

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,
ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

Роман ОДАРЧЕНКО
“ _____ ” _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

Тема: «Структурована кабельна система підприємства»

Виконавець: _____ Арсеній КОВАЛЕНКО
(підпис)

Керівник: _____ Веніамін АНТОНОВ
(підпис)

Нормоконтролер: _____ Денис БАХТІЯРОВ
(підпис)

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Роман ОДАРЧЕНКО

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Коваленко Арсенія Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Структурована кабельна система підприємства»
затверджена наказом ректора від «29» березня 2023 р. № 421/ст
2. Термін виконання роботи: з 22.05.2023 р. по 25.06.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: 3-х поверховий багатоквартирний будинок
4. Зміст пояснювальної записки: Вступ, Принципи побудови структурованої кабельної системи, Стандарти та практики побудови структурованої кабельної системи, Розрахунок структурованої кабельної системи підприємства у багатоповерховій будівлі, Висновки
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: Схема структурованої кабельної системи, Структурна схема СКС, Компоненти структурованих кабельних систем, Горизонтальна кабельна розводка з точкою консолідації, Магістральна кабельна система, ANSI / TIA-568-C.1: Магістральна та горизонтальна кабельна структура, Компоненти домашньої електропроводки R&M та їх застосування, Компоненти домашньої електропроводки R&M та їх застосування, Схема 3-го поверху, Схема 2-го поверху, Схема 1-го поверху

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Розробити деталізований зміст розділів кваліфікаційної роботи	22.05.2023- 24.05.2023	Виконано
2	Вступ	25.05.2023	Виконано
3	ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ	26.05.2023- 29.05.2023	Виконано
4	СТАНДАРТИ ТА ПРАКТИКИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ	30.05.2023- 07.06.2023	Виконано
5	РОЗРАХУНОК СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА У БАГАТОПОВЕРХОВІЙ БУДІВЛІ	08.06.2023- 14.06.2023	Виконано
6	Усунення недоліків та захист кваліфікаційної роботи	15.06.2023- 25.06.2023	Виконано

7. Дата видачі завдання: “19” травня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис керівника)

Веніамін АНТОНОВ

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис випускника)

Арсеній КОВАЛЕНКО

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота «Структурована кабельна система підприємства» містить 73 сторінок, 21 рисуноків, 7 таблиці, 10 використаних джерел.

СКС, ВМГ, ГП, МОК, ВМОК, ПК, РШ, ГН, КПК, UTP, STP.

Об'єкт дослідження – є структурована кабельна система багатоповерхової будівлі офісного призначення підприємства.

Предмет дослідження – є аналіз, вивчення та розробка структурованих кабельних систем, їхніх характеристик, принципів побудови, вибору кабелів та активного обладнання, а також методів монтажу та управління цими системами.

Мета кваліфікаційної роботи – полягає у дослідженні та аналізі структурованих кабельних систем, їхньої ролі та переваг у сучасному інформаційному оточенні. Вона включає в себе вивчення принципів побудови структурованої кабельної системи, вибір оптимальних кабельних типів, активного обладнання та методів монтажу.

В процесі дослідження будуть використані методи аналізу та порівняння, а також огляд літературних джерел, наукових публікацій та практичних рекомендацій. Результати дослідження сприятимуть підвищенню розуміння важливості структурованих кабельних систем і нададуть рекомендації щодо їхньої ефективної імплементації та управління.

Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати при побудові та експлуатації СКС.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ	12
1.1. Виникнення структурованої кабельної системи	12
1.2. Переваги СКС	16
1.3. Етапи проектування СКС	17
1.4 Міжнародні стандарти СКС та їх особливості	19
1.5. Компоненти СКС	26
РОЗДІЛ 2. СТАНДАРТИ ТА ПРАКТИКИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ	31
2.1. Структура СКС	31
2.2. Практики застосування стандартів структурованої кабельної системи	34
2.2.1. ANSI/TIA-568-C	35
2.2.2. ANSI/TIA-568-C.0 і C.1: Горизонтальна кабельна розводка (раніше 568-B.1) .	35
2.2.3. ANSI/TIA-568-C.0 і C.1: Підтримувані відстані по оптоволокну	38
2.2.4. ANSI/TIA-568-C.1: Магістральна кабельна мережа	39
2.2.5. ANSI/TIA-568-C.1: Магістральна та горизонтальна кабельна структура	41
2.2.6. ANSI/TIA-568-C.1: Робоча область	42
2.2.7. ANSI/TIA-568-C.1	44
2.2.8. ANSI/TIA-606-B: Стандарт адміністрування комерційної телекомунікаційної інфраструктури	46
2.3. Параметри роботи оптоволоконного кабелю	48
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА У БАГАТОПОВЕРХОВІЙ БУДІВЛІ	50
3.1. Вибір кабелю для СКС	50
3.2. Розрахунок горизонтальної підсистеми	53

3.3. Розрахунок магістральної підсистеми	56
3.4. Схеми розміщення елементів СКС на поверхах	58
3.5. Розрахунок апертури оптичного кабеля	60
3.7. Розрахунок взаємних впливів в оптичному кабелі	66
3.8. Перелік обладнання для СКС підприємства	68
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СКС - структурована кабельна система
МГ - магістральна гілка
ВМГ - внутрішня магістральна гілка
ГП - горизонтальна підсистема
ПСП - підсистема стандартного призначення
ПСЕ - підсистема енергоджерел
ПСК - підсистема контролю
МОК - магістральний оптичний кабель
ВМОК - внутрішній магістральний оптичний кабель
ГОК - горизонтальний оптичний кабель
РМ - розподільний модуль
ПК - патч-корд
РШ - розподільча шафа
ПКШ - патч-кордова шафа
ГН - гніздо настінне
МР - модуль розподілу
МП - модуль підключення
АБ - автоматична розподільна шафа
ПЗ - підключення заземлення
КП - комутаційний пункт
ПП - патч-панель
КПК - крос-панель кабельна
РІК - розподільник інформаційного кабелю
КГЗ - кабельна гофра захисна
ПЗІК - підключення зовнішнього інформаційного кабелю
СГЗ - стійка горизонтального заземлення
ССК - система структурованого кабелювання

ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві передача даних має ключове значення для ефективного функціонування організацій. Зростаючі обсяги інформації, швидкість передачі даних та висока надійність стали невід'ємною частиною успішного бізнесу. Саме тут важливу роль відіграє структурована кабельна система.

Структурована кабельна система є комплексом обладнання, кабелів та аксесуарів, які використовуються для передачі даних, голосу та відео в приміщеннях. Вона забезпечує інфраструктуру для мережі передачі даних, що дозволяє ефективно забезпечувати комунікацію між комп'ютерами, пристроями зв'язку та іншими пристроями.

Організації та бізнес-процеси, що прагнуть досягти конкурентної переваги в епоху цифрової трансформації, повинні мати розуміння про значення структурованої кабельної системи як основи для створення надійної та швидкодіючої інфраструктури передачі даних.

У наш час важко уявити сучасні будівлі будь-якого призначення без чітко визначених комунікаційних систем. Сучасна будівля насичена безліччю кабельних ліній та інформаційних мереж, серед яких: локальна комп'ютерна мережа, система телефонного зв'язку, мережа кабельного телебачення, а також системи пожежної та охоронної сигналізації, навіть контроль кліматичних параметрів усередині будівлі.

Впровадження нових технологій у цій сфері потребує надійної системи зв'язку. Така система - це, перш за все, структурована кабельна система, яка організовує телефонні та комп'ютерні мережі, а також гарантовано тривалу роботу.

Кабельні системи є «базою» за допомогою якою будуються всі основні інфраструктури будівлі, що дозволяє звести в єдину систему безліч мережевих інформаційних сервісів різного призначення: локальні обчислювальні та телефонні мережі, системи безпеки, відеоспостереження тощо. Грамотна організація кабельної системи будівлі є одним із ключових завдань створення інтелектуальних систем.

Саме тому при створенні кабельної системи будівлі необхідно, щоб вона була такою ж капітальною, як і сама будівля. У той же час саме кабельні системи в першу

чергу торкаються змін у нових технологіях передачі даних, мережевих та комунікаційних стандартах, моделях обладнання та версіях прикладних програм, через які доводиться постійно модернізувати або навіть повністю замінювати всю систему доступу.

Актуальність теми – забезпечення багатоповерхової будівлі офісного призначення повноцінними мережами зв'язку: телефонною лінією, високошвидкісним доступом до Інтернету, інтерактивним цифровим телебаченням тощо. Перераховані проблеми можна легко вирішити за допомогою структурованої кабельної системи. Головною перевагою системи є те, що плавні зміни в системі здійснюються в єдиному центрі управління. Усі кабельні системи та інтерфейси визначені та описані. Тому легко знайти та усунути проблеми в системі. У структурованій системі елементи описуються стандартами і підкоряються певним правилам.

Структурована кабельна система широко використовується також і в житлових будинках. Однак сьогодні серед нових житлових комплексів нашої країни починає вживатись такі поняття як «інтелектуальний будинок», «система автоматизації будівлі», які цілком узгоджуються з поняттям універсальної структурованої кабельної системи. Звичайно, СКС збільшить ціну будівництва, але принесе значне скорочення витрат на обслуговування та економію експлуатаційних витрат. Тривалий термін служби такої системи призводить до значної економії з часом від початкових інвестицій у дизайн.

Мета і завдання дослідження. Мета даної дипломної роботи полягає у дослідженні та аналізі структурованих кабельних систем, їхньої ролі та переваг у сучасному інформаційному оточенні. Вона включає в себе вивчення принципів побудови структурованої кабельної системи, вибір оптимальних кабельних типів, активного обладнання та методів монтажу.

В процесі дослідження будуть використані методи аналізу та порівняння, а також огляд літературних джерел, наукових публікацій та практичних рекомендацій. Результати дослідження сприятимуть підвищенню розуміння важливості структурованих кабельних систем і нададуть рекомендації щодо їхньої ефективної імплементації та управління.

Об'єктом дослідження – є структурована кабельна система багатоповерхової будівлі офісного призначення підприємства.

Предметом дослідження – є аналіз, вивчення та розробка структурованих кабельних систем, їхніх характеристик, принципів побудови, вибору кабелів та активного обладнання, а також методів монтажу та управління цими системами.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Покращення ефективності комунікаційного середовища: Результати дослідження нададуть практичні рекомендації щодо оптимального вибору кабельних типів, активного обладнання та методів монтажу, що сприятимуть поліпшенню якості і швидкості передачі даних у приміщеннях організацій.

2. Забезпечення надійності мережі: Результати дослідження допоможуть виявити ключові чинники, які впливають на надійність структурованих кабельних систем, і нададуть рекомендації щодо підвищення стійкості до відмов та забезпечення неперервності роботи мережі.

3. Оптимізація витрат: Результати дослідження дадуть можливість оцінити ефективність використання ресурсів при впровадженні структурованої кабельної системи, а також пропонуватимуть рекомендації щодо оптимізації витрат на обладнання, кабелі та роботи з монтажу та управління.

4. Спрощення масштабування і змін: Результати дослідження дадуть розуміння процесу масштабування та змін в структурованих кабельних системах, а також запропонують практичні рекомендації щодо гнучкого планування та розширення мережі у майбутньому.

5. Досягнення вимог сучасного інформаційного оточення: Результати дослідження допоможуть організаціям відповідати вимогам сучасного інформаційного оточення, забезпечуючи надійну та швидкодіючу передачу даних, що є важливим фактором для успіху бізнесу.

Отримання та впровадження практичних рекомендацій, отриманих з результатів дослідження, допоможуть організаціям покращити продуктивність, ефективність та надійність своїх мереж та інфраструктури передачі даних.

Апробація отриманих результатів. Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на таких конференціях:

- Науково-практична конференція «Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем», м. Київ, 2023 р.

РОЗДІЛ 1

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ

1.1. Виникнення структурованої кабельної системи

Сучасна будівля насичена безліччю кабельних розводок та інформаційних мереж, серед яких: телефонна система, локальна комп'ютерна мережа, мережа кабельного телебачення, системи пожежної та охоронної сигналізації, навіть контроль кліматичних параметрів усередині будівлі [1].

Структурована кабельна система - фізична основа інфраструктури будівлі, що дає змогу звести в єдину систему безліч мережевих інформаційних сервісів різного призначення: локальні обчислювальні та телефонні мережі, системи безпеки, відеоспостереження тощо. Як правило, ці сервіси розглядаються в рамках певних служб підприємства.

Кабельні системи є тією "базою", на якій будуються всі основні компоненти інформаційно-обчислювальних комплексів підприємств і організацій. Грамотна організація кабельної системи будівлі є одним із ключових завдань створення інтелектуальних систем і визначає надійність функціонування всіх служб і підрозділів корпорації. Саме тому при створенні кабельної системи будівлі необхідно, щоб вона була такою ж капітальною, як і сама будівля. Водночас саме кабельні системи насамперед зачіпають зміни в нових технологіях передавання даних, мережевих і комунікаційних стандартах, моделях устаткування і версіях прикладних програм, через які доводиться постійно модернізувати або навіть повністю замінювати всю слабкострумову проводку.

Рішення практично всіх перерахованих вище проблем було знайдено з появою на ринку СКС - структурованих кабельних систем.

Структурована кабельна система - це набагато більше, ніж просто кабелі або з'єднання воєдино всіх компонентів системи. Різноманітні технології, архітектури та

застосунки, голосові, інформаційні дані, передача відеозображень і контрольних сигналів - все повинно поєднуватися і діяти як єдине ціле [1].

У 1980-х роках, коли почалося масове виробництво комп'ютерів у Європі та їхнє впровадження в локальні мережі (LAN), фахівці провели перевірку кабельних систем слабкострумового струму у витяжних пристроях. На той час зазвичай були окремі кабельні траси для телефонів, телебачення та інших спеціалізованих інженерних систем у промислових будівлях. Зазвичай, ці системи вимагають низьких вимог до електромагнітних характеристик каналів і мереж зв'язку, організованих за допомогою кабельних ліній. Виникнення високошвидкісних ЛОМ високого рівня ще більш швидких комунікаційних каналів, а завдання проектування ЛОМ вирішувалися з самого початку, призначення з вибором та його прокладки, і закінчуючи їх назвою та вимірами [1].

У зв'язку з тим, що монтаж і поставка LAN здійснювалася різними компаніями, кабельні частини LAN реалізовувалися по-різному, хоча проблеми, що виникали, були загальними і однорідними. У 1984 році компанія IBM вперше запропонувала кабельну систему під назвою IBM Cabling System, що складається з кабелів, кабельних роз'ємів, розподільних панелей і лицьових панелей. Спочатку класифікація кабелів була розділена на 9 типів відповідно до їх призначення і структури, згадувалися 4-й і 7-й типи, але їх характеристики не враховувалися в подальших розрахунках. Оскільки електромережа продовжує розвиватися, проблеми, пов'язані із сумісністю обладнання та кабельних роз'ємів, що надаються клієнтам від різних постачальників, зросли.

Стало зрозуміло, що телекомунікаційні системи в будівлі повинні бути реалізовані за єдиними правилами, повинні бути підключені до однакових засобів комутації та обладнання та забезпечувати середовище передачі даних із заданими параметрами. Концепція кабельної системи, тобто пристроїв із заздалегідь визначеними характеристиками, виготовлених із стандартизованої серії компонентів, побудованих за модульним принципом, для забезпечення достатньої функціональності телефонії, локальних мереж та інших радіоелектронних пристроїв, підключених до кабельної системи, почала розвиватися.

У сучасних будівлях можна нарахувати близько десяти інженерних систем. Це телебачення (цифрове та аналогове), LAN та телефонія, охоронна сигналізація, система пожежної безпеки та інші системи. Для інтеграції таких систем фахівці впровадили в сферу телекомунікацій концепцію структурованої кабельної системи [2].

Структурована кабельна система – це система з такими чотирма відмінними характеристиками:

- стандартизована структура і топологія;
- стандартизовані компоненти (кабелі, з'єднувачі, комутаційні пристрої, комутаційні проводи);
- стандартизовані електромагнітні характеристики лінії та каналу зв'язку (зміщення, смуги частот, затримка сигналу тощо);
- стандартизовані методи управління кабельною системою.

