, а робота з цими елементами не вимагає вживання додаткових технологічних пристосувань.

Зростання інтересу до цієї продукції в нашій країні визначається зростаючою популярністю організації відкритих офісів.

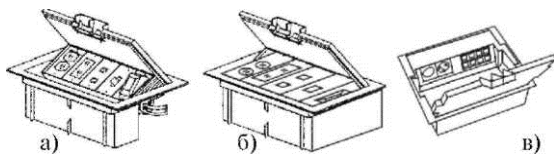
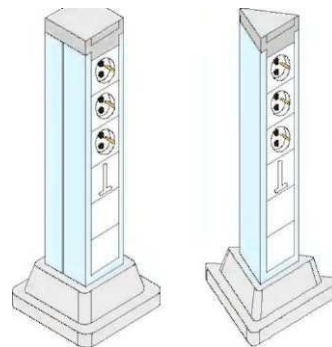


Рис. 149. Варианты конструктивной реализации подпольных коробок: а) с жесткой связью крышки и панели; б) с независимой крышкой; в) с установкой розеток друг против друга

Ще одним елементом, який забезпечує підключення робочих місць до СКС у великих залах, є вертикальні колони. Ці вироби виготовляються в двох основних конструктивних варіантах: у вигляді виступаючої з підлоги колонки висотою 0,6 м, а також у вигляді безперервної колони,

яка проходить від підлоги до стелі.



Колонка зазвичай має прямокутний або квадратний поперечний перетин, колонки трикутної в перетині форми зустрічаються істотно рідше. Для збільшення механічної міцності застосовується установка внутрішньої штатної або знімної разделительной стінки. При недостатній ємкості використовуються два коробчаті елементи, які стькуються задніми незнімними панелями впритул один з одним. Установка колонки здійснюється на монтажне основание. Підведення інформаційних і силових кабелів до колонки може втілюватися як з під фальшпола, так і за допомогою підлогового короба.

Окрім великих залів колонки інколи использу- Мал. 150. Різні варіанти ютєся в аудиторіях учбових центрів, де вони устанав- реалізації підлогових колонок ливаютьєя впритул до бічної панелі столу. Таке рішення при необхідності забезпечиває легкість переміщення і заміни столів. Відомі авторам даної роботи колони виготовляютьєя з анодованого алюмінію і виконуютьєя по двох основним схемам. Згідно першої з них як основа застосовуєтьєя короб прямокутного або квадратного перетину.

• Розеткова панель

Розеткова панель конструктивно виконуєтьєя у вигляді короткого відрізання короба відносно великого поперечного перетину з торцевими кришками і може комплектуватєя декількома силовими і інформаційними розетками, а також вимикачами. Цей вигляд пристрою для підключення користувачів размещаетєя під столешницею робочого столу з використанням спеціальний разработанних для цього затисків. Панель найбільш ефективна для меблів з внутрішніми порожнинами для прокладки кабелів, може бути з успіхом скомбінована з декоративними колонами. У останньому випадку для прокладки кабелів рекомендуєтьєя використовувати гнучку гофровану трубку.

ПО в різних варіантах конструктивного виконання, які доповнюютьєя організа- торами. На ринку доступні також корпуси для монтажу блоків типа 66.

Залежно від габаритних розмірів і вигляду монтажу інколи розрізняють вертикальний і горизонтальний варіанти корпусів (наприклад, вироби СРЕН-(ХХ) і СРЕV-(ХХ) компанії Siemon).

Контрольні питання

1. Монтажное устаткування. Призначення
2. Монтажні шафи
3. Монтажні консолі
4. Підключення робочих місць у великих залах.

ПРОЕКТУВАННЯ СКС

. Принципи проектування. Стадії проектування

Проектування систем телекомунікацій сучасних офісів, зокрема СКС, розділяється на дві основні стадії: архітектурну і телекомунікаційну.

Основним завданням визначення загальної структури СКС, оптимальної по комплексу техніко-економічних характеристик в процесі створення і подальшої експлуатації. Вона здійснюється на етапі розробки проекту нової або такої, що реконструюється будівлі. На цій стадії в проект закладаються вертикальні стояки, приміщення кроссових і апаратних, дороги і способи прокладки кабелів як усередині, так і зовні будівлі (кабельна каналізація). Основними вихідними даними для даного етапу проектування є): архітектурної стадії проектування є

- форма, поверховість, архітектурні, планувальні і інші особливості і геометричні характеристики будівлі або їх комплексу, а також прилеглої території;
- будівельні і інші нормативні документи на проектування службових приміщень систем телекомунікацій і кабельних трас;
- нормативна документація по СКС (стандарти);
- додаткові вимоги Замовника.

Роботи по проектуванню на архітектурній стадії проводяться спеціалізованими проектними організаціями з врахуванням вимог підрядчика, який реалізовуватиме СКС.

Телекомунікаційна стадія проектування інколи починається після закінчення архітектурної, проте зазвичай вона виконується після завершення капітальних будівельно-монтажних робіт. На ній розробляється конкретна структура СКС, складається перелік необхідного устаткування, плани його розміщення і так далі. На даному етапі роботи до проектування притягуються фірми, що спеціалізуються в області створення СКС і системної інтеграції. Ці ж компанії зазвичай виконують і велику частину монтажних і пуско-налагоджувальних робіт, які проводяться одночасно з обробкою внутрішніх приміщень або відразу ж після її завершення. Основними вихідними даними для телекомунікаційної стадії є (мал. 158):

- результати обстеження будівлі і прилеглої території або їх проект, виконаний на архітектурній стадії проектування;
- нормативна документація по СКС (стандарти);
- додаткові вимоги Замовника, наприклад кількість і розміщення робочих місць, кількість інформаційних розеток на робочому місці, вимоги до продуктивності, надійності, безпеці і так далі

. Етапи створення СКС

В даний час в нашій країні не існує стандарту, який визначає СКС як технічний об'єкт, і тим більше відсутні стандарти на проектування структурованих кабельних систем. Тому проектні роботи і роботи по реалізації системи ведуться з використанням інших керівних матеріалів. Найбільш близьким нормативним документом, який часто використовують системні інтегратори при реалізації СКС, є ГОСТ 34.601-90 [76]. Згідно цьому стандарту створення системи розбивається на етапи і фази³⁷, перелічені в таблиці. 76.

Роботи по проектуванню виконуються на етапах «Ескізний проект», «Технічний проект», «Робоча документація». Крім того, на етапі введення системи в дію має бути розроблена експлуатаційна документація, учитывающая зміни, внесені до робочої

документації в процесі пусконала-дочних і будівельно-монтажних робіт, дослідної експлуатації і приймальних випробувань. Експлуатаційна документація також включає керівництво по використанню і підтримці системи в процесі експлуатації. У таблиці. 77 приведений перелік документів, які можуть входити до складу проектної і експлуатаційної документації.

Таблиця 77. Перелік і шифри документів, що включаються до складу проектної і експлуатаційної документація СКС по ГОСТ 34201-98 [77]

№1 1/1 1	Етап	Найменування документа	Шифр документа	Наявність в складі	
				проектною документації	експлуатаційною документації
1	ТЗ	Технічне завдання	ТЗ*	+	
2	еп, ттт	Схема структурна комплексу технічних засобів	С1*	+	
3	тп	Ведомість технічного проекту	тп*	+	
4		Ведомість купувальних виробів	ВП*	+	
5		Записка пояснення до технічного проекту	П2	+	
6		План розташування	С8	+	
7		Ведомість устаткування і матеріалів	-	+	
8		Локальний кошторисний розрахунок	Б2	+	
9	рд	Ведомість тримачів оригіналів	ДП*	+	
10		Ведомість експлуатаційних документів		эд*	

Вихідні дані для проектування на архітектурній і телекомунікаційною стадіях

Основою вихідною інформацією для проектування є відомості, полученные в процесі передпроектного обстеження об'єкту, норми стандартів і технічні вимоги Замовника. У сучасних умовах технічні вимоги Замовника часто оформляються у вигляді додатка до запрошення для участя в тендері. Документом, узагальнювальним вихідну інформацію і підсумком спільної роботи Замовника і Виконавця, що є, на передпроектній стадії, є

затверджене сторонами Технічне Завдання (ТЗ). ТЗ складається відповідно до стандарту ГОСТ 34.602-89]. У документі слід чітко оговорити остаточні характеристики системи, аби уникнути можливого взаємонепоуміння в процесі створення СЪКС. Основну роботу з підготовки ТЗ виконує Виконавець в тісному контакті з відповідальним представником Замовника, у разі потреби до його складання може притягуватися третя сторона, досить кваліфікована для підготовки такого документа.

В процесі розробки ТЗ проекту привласнюється шифр відповідно до стандарту ГОСТ 34.201-89

Ескізний проект

Мета роботи на цьому етапі полягає в розробці попередніх проектних рішень. Ескізний проект часто називають Технічною Пропозицією. Документація цього етапу має загальний характер і невеликий об'єм (звичайні 5-10 сторінок машинописного тексту з мінімальною кількістю схематичних ілюстрацій типу общей структури СЪКС і інших аналогічних об'єктів), може містити декілька варіантів рішення задачі, короткий аналіз цих варіантів і рекомендації по вибору. Технічна пропозиція часто надається Замовникові ще до укладення офіційного договору на проектування (наприклад, в процесі проведення тендера) і тому інколи називається комерційним, або бюджетним, пропозицією.

На етапі ескізного проектування розробляється структурна схема СКС і конфігурація робочого місця, виробляється вибір середовища передачі сигналу і методів прокладки кабелів.

До складу документації ескізного проекту можуть включатися наступні документи:

- 1) записка пояснення до ескізного проекту (код документа Ш);
- 2) структурна схема комплексу технічних засобів (код документа Про); может бути включена до складу документа Ш;
- 3) оцінка вартості створення системи (код документа Б0).

Правила оформлення перерахованих документів містяться в керівному документі РД 50-34.698.90 [79].

Технічний проект

Мета робіт на стадії технічного проекту полягає в глибокій розробці проектних рішень по системі в цілому і по її окремих частинах. Під проектними рішеннями слід розуміти рішення, що стосуються принципів роботи системи, а також вирішення конкретних завдань і проблем, пов'язаних із створенням системи для конкретного об'єкту.

До складу документації, що розробляється в процесі технічного проектування, включаються наступні документи:

- 1) ведомість технічного проекту (код документа ТП, оформляється в соответствии із стандартом «ГОСТ 2.106-96. ЕСЪКД. Текстові документи»);
- 2) записка пояснення до технічного проекту (код документа П2);
- 3) схема структурна комплексу технічних засобів (код документа Про); может бути включена до складу документа П2;
- 4) ведомість (специфікація) устаткування і матеріалів;
- 5) локальний кошторисний розрахунок (код документа Б2).

Як рекомендація можна розглядати пропозицію оформляти локальний кошторисний розрахунок окремим документом, не підшиваючи його в книгу технічного проекту.

Розробка робочої документації

Мета робіт на стадії розробки робочої документації полягає в підготовці точних робочих креслень, схем і таблиць, якими керуватимуться монтажники при проведенні робіт із створення системи. Робоча документація забезпечує детальну прив'язку компонентів системи до об'єкту, содержит креслення, таблиці з'єднань і підключень, плани розташування обладнання і дрiт і інші аналогічні документи.

До складу документації, що створюється на цьому етапі, входять наступні основні документи:

- 1) схеми розміщення устаткування і проводок (код документа С7);
 - 2) таблиці з'єднань і підключень (код документа С6);
- складальні креслення (код документа СБ)

Контрольні питання

1. Принципи проектування СКС. Стадії проектування
2. Етапи створення СКС
3. Ескізний проект
4. Технічний проект
5. Розробка робочої документації

13.МОНТАЖ СКС

- **Вхідний контроль компонентів СКС**
- **Вхідний контроль електричних кабелів і інших електричних компонентів**

Вхідний контроль електричних компонентів СКС здійснюється в основному методом візуального огляду, вимірювальні прилади застосовуються достаточо рідко.

При проведенні вхідного контролю кабелю слідує:

1) переконатися в тому, що довжина кабелю на котушці відповідає вказаному на упаковці значенню. Для цього використовуються відмітки довжини на кінцях кабеля. Якщо значення не збігаються, слід виправити напис на котушці. При пошуку кінців кабелю в коробці не рекомендується порушувати порядок укладання його витків, оскільки це істотно утрудняє розмотування кабелю або навіть робить її неможливою;

2) перевірити відповідність колірною кодування пар кабелю стандарту IEC 708 (див. параграф 3.1.5);

3) проконтролювати відсутність пошкоджень самої упаковки і зовнішньої оболонки кабелю.

При проведенні вхідного контролю останніх компонентів необхідно убедитися в їх комплектності і цілісності, відсутності механічних пошкоджень, а також слідів дії високої температури і агресивних хімічних речовин.

Допускається вибіркова інструментальна перевірка електричних параметрів кабелю. Вона проводиться у фабричній упаковці — на котушках або в коробках. Якщо за результатами вимірів який-небудь параметр не відповідає вимогам стандартів значень, то кабель слід звільнити від упаковки, розкласти на підлозі вільними витками і повторити виміри. Якщо і в цьому випадку буде виявлено невідповідність нормам вимірних електричних параметрів, лише тоді можна вважати, що кабель не може використовуватися в СКС і бракується.

Вхідний контроль волоконно-оптичних кабелів і інших оптичних компонентів

Вхідний контроль оптичного кабелю і волоконно-оптичних компонентів виконується методом візуального контролю і інструментального тестування. Візуальний огляд проводиться по правилах, аналогічних описаних вище для електричних елементів.

В процесі виконання інструментального тестування визначається відсутність облому волокон і вимірюється загасання. За наявності в розпорядженні монтажників оптичного рефлектометра додатково може бути визначена довжина оптичного кабелю і проконтрольована відсутність в ньому внутрішніх дефектів.

Простий тест на відсутність облому волокна в багатомодових шнурах і кабелях невеликої протяжності (до 1-1,5 км.) виконується звичайною який для просвіту окремих світлопроводів. Як джерело світла застосовується яскрава галогенна лампочка (можна від кишенькового ліхтарика), а також пристрою з лазерами червоного світла (лазерна указка або так звана візуалізація дефектів волоконних світлопроводів, що розглядається в параграфі 10.3.4). При роботі на відкритому повітрі сповна досить сонячного світла. Для забезпечення надійного введення і виведення світлового потоку з малими втратами може знадобитися сколювання волокон за допомогою скальпеля і їх оконцевание адаптерами на голі волокно. Не унеможливується також використання так называемого пристрою оперативного підключення.

Метод просветки з певними обмовками може бути застосований і до од-номодовим кабелів і шнурів. Проте із-за малого діаметру световедущей сердцевини спостереження світлового

поток на вихідному кінці повинне вироблятися за допомогою контрольного мікроскопа, а при перевірці кабелів обов'язковим являється вживання прецизійного скальвателя для підготовки торців волокна.

До методів інструментального тестування при вхідному контролі відносяться процедура визначення загального загасання оптичного кабелю і інших волоконно-оптичних компонентів, а також рефлектометрическое дослідження оптичного кабелю. Ці процедури детально розглянуті в розділі 10.3.

. Вхідний контроль компонентів СКС

Вхідний контроль електричних кабелів і інших електричних компонентів

Вхідний контроль електричних компонентів СКС здійснюється в основному методом візуального огляду, вимірювальні прилади застосовуються достаточо рідко.

При проведенні вхідного контролю кабелю слідую:

- 4) переконатися в тому, що довжина кабелю на котушці відповідає вказаному на упаковці значенню. Для цього використовуються відмітки довжини на кінцях кабеля. Якщо значення не збігаються, слід виправити напис на котушці. При пошуку кінців кабелю в коробці не рекомендується порушувати порядок укладання його витків, оскільки це істотно утрудняє розмотування кабелю або навіть робить її неможливою;
- 5) перевірити відповідність колірної кодування пар кабелю стандарту IEC 708 (див. параграф 3.1.5);
- 6) проконтролювати відсутність пошкоджень самої упаковки і зовнішньої оболонки кабелю.

При проведенні вхідного контролю останніх компонентів необхідно убедитися в їх комплектності і цілісності, відсутності механічних пошкоджень, а також слідів дії високої температури і агресивних хімічних речовин.

Допускається вибіркова інструментальна перевірка електричних параметрів кабелю. Вона проводиться у фабричній упаковці — на котушках або в коробках. Якщо за результатами вимірів який-небудь параметр не відповідає вимогам стандартів значень, то кабель слід звільнити від упаковки, розкласти на підлозі вільними витками і повторити виміри. Якщо і в цьому випадку буде виявлено невідповідність нормам вимірюваних електричних параметрів, лише тоді можна вважати, що кабель не може використовуватися в СКС і бракується.

Вхідний контроль волоконно-оптичних кабелів і інших оптичних компонентів

Вхідний контроль оптичного кабелю і волоконно-оптичних компонентів виконується методом візуального контролю і інструментального тестування. Візуальний огляд проводиться по правилах, аналогічних описаних вище для електричних елементів.

В процесі виконання інструментального тестування визначається відсутність облому волокон і вимірюється загасання. За наявності в розпорядженні монтажників оптичного рефлектометра додатково може бути визначена довжина оптичного кабелю і проконтрольована відсутність в нім внутрішніх дефектів.

Простий тест на відсутність облому волокна в багатомодових шнурах і кабелях невеликої протяжності (до 1-1,5 км.) виконується звичайною який для просвіту окремих світлопроводів. Як джерело світла застосовується яскрава галогенна лампочка (можна від кишенькового ліхтарика), а також пристрою з лазерами червоного світла (лазерна указка або так звана візуалізація дефектів волоконних світлопроводів, що розглядається в параграфі 10.3.4). При роботі на відкритому повітрі сповна досить сонячного світла. Для забезпечення надійного введення і виведення світлового потоку з малими втратами може знадобитися сколювання

волокон за допомогою скальвателя і їх оконцевание адаптерами на голе волокно. Не унеможливується також використання так называємого пристрою оперативного підключення.