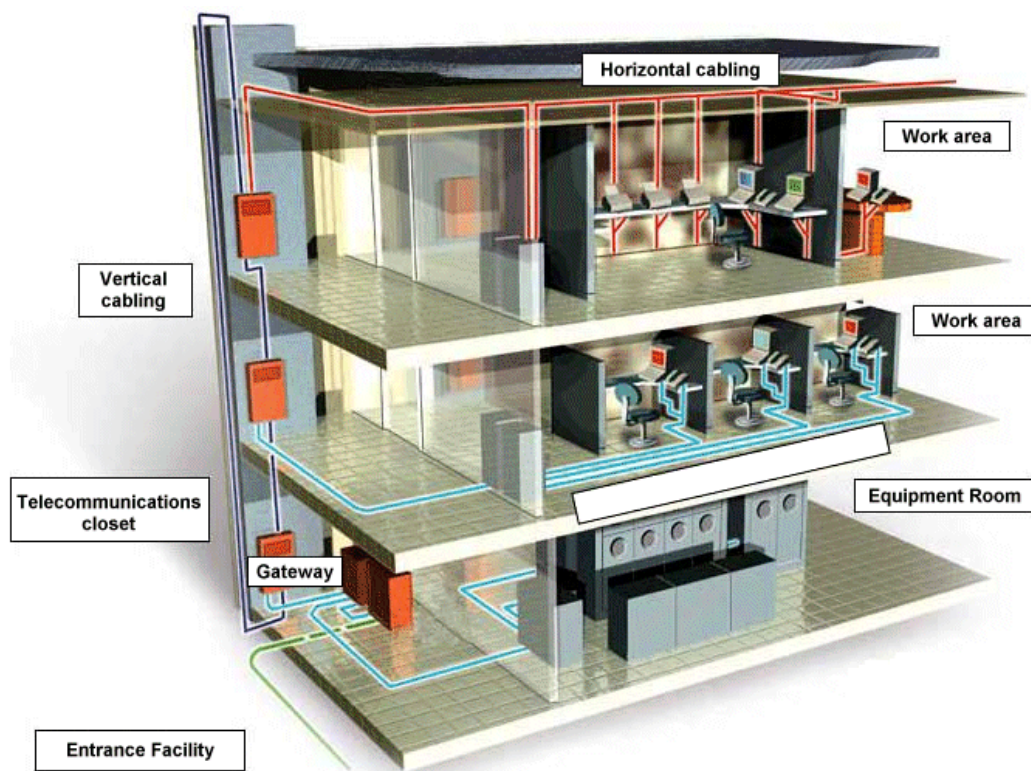


Рисунок 1.1 - Схема структурованої кабельної системи

Якщо одна з наведених ознак не вказана, кабельна система називається спеціальною. Тоді ж сформувалася концепція централізованої кабельної системи. Централізована кабельна система - це система, в якій повна комутація здійснюється в одній

кімнаті. Централізована кабельна система дозволяє позбутися багатьох кімнат. Таким чином, експлуатаційні витрати значно скорочуються, оскільки кожне приміщення потребує опалення, освітлення, охорони та вентиляції. Але централізація знижує «гнучкість» системи при заміні обладнання та зміні інженерних систем [5]. Крім того, централізована кабельна система не стандартизована, для неї є окремі пропозиції в діючих стандартах [2].

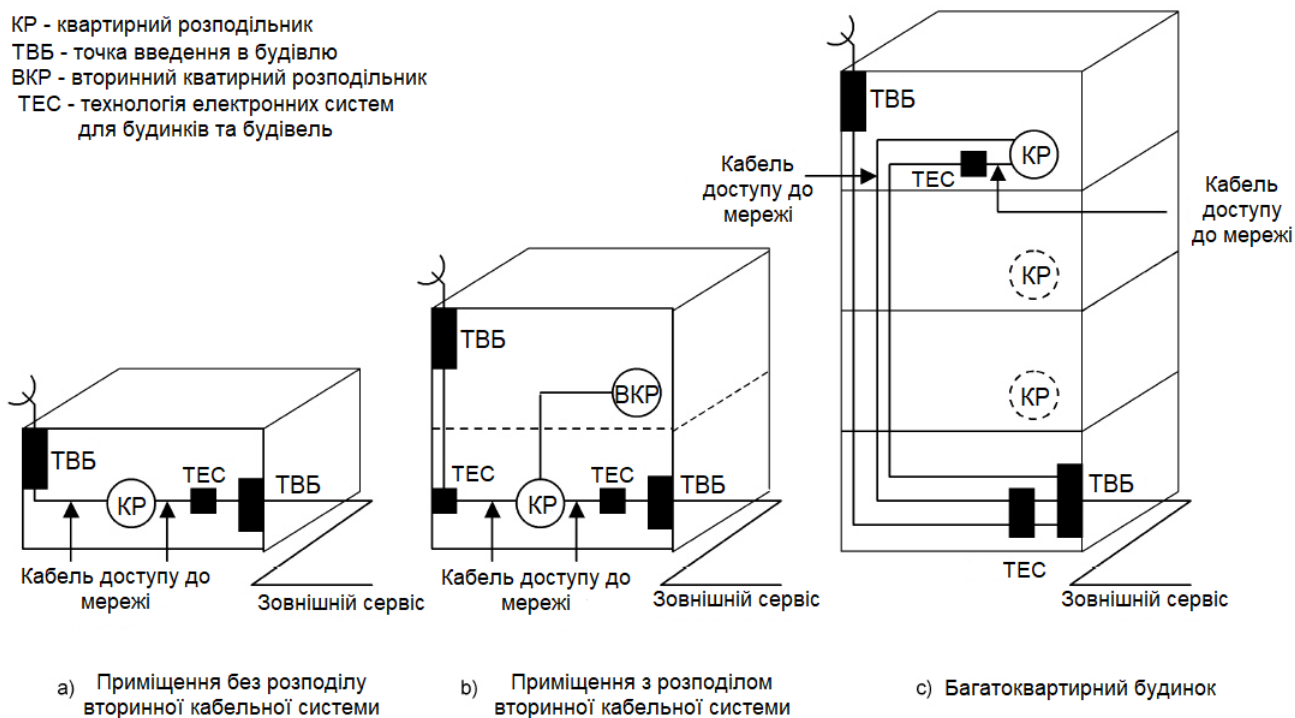


Рисунок 1.2. Приклад підключення кабелів доступу до приміщень та мережі

Структуровані кабелі, також відомі як універсальні будівельні кабелі (UGV), представляють собою єдиний план розміщення кабелів для різних послуг (голосу або даних). Структуровані кабелі є частиною технічної інфраструктури власності та поділяються на первинну, вторинну та третинну зони. Для структурованих кабелів Європейський комітет з електротехнічної стандартизації (CENELEC) має європейський стандарт EN 50173-1 для нейтральних комунікаційних кабельних систем, який також опубліковано як стандарт DIN. На міжнародному рівні відповідний стандарт ISO/IEC 11801:2002 є важливим. Іншим стандартом для структурованих кабелів є північно-американський стандарт TIA/EIA 568.

1.2. Переваги СКС

Структурована кабельна система має такі важливі переваги:

- Високий стандарт безпеки завдяки фізичним кабелям
- Дротове з'єднання збільшує швидкість і стабільність трафіку даних у порівнянні з WLAN.
- Підтримка поточних та майбутніх комунікаційних технологій
- Підтримка різних незалежних сервісів, таких як голос або дані
- Недорогі та гнучкі можливості розширення мережі
- Використання загальних стандартів
- Просте встановлення та підключення активних мережевих компонентів

Кабельна система є основою будь-якого житлового, офісного чи промислового комплексу. Внаслідок постійного ускладнення структури кабельних мереж виникає потреба в інтеграції. Сьогодні кабельні мережі займаються не лише передачею голосових повідомлень, а й передачею даних, зображень і сигналів. Подібним чином самі будівлі вважаються «інтелектуальними системами» для забезпечення складного контролю навколишнього середовища, передачі енергії, систем безпеки та моніторингу. Саме ці умови формують універсальну цілісну кабельну систему, враховуючи ідею необхідності, відповідності всіх систем будівлі та відповідності будівлі власним потребам. Така кабельна система повинна відповідати всім застосуванням і всім стандартам комутації, дотримуючись при цьому помірного балансу між ціною та продуктивністю [1].

Зараз неможливо працювати у добре організованих офісах без якісних конструкцій та змонтованих кабельних систем, на основі яких можна будувати будь-яку мережну інфраструктуру. Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 було запроваджено у 1995 році. СКС – спорудження універсальної структурованої телекомунікаційної кабельної системи з додатковими широкосмуговими можливостями. СКС створено без вихідних додаткових даних, тобто. створено за новітніми технологіями. СКС проявляється як локальна філія для універсальної кабельної розводки, спроектованої та

встановленої без спеціального застосування (з мережевими технологіями). Переважна більшість локальних мереж встановлюється в будівлях, що будуються, але повинні враховувати специфічні умови.

Початкові витрати на встановлення СКС часто непомірно високі, і вони передбачають прокладання традиційних та локальних мереж. Крім того, малі підприємства можуть відчувати потребу у своїй АТС, або в інших системах зв'язку. Є можливість зробити великі інвестиції в встановлення невеликої офісної СКС на кілька робочих місць та кілька телефонних номерів.

1.3. Етапи проектування СКС

Процес розробки інформаційно-обчислювальних систем сучасних установок, створення структурованих кабельних систем (СКС) відповідно до класифікації, що використовується в країнах, можна роз'єднати на два основні етапи: архітектурний та телекомунікацій.

Архітектурний етап проекту включає наступні основні положення:

- Визначення високоефективна чи максимально квазіоптимальна структура СКС та розробка нового комплексу техніко-економічних характеристик її використання, що формується та впроваджується у процес.
- Адаптація будівельних конструкцій та приміщень до спеціальних вимог технічних приміщень та комутаційного обладнання СКС на рівні будівельних рішень.

Архітектурний етап проектується на стадії розробки нових будівель чи реконструкції відповідно до проекту. На цьому етапі, враховуючи вимоги системи інженерного забезпечення, визначаються і включатися в проект шляхів і трас кабелів (кабельної каналізації та повітроводів) всередині будівлі, що будується, а також зовні в опорних, поперечних і апаратних приміщеннях.

Основні вихідні дані на цьому етапі включають:

- Формула, покриття, архітектурні та планові особливості будівництва чи комплексу будівництва, а також прилеглих територій.

- Будівельну та іншу нормативну документацію щодо проекту служб приміщень кабельної траси та систем телекомунікацій.
- Нормативну документацію (стандарти) для структурованих кабелів.
- Нормативна документація (стандарти) на СКС;
- Додаткові вимоги замовника.

Спеціалізовані проектні організації організують будівельну роботу зі збору умовної інформації, що включає можливості підрядника, та проектують на архітектурному етапі. У деяких віках, якщо підрядник має необхідні ліцензії, досвід і проектний персонал, він може брати на себе частину або всі проектні роботи цього етапу. Головною метою та завданням архітектурного проекту проекту кабельної системи обговорення є сприяння введенню кабелю в експлуатацію та будівництво передумов для реалізації телекомунікаційного проекту. Правила організації будівництва об'єктів встановлюють такі стандарти:

- Розташування крос та обладнання технічних приміщень;
- Прокладання кабельних трас для горизонтальних та внутрішніх магістралей;
- Прокладання внутрішніх магістрів до телекомунікаційних операторів та внутрішніх системних кабелів до будівель;
- Прокладає кабельні траси зовнішньої магістральної системи.

Телекомунікаційний етап проектування розпочнеться після завершення архітектурного етапу, проте будуть завершені капітальні будівельно-монтажні роботи. На цьому етапі проектування створюється точна структура СКС, складається перелік необхідного обладнання, план його розташування та інше. До проектування телекомунікаційного етапу залучено організації, що працюють у сфері системної інтеграції та спеціалізуються на створенні СКС. Розрахунок кількості компонентів є основним завданням, яке вирішується на телекомунікаційному етапі проектування. Вихідними даними для практичної реалізації телекомунікаційного етапу проекту є наступні вимоги:

- результати досліджень забудови та території, що входить до її території, проведені на архітектурній стадії проектування, або їх проектна документація;

- нормативна документація (стандарти) на СКС;
- додаткові вимоги замовника.

Виконання всіх вимог міжнародних стандартів є одним із головних принципів [2].

1.4 Міжнародні стандарти СКС та їх особливості

Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 "Інформаційна технологія - Загальна кабельна розводка для приміщень клієнтів" ("Information technology - Generic cabling for customer premises and grounds") було офіційно опубліковано в другій редакції у вересні 2002 року. Рекомендації, що стосуються СКС, опубліковані в численних статтях і на різних інтернет-сайтах, дуже часто базуються на особистому сприйнятті стандарту і досвіді авторів, і до них слід ставитися з обережністю як до неповністю оригінальних. Звісно, має бути вихідний міжнародний стандарт у професійній сфері СКС, який є на робочому столі в новій редакції. Розробка цього стандарту зосереджена на передачі симетричних сигналів, використовуючи оптичні та електричні методи передачі, все сучасне обладнання отримує додатки до вимог специфікацій. Обладнання, що використовує незбалансовані методи передачі сигналу, не поширюється на цей стандарт.

ISO/IEC 11801:2002 (E) особливо корисний для трьох груп. Вони забезпечують:

- Користувачі та власники СКС, по-перше, використовують універсальну кабельну систему, здатну самостійно підтримувати широкий спектр устаткування, по-друге, у "гнучкій" кабельній системі модифікації прості й економічні;

- забудовник, ще до того, як він дізнається конкретні вимоги конкретних додатків, керується будівельниками (дизайнерами, інженерами, архітекторами), які забезпечують кабельну систему для розміщення. Причому це стосується як початкового проектування будівлі, так і на етапі її реконструкції;

- Виробники електронного обладнання (як і стандарту в цій галузі) підтримують систему всіх відомих типів кабельного обладнання, крім того, це основа для розробки апаратного забезпечення наступного покоління [3].

Стандарт ISO/IEC 11801:2002 (E) визначає багатопродуктову кабельну систему, розроблену з використанням таких компонентів, як один або кілька постачальників. Крім того, він визначає вимоги до електричних і оптичних кабелів і з'єднувачів, базується на галузевих стандартах, стандартах для монтажу і тестування кабельних систем, стандартах і програмах, що стосуються конкретних застосувань. Під час розроблення цих стандартних вимог було враховано вимоги до середовища фізичного передавання, що впливають з наявних застосувань. Крім того, були розроблені майбутні мережеві технології зі стандартним уточненням нових вимог до фізичного середовища, щоб забезпечити його смугу пропускання 250 і 600 МГц (класи E і F). У результаті очікується, що кабельна система, яка відповідає цьому стандарту, буде корисною там щонайменше 10 років. Стандартна максимальна відстань сигналу, яка оптимізована для будівель і зон, становить 2000 метрів. Однак принципи цього стандарту можна використовувати на більших відстанях. Структурна схема СКС представлена на рисунку 1.3.