Метод просветки з певними обмовками може бути застосований і до од-номодовим кабелів і шнурів. Проте із-за малого діаметру световедущей сердцевины спостереження світлового потоку на вихідному кінці повинне вироблятися за допомогою контрольного мікроскопа, а при перевірці кабелів обов'язковим являється вживання прецизійного скальвателя для підготовки торців волокна.

До методів інструментального тестування при вхідному контролі відносяться процедура визначення загального загасання оптичного кабелю і інших волоконно-оптических компонентів, а також рефлектометрическое дослідження оптичного кабелю. Ці процедури детально розглянуті в розділі 10.3.

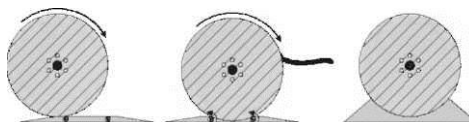
. Будівництво магістральних підсистем СКС

. Прокладка кабелів в кабельній каналізації

Прокладка електричних і оптичних кабелів в каналізації виконується по однакових правилах. Відмінності виявляються головним чином в різних допустимих зусиллях протягання і закручування. Оптичні кабелі в порівнянні з електричними мають декілька менший діаметр і погонну масу, проте вимагають більшого радіусу вигину під час прокладки і експлуатації.

Прокладка оптичного кабелю зазвичай виконується у вільному каналі каналізації. Інколи в кожен такий канал заздалегідь вводять декілька поліетиленових труб меншого діаметру, які утворюють систему субканалів. У кожен таку трубу може прокладатися один оптичний кабель. В процесі прокладки багатопарних електричних кабелів слід контролювати величину заповнення труби каналу (таблиця. 82), що дозволяє утримати зусилля протягання в допустимих межах.

При споруді в каналах каналізації залишається дріт для протягання. При її відсутності прохід каналів найзручніше виконувати за допомогою пристрою заготовки каналів. Воно є круглою касетою діаметром близько 1 м, на барабан якої намотаний пружний склопластиковий пруток діаметром приблизно 10 мм і завдовжки до 150 м. Касету встановлюють в колодязі і проштовхують пруток в канал до тих пір, поки його кінець не вийде в суміжний колодязь. Далі до наконечника прутка кріплять дріт або трос, а інколи і безпосередньо кінець кабелю і витягивають пруток назад. Для кріплення рекомендується використовувати спеціальний наконечник, який фіксується на кабелі за його силовий елемент і броньові покриви і може бути забезпечений компенсатором кручення. За відсутності наконечника кріплення рекомендується виконувати липкою стрічкою в двох крапках на відстані 15-20 см один від одного. У передній точці кріплення кабель має бути притягнутий до прутку або троса зусиль протягання.



для мінімізації

Монтаж оптичних полиць і

настінних муфт

Процес монтажу оптичних полиць і муфт розглянемо на прикладі монтажу оптичної полиці. Дана процедура включає ряд окремих технологических операцій, які виконуються в наступній послідовності:

При зтягуванні кабелю в каналізацію кабельний барабан може бути встановлен на пристрій для розмотування.

. Більшого поширення набула схема, згідно якої барабан підводиться над поверхнею на декілька сантиметрів механічним або гідравлічним домкратом, що дозволяє йому вільно обертатися на осі. В процесі протягання барабан обертається руками. Саме протягання повинне здійснюватися плавно і без ривків. За відсутності даного пристрою для протягання кабель задалегідь викладається біля колодязя на рівній поверхності петлею або вісімкою. Прокладка кабелю може вироблятися як з початкової точки траси, так і з її середини. Останній прийом дозволяє пройти без установки проміжних муфт траси більшої довжини, проте нескладніше в реалізації і наводить до великих відходів кабелю.

1. . Укласти корпус полиці на робочий стіл, зняти верхню кришку і, в разі вживання технології зварки або механічних сплайсов, встановити в корпусі організатор.

2. Обробити оптичний кабель, видаливши зовнішні захисні і зміцнюючі покриття. Довжина оброблення складає приблизно 1 м в разі використання монтажних шнурів і 1,5 м — при вживанні клейової технології або безпосередньої оконцовки іншими типами вилок. Етикетка технологічної маркіровки кабелю переноситься на частину оболочку, що залишилася, або замінюється на етикетку фінішної маркіровки.

3. Ввести кабель в корпус полиці і зафіксувати в штатному тримачі, волокна акуратно відкласти убік. Кабель зовнішньої прокладки із-за підвищеної жорсткості має бути обов'язково додатково зафіксований годинними лещатами або пластиковим стягуванням.

4. Армувати волокна вилками оптичних з'єднувачів. За наявності рефлектометра перевірити відсутність близьких обривів.

5. Після укладання всіх волокон підключити вилки з'єднувачів до розеток.

6. Закрити кришку полиці і встановити її корпус в 19-дюймовий конструктив

Прокладання симетричних волоконно-оптичних кабелів усередині будівлі

Симетричні чотирипарні кабелі, які використовуються для організації горизонтальної підсистеми, поставляються в коробках або на котушках. Для прокладки кабелю, що поставляється на котушках, потрібний розмотувальний пристрій. Котушка підвішується на осі пристрою і розмотується у міру протягання кабелю.

Частіше застосовується упаковка кабелю в картонну коробку, в якій поміщається звичайна або самонесуща обмотка. У процесі витягування кабелю з коробки витки обмотки розкручуються і кабель виходить з коробки рівномірно і без петель. При використанні такої упаковки не можна витягувати кабель з коробки ривками, оскільки перед вихідним отвором може утворитися петля, що зробить подальший витяг кабелю неможливим.

Можна одночасно прокладати кабель для декількох розеток, використовуючи декілька коробок або котушок. В цьому випадку прокладку слід починати із сторони робочого місця, яке визначається тим, що в кросовій кабелі повинні мати кінці однакової довжини, а в робочих приміщеннях кабель прокладається до різних розеток. Після закінчення прокладки кабелю до кросової можна з кожної упаковки витягнути кількість кабелю, необхідну для кожного робочого місця.

Прокладку в більшості випадків доцільно починати з найбільш удалених від кросової робочих місць. Це дозволяє добитися рівного і рівномірного укладання в кабельних каналах, без «спучень» в точках відведення до розеток. Крім того, після прокладки довших відрізків залишок на котушці використовується для коротших ділянок.

Перед початком прокладки по записам на коробці слід переконаватися в тому, що залишку кабелю в кожній з котушок вистачить для виконання кидка від розетки до кросової.

Слід враховувати, що прокладка більшості кабелів, розрахованих на експлуатацію усередині приміщення, може проводитися при температурах не нижче 0°C. Тому взимку кабель після доставки на об'єкт повинен обов'язково нагрітися до плюсової температури. На

підставі цього доцільно завозити кабель на об'єкт не вранці, а увечері, що дозволяє з ранку відразу ж приступити до прокладки.

Для ідентифікації кабелів в кросовій на них наносяться маркіруючі елементи. Досить частий функції таких елементів виконують невеликі полоски папери, що фіксуються на оболонці кабелю прозорим скотчем. Більш зручним є вживання спеціальних так званих маркерів, що самоламинируються, в яких поле для маркіровки і фіксуєча стрічка об'єднані в єдине ціле (детальніше за див. параграф 11.1.4). У останньому випадку маркіруючі написи можна виконати не лише вручну на об'єкті, але і під час підготовительних робіт з використанням лазерного принтера. Самі маркіруючі написи можуть мати довільну форму, проте вони повинні дозволяти однозначно визначати місцезнаходження другого кінця кабелю. Приклад маркіровки: 2-202-04 — другий поверх, кімната 202, кабель номер 4. Кінці кабелів можна поцупити липкою стрічкою і прокласти відразу весь пучок. Для збільшення зручності протягання на в'язку кабелів можна встановити дротяну петлю для присоединення кабельного протягання. Міцність фіксації петлі зростає, якщо загнути кінці петлі за липку стрічку. Окрім такого або аналогічного пристосування, що виготовляється з підручних засобів, можна скористатися протягуючими наконечниками і голівками фабричного виробництва з оконечною петлею або рим-болтом. Останній варіант є більш переважним, оскільки усуває закручування кабелю під час прокладки.

Прокладка кабелю в лотках, декоративних коробах і по каналах, що відкриваються, в підлозі часто виконується шляхом укладання кабелю в ці канали. Для прокладки кабелів в заставних трубах і каналах в підлозі використовується протягання. Функції протягання можуть виконувати:

- шматок сталевого дроту або пластмасовий пруток;
- відрізок 10- або 20-парного телефонного кабелю;
- спеціальний пристрій заготовки каналів УЗК.

Останній пристрій є касетою, на якій намотаний упругий склопластиковий пруток в захисній оболонці із зовнішнім діаметром від 5 до 11,5 мм при довжині до 150 м. У комплект постачання УЗК входять також наконечники різних типів і з'єднувачі. Касета з прутком великої довжини обычно встановлюється в каркасі, забезпеченому роликами і ручками для полегшення переміщення. Касети з прутком завдовжки до 30 м конструктивно виконуються у вигляді барабана з рукою для перенесення і забезпечуються поворотною пружиною, которая після відпуску фіксатора втягує пруток назад в корпус барабана. В процесі прокладки слід дотримувати наступні правила: 1. Не можна перевищувати максимальні зусилля розтягування кабелю, що задаються ТУ. Якщо така інформація відсутня, то граничне зусилля розтягування приймається рівним POH .

2. При підвісці кабелю відстань між точками кріплення вибирається рівною не більше 1,5 м; між точками кріплення має бути видиме провисання кабелю (не допускається сильне натягнення). Кріпильний хомут не повинен передавлювати кабель.

3. Мінімальний радіус вигину електричного кабелю вибирається рівним не менше 16 зовнішніх діаметрів кабелю при прокладці і восьми зовнішніх діаметрів кабелю після її завершення. Для оптичного кабелю мінімальний радіус вигину складає не менше 20 зовнішніх діаметрів при прокладці і 10 зовнішніх діаметрах після її завершення.

4. Згин кабелю допускається під кутом не більш 90° .

5. Не можна перекручувати кабель відносно його подовжньої осі.

6. У випадках пошкодження оболонки кабель обов'язково замінюється новим.

7. Траси прокладки кабелю повинні вибиратися з врахуванням розташування джерел сильних електромагнітних полів. Наприклад, треба уникати сближення з електродвигунами,

трансформаторами, люмінесцентними освітельними приладами, основними силовими кабелями.

8. Заповнення кабельних лотків, коробів, отворів для проходу кабелів і заставних труб не повинно перевищувати 60-70% (таблиця. 82).

В разі відсутності кабельних трас на основі труб, колодязів і інших аналогічних спеціалізованих елементів їх формують за допомогою кабельних стягувань, скоб і степлеров, а також звичайною наклейкою окремих кабелів на рівну поверхню. Використовувані для цього технічні средства досить детальний розглянуті в статті [85]. З обох кінців кабелю оставляється запас для оброблення. Для електричних кабелів з боку розетки він рівний 20-30 див. З боку кросової довжина всіх кабелів має бути достатня для прокладки до блоку комутаційного устаткування, наиболее віддаленого від крапки введення кабелів в приміщення, плюс 30-40 см для разделки.

Після закінчення прокладки слід нанести на обоє кінця кожного кабелю маркіровку відповідно до таблиць підключень. Маркіруючі елементи кріпляться на відстані приблизно 10-15 см від кінця. Маркіровка використовується при обробленні кабелів на комутаційному устаткуванні і має бути ідентична на обох кінцях.

Волоконно-оптичний кабель внутрішньої прокладки поставляється на катушках і за своїми массогабаритным показниками досить близький до чотирьохпар-ному симетричному горизонтальному кабелю. Тому прийоми їх прокладки вельми схожі. Основні відмінності полягають в тому, що:

- в процесі прокладки оптичного кабелю необхідно ретельніше контролювати дотримання мінімального радіусу вигину;
- запас кабелю для виконання процедур оброблення в кросовій повинен составлять мінімум 1,5 м (на практиці це значення достатне частий збільшується до 3-5 м). На величину запасу певний вплив робить також використовується в процесі монтажу технологія установки вилок оптических роз'ємів. Так, наприклад, для кабелів внутрішньої прокладки запас довжиною 1 м сповна достатній для вживання технології зварки, тоді як в разі використання технології наклейки величина запасу збільшується мінімум на 0,5 м.

. Монтаж декоративних коробів в робочих приміщеннях і розеток на робочих місцях користувачів

Установка декоративних коробів виконується в наступній последовательности:

1. Залежно від матеріала поверхні вибрати кріпильні елементи подходящего типа і розміру.
2. Відповідно до монтажних схем намітити лінію для установки декоративного короба. Паралельність установки короба підлозі або іншій строительной конструкції контролюється візуально або за допомогою рівня.
3. Відзначити точки кріплення короба: для коробів перетином не менше 100x50 мм слід передбачати не менше восьми точок кріплення на два метри довжини короба; для коробів меншого розміру кріплення производится не менше чим в п'яти крапках на два метри довжини; точки кріплення короба розташовуються в шаховому порядку.
4. Прикласти короб до поверхні, намітити точки кріплення і висвердлити отвори для установки кріпильних елементів. Діаметр і глибина отворів вибираються з врахуванням матеріалу поверхні і типа кріпильного елемента.
5. Встановити у висвердлені отвори елементи кріплення (дюбель, джет-плаг і так далі).
6. Приклавши короб до поверхні по наміченій лінії, укрутити шурупи в отвори в точках кріплення.

. кабелю

Підключення електричних і оптичних кабелів до телекомунікаційних розеток і панелей

Процес підключення електричних і оптичних кабелів до телекомунікаційних розеток і панелям виконується по досить схожих правилах і включає ряд етапів Відмінності виникають головним чином із-за конструктивних особливостей горизонтальних і багатопарних, а також електричних і оптичних кабелів і не носять принципіального характеру. Загальною вимогою до виконанню процедур, що розглядаються далі, є акуратність їх виконання і ретельний візуальний і інструментальний контроль результатів. Завершаючим етапом завжди є установка маркіровки відповідно до робочої документації.

Підключення витих пар до розеток

Процес підключення горизонтальних кабелів до розеток досить сильний залежить від конструкції її корпусу і принципу закладення окремих провідників в держ-контакти. У кожному конкретному випадку він виробляється відповідно до фірмових інструкцій і вимог. Тому тут зупинимося тільки на технології установки за допомогою однопровод-

ного ударного інструменту, яка найширше поширена на практиці. Процес, що при необхідності розглядається далі, може бути без яких-небудь проблем адаптований на інші конструкції.

1. Протягнути кабелі через отвір для розеткового модуля в рамці кріпильного механізму.
2. Закріпити рамку кріпильного механізму.

3. Відрізувати надлишок кабелю і зняти з нього зовнішню оболонку на довжину близько 4 див. Проконтролювати стан ізоляції окремих провідників. В разі її пошкодження слід виконати оброблення знову, використовуючи запас кабелю і заздалегідь відрізавши провідники до пошкодженого місця.

4. Якщо конструкція розеткового модуля передбачає фіксацію кабелю, следует закріпити його пластиковим хомутом або іншим призначеним для цього елементом так, щоб кінець оболонки знаходився як можна ближчим до держ-контактів розеткового модуля. Якщо елементи кріплення кабелю відсутні, то в процесі оброблення слід утримувати його так, щоб кінець оболонки знаходився як можна ближчим до держ-контактів. Для збереження структури кабельного сердечника оболонка повинна віддалятися так, щоб її край кінчався прямо в обріза корпусу розеткового модуля. Порушення цього правила допускається лише у випадках оброблення в коробах невеликого розміру, коли оболонка заважає зігнути кабель для його підведення до держ-контактів.

5. Встановити провідники кабелю в пази контактів ДЕРЖ, дотримуючи соответствие між колірним кодуванням провідників кабелю і контактів. При цьому слід прагнути до того, аби скручування провідників пари сохранилась до контактів. З цією метою можна, не розкручуючи провідників пари, розширити зазор між ними в одному з витків, і розділені таким чином провідники встановити в пази.

6. Переконатися в тому, що порядок установки провідників в пази не порушений.

7. Використовуючи ударний інструмент на один провідник, забити провідники між ножами контактів ДЕРЖ. Інструмент одночасно обрізує излишки провідників, промовці за контакти. Тому при виконанні данної операції необхідно стежити за орієнтацією ріжучого леза.

8. Виконати процедури оброблення для всіх кабелів.

9. Встановити розетковий модуль в отвір рамки кріпильного механізму і провести маркіровку телекомунікаційних розеток.

Підключення волоконно-оптичних кабелів до розеток

Підключення волоконно-оптичних кабелів до розеток виконується наступним чином:

1. Протягнути кабель через отвір кріпильної коробки або корпусу розетки.
2. Встановити кріпильну коробку або розетку на своє робоче місце.
3. Зафіксувати кабель на вході в корпус штатними кріпильними елементами або пластиковим стягуванням. Довжина вільного відрізання кабелю повинна становити приблизно 1 м.
4. Зняти з кабелю зовнішню оболонку аж до точки кріплення, відрізати упрочнюючі кевларові нитки. Кевларові нитки відрізаються впритул до краю оболонки. Інколи їх відрізають із запасом в 3-4 см і загинають назад під кріпильне стягування. В цьому випадку операції 3 і 4 міняються місцями.
5. Армувати волокна вилками роз'ємних оптичних з'єднувачів.
6. За наявності рефлектометра проконтролювати відсутність близького обриву.
7. Технологічний запас довжини волокна укласти кільцями в корпусі з дотриманням мінімального радіусу вигину. Для цього можна скористатися внутрішнім організатором (при його наявності).
8. Підключити вилки до розеток роз'ємних оптичних з'єднувачів і закрити корпус.
9. Проконтролювати справність світлопровода рефлектометром. Якщо другий кінець кабелю вже оброблений в оптичній полиці або настінній муфті, то з допомогою оптичного тестера слід виміряти загальне загасання лінії на робочих довжинах хвиль із складанням відповідного протоколу.