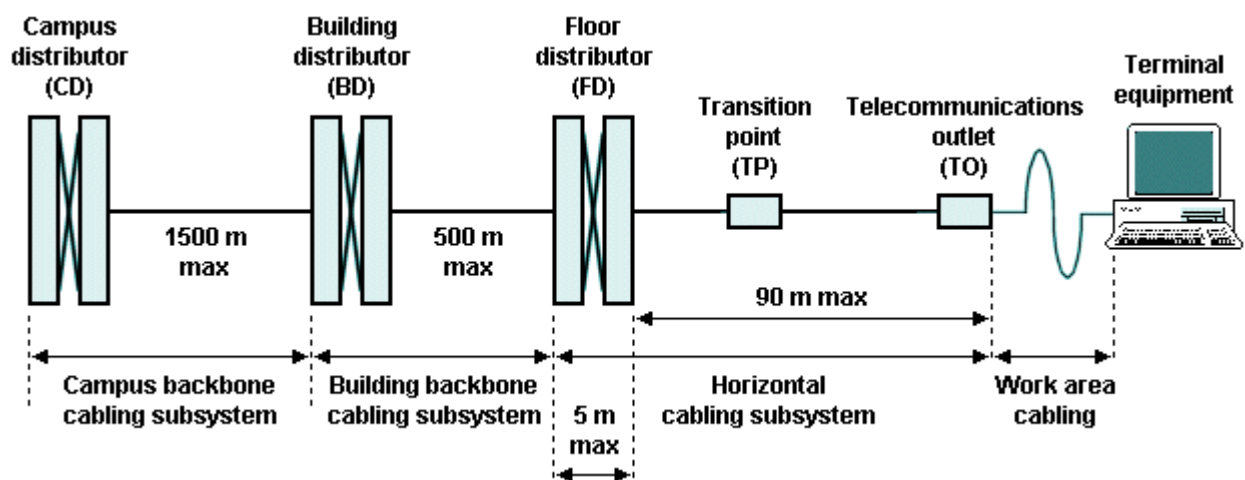


Рисунок 1.3. Структурна схема СКС

ISO/IEC 11801:2002 (E) є невід'ємною вимогою технічних специфікацій для використання СКС, де робота в температурному діапазоні є вимогою відповідно до специфікацій мережі та каналу, зазначених у ньому. Врахування відповідного температурного коефіцієнта в даному діапазоні температур здійснюється на етапі проекту-

вання СКС під час вибору довжини кабелів, а також під час вибору відповідного з'єднувального та комутаційного обладнання. Температура не відповідає вимірюванням температури найгіршого випадку, їхні результати слід використовувати для розрахунку характеристик найгіршого випадку, щоб підтвердити відповідність стандарту. Діаметр сердечника волокна є стандартом сумісності, який вимагає, щоб усі кабелі та компоненти були в одній трубі або в оптичному каналі мережі з однаковим хвильовим опором. Забороняється з'єднувати компоненти з різними діаметрами жил і різним номінальним хвильовим опором або волокнами. Важливо пам'ятати, що, зокрема, застосування залежить від характеристик каналу, а вони, своєю чергою, підтримують довжину кабелю і з'єднань та їхні параметри, а також, зокрема, характеристики якості монтажу СКС. Прийнято, що максимально допустимі характеристики каналу складаються з 90-метрового кабелю з провідниками, 10 метрів і 4 сполучних дротів з каналом, отриманим на основі характеристик його компонентів. Для каналів класу F часто реалізуються тільки стандартні індивідуальні рекомендації з двома з'єднаннями, перерахованими в додатку. Гранично допустимі характеристики зафіксовані таким чином, щоб кабель із суцільними жилами та 3 з'єднаннями витримав 90 метрів (включно з точкою консолідації). Таким чином, технічні характеристики фіксованої лінії та точки зосередження будуть однаковими [2].

Таблиця 1.1.

Стандарти структурованих кабельних систем

Размах	Норма	Опис
Європа	EN 50173-1 (2003)	Кабельні стандартні інформаційні системи - нейтральні кабельні системи
Північна Америка	TIA/EIA 568 B.1 (2001) / B.2 1 (2001)	Стандарт телекомунікаційної прокладки кабелю для побудови кабельної системи
Світовий	ISO/IEC 11801 (2002)	Стандарт прокладки кабелю для нейтрального застосування будівельних кабелів

TIA/EIA 568 B.1 (2001 p.) / B.2 1 (2001 p.)

TIA/EIA беруть свій початок у специфікації нескранованих мідних компонентів. TIA/EIA - це не глобальний стандарт, а галузева специфікація, що застосовується до ринку Північної Америки. Тим не менш, він також містить вимоги EN (європейський стандарт) або ISO/IEC (всесвітній стандарт) щодо характеристик передачі кабелів та штекерних з'єднань. Ось чому цей стандарт часто дотримується у всьому світі.

ISO/IEC 11801 (2002) i EN 50173-1 (2003)

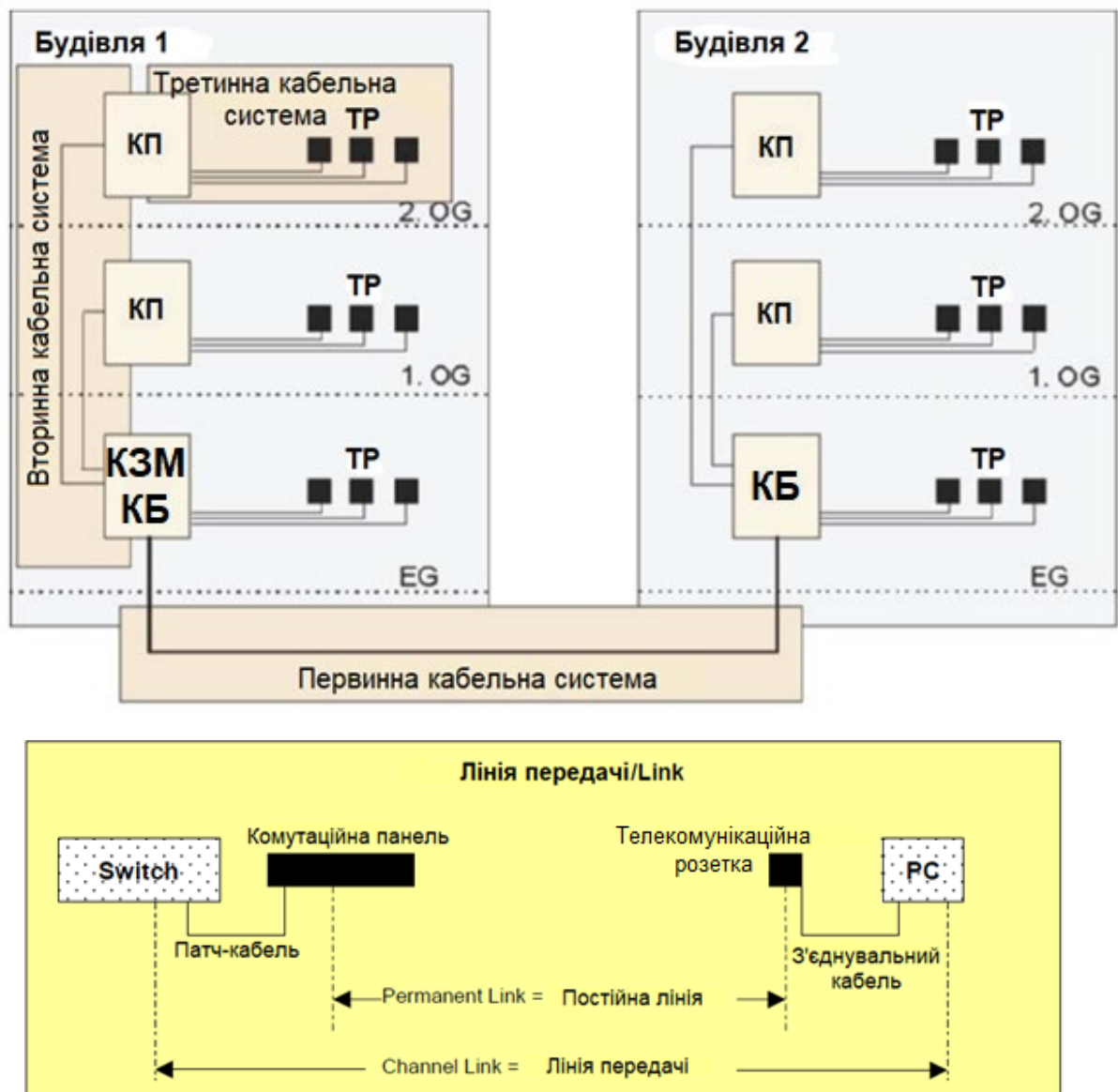


Рисунок 1.4. Зони прокладання кабелів та структура системи електропроводки згідно EN 50173

Ієрархічно структурована кабельна система поділяється на три області:

- 1. Первинна кабельна система** (*місцевість: територія кампусу, магістральна кабельна розводка кампусу*)
- 2. Вторинна кабельна система** (*будівля: територія будівлі, магістральна кабельна розводка будівлі*)
- 3. Третинна кабельна система** (*поверхи: поверхова, горизонтальна*)

Стандарт EN 50173-5 та стандарт ISO (ISO/IEC 11801), що діє в усьому світі, регулюють структурування кабелів відповідно до ієрархічних рівнів . Ці рівні формуються групами, які пов'язані один з одним топологічно чи адміністративно [3].

Первинна кабельна система (місцевість)

Первинна ділянка прокладки кабелів називається рельєфною прокладкою. Це з'єднання окремих будівель між собою.

Характеристики:

- великі відстані
- висока швидкість передачі даних
- невелика кількість станцій

Тип кабелю:

- Переважно оптоволоконний кабель (50 мкм) до 1 500 м
 - багатомодові волокна (найпоширеніші, середні відстані)
 - одномодові волокна (великі відстані)
- іноді також мідні кабелі (на короткі відстані)

Первинна територія повинна бути ретельно спланована. Точніше кажучи, вона повинна бути відкритою вгору з точки зору пропускної здатності та швидкості передачі. Те саме стосується і використовуваної системи передачі. Як правило, 50% від поточної потреби в інвестиціях має бути створено в якості резерву.

Вторинна кабельна система (будівлі)

Вторинна кабельна система або периметральна кабельна система - це термін, який використовується для опису зони всередині будівель. Він включає в себе прокладку кабелів між окремими поверхами та поверхами будівлі.

Особливості:

- короткі та середні відстані

- включає кабелі від розподільчого щита будівлі до поверхових розподільчих щитів.

Тип кабелю:

- Оптоволоконний кабель (50 мкм)/мідний кабель довжиною до 500 м

Третинна кабельна система (поверхи)

Найменша зона прокладання кабелів називається третинною або поверховою.

Вона включає в себе кабелі від поверхових або підлогових розподільників до розеток робочих станцій.

Особливості:

- короткі відстані
- Мережева шафа з комутаційним полем
- Розетка з розподільчих коробок
 - в стіні
 - в кабельному каналі
 - в підлоговому резервуарі з розеткою

Тип прокладки кабелю:

- Кабель "вита пара", загальна довжина 100 м (90 м, плюс 2 рази по 5 м з'єднувального кабелю)
- частково також скловолоконний кабель (62,5 мкм), такої ж довжини

Розміри та конфігурація складових частин КС

Поверховий крос:

- принаймні один поверховий крос на 1000 кв.м офісної площі
- у невеликих будівлях поверховий крос може забезпечити кілька поверхів

Телекомунікаційні коробки (розподільні):

1. Розподіл по всій корисній площі

2. Два з'єднання для макс. 10 кв. м корисної площі, на одне робоче місце мін. 2

з'єднання

3. На одне робоче місце мін. одне з'єднання з симетричним мідним кабелем 100

Ом

4. Друге з'єднання з симетричним мідним або волоконно-оптичним кабелем

5. Мідні кабелі мають бути 4-парними

Типи кабелів поверхової кабельної системи (третинна кабельна система):

- Переважний

Кабель кручена пара, 100 Ом 4-парний, екранований

Оптоволоконний кабель багатомодовий 62,5/125 мкм

- Альтернатива

Кабель кручена пара 150 Ом

Оптоволоконний кабель багатомодовий 50/125 мкм.

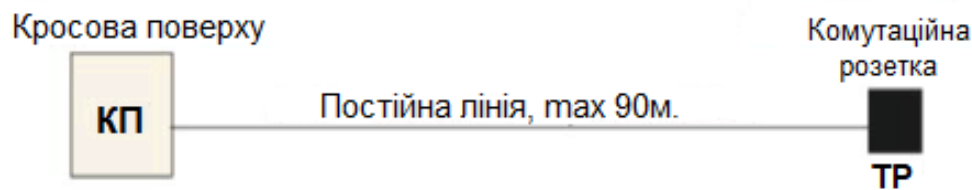


Рисунок 1.5. Поверхова (третинна) кабельна система

Довжини кабелю

- Максимальна довжина кабелю 90 м (незалежно від типу кабелю) між КП (кросової поверху) і розеткою підключення пристрою на робочому місці
- максимум 10 м загальна довжина кабелів з'єднання пристрою та патч-кабелів у кожній ланці.
- максимум 5 м патч-кабелю в кросової поверху

Прокладка кабелів на місцевості та в будівлях (первинна та вторинна система) рекомендовано такі типи кабелів:

- Кабель вита пара, 100 Ом (кабель S/STP)
- Оптоволоконний кабель, 50/125 мкм, багатомодовий, > 2 км одномодовий

Довжини кабелю

- макс. 2000 м між кросової зовнішніх магістралей (КЗМ) і кросової поверху (КП)

- макс. 500 м між кросової будівлі (КБ) і кросової поверху (КП)
- При використанні одномодового оптоволоконного кабелю можливі більші відстані

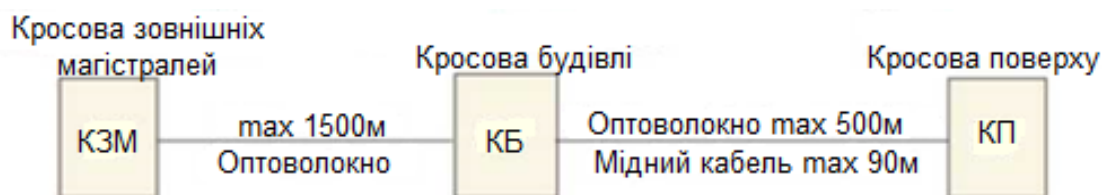


Рисунок 1.6. Первинна та вторинна кабельна система

1.5. Компоненти СКС

На відміну від дискретної кабельної системи, структурована кабельна система розроблена та побудована з повністю визначених і обмежених функціональних компонентів на додаток до фактичних кабелів. Які можна розділити на дві основні категорії: активні компоненти та пасивні компоненти [2].

До пасивних компонентів належать мережеві кабелі, з'єднувальні коробки, комутаційні поля або комутаційні панелі, мережеві шафи або розподільні шафи та роз'єми.

Активні компоненти самі беруть участь у передачі сигналу і мають електронні схеми. Активними мережевими компонентами є комутатори, маршрутизатори, точки доступу або концентратори WLAN. Ці компоненти встановлюються у вузлових точках структурованої кабельної системи.

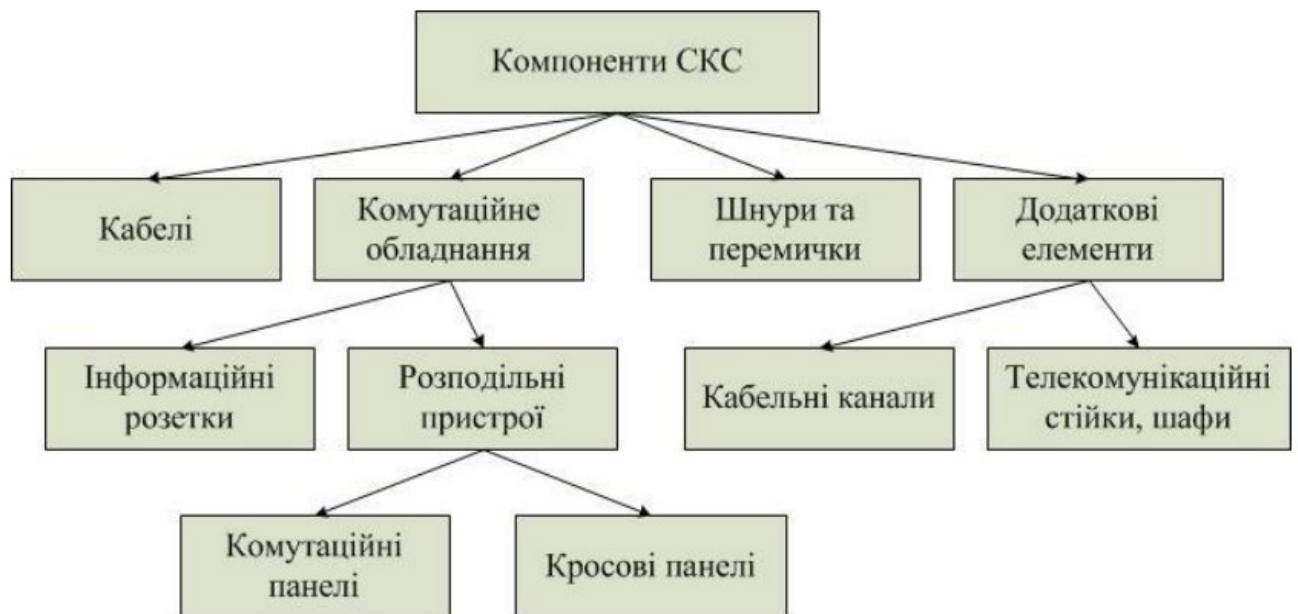


Рисунок 1.7. Компоненти структурованих кабельних систем

Типи мідних кабелів:

- Коаксіальний кабель

Сьогодні коаксіальні кабелі більше не використовуються в нових установках. Більшу частину кабелів із цим типом кабелю вже оновлено або замінено. На практиці коаксіальні кабелі все ще можна знайти в приміщеннях зі старими системами телебачення.