Монтаж устаткування в технічних приміщеннях

. Організація робіт по монтажу устаткування і елементів СКС

На цьому етапі слід розмістити в технічних приміщеннях устаткування згідно з планом, розробленим на етапі підготовки робочої документації. Предварітельно необхідно підготувати кабельні канали для прокладки кабелів, підвести живлення до монтажних шаф і виконати інші підготовчі операції.

Установка устаткування в монтажній шафі виконується згідно з схемами, розробленими в процесі підготовки робочої документації. Устаткування кріпиться за допомогою квадратних гайок, що встановлюються в отвори на монтажних рейках, і гвинтів. Змонтоване устаткування маркується відповідно до номерів компонентів на схемах розміщення.

. Підключення симетричних кабелів до компонентів комутаційного устаткування

У міру оброблення кабелів на комутаційному устаткуванні слід звіряти підготовлені на етапі розробки робочої документації таблиці підключень і фактичне розміщення оброблених кабелів. В разі появи розбіжностей необхідно внести виправлення в таблиці підключень. Таблиці підключень є частиною експлуатаційної документації.

. Підключення горизонтальних кабелів до кросових блоків

Підключення симетричних кабелів до кросових блоків ПО виконується наступним чином:

1. Змонтувати кросові блоки ПО на підставі.
2. Розділити кабелі на групи по шість штук в кожній відповідно до таблиць підключень з робочої документації.

3. Укласти сформовані групи кабелів і прикріпити їх до підстави пластиковими стягуваннями. Кабелі підводяться до кросових блоків із зворотного боку: з боку підстави при вживанні кросових башт або із-за монтажної скоби при установці кросових блоків в 19-дюймових монтажних шафах. Слід спочатку укласти групи кабелів, які будуть разделаны на блоках, найбільш віддалених від точки введення.

4. На кросових блоках між контактними смугами є декілька отворів. Через одне такий отвір може бути вільно протягнутий група з шести кабелів, причому три кабелі з неї обробляються на контактах нижньої контактної смуги, тоді як що підвести кабелі до відповідних отверстіям. Перенести маркіровку кабелів так, щоб вона виявилася розташованою до отвору. Акуратно за допомогою інструменту обріза зняти з кабелів зовнішню оболонку так, щоб її обріз знаходився на рівні краю отвору.

5. Оброблення кабелів починається з верхньої контактної смуги і найбільш удалених від вхідного отвору пазів.

6. залишилися три — на контактах верхньою. Починаючи з кросового блоку, найбільш віддаленого від точки введення, встановити на контактні смуги сполучні блоки, стежачи за тим, аби їх колірні маркіровка збігалася з колірною маркіркою пар, оброблених на пазах контактної смуги. На кожен контактну смугу потрібно встановити шість сполучних блоків: зліва п'ять чотирипарних і останній крайній справа — п'ятипарний. Установка виробляється з використанням ударного інструмента на п'ять пар. Заздалегідь слід перевернути робочу голівку інструмента в положення для установки сполучних блоків (ножами всередину).

7. Вставити маркувальні смуги з ідентифікаційними номерами кабелів в тримачі і встановити тримачі в кросові блоки.

Підключення багатопарних кабелів до кросових блоків

Процес підключення багатопарних кабелів до кросових блоків ПО в чому збігається з процесом підключення чотирипарних кабелів, відрізняючись від нього деякими деталями, що обумовлене відмінностями в їх конструкції. Ета процедура виконується таким чином:

1. Змонтувати кросові блоки ПО на підставі.

2. Укласти кабелі і прикріпити їх до підстави за допомогою пластикових стягувань. Кабелі підводяться до кросових блоків із зворотного боку: з боку основания при вживанні кросових башт; за монтажною скобою при установці кросових блоків в 19-дюймових монтажних шафах. Спочатку укладаються кабелі, які будуть оброблені на блоках, найбільш віддалених від точки введення.

3. Оброблення кабелів починається з кросового блоку, найбільш віддаленого від точки введення.

4. Акуратно, прагнучи не пошкодити ізоляцію провідників, спеціальним інструментом обріза зняти зовнішню оболонку з кабелю на висоті кросового блоку, на якому виробляється оброблення. Перенести маркіровку кабелів на частину зовнішньої оболонки, що залишилася. Відокремити один від одного 25-парні кабельні в'язки і скріпити липкою стрічкою пари кожної в'язки біля кінця зовнішньої оболонки. Залишити около трьох сантиметрів ідентифікаційної стрічки, обрізавши останнє.

Підключення горизонтальних кабелів до комутаційних панелей

Підключення чотирипарних горизонтальних кабелів до комутаційних панелям виконується таким чином:

1. Встановити комутаційні панелі в 19-дюймову монтажну шафу або настінну монтажну раму.

2. Укласти кабелі відповідно до таблиці підключень з робочої документації. Кабелі підводяться до комутаційних панелей з оборотною сторони панелей: по задніх монтажних

рейках при установці в монтажну шафу або усередині корпусу монтажної рами. Слід спочатку укласти групи кабелів, які будуть оброблені на комутаційних панелях, найбільш удалених від точки введення кабелів. Зафіксувати кабелі в робочому положенні за допомогою пластикових хомутів.

3. Починаючи з панелі, найбільш віддаленої від точки введення кабелів, підвести кабелі від точки кріплення до найближчого кінця комутаційної панелі. Прикріпити кабелі за допомогою пластикових хомутів до передньої монтажної рейки.

4. Починаючи з найближчого до крапки кріплення кабелів роз'єму IDC панелі, підвести відповідний кабель. Акуратно, прагнучи не пошкодити ізоляції провідників, зняти за допомогою інструменту обріза зовнішню оболонку

5. кабелю так, щоб вона закінчувалася біля найближчого до точки кріплення контакту IDC. Починаючи з пари, найбільш віддаленої від точки кріплення кабелей, встановити провідники пар в пази контактів IDC відповідно до колірної маркіровки пазів. Якщо така маркіровка відсутня, то слід встановлювати пари в пази зліва направо в наступній послідовності: синя, помаранчева, зелена, коричнева. У кожній парі на лівий паз устанавлюється білий провідник пари, на правий паз — провідник кольору пари. При установці провідників кабелю в пази слід прагнути до того, аби скручування провідників пари зберігалось до пазів. З цією метою можна, не розкручуючи провідників пари, розширити зазор між провідниками в одному з витків і таким чином розділені провідники встановити в пази.

6. Переконайся в тому, що порядок установки провідників в пази не порушений. Використовуючи ударний інструмент на один провідник, втиснути провідники між ножами контактів IDC, забезпечивши електричний контакт провідників кабелю і контактів. Інструмент одночасно обрізує надлишки провідників, промовці за контакти, і при виконанні цієї операції необхідно стежити за орієнтацією ріжучого леза інструменту, аби не перерезать провідники з боку контакту, направленою до кабелю.

. Комутація каналів передачі інформації на комутаційному устаткуванні

Процес комутації здійснюється відповідно до таблиць підключень з робочої документації. Підключення виконується комутаційними шнурами, що входять в комплект постачання устаткування, довжина шнура вибирається залежно від відстані між розетками, що сполучаються. Після підключення надлишок довжини укладається в горизонтальні і вертикальні

організатори.

. Підключення устаткування на робочому місці

На цьому етапі з поставленого набору сполучних шнурів слід вибрати шнур завдовжки, відповідною для кожного конкретного робочого місця, і виконати підключення мережевого устаткування до телекомунікаційної розетки. Підключення виконується відповідно до таблиць підключень з комплекта робочої документації.

У разі потреби додатково застосовуються відповідні переходники або адаптери

Контрольні питання Питання

1. Вхідний контроль компонентів СКС
2. Прокладка кабелів у кабельній каналізації

14 ТЕСТУВАННЯ ЛІНІЙ І ТРАКТІВ СКС

Загальні питання тестування СКС

Призначення і види вимірів

Комплекс вимірів параметрів окремих електричних і оптичних компонентів структурованої кабельної системи, а також змонтованих ліній на їх основі призначений для визначення стану СКС, попередження пошкоджень і накопичення статистичних даних, використовуваних при розробці заходів щодо підвищення надійності зв'язку. Виміри виробляються в наступних випадках: в процесі виконання вхідного контролю окремих компонентів перед початком робіт по їх монтажу при наладці СКС;

- при визначенні відповідності СКС вимогам стандартів;
- при проведенні приймально-здавальних випробувань СКС;
- під час експлуатації кабельної системи при виконанні профілактичних, аварійних і контрольних перевірок.

Метою вимірів, що виконуються в процесі вхідного контролю, є перевірка якості виготовлення і відповідності параметрів окремих компонентів вимогам норм і стандартів. Приймально-здавальні виміри проводяться приймальними комісіями для перевірки якості виконання робіт і відповідності параметрів ліній і трактів стандартам і іншим нормативним документам. Експлуатаційні виміри проводяться технічним персоналом в процесі поточної експлуатації СКС. Їх прийнято ділити на профілактичних, аварійних і контрольні.