- Кабель крученої пари

Сучасні мережеві кабелі використовують тільки симетричні кабелі для мідних кабелів. Збалансовані кабелі кращі для всіх типів передачі сигналів. Їх називають те-

лефонними кабелями або установчими кабелями в техніці зв'язку та кабелями крученої пари (кабелями TP) у мережевих технологіях. Вита пара - це англійський термін, що означає симетричний кабель, який можна розпізнати за схрещеними, скрученими або крученими, відповідно парами дротів [3].

Кабелі можуть бути екрановані по-різному. У той час як кабелі UTP не мають екранування, екрановані кабелі з крученою парою мають окремі екрани для пар проводів. Для встановлення з'єднань у патч-панелях або для під'єднання кінцевих пристроїв до мережевих розеток зазвичай використовують симетричні мережеві кабелі типу CAT 5 або CAT 6, оснащені на кінцях роз'ємами RJ45.

- Роз'єм для кабелю витої пари (штекер RJ45)

Звичайний роз'єм (комбінація штекер-гніздо) для кабелів витої пари - RJ45, також відомий як західний роз'єм. Ці штекери використовуються для встановлення з'єднань у комутаційних панелях або для під'єднання кінцевих пристроїв до мережевих розеток.

- Оптичне волокно / оптоволоконний кабель

Оптичні хвилеводи, або скорочено LWL, являють собою тонкі скляні волокна, які можуть передавати оптичні сигнали у вигляді світла або світлових сигналів на великі відстані (без посилення). Оптичне волокно - це загальний термін для всіх світлопровідних кабелів, до числа яких також входять скляні волокна. Оптичні хвилеводи доступні у вигляді скляних, кварцових або пластикових волокон [1].

У той час як електричні сигнали передаються від одного кінця до іншого у вигляді електронів у мідних кабелях, фотони (частинки світла) беруть на себе це завдання у волоконно-оптичних кабелях.

Переваги оптоволоконних кабелів перед мідними кабелями:

- Оптичні волокна можна прокладати паралельно з будь-якими іншими лініями живлення. Електромагнітні перешкоди відсутні.
- Через оптичну передачу немає перешкод, випромінювання або проблем із заземленням.
- Втрати, пов'язані з відстанню через індуктивності, ємності та опори, не виникають.

- Практично незалежне від частоти лінійне загасання сигналів.
- Швидкість передачі можна збільшувати майже до нескінченності, використовуючи кілька несучих хвиль із різними довжинами хвиль.

Однак оптоволоконні кабелі дорожчі за мідні. Витрати на матеріал і зусилля, пов'язані зі складанням, вищі. З іншого боку, оптоволоконні кабелі мають значно менше загасання і дають змогу передавати високочастотні сигнали на великі відстані у великій смузі пропускання [2].

У принципі, можна провести відмінність між одномодовими волокнами і багатомодовими волокнами. Одномодові волокна мають менший діаметр серцевини і дають змогу поширювати лише одну основну моду. У цьому режимі ви маєте менше загасання і значно більшу дальність та пропускну здатність. Як і у випадку з мідними кабелями, для оптоволоконних кабелів існує стандарт, що визначає властивості та тип штекерних з'єднань.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У даному розділі дипломної роботи були розглянуті основні аспекти побудови структурованої кабельної системи (СКС). На основі проведених досліджень та аналізу літературних джерел можна зробити наступні висновки:

1. Виникнення структурованої кабельної системи: Від появи комп'ютерних мереж і зростання їхньої складності виникла потреба у стандартизації та структуризації кабельної інфраструктури. Структурована кабельна система (СКС) стала відповіддю на цю потребу, забезпечуючи організацію кабелів та активного обладнання в єдину інтегровану систему.

2. Переваги СКС: СКС має численні переваги порівняно з неструктурованими кабельними системами. Серед них можна виділити гнучкість, масштабованість, легкість управління та підтримку різноманітних пристроїв і технологій. Вона дозволяє ефективно використовувати інфраструктуру для передачі даних, голосу і відео.

3. Етапи проектування СКС: Проектування СКС включає кілька етапів, таких як аналіз вимог, проектування топології, вибір кабельних систем і компонентів,

розробка схеми розміщення кабелів, установка та налаштування обладнання. Кожен з цих етапів має свої особливості і вимагає детального планування та уваги до деталей.

4. Міжнародні стандарти та їх особливості: У світі існує кілька міжнародних стандартів, таких як TIA/EIA-568, ISO/IEC 11801, які регулюють проектування та експлуатацію СКС. Вони визначають вимоги до компонентів, кабелів, розміщення кабелів та тести для забезпечення якості передачі даних.

5. Компоненти СКС: Структурована кабельна система складається з різних компонентів, включаючи кабелі, роз'єми, панелі підключення, патч-корди, активне мережеве обладнання і т.д. Кожен компонент відіграє важливу роль у забезпеченні якості і надійності передачі даних.

Загальною метою структурованої кабельної системи є створення надійного і ефективного середовища для передачі даних, забезпечення гнучкості та масштабованості мережі, а також спрощення управління та підтримки. Розуміння принципів побудови СКС є важливим для проектування, розгортання та експлуатації сучасних мереж з урахуванням швидкого технологічного розвитку.

РОЗДІЛ 2 31

СТАНДАРТИ ТА ПРАКТИКИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Структура СКС 31

Функціональні елементи є важливою складовою частиною структурованих кабельних систем (СКС) і відіграють ключову роль у забезпеченні передачі даних, комунікаційного з'єднання та управління мережею. Вони складаються з різних компонентів і пристроїв, які працюють у взаємодії для забезпечення ефективності та надійності функціонування СКС.

У цьому підрозділі будуть розглянуті основні функціональні елементи структурованих кабельних систем, їх призначення та характеристики. Розуміння цих елементів є важливим для проектування, вибору та розгортання ефективних СКС у різних середовищах [4].

Групи функціональних елементів поєднуються в підсистеми кабельної системи.

Узагальнена кабельна підсистема складається із трьох основних підсистем СКС:

- Підсистема зовнішніх магістралей;
- Підсистема внутрішніх магістралей;
- Горизонтальна підсистема.

Підсистема зовнішніх магістралей (основні кабельні лінії кампуса) або у термінології деяких європейських виробників первинна підсистема СКС складається з зовнішніх магістральних кабелів та активного обладнання, які забезпечують передачу сигналів на великі відстані в межах кампусу або будівлі. Ця підсистема зазвичай використовується для з'єднання головних точок дистрибуції в мережі, таких як серверні кімнати, комутаторні приміщення та інші стратегічні місця, де вимагається висока швидкість передачі даних.

Підсистема внутрішніх магістралей включає в себе кабельні лінії, які з'єднують зовнішні магістральні кабелі з горизонтальною підсистемою. Ця підсистема забезпечує передачу сигналів на середні відстані всередині будівлі або кампусу. Вона може включати головні кросс-коннектори, патч-панелі та кабелі, які прокладені по головних комунікаційних коридорах і тунелях [6].

Горизонтальна підсистема є останньою складовою частиною кабельної системи. Вона включає в себе кабельні лінії, які з'єднують гнізда настінних розеток або робочих місць з внутрішніми магістральними кабелями. Горизонтальна підсистема забезпечує передачу сигналів на найкоротші відстані в межах кожного поверху або робочої зони.

Всі ці підсистеми разом створюють кабельну систему, яка забезпечує передачу даних і забезпечує комунікацію всередині будівель або кампусів. Правильне проектування, установка і управління цими підсистемами дозволяє забезпечити надійну і ефективну мережу для передачі голосу, даних і інших комунікаційних послуг.

Для кожної з основних підсистем кабелю важливо враховувати певні функціональні елементи, які сприяють правильній роботі та ефективності кабельної системи. Ось деякі з них:

1. Кабельні лінії (Cables): Це фізичні кабелі, що використовуються для передачі сигналів. В зовнішній підсистемі магістралей використовуються кабелі великої ємності із високою швидкістю передачі даних, такі як оптичні волоконні кабелі або мідні кабелі з високою категорією. Кабелі є основною складовою частиною СКС і використовуються для передачі сигналів між різними елементами мережі. Різні типи кабелів, такі як вита пара, волоконно-оптичний кабель, коаксіальний кабель і т.д., використовуються залежно від потреб і характеристик мережі.

2. Кросс-коннектори (Cross-Connectors): Це пристрої, які використовуються для з'єднання кабельних ліній у підсистемі внутрішніх магістралей. Вони забезпечують гнучкість та можливість зміни конфігурації мережі.

3. Патч-панелі (Patch Panels): Це плати або пристрої, на яких розташовані порти для підключення кабелів. Вони використовуються в підсистемі внутрішніх ма-

гістралей та горизонтальній підсистемі для зручного з'єднання кабелів з активним обладнанням та гніздами настінних розеток. Панелі підключення забезпечують зручну і структуровану монтажну платформу для підключення патч-кордів та перемикання сигналів.

4. Патч-корди (Patch Cords): Це кабелі, що використовуються для з'єднання активного обладнання з панелями підключення або іншими роз'ємами у СКС. Патч-корди забезпечують коротке з'єднання між різними пристроями, дозволяючи швидко і зручно перемикати або замінювати підключення.

5. Кабельні канали (Cable Trays): Ці елементи використовуються для монтажу та організації кабелів у промислових приміщеннях або на стінах. Кабельні канали допомагають уникнути заплутання кабелів, забезпечують легкий доступ до них для обслуговування та дозволяють проводити експлуатаційні роботи.

6. Роз'єми (Connectors): Це фізичні з'єднувачі, які використовуються для підключення кабелів до активного обладнання, розеток або патч-панелей. Також вони використовуються для з'єднання кабельних сегментів, патч-кордів і пристроїв у СКС. Вони забезпечують надійне і стабільне з'єднання, дозволяють легко змінювати і розширювати мережу за потребою. Роз'єми можуть бути стандартизовані, наприклад, RJ-45 для Ethernet, або специфічні для певних протоколів та типів кабелів.

7. Активне обладнання (Active Equipment): Це пристрої, які використовуються для передачі та обробки сигналів у кабельній системі. До них входять комутатори, маршрутизатори, повторювачі сигналу, концентратори і інші пристрої, які керують передачею даних через кабельну мережу, також забезпечують комутацію даних, розподіл мережевого трафіку і забезпечують надійну роботу СКС.

8. Гнізда настінних розеток: Це роз'єми, розташовані на стінах або панелях, які забезпечують підключення кінцевих пристроїв, таких як комп'ютери, телефони або інші мережеві пристрої, до горизонтальної підсистеми.

9. Маркери та маркування: Це система позначення кабелів, портів та інших функціональних елементів кабельної системи. Маркування допомагає встановити зв'язок між фізичними компонентами та їх функціональними призначеннями, спрощує управління та обслуговування мережі [5].

Розуміння ролі та характеристик цих функціональних елементів допоможе забезпечити ефективну та надійну роботу структурованих кабельних систем. Детальний аналіз та вибір відповідних компонентів залежить від конкретних вимог, середовища та масштабів мережі.

Ці функціональні елементи використовуються для створення та підтримки надійної, швидкої та безперебійної кабельної системи. Правильне проектування, встановлення та управління цими елементами є важливими аспектами будь-якої кабельної інфраструктури [7].

2.2. Практики застосування стандартів структурованої кабельної системи 34

Галузеві стандарти - це опубліковані вимоги до конструкції та характеристик, які затверджуються галузевим голосуванням серед виробників кабелів і компонентів. Метою стандартів кабельної розводки є забезпечення глобальної взаємопов'язаності обладнання різних виробників. З моменту випуску стандарту IEEE 802.3an 10-Gigabit Ethernet (10GbE) у 2006 році еволюція стандартів структурованих кабелів ANSI/TIA-568 досягла нового рівня продуктивності, що визначається як Категорія 6А або розширена Категорія 6. Кабелі категорії 6А. Вимоги до робочих характеристик Доповнення ANSI/TIA-EIA-568-B.2-10 були офіційно ратифіковані в лютому 2008 року.

Крім випуску вимог категорії 6А, серія стандартів ANSI/TIA-568-B замінюється серією стандартів ANSI/TIA568-C. Нова серія 568-C містить усі раніше опубліковані доповнення, а також новий розділ загальних рекомендацій з прокладання кабелів 568C.0.

Світові галузеві стандарти пропонують такі переваги:

- Можливість взаємодії обладнання, що підключається.
- Зворотна сумісність.
- Архітектура відкритих систем.
- Легкість переходу на новий рівень продуктивності.
- Вибір декількох постачальників для кінцевого користувача.

2.2.1. ANSI/TIA-568-C

Серія стандартів ANSI/TIA-568-C - це сімейство окремих документів.

Примітка: серія 568-C замінила серію ANSI/TIA-568-B у 2008 році:

- ANSI/TIA-568-C.0: "Типові телекомунікаційні кабелі для приміщень клієнтів".

- ANSI/TIA-568-C.1: "Стандарт на телекомунікаційні кабельні системи для комерційних будівель".

- ANSI/TIA-568-C.2: "Стандарт телекомунікаційних кабельних систем зі збалансованою витотою парою".

- ANSI/TIA-568-C.3: "Стандарт оптоволоконних телекомунікаційних кабельних систем".

ANSI/TIA-568-C.0 визначає загальну інфраструктуру приміщення для мідних і оптоволоконних кабелів. Також включено докладні вимоги до встановлення кабелів і польових випробувань. TIA-568-C.1 містить детальні вимоги до проектування інфраструктури горизонтальних і магістральних кабелів та розподільчих пристроїв. TIA-568-C.2 і C.3 встановлюють вимоги до тестування на рівні компонентів і продуктивності для мідного та оптоволоконного з'єднувального обладнання відповідно [6].

2.2.2. ANSI/TIA-568-C.0 і C.1: Горизонтальна кабельна розводка (раніше 568-B.1)

Горизонтальна кабельна розводка в будівлі є розводкою кабелю на одному поверсі від горизонтального крос-з'єднання (НС) в телекомунікаційній кімнаті (TR) до розетки робочої зони (WA) [7].

Визнані горизонтальні кабелі

- 4-парний 100 Ом UTP або екранована кручена пара (ScTP), категорії 3, 5e, 6 і 6A.
- Мінімальний двожильний багатомодовий оптоволоконний кабель.
- 150 Ом екранована кручена пара (STP).

Мінімальний радіус вигину та тягове зусилля горизонтального кабелю

- 4-парний UTP: у 4 рази більше діаметра кабелю.
- Максимальне тягове зусилля: 25 фунтів.

- Волоконний кабель: у 10 разів більший за діаметр кабелю.

Визнані з'єднувачі

8-позиційний модульний роз'єм і вилка.

- Призначення контактів / пар налаштоване для T568A або T568B.

Оптоволоконні роз'єми типу 568SC і ST.

Роз'єми волокна SFF: LC і MT-RJ.

Горизонтальна топологія кабелів та примітки по конструкції

Кожне вихідне з'єднання в робочій зоні має окрему кабельну ділянку (перемичку) від TR (зіркоподібна топологія). Таке розташування найбільш зручне для переміщень, додавань та змін (MAC's). Довжина будь-якої горизонтальної кабельної лінії обмежена 90 метрами. Найкраще розміщувати TR по центру на кожному поверсі, щоб вирівняти довжину кабельних трас. Як правило, для кабельних трас слід використовувати трохи більше 40% заповнення. Для проектування виділяйте одну робочу зону на кожні 100 кв. футів площі підлоги.

Точка консолідації

Точка консолідації - це додатковий вузол міжз'єднання, який допускається в горизонтальній кабельній розводці між TR і робочою зоною.

Точка консолідації має бути встановлена на постійній будівельній конструкції в зоні, вільній від перешкод або меблів. Перехресні з'єднання в корпусі консолідації не допускаються.

Через вплив NEXT на кілька під'єднань у безпосередній близькості, цей стандарт рекомендує розміщувати всі точки консолідації на відстані щонайменше 15 м (49 футів) від TR.

Точки консолідації та точки переходу не можна об'єднувати в одній горизонтальній лінії [5].

Кожна точка консолідації повинна обслуговувати максимум 12 робочих областей з урахуванням майбутнього зростання.