Профілактичні виміри виконуються з метою виявлення і усунення параметрів, що виникають в процесі експлуатації відхилень, від установлених норм. Програма і методики цих вимірів в основному схожі з програмами і методиками приймально-здавальних випробувань. Правила проведення профілактичних вимірів визначаються відповідними стандартами і руководствами. Періодичність вимірів цього вигляду залежить від умов експлуатації, стану контрольованих об'єктів і вимог по підтримці експлуатаційної готовності.

Аварійні виміри проводяться з метою визначення характеру і місця пошкоджень кабельних ліній. Основною метою цих вимірів є виявлення характеру пошкоджень і знаходження його місця. Головними вимогами до аварійних вимірів є висока швидкість визначення характеру пошкодження і точність визначення його місця.

Контрольні виміри здійснюються після закінчення ремонтних і аварійних робіт. Їх метою є визначення якості виконання ремонтно-відновних робіт. Контрольні виміри включають весь комплекс перевірок параметрів ліній і виконуються по правилах і методиках, прийнятих для приймально-здавальних вимірів.

Для виконання вимірів в СКС використовуються в основному ті ж методи і прилади, що реалізують їх, які застосовуються для контролю звичайних електричних і оптичних ліній зв'язку і їх компонентів. Проте специфіка побудови окремих підсистем СКС змушує вносити серйозні зміни як до еталонних моделей, так і в конструкцію вимірювального устаткування, яке використовується під час тестування. Останнє положення найяскравіше виявляється відносно вимірювальних приладів, використовуваних для тестування електричних трактів СКС.

Об'єкти тестування

У загальному випадку стосовно СКС об'єкти тестування можна розділити на дві основні групи: компоненти СКС і змонтовані лінії зв'язку на основі витих пар.

До тестованих електричних компонентах СКС відносяться кабелі і роз'єми. Вимоги стандартів до їх електричних характеристик розглянуті в параграфі 3.1.2.4 і розділі 3.2 відповідно. Необхідність тестування електричних кабелів як окремого компонента виникає при вхідному контролі перед початком прокладки, причому цей процес може бути виконаний непосредственно на об'єкті монтажу переносними приладами. Тестування роз'ємів можливе лише в лабораторних умовах і виробляється за допомогою спеціальної стаціонарної вимірювальної техніки.

До складу каналу входить горизонтальний кабель завдовжки не более 90 м, два оконечних шнура (на робочому місці і в кросовій | для підключення сетевого устаткування) . розетка на робочому місці, роз'єм точки переходу (transition point) поблизу робочого місця (якщо вона передбачена) і комутаційного кабелю в кросовій. Сумарна довжина два крайових і одного комутаційного шнурів не повинна перевищувати Юм. Крайові восьмиконтактні вилки модульних роз'ємів крайових шнурів (мал. 195), призначені для підключення мережевого устаткування, до складу каналу не включаються. Таким чином, канал включає максимум чотири з'єднувачі (роз'ємних і нероз'ємних):

- роз'єм інформаційної розетки на робочому місці;
- з'єднувач точки переходу, що сполучає два сегменти горизонтального кабелю;
- перший роз'єм на комутаційному устаткуванні в кросовій, який підключає кабель горизонтальної підсистеми до комутаційного шнура;
- другий роз'єм на комутаційному устаткуванні в кросовій, підключаючий комутаційний шнур до крайового.

Всі виміри, вироблювані на каналі, мають бути виконані таким образом, аби виключити вплив на результати тих вилок модульних роз'ємів крайових шнурів, які підключаються до тестуючого устаткування.

Базова лінія складається з горизонтального кабелю максимальною довжиною 90 м і двох сполучних шнурів завдовжки до 2 м кожен для підключення измерительного устаткування. Їх крайові роз'єми аналогічно попередньому случаю не включаються в базову лінію. Таким чином, максимальна довжина базової лінії рівна 94 м і включає лише два роз'єми:

- роз'єм на робочому місці або роз'єм точки переходу для підключення соединительного шнура до кабелю горизонтальної підсистеми;
- роз'єм на комутаційному устаткуванні в кросовій, через який происходит підключення кабелю горизонтальної підсистеми до соединительного шнура.

Нескладно перекопати в тому, що модель базової лінії дозволяє оцінити характеристики лише кабелю горизонтальної підсистеми, укладеного на трасі прокладки і обробленого в крайових роз'ємах кросового устаткування і інформаційної розетки на робочому місці, а значення загасання і NEXT у неї естественным чином виявляються декілька кращими в порівнянні з каналом.

Сфери застосування моделей тестованих ліній

Необхідність введення два досить близьких моделей ліній зв'язку обусловлена наступними причинами. Електричні характеристики каналу являються найбільш важливою інформацією для користувача, оскільки повністю определяют якість лінії зв'язку. В той же час під час проведення приемо-сдаточних випробувань СКС крайові шнури можуть бути ще не підключені до розеток на робочих місцях. До моменту закінчення монтажу СКС не завжди

бувають расставлена меблі в приміщеннях і може бути відсутнім мережеве устаткування. Крім того, сполучні шнури досить частий виготовляються Замовником самостійно або отримуються не в тієї компанії, яка здійснює монтаж і постачання останніх компонентів СЬКС.

Вивід за результатами тестування каналу про відповідність його характеристик вимогам певної категорії правомірний лише для тих крайових і комутаційних шнурів, а так само лише для тих роз'ємів комутаційного устаткування в кросовій, які використовувалися при проведенні вимірів. Тим часом процес експлуатації СЬКС передбачає виконання перемикань шнурів, а самі шнури на робочих місцях без відома адміністратора СЬКС можуть бути замінені користувачами. Заміна будь-якого елемента в каналі змінює його електричні характеристики, так що повторна паспортизація можлива лише при проведенні нового циклу вимірів.

На відміну від цього всі елементи базової лінії незмінні в процесі експлуатації. Тому актуальність результатів тестування базових ліній зберігається значительно довше, ніж актуальність результатів тестування каналу. Важливою є також та обставина, що, як буде показано нижче, тестування базових ліній може бути виконане з більшою точністю, чим тестування каналу.

Сучасні редакції обох основних стандартів СЬКС не задають жорстких вимог по вживанню розглянутих вище моделей тестування в різних що зустрічаються в процесі створення і експлуатації СЬКС випадках. Аналіз принципів побудови згаданих моделей і їх загальних властивостей показує, що моделлю (базовою) лінії краще користуватися на етапі будівництва і здачі готової СЬКС. У особливо відповідальних випадках, а також за наявності спеціальних вимог із цього приводу на етапі приймально-здавальних випробувань може бути виконана також вибіркова або суцільна перевірка параметрів каналів. Модель каналу може бути використана під час поточної експлуатації СЬКС при пошуку і усуненні несправностей. Приведені положення є загальновизнаними в інженерній практиці.

. Вимірювані параметри

Канали і базові лінії підрозділяються на категорії 3, 4 і 5 відповідно до їх визначень в стандарті TIA/EIA-568-A. TSB-67 як параметри, необхідні і достатні для ухвалення рішення про відповідність вимогам певної категорії, визначає:

- загасання;
- перехідне загасання NEXT;
- довжину;
- правильність розводки провідників пар по контактах модульного роз'єму (Wire map).

Виміри перших двох параметрів виконуються в частотному діапазоні, соответствующем робочим частотам категорій 3-5.

. Вимірювальне і тестуюче устаткування

. Види устаткування для тестування електричних трактів СКС

Вимірювальне і тестуюче устаткування СКС на основі витих пар можна підрозділити на три основні групи (мал. 200):

- мережеві аналізатори (Network Analyzers); тестери СКС (FTE — Field Test Equipment);
- звичайні електричні тестери, або мультиметри (Continuity Testers).

Електричні тестери, або мультиметри є простими, дешевими і широко поширені прилади. Дозволяють вимірювати постійний і змінний струм і напруга, а також активний опір постійному струму. Найбільш досконалі пристрої цієї групи дополнительно контролюють

Мережеві аналізатори (не слід плутати їх з аналізаторами протоколів) представляють собою еталонне вимірювальне устаткування для діагностики і сертифікації кабелів і кабельних систем. Це прецизійні великогабаритні і

Тестери СКС були розроблені спеціально для діагностики і тестування СКС безпосередньо на об'єкті монтажу кабельної системи (тобто для виконання так званого польового тестування (field testing)). Досить часто їх називають кабельними сканерами (Cable Scanners). Тестери СБКС являються основним інструментом для оперативних вимірів підсистем СБКС, реалізованих на основі витих пар. Ці пристрої дозволяють проводити комплексну перевірку чотирипарних кабелів, ліній класів 3 і D за стандартом ISO/IEC 11801, а так само каналів і базових ліній, визначених в TSB-67, на соответствие вимогам категорій 3, 4 або 5.

частоту, ємність, температуру, параметри польових і біполярних транзисторів і виконують деякі інші виміри. Раніше були поширені стрілочні аналогові варіанти конструктивного исполнення, в більшості сучасних мультиметров виведення результатів измерения виробляється в за памки ланої роботи цифровому вигляді на рідкокристалічній індикатор із заднім підсвічуванням. Їх застосовують для простих діагностичних перевірок типа визначення обривів і коротких замикань в разі відсутності тієстера СКС. Досить детальний огляд функціональних возможностей сучасних моделей імпортих цифрових мультиметров приводится в статті [88].

. Тестування волоконно-оптичної підсистеми СКС

Об'єкти тестування і контрольовані параметри

У перелік тестованих волоконно-оптичних елементів входять:

- Кабелі. Вимоги стандартів до оптичних характеристик волокон кабелей, вживаних в СКС, дані раніш. Тестування кабелів производится безпосередньо на катушках або барабанах на етапі вхідного контролю перед початком прокладки. Залежно від трудомісткості прокладки тестування кабелів і їх волокон може бути вибіркоким або повним. Для кабелів, будівель, що прокладаються усередині, можна застосовувати вибірковий контроль, для кабелів зовнішньої прокладки настійно рекомендується 100% вхідний контроль всіх волокон.
- Роз'єми. Вимоги стандартів до загасання оптичних роз'ємів приведені в параграфі 4.2.1. Вхідний контроль роз'ємів перед їх монтажем можна не проводити, проте необхідно контролювати рівень затухання встановленого роз'єму, що вноситься.
- Нероз'ємні зварні або механічні оптичні з'єднувачі. Усередині будівель необов'язково контролювати рівень загасання, що вноситься кожним установленим з'єднувачем оптичних волокон. Загасання оптичних соединителей, що встановлюються в зовнішніх прохідних і разветвительных муфтах, необхідно контролювати відразу після їх монтажу перед герметизацією муфт.
- Лінії зв'язку. Волоконно-оптичні лінії зв'язку є смонтированные оптичні лінії, що включають кабель і всю супутствующую кабельну арматуру (муфти, роз'єми, оптичні з'єднувачі і так далі), окрім крайових шнурів. Тестування оптичних характеристик ліній связи виробляється на етапі приймально-здавальних випробувань кабельної системи, а також в разі проблем із зв'язком на етапі експлуатації.
- Канали. Канал є волоконно-оптичною лінією з оконечными сполучними шнурами. Оптичні параметри каналу характеризують його якість від роз'єму до роз'єму. Тестування каналу проводится в разі проблем із зв'язком на етапі експлуатації.

. Оптичні тестери

В деяких випадках використовується метод прямого виміру. Згідно цьому методу, вимірюють абсолютний рівень оптичного сигналу на виході джерела випромінювання і на виході тестованого елемента (лінії). Різниця виміряних рівнів дає величину загасання. Реалізація цього методу вимагає попереднього калібрування приладів і сполучних шнурів. Метод дає добрі результати при значних величинах вимірюваного загасання. Він застосовується на трасах великої протяжності, коли процес попереднього калібрування приймача, необхідний для реалізації методу загасання, що вноситься, стає неможливим або виконується з великими складнощами.

Метод обриву відноситься до групи методів руйнівного контролю і часто застосовується під час вхідного контролю оптичного кабелю. В процесі його реалізації світлопровід тим або іншим способом армують наконечником, підключають до джерела і фіксують вимірником рівень вихідного сигналу на другому кінці кабелю. Потім на передавальному кінці відрізають фрагмент волокна довжиною 1-1,5 м, сколюють його кінець і за допомогою адаптера на голому волокні заміряють рівень сигналу, який береться за вхідний рівень. Різниця набутих значень дає шукане загасання. Для збільшення точності рекомендується повторити відколку волокна кілька разів, а за рівень вхідного сигналу прийняти середнє з виміряних значень.

10.3.2.2. Конструктивні особливості оптичних тестерів

Оптичні тестери, або вимірники оптичних втрат, призначені для вимірювання середнього рівня потужності оптичного випромінювання на робочих довжинах хвиль волоконно-оптичних ліній зв'язку (850, 1300 і 1550 нм) і визначення загасання сигналу в кабелях і окремих компонентах лінії. Тестери застосовуються під час будівництва, монтажу і експлуатаційного обслуговування ліній волоконно-оптичного зв'язку, а також в процесі профілактичних перевірок і налаштувальних робіт на мережевому устаткуванні з волоконно-оптичними портами.

Тестери можуть працювати як з багатомодовими, так і з одномодовими світловодами і комплектуються одним або декількома змінними адаптерами для підключення до волокон роз'ємів різних типів.

До складу оптичного тестера входять два основні прилади: вимірник оптичної потужності і джерело випромінювання.

Вимірники оптичної потужності (optical power meter — OPM) застосовуються для вимірювання потужності оптичного сигналу і визначення загасання сигналу в лініях і каналах, а також окремих елементах оптичної кабельної системи. До складу конструкції вимірника входять фотодіод (зазвичай германієвий або із структурою InGaAs) з підсилювачем фотоструму, сигнальний процесор і цифровий дисплей. Падаючий на вікно фотодіода світловий потік перетворюється останнім в електричний струм, який обробляється сигнальним процесором. Результат обробки в переважній більшості випадків виводиться на цифровий індикатор (у приладі Pocket Fiber Tester фірми Darkstar Technologies використаний світлодіодний стовпчастий індикатор з розрешенням 2 дБ). У функції сигнального процесора входять також компенсація нелінійності амплітудної і нерівномірності спектральною характеристик фотодіода, перетворення вхідного аналогового сигналу у вихідний цифровий, придушення флуктуації за рахунок накопичення декількох відліків і видача сигналу, що управляє, на індикатор. При включенні вимірника процесор виконує комплекс перевірок справності

окремих електронних вузлів. Ізмерітелі зазвичай калібруються на декількох фіксованих довжинах хвиль, значення яких виводяться на індикатор.

Стабілізовані джерела випромінювання (Stabilized Light Source — SLS) служать для подачі в контрольований волоконно-оптичний елемент оптичного сигналу заданої потужності і довжини хвилі. Постійність вихідної потужності такого джерела підтримується за рахунок регулювання прямого струму випромінювача по сигналу розузгодження джерела опорної напруги і фотоприймача ланцюга зворотного зв'язку. Джерела діляться на світлодіодних і лазерних. Лазерні багатохвильові джерела програють світлодіодним за вартістю і стабільності характеристик, проте істотно зручніші в роботі за рахунок наявності лише одного з'єднувача. Для подачі на нього сигналів з різних джерел використаний внутрішній оптичний розгалужувач. Даний пристрій в світлодіодних моделях використовується порівняно рідко з міркувань мінімізації вартості приладу.

Багато моделей джерел високочастотних оптичних тестерів можуть працювати в режимі модуляції інтенсивності вихідного сигналу з частотою, рівною або близькою 2 кГц. Використання таких сигналів дозволяє виключити вплив на точність вимірів сторонніх засвічень в оптичному діапазоні і низькочастотних шумів в електричному тракті. Не унеможливується збільшення чутливості приймача за рахунок вживання резонансних підсилювачів і синхронних детекторів. Деякі типи ізмєрителєв оптичної потужності висвічують на екрані частоту модуляції приймаємого сигналу або відзначають вступ такого сигналу акустичним з-мовцем. На практиці промодульований з певною частотою оптичний сигнал використовується також при роботі ідентифікатора активних волокон (див. параграф 10.3.4).

. Оптичні рефлектометри і локатори

Оптичні рефлектометри в тимчасовій області (Optical Time Domain Reflectometer — OTDR), або просто рефлектометри, є одним з найбільш потужних апаратних засобів для тестування волоконно-оптичних кабелів і знаходять вживання під час будівництва, атестації, експлуатаційного обслуговування, профілактичних перевірок, ремонтно-відновних і других робіт. Це обумовлено тим, що рефлектометр:

- дозволяє за один цикл вимірів одночасно визначити цілий ряд основних параметрів оптичного кабелю, у тому числі його довжину, погонне загасання, наявність і місце розташування місць неоднородностей і пошкоджень, їх характер, втрати в з'єднувачах, зростках і так далі без проведення складних підготовчих робіт;
- на відміну від оптичних тестерів допускає виконання всього комплексу вимірів з одного кінця оптичного кабелю.

Основні недоліки рефлектометра як вимірювального приладу наступні:

- обмежений динамічний діапазон (не більше 40 дБ у відомих приборов), що пов'язане з невеликою потужністю сигналу зворотного розсіяння;
- висока вимогливість до якості введення випромінювання в тестоване волокно;
- неможливість проведення виміру в реальному масштабі часу (время здобуття досить якісною рефлектограмми складає не менше 30 з);
- висока вартість.