Адміністрування має бути зроблено відповідно до вказівок ANSI/TIA-606-B.

Рішення для точки консолідації

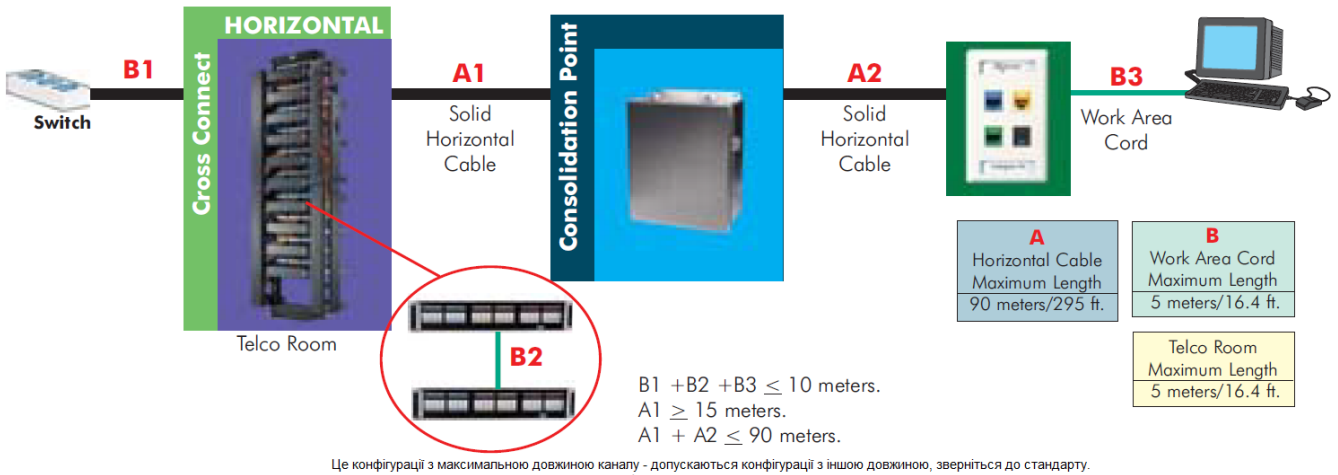


Рисунок 2.1. Горизонтальна кабельна розводка з точкою консолідації

Багатокористувацька телекомунікаційна розетка (MUTOA)

MUTOA містить кілька роз'ємів телекомунікаційних розеток для обслуговування групи окремих робочих зон [6].

Рішення MUTOA

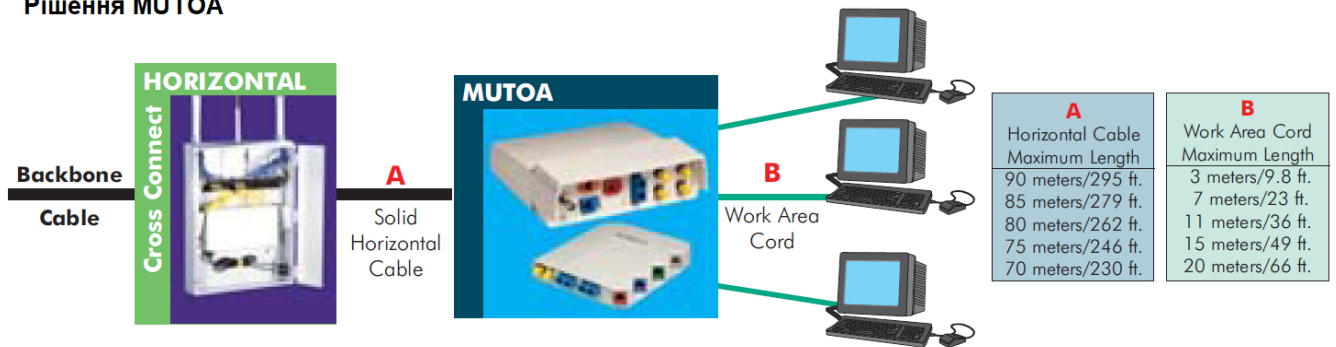


Рисунок 2.2. Багатокористувацька телекомунікаційна розетка (MUTOA)

Комбінація одножильних 4-парних кабелів UTP та оптоволоконних кабелів може бути прокладена від TR до MUTOA. MUTOA постійно монтується на конструкцію будівлі, яка знаходиться в безпосередній близькості від групи робочих зон. MUTOA дає змогу зберегти горизонтальне розведення кабелів у разі зміни плану розташування відкритого офісу.

Кабелі для робочої зони являють собою або оптоволоконні патч-корди, або багатожильні мідні шнури з модульними вилками на кожному кінці.

Довжина всіх кабелів робочої зони від MUTOA має бути вказана на обох кінцях. Максимальна довжина становить 20 метрів для горизонтальних трас менше 70 метрів. Кожен MUTOA повинен обслуговувати не більше 12 робочих зон.

2.2.3. ANSI/TIA-568-C.0 і C.1: Підтримувані відстані по оптоволокну

Таблиця 2.1.

ANSI/TIA-568-C.0 та C.1: Підтримувані відстані по оптоволокну

Технологія	Хвиля довжина (нм)	Максимальна відстань, що підтримується (м)				Максимальне згасання в каналі (дБ)			
		Багатомодовий режим			Одномодовий режим	Багатомодовий режим			Одномодовий режим
		62,5 / 125	50/125	850 нм Лазер Оптимізовано 50/125		62,5 / 125	50/125	850 нм Лазер Оптимізовано 50/125	
10 / 100BASE-SX	850	300	300	300	NST	4.0	4.0	4.0	NST
Гігабітний Ethernet									
1000BASE-SX	850	220	550	N/A	N/A	3,2	3.9	N/A	N/A
1000BASE-LX	1300	550	550	N/A	5000	4.0	3.5	N/A	4,7
10G Ethernet									
10GBASE-S	850	26	82	300	NST	2,6	2.3	2,6	NST
10GBASE-L	1310	NST	NST	NST	10000	NST	NST	NST	6.0
10GBASE-E	1550	NST	NST	NST	40000	NST	NST	NST	11.0
10GBASE-LX4	1300	300	300	300	NST	2,5	2.0	2.0	NST
10GBASE-LX4	1310	N/A	N/A	N/A	10000	N/A	N/A	N/A	6,6

НОТАТКИ:

S = коротка довжина хвилі; L = довгохвильовий режим; E = розширена довжина хвилі. NST = нестандартизовано; N/A = Не застосовується. LX4 = Мультиплексна (4) довжина хвилі.

Рекомендації з прокладання оптоволоконних кабелів: централізоване прокладання кабелів

Користувачі волоконно-оптичних мереж передачі з одним орендарем можуть уникнути використання розподіленого електронного устаткування, використовуючи метод централізованої прокладки кабелів.

Централізоване електронне обладнання та кабелі скорочують вартість та складність, а також збільшують продуктивність передачі. Ці методи допускають великі відстані. Метод з'єднання є найбільш гнучким та кращим (рис. 2.3).

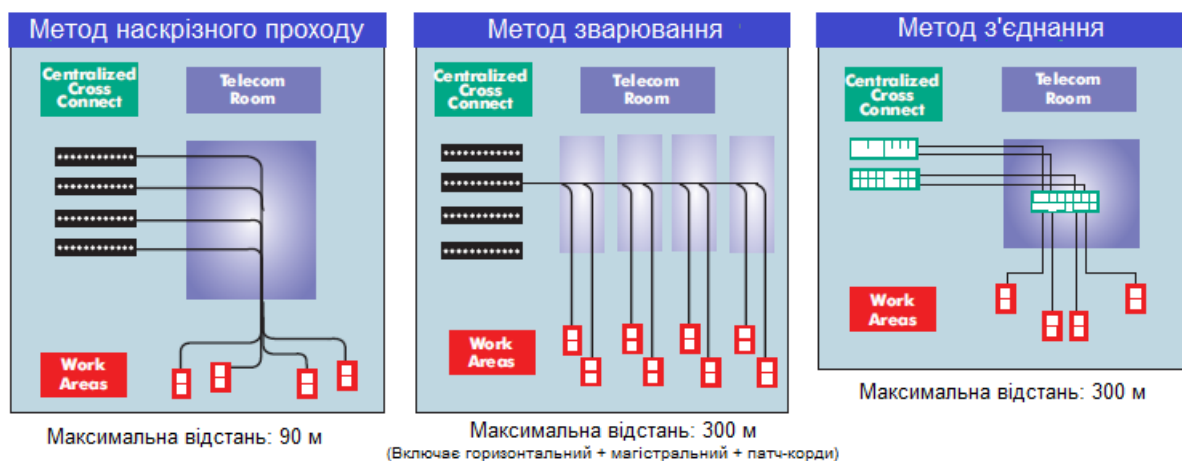


Рисунок 2.3. ANSI/TIA-568-C.0: Рекомендації щодо прокладання оптоволоконних кабелів: централізоване прокладання кабелів

2.2.4. ANSI/TIA-568-C.1: Магістральна кабельна мережа

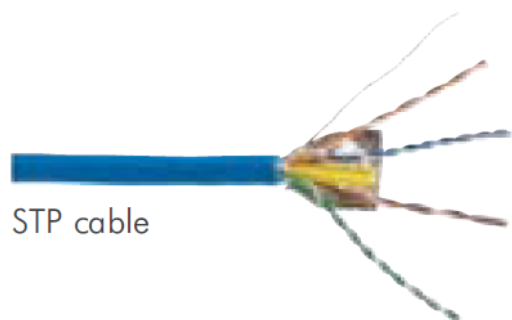
Магістральна розподільча система є частиною системи розподілу приміщень, яка забезпечує з'єднання між апаратними (ER), телекомунікаційними приміщеннями (TR), телекомунікаційними шафами (TE) і вхідними пристроями для телекомунікаційних послуг (EF) [8].

Визнані магістральні кабелі



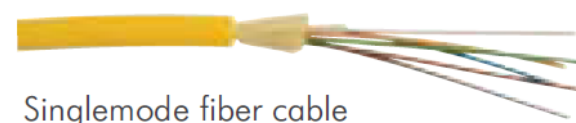
Мідний кабель кручена пара

Дані: 100 Ом одножильних проводів 24-AWG UTP або екранована кручена пара (ScTP) (Cat 6A, Cat 6 або Cat 5e).
 Голос: 100 Ом одножильних проводів 24-AWG UTP (Cat 3 або Cat 5e).
 Багатопарний кабель (25 пар, 50 пар).



Багатомодовий оптоволоконний кабель

62,5 / 125 м волокна.
 50/125 м волокна.
 Волокно 50/125 м (оптимізовано для лазера).



Одномодовий оптоволоконний кабель

Волокно 9/125 м.

Рисунок 2.4. ANSI / TIA-568-C.1: Визнані магістральні кабелі

Топологія магістральних кабелів і примітки щодо конструкції

У найпростішій конструкції НС на кожному поверсі отримує магістральний кабель домашнього підключення від МС до ER. Це являє собою зіркоподібну топологію. Кілька будівель в університетському містечку утворюють ієрархічну зіркоподібну топологію з центрального об'єкта МС. Норми вимагають, щоб магістральний кабель OSP, який не має вогнестійкості, не проходив у будівлю більш ніж на 50 футів без кабелепроводу.

Протипожежний захист потрібен для проходів у стінах або підлозі каркасних втулок або прорізів. Правильно підтримуйте вертикальні кабелі і не перевищуйте межі вертикального підйому, встановлені виробником. Розгляньте можливість використання різноманітних і надлишкових кабельних трас для аварійного відновлення. Якщо можливо, вертикально вирівняйте TR на декількох поверхах, щоб спростити магістральні шляхи.

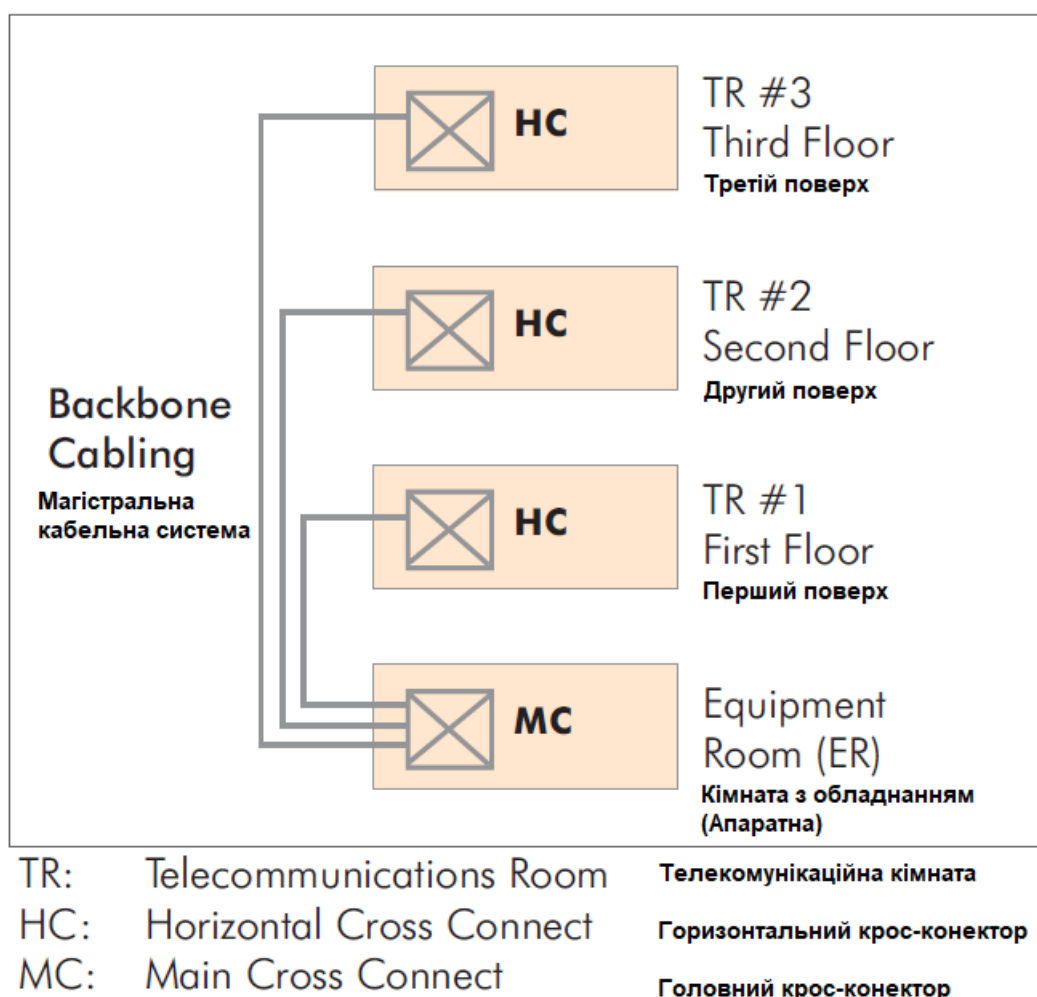


Рисунок 2.5. Магістральна кабельна система

2.2.5. ANSI/TIA-568-C.1: Магістральна та горизонтальна кабельна структура

Структура магістральних кабелів повинна мати не більше двох рівнів перехресних з'єднань. Дворівнева магістраль та взаємозв'язок з горизонтальним кабельним розведенням показані нижче.

Примітки щодо застосування

Магістральні відстані залежить від програми. Максимальна відстань для UTP базується на передачі голосу. Максимальна відстань 90 метрів застосовується до передачі даних UTP у смузі пропускання 5–16 МГц для Категорії 3, 20–100 МГц для Категорії 5e та 1–250 МГц для Категорії 6.

Для голосових додатків UTP та оптоволокна, магістральні відстані сегмента "B" можуть бути збільшені, якщо "C" менша за максимальну, але сумарна відстань B + C не повинна перевищувати "A". Дивись «Підтримувані відстані по оптоволокну» Таблиця 2.1.