Принцип дії рефлектометра

Рефлектометр як вимірювальний прилад реалізує метод зворотного розсіяння, в основу якого покладено явище зворотного релєєвского розсіяння В процесі проведення вимірів контрольовані волокно зондують через розгалужувач потужними оптичними імпульсами невеликої тривалості. Із-за віддзеркалень від розподілених і локальних неоднородностей

виникає потік зворотного розсіяння. В процесі реєстрації цього потоку визначають загасання кабелю як функцію його довжини, аналіз якої дозволяє виявити місцезнаходження, характер неоднородностей і величину локальних і розподілених втрат, що вносяться. Отримані результати представляються у формі діаграми (рефлектограмми), що забезпечує набагато точніше визначення характеристик неоднородностей і причин їх виникнення. Рефлектометр складається з оптичного лазера і електронного осцилографа. Для введення оптичних імпульсів у волокно використовується направлений відгалужувач з розеткою оптичного роз'єму. Потік зворотного розсіяння через відгалужувач поступає на фотоприймач, де перетворюється в електричне напруження, що подається, у свою чергу, на вхід вертикальної розгортки В осцилографа. На екрані останнього відбувається формування кривої зворотного розсіяння. Приклад рефлектограмми, що виводиться на екран рефлектометра, в схематичному вигляді показаний на мал. 207. Разом з плавною зміною рівня потужності потоку зворотного розсіяння на рефлектограмме є локальні скачки, обумовлені різними неоднородностями. Початковий викид сигналу 1 обумовлений френелевським віддзеркаленням в оптичному роз'ємі, через який производится з'єднання приладу з испытуемым кабелем. Форма правого фронту цього викиду визначається процесами встановлення модового складу излучения на початковій ділянці. Аналогічний викид 3 рефлектометр реєструє за наявності в тракті роз'ємного соединителя і на кінці кабелю в крапці 4. Точка зрощення світлопроводів в механічному або зварному сплайсе, в якій зазвичай відсутні віддзеркалення, наголошується на рефлектограмме сходинкою 2. Висота сходинки пропорційна величині втрат, що вносяться. Місце обриву або кінця кабелю визначається по імпульсу френелевського віддзеркалення 4 і наступній за ним ділянці 5 з різкими шумообразными перепадами рівня реєстрованого сигналу

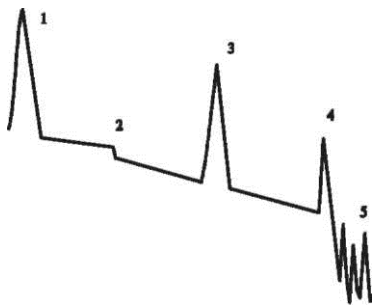


Рис. 207. Пример рефлектограммы, снимаемой рефлектометром

Для поліпшення массогабаритных характеристик приладу і розширення функціональних можливостей рефлектометра в сенсі різних варіантів представлення результатів виміру і їх збереження для подальшого аналізу багато моделей рефлектометрів, особливо портативних, виконують поточное формування рефлектограмми із значень, записаних у внутрєннюю пам'ять в цифровому вигляді, а як індикатор використовується жидкокристаллический дисплей. Для введення оптичних імпульсів у волокно використовується направлений відгалужувач з розеткою оптичного роз'єму. Потік зворотного розсіяння через відгалужувач поступає на фотоприймач, де перетворюється в електричне напруження

що подається, у свою чергу, на вхід вертикальної розгортки В осцилографа. На екрані останнього відбувається формування кривої зворотного розсіяння.

Для поліпшення массогабаритных характеристик приладу і розширення функціональних можливостей рефлектометра в сенсі різних варіантів представлення результатів виміру і їх збереження для подальшого аналізу багато моделей рефлектометрів, особливо портативних, виконують поточное формування рефлектограмми із значень, записаних у внутрєннюю пам'ять в цифровому вигляді, а як індикатор використовується жидкокристаллический дисплей.

Контрольні питання.

1. Загальні питання тестування СКС
2. Об'єкти тестування- компоненти СКС і лінії зв'язку на основі кручених пар .
3. Моделі ліній зв'язку на основі кручених пар
4. Вимірювані параметри
5. Види устаткування для тестування електричних трактів СКС.
6. Тестери СКС. Рефлектометри для електричних кабелів
7. Об'єкти тестування волоконно-оптичної підсистеми СКС
8. Оптичні тестери. Конструктивні особливості . Методи виміру загасання
9. Оптичні рефлектометри. Рефлектограма

14 Експлуатація СКС.Адміністрування та керівництво СКС.

Структурована кабельна система нараховує декілько тисяч / може навідь десятки тисяч / окремих елементів ,які взаємодіють між собою по визначенній схемі .

Схема підключення окремих елементів може змінюватися під час експлуатації, при чому не рідко в достатньо великих розмірах ,можливо додадуться нови зв'язки і т.д.

Ефективна експлуатація такої складної системи ,як СКС ,не обходиться без виконання певного набору ретельних правил,які об'єднуються під одним поняттям – «адміністрування».

Основа для ефективного адміністрування повинна бути закладена при початкової стадії побудови кабельної системи а точніше при проектуванні.

Головний нормативний документ-стандарт ТІА/EIA-606.Він визначає побудову однозначної схеми адміністрування СКС незалежно від додатков до неї.

Він також включає в себе правила виконання документації..

Адміністрування сосновано на розробці та підтримуванні бази даних.в яких в паперовому та електронному вигляді мається інформація о параметрах кабельної системи,її елементах та їх взаємодіях.

Ця база допомагає у короткий час проводити перемикання під час пошуку та ліквідації порушень,зміни схеми системи при переміщенні співробітників зодного приміщення в інше.

В базі відзеркалюється інформація о минливої структури СКС об:

1/кабельних каналах ;

2/кабелях;

3/телекомунікаційних розетках робочих місць;

4/розводках кабелів в кросових та апаратних;

Присутність даних у базі дозволяє:

1/мати уявлення о миттєвим положенням системи;

2/лугко прводити необхідні перемикання;

3/миттєво локалізувати та ліквідувати порушення.

Концепція адміністрування будується на базі користування для кожного з слідуєчих елементів:

- ідентифікарів;
- записей;
- відсилок між записей;_
- додадкової інформації.

Ідентифікатори-це набір любых придатних для використання літерних-цифрових символів.

Побудова схеми ідентифікації елементів кабельної системи проходить таким чином,щоб однотипні елементи мали унікальні ідентифікатори.

Для побудови ідентифікаторів користуються так звані префікси.

При виборі префіксів працюють головні положення по відношенню вибору іменних файлів в операційної системи DOS.

Сформований з її допомогою ідентифікатор повинен бути зрозумілим адміністратору СКС.

Записи формуються у вигляді набору даних о характеристиках того елемента кабельної системи,до доякої вона має відношення.

Ідентифікатори окремих елементів кабельної системи повинні указувати на відповідні їм записи.

В кожній записі можуть бути поля чотирьох типів:

- 1/обов'язкова інформація;
- 2/обов'язкові посилки
- 3/факультативна інформація;
- 4/факультативні посилки.

Мінімальний набір інформації визначають ці поля.

Факультативні поля містять інформацію навівність якої покращих адміністрування СКС.

Посилки-надають логічний зв'язок між записями ,даючи можливість виконувати перехід від одної записі до другої.

Для організації посилки використовуються відокремленні для того поля записей,яки тим чи другим чином когут бути зв'язани з іншими записями.

Інформація о суміжних системах.

База даних може т містить фактичну чи посилкову інформацію,маюцую відношення до інших суміжних систем.

Інші форми зображення інформації.

Крім інформаторів ,записей та посилки при адмініструванні стандарт ТІА/ЕІА 606 пропонує використовувати сводні таблиці,креслення та заявки на роботи ..

Сводні таблиці містят набір даних з декільких записей одного та тогож типа.

Креслення використовують для пред'явлення елементів кабельної системи у графічної формі. Вони поділяються на структурні схеми та робочі креслення /по яким проводиться монтаж/

Заявки та наряди на роботи містят докладну інформацію о всіх операціях.В заявках визначається особа,відповідальна за виконання робіт.Повинні бути скоректовані всі записи-які були помічені при змінах.

Адміністрування окремих елементів кабельної системи.

Адміністрування кабельних каналів та приміщень.

Під простором визначаютья:1/апаратні

2/кросові;

3/робочі місця;

4/кабельні вводи;

5/колодязі;

6/точки боступа (всі вони повинні бути промаркіровані).

Адміністрування кабельних ліній.

6) Кабелі маркуються з обох кінців.Кріплення відміток різної конструкції.При дорашуванні одного кабеля другим загальна кострукція позначається як один кабель.

7) При застосуванні гібридних кабелів відмітки кріпляться на кожний функціональний елемент такого кабеля.

8) Креслення повинні відобразити весь простір,де закінчуються кабелі та траси магістральних кабелів.

9) Адністрування заземлення.

10)В будинку є тільки один контур заземлення тому його ідентифікатор буде унікальним.Усі проводники заземлення повинні бути промарковані на обох кінцях. Сводна

таблиця системи заземлення повинна мати перелік відокремлених контурів заземлення. Креслення системи заземлення повинні мати: місце розміщення заземлюючого електрода, трасу прокладки проводника, всі контури заземлення у будинку.

Контрольні питання.

- 1.Адміністрування СКС.
- 2.Концентрація адміністрування.
- 3.Система інтерактивного керівництва-Patch View.