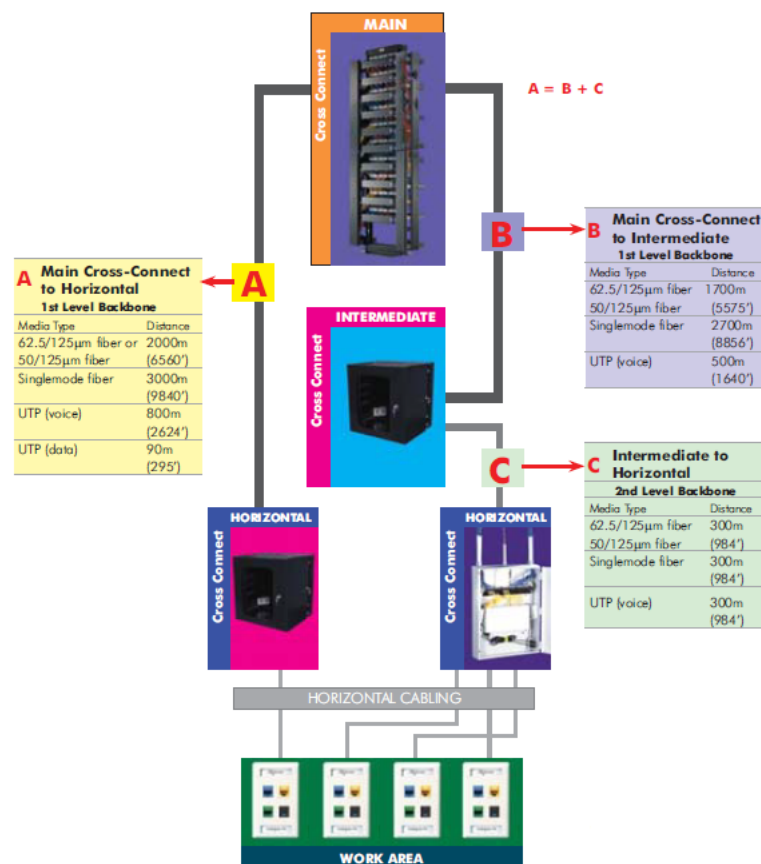


Рисунок 2.6. ANSI / TIA-568-C.1: Магістральна та горизонтальна кабельна структура

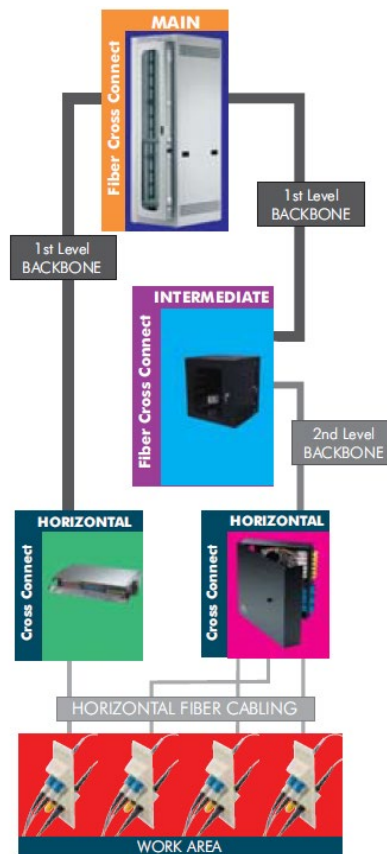


Рисунок 2.7. ANSI / TIA-568-C.0 та C.3: Магістральна та горизонтальна оптоволоконна кабельна структура

2.2.6. ANSI/TIA-568-C.1: Робоча область

Робоча зона - це кінцевий пункт структурованої кабельної мережі. Це простір для взаємодії людей з комп'ютерами, телефонами, терміналами передачі даних та іншими пристроями в локальній мережі (LAN):

- У кожній робочій зоні необхідно мати мінімум два телекомунікаційні роз'єми:
 - Перша розетка (обов'язкова): 4-парний 100_ UTP або ScTP кабель і роз'єм (рекомендується категорія 5e мінімум).
 - Друга розетка:
 - 4-х парний 100_ UTP кабель і роз'єм (мінімум категорія 5e, рекомендується категорія 6).
 - 2-волоконний 62,5/125 м або 50/125 м оптоволоконний кабель та роз'єми: Рекомендується SC, ST або SFF.

- Допускається одна горизонтальна точка переходу або точка консолідації.
- У мідній проводці не допускаються перемички, відгалужувачі або з'єднання.
- Додаткові розетки дозволені. Для зберігання сервісних шлейфів найкраще підходить подвійна розподільна коробочка.
- Шнури для обладнання повинні мати такі ж характеристики, як і комутаційні шнури.
- Максимальна довжина шнурів для робочої зони - 5 метрів.
- Розгалужувачі на оптичних волокнах не допускаються.
- Відокремлення від електричної проводки та кабелепроводів повинно відповідати ANSI/TIA-569-B.
- Телекомунікаційні розетки в робочій зоні повинні бути розташовані поблизу електричної розетки (в межах 3 футів) і встановлені на тій же висоті, якщо це доречно.
- Для підрахунку кількості кабелів і пропускної здатності кабелепроводу, як правило, використовуйте 1 робочу зону на 100 футів² площі підлоги. Завжди враховуйте майбутній ріст для всіх кабелепроводів.



Рисунок 2.8. Сучасні мультимедійні кабелі в EFH (будинок на одну сім'ю, звичайний будинок/котедж)

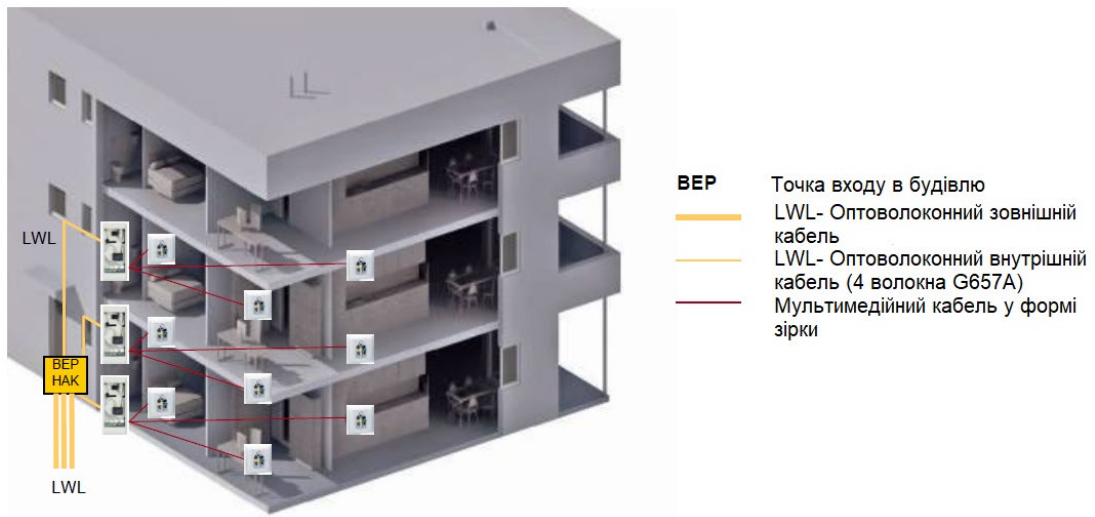


Рисунок 2.9. Сучасні мультимедійні кабелі у МФН (звичайний багатоквартирний будинок)

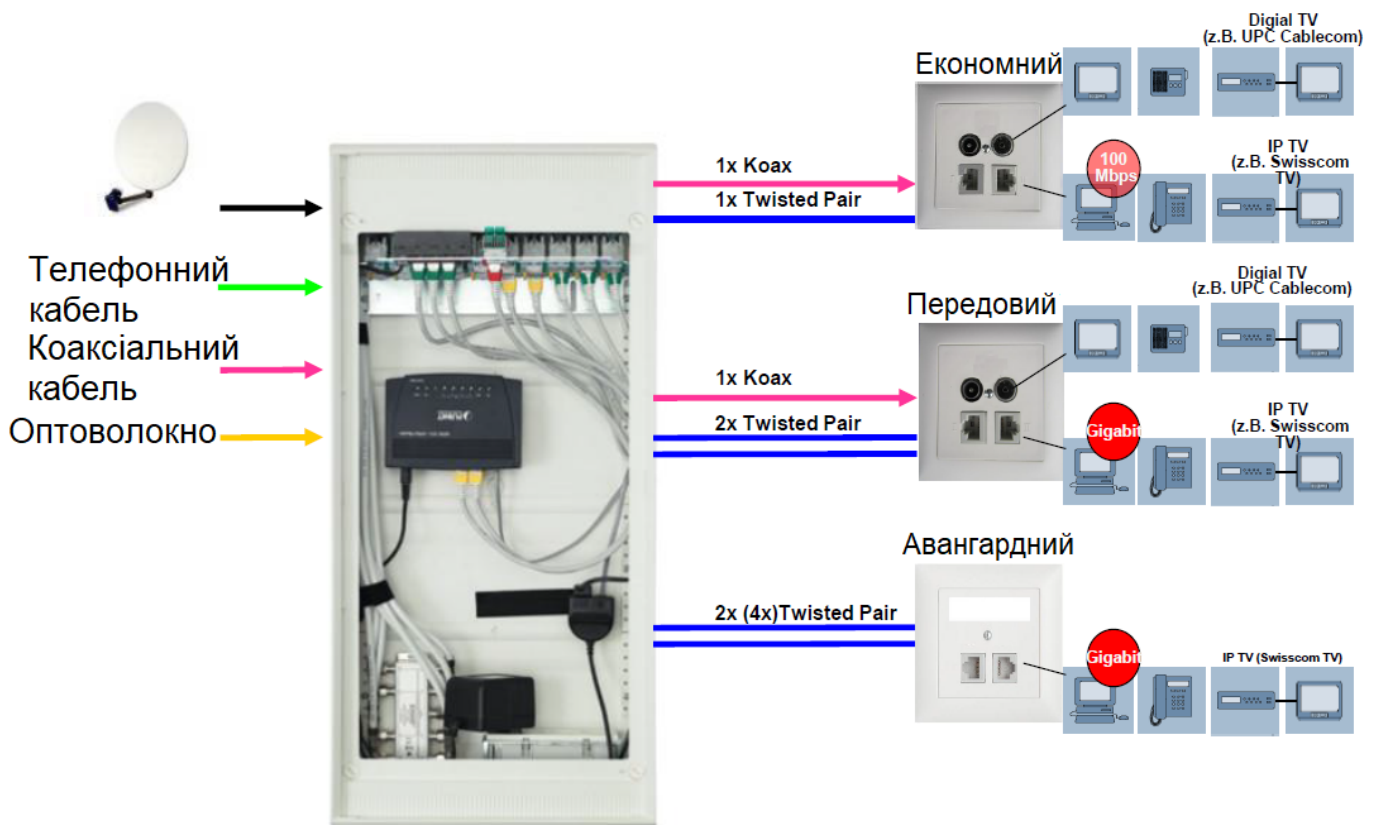


Рисунок 2.10. Компоненти домашньої електропроводки R&M та їх застосування

2.2.7. ANSI/TIA-568-C.1

Телекомунікаційна кімната (TR)

Телекомунікаційна кімната (TR) - це закритий простір для управління і термінації магістральних і горизонтальних перехресних з'єднань. TR зазвичай забезпечує

горизонтальну прокладку кабелів до всіх робочих зон на одному поверсі будівлі. TR розташовується в центрі та ізолювана від ЕМІ (електромагнітних завад), має належне заземлення та освітлення. TR може також містити інше активне обладнання, джерела живлення або пристрої безпеки. Магістральні кабелі живлять кожен TR у будівлі від головного кросового з'єднання (МС) у приміщенні для обладнання (ER). Основні вимоги:

- Мінімум (1) TR на поверсі.
- Відсутність килимових покриттів або підвісних стель.
- Мінімум (2) стіни, обшиті $\frac{3}{4}$ -дюймовою фанерою для кондиціонерів.
- Виділене електричне живлення без перемикань.
- (1) TR обслуговує до 10 000 кв. футів площі.
- Контроль температури та вологості.

Приміщення для обладнання – Апаратна (ER)

Зал обладнання (ER) - це централізований простір для розміщення основного електронного обладнання, такого як комп'ютерні сервери, маршрутизатори, концентратори тощо. Магістральні кабелі беруть свій початок з ER, які обслуговують всю будівлю або кампус. ER може функціонувати як TR, а також може містити вхідне обладнання. До проектування ER застосовуються суворі електричні та екологічні вимоги, щоб забезпечити відповідне робоче середовище для активного мережевого обладнання. ER повинен бути забезпечений некомутованим, стабілізованим живленням із резервуванням. Не слід розташовувати ER поруч з механічними приміщеннями, розподільчими щитами або вологими/брудними зонами [5].

Основні вимоги:

- Мінімум (1) ER на будівлю.
- Не допускаються килимові покриття, підвісні стелі.
- Виділена, некомутована електроенергія - резервне живлення і захист від перенапруги.
- ER обслуговує до 20 000 кв. м. ft. площі.
- Контроль температури та вологості.
- Подвійні двері для входу.

Вхідна споруда (EF)

Вхідна споруда (EF) розташований там, де кабель провайдера доступу і міжбудинкові мережеві кабелі входять в будівлю. Зовнішні кабелі, що прокладаються ззовні будівлі, як правило, з-під землі, закінчуються у вхідному вузлі. Це місце відоме як точка розмежування - перехід від кабелю постачальника доступу до кабелю, що належить клієнту. До EF застосовується комбінація електричних, протипожежних, будівельних, муніципальних норм і правил, а також норм FCC. EF може виконувати й інші функції, включаючи пожежну та охоронну сигналізацію, відеоспостереження, супутникове телебачення, АТС тощо.

Основні вимоги:

- Сухе середовище.
- Належна підставка для обладнання.
- Безпечне місце розташування.
- Доступ до заземлення електромережі будівлі.
- Захист ланцюга.

2.2.8. ANSI/TIA-606-B: Стандарт адміністрування комерційної телекомунікаційної інфраструктури

Цей стандарт встановлює основні настанови щодо ідентифікації, маркування та ведення обліку. Ці практики є важливими для подальшої експлуатації та обслуговування кабельної мережі. Перевагами ідентифікації та документування всіх елементів кабельної інфраструктури є

- ◆ Покращена відстежуваність мережевих з'єднань, шляхів та місць розташування.
- ◆ Переміщення, додавання та зміни (MAC's) легко реалізуються.
- ◆ Спрощення технічного обслуговування та усунення несправностей.

Ключові елементи мережі, які потребують ідентифікаційних міток та записів:

- З'єднувальна фурнітура та з'єднувальні муфти.
- Кабелі.
- Телекомунікаційні шляхи (кабелепроводи, вогнезахисники тощо).

- Телекомунікаційні приміщення (EF, ER, TR, WA).
- Місця заземлення та з'єднання (TMGB, TGB, TBB).
- Обладнання.
- Будівля.
- Кабелі та зовнішні магістралі (OSP).

Чотири класи системного адміністрування:

- 1 клас: Одна будівля, 1 TR.
- 2 клас: Одна будівля, кілька TR.
- 3 клас: Кампус з OSP.
- 4 клас: Мульти кампус/мульти OSP

Вимоги до ідентифікаторів

- ◆ Ідентифікатори повинні мати логічний буквено-цифровий код.
- ◆ Номер коду повинен посилатися на детальні постійні записи.
- ◆ Для всіх перехресних полів слід використовувати стандартні кольорові коди

606-B.

Вимоги до записів

- Креслення та документи повинні мати резервну копію та бути захищені адміністрацією будівлі.
- Переміщення, доповнення та зміни (MAC's) повинні бути задокументовані наказом про внесення змін.
- MAC's повинні бути оновлені в постійних записах.
- Вся інформація про ідентифікатори повинна мати перехресні посилання в постійних записах.

Вимоги до етикеток

- Усі етикетки повинні мати постійний ідентифікатор, який можна відстежити.
- Кожен кабель і кабельна лінія повинні бути промарковані з обох кінців.
- Всі етикетки повинні відповідати вимогам UL969 щодо розбірливості, стійкості до пошкоджень та адгезії.
- З'єднання станції можуть бути промарковані на лицьовій панелі.

- Всі роз'єми, з'єднувачі та апаратне забезпечення блоків можуть бути промарковані на розетці або панелі.



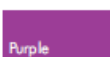


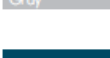
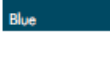
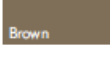

	Демаркаційна точка (Pantone 150C) - Центральний офіс
	Мережеві підключення на стороні замовника (Pantone 353C)
	Загальне обладнання (Pantone 246C) - PVBX, LAN
	Магістраль 1-го рівня - від основного до середнього
	Магістраль 2-го рівня (Pantone 422C) - від проміжного до телекомунікаційного
	Горизонтальна проводка (тільки ближній кінець) (Pantone 291C) - робоча зона
	Магістраль між будівлями (Pantone 465C) - середовище кампусу
	Допоміжні ланцюги (Pantone 101C) - Сигналізація, Охорона тощо.
	Ключові телефонні системи (Pantone 184C)

Рисунок 2.11. 606-В Кольорове кодування

2.3. Параметри роботи оптоволоконного кабелю

Мінімальний радіус вигину і максимальне зусилля, що розтягує оптоволоконного кабелю

Радіус вигину 2-х та 4-х волоконних кабелів для горизонтальної прокладки не повинен перевищувати мінімум 25 мм (1") без прикладеного навантаження.

Радіус вигину 2-х та 4-х волоконних кабелів для горизонтальної прокладки не повинен перевищувати мінімум 50 мм (2") при максимальному навантаженні 222 Н (50 фунтів сили).

Мінімальний радіус вигину всіх інших оптоволоконних кабелів всередині при-міщень не повинен перевищувати 10-кратний зовнішній діаметр кабелю без навантаження та 15-кратний зовнішній діаметр кабелю з номінальним навантаженням.

Мінімальний радіус вигину волоконно-оптичних кабелів, що прокладаються за межами станції, не повинен перевищувати 10-кратного зовнішнього діаметра кабелю без навантаження та 20-кратного зовнішнього діаметра кабелю з номінальним навантаженням [6].

Таблиця 2.2.

Параметри роботи оптоволоконного кабелю

Тип ОВ кабелю	Довжина хвилі (nm)	Макс. Загасання (dB/km)	Смуга пропускання (MHz-Km)
50/125µm Multimode	850 1300	3.5 1.5	500 500
50/125µm Laser Optimized	850 1300	3.5 1.5	2000 500
62.5/125µm Multimode	850 1300	3.5 1.5	160 500
Singlemode	1310	1	N/A
Внутрішня КС	1550	1	N/A
Singlemode	1310	0.5	N/A
Зовнішня КС	1550	0.5	N/A

Зовнішні кабелі установки повинні мати мінімальну міцність на розрив 2670 Н (600 фунтів сили).

Кабелі, що скидаються, повинні мати мінімальну межу міцності на розрив 1335 Н (300 фунтів сили).

Кабелі робочої станції (комутаційні шнури) повинні мати мінімальну міцність на розрив 50 Н (11 фунтів сили).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Структура структурованої кабельної системи (СКС) складається з трьох основних підсистем: зовнішніх магістралей, внутрішніх магістралей та горизонтальної підсистеми. Кожна з цих підсистем має свої функціональні елементи, які грають важливу роль у правильній роботі та ефективності кабельної системи.

Застосування стандартів є важливим аспектом побудови структурованої кабельної системи. Декілька з таких стандартів включають ANSI/TIA-568-C.0, ANSI/TIA-568-C.1, ANSI/TIA-568-C.2, ANSI/TIA-568-C.3 та ANSI/TIA-606-B. Кожен з цих стандартів визначає вимоги до різних аспектів СКС, таких як типові кабелі, магістральні та горизонтальні кабельні системи, оптоволоконні кабелі та адміністрування комерційної телекомунікаційної інфраструктури.

ANSI/TIA-568-C.0 та ANSI/TIA-568-C.1 стандарти визначають горизонтальну кабельну розводку, підтримувані відстані по оптоволокну, магістральну кабельну мережу, магістральну та горизонтальну кабельну структуру та робочу область.

ANSI/TIA-606-B встановлює стандарт для адміністрування комерційної телекомунікаційної інфраструктури, що включає ідентифікацію та документацію кабельних систем.

Для оптоволоконних кабелів важливо враховувати різні параметри роботи, такі як пропускна здатність, довжина магістралей та горизонтальних з'єднань, а також витримка від загублення сигналу та шумів.

Застосування цих стандартів та практик у побудові структурованої кабельної системи допомагає забезпечити правильну роботу, ефективність та надійність телекомунікаційної інфраструктури, що впливає на продуктивність та зручність використання внутрішньої мережі організації.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА У БАГАТОПОВЕРХОВІЙ БУДІВЛІ

3.1. Вибір кабелю для СКС

Під час проектування структурованої кабельної системи підприємства в будівлі буде використовуватися ВО кабель LANmark-OF3, ZC, 2hMM50/125, LSZH.

Волоконно-оптичний кабель Nexans LANmark-OF ZC призначений для підключення робочих станцій користувачів (рішення Оптика до робочого місця) і може бути використаний для організації невеликих з'єднань ємність магістральних.

Кабелі LANmark-OF ZC LSZH приходять зі стандартним багатомодових і одномодових волокон, які відповідають специфікації OM1, OM2, OM3 і OS1 міжнародного стандарту ISO/IEC 11801:2002.

Буферизована конструкція кабелю Nexans ZC оптимізована для прямого окінцювання вилками різних типів (SC, ST, LC) [9].



Рисунок 3.1. Кабель LANmark-OF ZC LSZH

Основні оптичні характеристики наведено у таблиці 3.1

Таблиці 3.1

Оптичні характеристики кабелю типу LANmark-OF3, ZC, 2xMM50/125, LSZH

Параметр кабелю	Значення
Режим діаметр поля плями (1550)	10,5 мкм+/-1,5 мкм
Діаметр покритого волокна	125 мкм+/-2 мкм
Помилка концентричності поля моди	≤ 1 мкм
Охоплення округлість	≤ 2 %
Профіль показника заломлення	N_1 шагової
Тип	N_2 погоджувальне покриття
Показник заломлення серцевини для 1550	1,4681
Вікно цифрової індикації	0,13
Критична довжина хвилі волокна кабелю	≤ 1250 нм

Таблиця 3.2.

Технічні характеристики кабелю типу LANmark-OF3, ZC, 2xMM50/125, LSZH

Параметр кабелю	Значення
Кількість волокон	2 – 30
Діаметр приблизно (мм)	10,3
Вага ОК (кг/км)	85
Мінімальний радіус вигину, мм	300-200
Під час встановлення	30...70
Встановлена	2700-1300
Діапазон температур під час транспортування та зберігання, (°C)	2000
Межа міцності при розтягуванні, Н	30
Короткострокові (у процесі встановлення)	-5..50

3.2. Розрахунок горизонтальної підсистеми

Визначення кількості портів:

$$N_{\text{порт}} = N_{\text{рм}} - N1/\text{рм}, \quad (2.1)$$

$N_{\text{порт}}$ – кількість портів на поверсі

$N_{\text{рм}}$ – кількість робочих місць $N1/\text{рм}$ – кількість портів на 1 РМ

1 поверх: $N_{\text{порт}} 1 = 2-27+1-5=59$ портів

2 поверх: $N_{\text{порт}} 2 = 2-36+1-6=78$ портів

3 поверх: $N_{\text{порт}} 3 = 2-30+1-5=65$ портів

Визначення середньої довжини установчого кабелю:

$$L_{\text{ср}} = (\text{min}+\text{max})/2+5\text{м}, \quad (2.2)$$

min - довжина кабелю від телекомунікаційної шафи до найближчого РМ

max - довжина кабелю від телекомунікаційної шафи до найвіддаленішого РМ

1 поверх: $L_{\text{ср}1} = (5,25+88,55)/2+5=46,9+5=51,9$ м

2 поверх: $L_{\text{ср}2} = (5,95+88,55)/2+5= 47,25+5= 52,3$ м

3 поверх: $L_{\text{ср}3} = (5,25+89,25)/2+5=47,25+5= 52,3$ м

При прокладанні кабелю по підлозі так, що поки віддалений РМ не було менше 90 м відповідно до ISO 11801, з використанням першого ФО не вдається, тому було використано другому ФО на кожному поверсі.

Визначення загальної довжини кабелю:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{ср}} * N_{\text{порт}} \quad (2.3)$$

1 котушка = 500 м

1 поверх: $L_{\text{общ}1} = 51,9-59= 3062$ (м) - 7 катушок

2 поверх: $L_{\text{общ}2} = 52,3-78 = 4079$ (м) - 9 катушок

3 поверх: $L_{\text{общ}3} = 52,3-65=3400$ (м) - 7 катушок

Як кабель для внутрішньої проводки використовуватимуть волоконно-оптичний кабель потужністю 2 волокна дуплексної LANmark-OF3, ZC, 2hMM50/125, LSZH, який призначений для підключення робочих станцій користувачів і відповідає найвищим вимогам пожежної безпеки (LSZH-FR).

Визначення загальної кількості комутаційних панелей:

$$N_{\text{ком.пан}} = N_{\text{порт}}/N_{\text{п.в.п}} \quad (2.4)$$

$N_{\text{порт}}$ - кількість портів на поверхсі

$N_{\text{ком.пан}}$ - Кількість комутаційних панелей

$N_{\text{п.в.п}}$ - к-ть портів в обраній комутаційній панелі

З пропонованих Nexans патч-панелей вибираємо універсальний висувної блок оптичної комутаційної панелі LANmark-OF, 1U з додатковим 24 дуплексних адаптерів LC. Панель призначена для використання в розподільчих центрів і горизонтальних основних підсистем.

1 поверх:

FD1_1 обслуговує 24 порти:

$N_{\text{ком.пан1}} = 24/24=1$ ком. панель FD1_2 обслуговує 35 портів:

$N_{\text{ком.пан2}} = 35/24 = 1,45 = 2$ ком. панелі Всього 3 ком. панелі

2 поверх:

FD2_1 обслуговує 35 портів:

$N_{\text{ком.пан1}} = 35/24=1,45 \Rightarrow 2$ ком. панелі FD2_2 обслуговує 43 порти:

$N_{\text{ком.пан2}} = 43/24 = 1,8 = 2$ ком. Панелі Всього 4 ком. панелі

3 поверх:

FD3_1 обслуговує 31 порт:

$N_{\text{ком.пан1}}=31/24=1,3 \Rightarrow 2$ ком. панелі FD3_2 обслуговує 34 порти:

$N_{\text{ком.пан2}}=34/24=1,4 \Rightarrow 2$ ком. панелі.

Панелі Всього 4 ком. панелі

Кількість органайзерів 1U = кількість використовуваних комутаційних панелей:

1 поверх - 3 шт.

2 поверх - 4 шт.

3 поверх - 4 шт.

Визначення необхідної висоти телекомунікаційної шафи FD:

$$H = (N_{\text{ком.пан}}-1U) + (N_{\text{орг}}-1U) \quad (2.5)$$

H - висота телекомунікаційної шафи FD

Норг - кількість органайзерів

1 поверх:

$$FD1_1 H1 = 1-1U+1-1U = 2U \quad FD1_2 H2 = 2-1U+2-1U = 4U$$

2 поверх:

$$FD2_1 H1 = 2-1U+2-1U = 4U$$

$$FD2_2 H2 = 2-1U+2-1U = 4U$$

3 поверх:

$$FD3_1 H1 = 2-1U+2-1-1U = 4U \quad FD3_2 H2 = 2-1U+2-1-1U = 4U$$

Із запропонованих телекомунікаційних шаф (стінові кабінети) Nexans обираємо 19", 18U, 892h500h650 мм, як найбільше підходящу за висотою телекомунікаційної шафи 4U, що має більше місця для встановлення активного обладнання та патч-панелей по вертикалі підсистеми.

Визначення кількості адаптерів:

$$Надап = Над.рм + Над.ком \quad (2.6)$$

Надап - кількість адаптерів

Над.рм - кількість адаптерів для РМ

Над.ком - кількість адаптерів для комутаційних панелей

Кількість адаптерів = кількість адаптерів для РМ + кількість адаптерів для комутаційних панелей

$$1 \text{ поверх: } Надап1 = 59+59=118 \text{ адаптерів}$$

$$2 \text{ поверх: } Надап2 = 78+78=156 \text{ адаптерів}$$

$$3 \text{ поверх: } Надап3 = 65+65=130 \text{ адаптерів}$$

Обираємо прохідний адаптер роз'ємного з'єднувача LANmark-OF Snap-in MM, LC-LC Duplex

Визначення кількості комутаційних шнурів:

Нком.шн = кількість задіяних портів РМ + кількість задіяних

портів у комутаційній панелі = 2 - кількість портів РМ

$$1 \text{ поверх: } Нком.шн1 = 59-2=118 \text{ ком. шнурів}$$

$$2 \text{ поверх: } Нком.шн2 = 78-2=156 \text{ ком. шнурів}$$

$$3 \text{ поверх: } Нком.шн3 = 65-2=130 \text{ ком. шнурів}$$

Обираємо комутаційний шнур LANmark-OF 50/125, OM3, 2LC-2LC, 2 м, LSZH,

Помаранчевий

Визначення необхідної кількості конекторів:

$$N_{\text{кон}} = 4 - N_{\text{порт}}$$

$N_{\text{кон}}$ - кількість конекторів

$$1 \text{ поверх: } N_{\text{кон}1} = 4 - 59 = 236 \text{ конекторів}$$

$$2 \text{ поверх: } N_{\text{кон}2} = 4 - 78 = 312 \text{ конекторів}$$

$$3 \text{ поверх: } N_{\text{кон}3} = 4 - 65 = 260 \text{ конекторів}$$

Обираємо конектори LANmark-OF LC Simplex MM. $N_{\text{тр}} = N_{\text{рм}}$

Кількість розеток = кількість РМ

Кількість однопортових розеток = 16 шт.

Кількість двопортових розеток = 93 шт.

Із запропонованих точок, вважається обраним порт абонентської розетки LANmark 45x45 або двома процесорними роз'ємами Модульного сплайсингу Outlet 45x45 для 2 Snap-In адаптерів. Вони забезпечують швидке та надійне встановлення оптичних прохідних адаптерів LC.

3.3. Розрахунок магістральної підсистеми

Визначення кількості ОВ на поверх:

$$N_{\text{ов}} = N_{\text{рм}} - 0,2 \quad (2.7)$$

$N_{\text{ов}}$ - кількість оптичних волокон

1 поверх:

$$N_{\text{ов}1} = 0,2 - 13 = 2,6 \text{ ОВ } N_{\text{ов}2} = 0,2 - 18 = 3,6 \text{ ОВ}$$

2 поверх:

$$N_{\text{ов}1} = 0,2 - 18 = 3,6 \text{ ОВ } N_{\text{ов}2} = 0,2 - 23 = 4,6 \text{ ОВ}$$

3 поверх:

$$N_{\text{ов}1} = 0,2 - 17 = 3,4 \text{ ОВ } N_{\text{ов}2} = 0,2 - 18 = 3,6 \text{ ОВ}$$

Рекомендується використовувати щонайменше 6 волокон на поверсі (2 роботи волокно, 2 резерв і 2 на розширення системи), але це, як мінімум. Обираємо волоконно-оптичний кабель 12 волокон: кабельні В, LANmark-OF3, TBW +, 12x50 / 125, LSZH

Для кожного з FD буде зроблено на поверхах 1 універсальний висувний оптичний висувний патч-панелі LANmark-OF 1U з додатковими 24 дуплексними адаптерами LC.

Усього виходить 6 патч-панелей, і, відповідно, 6 організаторів. Визначення довжини магістрального оптоволоконного кабелю:

$L_{\text{маг.к}} = \text{Сума всіх кабелів, що приходять з кожного поверху} + 2 - 3 \text{ м на поверх} + 3 - \text{ довжина кабелю від кожного FD до проходу м/у поверхами} + \text{типова висота поверху} * \text{кількість FD на 2 поверсі} + 2 - \text{типова висота поверху} - \text{кількість FD на 3 поверсі} + (\text{кількість FD і BD}) - 3 \text{ м}$

$$L_{\text{маг.к}} = 3 - 1,75 + 3 - 27,3 + 4,3 - 2 + 2 - 4,3 - 2 + (6 + 1) - 3 = 134 \text{ м}$$

Тобто закуповувати потрібно 1 котушку (500м).

Визначення загальної кількості ОВ:

$$\text{No.ов} = \text{к-ть поверхів} * \text{к-ть ОВ на поверх} \quad (2.8)$$

No.ов - загальна кількість ОВ

$$\text{No.ов} = 3 - 2 - 12 = 72 \text{ ОВ}$$

Визначення кількості ОВ патч-панелей (для BD):

Вже Було обрано універсальну висувну оптичну патч-панель, яка висувається LANmark-OF, 1U з додатковим 24 дуплексним адаптером LC.

$N_{\text{ком.ов}} = \text{кількість ОВ} / \text{кількість портів ком. Панелі}$

$N_{\text{ком.ов}}$ - кількість ОВ ком. панелей

$$N_{\text{ком.ов}} = 36 / 24 = 2 \text{ ком. панелі.}$$

До 3-х ком. панелей необхідні 2 кабельних органайзери.

Визначення висоти шафи розподільника будівлі:

$H_{\text{р.з}} = \text{к-ть ком. панелей} - 1U + \text{к-ть кабел. органайзерів} - 1U$ $H_{\text{р.з}}$ - висота шафи розподільника будівлі

$$Np.з = 2-1 U+2-1 U=4U$$

Із запропонованою телекомунікаційні шафи стіни кабінету Nexans обираємо 19", 18U, 3-х секційний, 892h500h650 мм, висота, розрахованої Telecom. Кабінет гориз. Підсистема є 4U + оцінюється висота шафи будівлі дистриб'ютора 4U, загальною 8U.

Визначення кількості дуплексних адаптерів:

Надап = кількість FD -кількість волокон на FD/2 + загальна кількість ОВ/2

Надап - кількість адаптерів

$$Надап = 6-12/2+72/2=36+36=72 \text{ адаптери.}$$

Із запропонованих адаптерів обираємо адаптер роз'ємного з'єднувача LANmark-OF Snap-in MM, LC-LC Duplex

Визначення кількості комутаційних шнурів:

Кількість ком. шнурів = загальна кількість ОВ/2/6

тому що з шести пар ОВ від кожного FD робоча пара тільки 1.

$$Кількість ком. шнурів = 72/2/6=6 \text{ ком. шнурів.}$$

Обираємо комутаційний шнур LANmark-OF 50/125, OM3, 2LC-2LC, 2 м, LSZH, Помаранчевий

Визначення необхідної кількості конекторів:

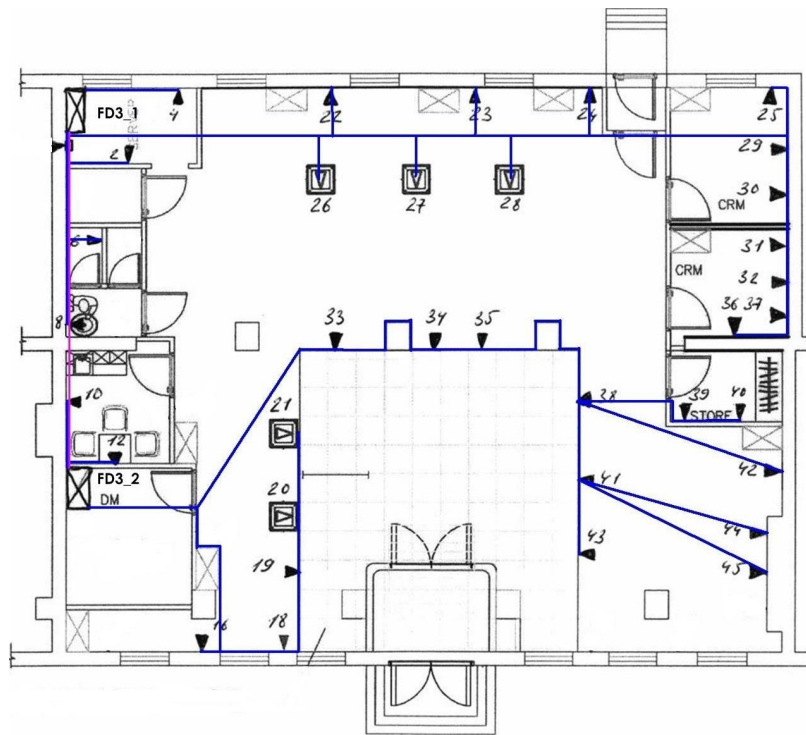
$$N_{кон} = 2 \cdot N_{заг.ов} \quad (2.9)$$

$$N_{кон} = 72 \cdot 2 = 144 \text{ конектори.}$$

Обираємо конектори LANmark-OF LC Simplex MM.

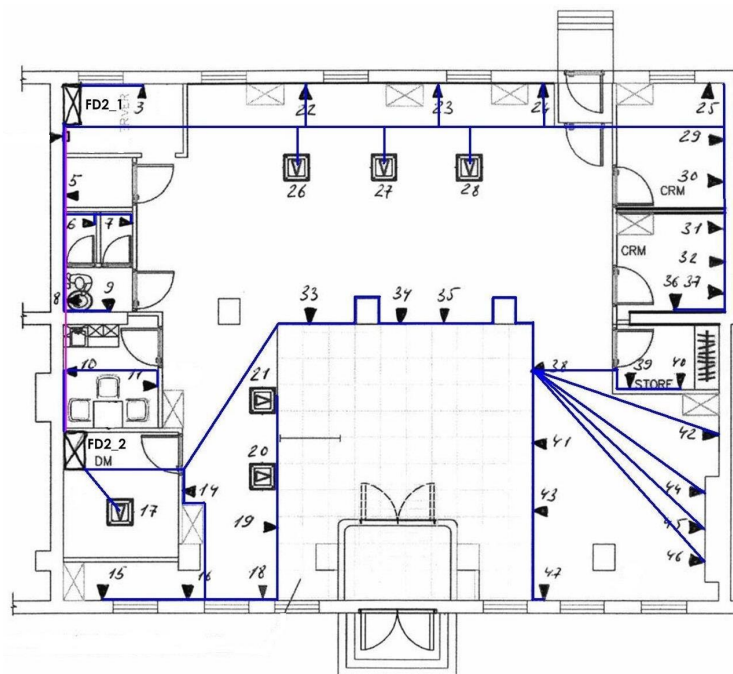
3.4. Схеми розміщення елементів СКС на поверхах

На рисунку представлено схему розміщення елементів на 3 поверсі, 2 поверсі та 1 поверсі



— Горизонтальна підсистема
— Вертикальна підсистема

Рисунок 3.2. Схема 3-го поверху



— Горизонтальна підсистема
— Вертикальна підсистема

Рисунок 3.3. Схема 2-го поверху

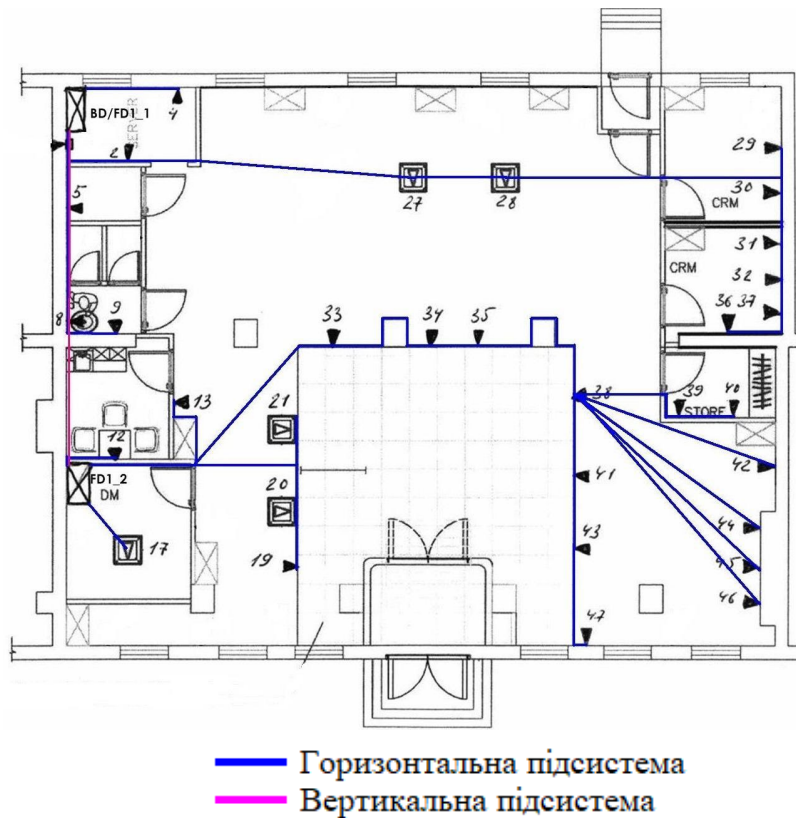


Рисунок 3.4. Схема 1-го поверху

3.5. Розрахунок апертури оптичного кабеля

Найважливішим параметром узагальненого волокна є волокна діафрагми. Діафрагма - це кут між оптичною віссю та утворюючою конуса світла, що надходить у кінець оптичного волокна, в якому умова повного внутрішнього відбиття [10].

Розрахувати показник заломлення оболонки n_2 , на основі оптичних характеристик кабельної числовою апертурою $NA = 0,2$

Відомо що:

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

де n_1 - показник заломлення серцевини, 1,4681.

Тоді визначимо n_2 :

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 + NA^2} \quad (2.10)$$

$$n_2 = \sqrt{1,4681^2 + 0,20^2} = \sqrt{2,1553 + 0,04} = 1,482.$$

Найбільш важливим параметром узагальненого оптичного волокна, що використовується для оцінки його властивостей, є нормована частота V . Вона отримується шляхом підсумовування аргументи циліндричні функції Core ($G1 A$) і оболонку ($g2 a$) (4,2)

$$V = ((g_1 a)^2 - (g_2 a)^2)^{1/2} = ((k_1^2 - b^2) + (b^2 - k_2^2))^2 = (k_1^2 - k_2^2)^{1/2} \quad (2.11)$$

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,13}{(1,55 \cdot 10^{-6})} = 3,646$$

де a - радіус серцевини оболонки, $a = 4,5$ мкм;

n_1 - показник заломлення серцевини, $n_1 = 1,4681$; n_2 - показник заломлення оболонки, $n_2 = 1,482$.

Провести розрахунок параметрів кабелю, ґрунтуючись на тому, що в нас є одномодове волокно з кроком базового індексу діаметром $2a = 9$ мм і критичної довжини хвилі $\lambda = 1250$ нм, режим діаметра поля $2W0$ на довжині хвилі 1550 нм.

$$2\omega_0 \approx (2,6 \cdot \lambda / Vc \cdot \lambda c) \cdot 2a; \quad (2.12)$$

де λ - робоча довжина хвилі, нм;

λc - критична довжина хвилі, вище якої у світловоді спрямовується тільки основна мода;

Vc - критична нормована частота, для одномодового режиму $Vc=2,405$.

$$\lambda = 1550 \text{ нм: } 2\omega_0 \approx (2,6 \cdot \frac{1550}{2,405} \cdot 1250) \cdot 9 = 12 \text{ мкм.}$$

Це означає, що фільтр може витягти діаметр серцевини, що дорівнює 12 мкм.

З огляду на те, що у волокна і рідини інтерфейсу основної оболонки - оболонки є прозоре скло, можливе не тільки відбиття оптичного променя, але його проникнення в оболонку. Щоб запобігти передачі енергії в оболонку і випромінювання в навколишнє середовище, необхідно, щоб виконувалася умова повного внутрішнього відбиття

і діафрагми. Відомо, що під час переходу від середовища з вищою густиною до середовища з нижчою густиною, тобто коли $n_1 > n_2$, хвиля на певному куті падіння повністю відбивається і не проходить в інше середовище. Кут падіння, з якого вся енергія відбивається від межі розділу середовищ, за $WP = v$, називається кутом повного внутрішнього відбиття:

$$\sin\theta = \frac{n_2}{n_1} \sqrt{\frac{m_2 \epsilon_2}{m_1 \epsilon_1}} \quad (2.13)$$

де m і ϵ - відповідно магнітна та діелектрична проникності серцевини (m_1, ϵ_1) і оболонки (m_2, ϵ_2).

При $w_p < \theta_v$ заломлений промінь проходить уздовж кордону розділу "серцевина - оболонка" і не випромінюється в навколишній простір. Якщо $WP > \theta_v$ енергії, одержуваної ядром, повністю відбивається і поширюється вздовж волокна. Чим більший кут падіння хвилі, то $WP > \theta_v$ у діапазоні до 90 градусів має більш сприятливі умови для поширення, то і швидше хвиля прийде до приймаючої сторони. У цьому випадку вся енергія не концентрується в серцевині волокна і по суті не потрапляє в навколишнє середовище. Коли падаючий промінь під кутом, меншим від кута повного відбиття, $WP < \theta_v$ і енергія проникає через мембрану, випромінюється в зовнішній простір і передача оптичного волокна неефективна.

Режим визначає повне внутрішнє відбиття світла на стан подачі вхідного кінця волокна. Світловод передає тільки світло, ув'язнене всередині тілесного кута, значення якого пов'язане з кутом повного внутрішнього відбиття. Це характеризується тілесним кутом і числовою апертурою:

$$NA = \sin \theta_a = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} = (1,4681^2 - 1,4623^2)^{\frac{1}{2}} = 0,13.$$

Між кутами повного внутрішнього відбиття і кутом охоплення падіння існує взаємозв'язок. Що більший кут, то менша апертура волокна.

Слід прагнути до того, щоб кут падіння на межі ядро - оболонка сор був більшим від кута повного внутрішнього відбиття і був у діапазоні до 90 градусів, а кут вхідного пучка наприкінці волокна ж підганяв до кута діафрагми і ($\cos < a$).

Знайдіть критичний кут Q_C , на якому навіть умова повного внутрішнього відбиття виконується:

$$\theta_c = \sqrt{\left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2} \quad (2.14)$$

$$\theta_c = \sqrt{\left(1 - \frac{1,4623}{1,4681}\right)^2} = 0,09\pi, 0 \approx 16^\circ$$

Знаючи показники заломлення оболонки n_2 і серцевини n_1 розрахуємо відносну різницю показників заломлення Δ :

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (2.15)$$

$$\Delta = \frac{1,4681 - 1,4623}{1,4681} = 0,00393 \approx 0,393\%$$

Розрахуйте SZ-структуру у ВОК

Скручування оптоволоконного кабелю може збільшити кількість жил оптичного волокна для задоволення вимог до зв'язку з великою пропускною спроможністю. Після того, як вільна трубка буде скручена з певним кроком, структура її сердечника кабелю стане дуже стабільною, що корисно для майбутнього будівництва. оскільки вільна трубка скручується відповідно до певного кута спіралі, покращується м'якість кабелю. за рахунок скручування незакріпленої трубки має певний радіус скручування, що збільшує надлишкову довжину оптичної спіралі, а це означає, що вона не має занадто великої довжини.

Нині існує метод скручування SZ і метод одностороннього (S або Z) скручування для оптоволоконного кабелю. Оскільки скручування SZ усуває напругу, що виникає під час формування кабелю, наразі здебільшого використовується скручування SZ.

Так звана SZ-скрутка - це коли скручувальний елемент досягає заданого напрямку S (або Z-спрямування) кількості кручених обертів вздовж поздовжньої осі оптоволоконного кабелю, а потім зворотного напрямку скручування в тому

самому напрямі S (або Z-спрямуванні). скручування чисел уздовж напрямку Z (або напрямку S). після такої самої кількості обертів скручування повторно запускається форма скручування іншого циклу скручування. якість процесу скрутки СЗ напрямку впливає на характеристики готового оптоволоконного кабелю [10].

Для цих типів кабелю буде довжина $S = 170$ мм, а радіус $R = 4,3$ мм, то додаткова довжина дорівнюватиме Z:

$$Z = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2 \pi R}{S} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (2.16)$$

$$Z = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 4,3}{170} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100 \% \approx 1,25.$$

Таким чином, на кожні сто метрів довжини кабелю збільшення довжини через скрутку буде 1,25 м

Кут скрутки дорівнює:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{S}{2 R \pi}\right) \quad (2.17)$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{170}{2 \cdot 4,3 \cdot 3,14}\right) \approx 80,97 \%$$

Відповідний радіус кривизни дорівнює:

$$\rho = R \cdot \left[1 + \left(\frac{S}{2 R \pi} \right)^2 \right] \quad (2.18)$$

$$\rho = 4,3 \cdot \left[1 + \left(\frac{170}{2 \cdot 4,3 \cdot 3,14} \right)^2 \right] \approx 175 \text{ мм.}$$

Поряд із необхідністю обмеження вигину на розтягнення та стиснення волокна в модулях, так що в зазначених діапазонах розтягувальні навантаження та температури не спричиняють шкідливі зміни в характеристиках передавання оптичних волокон та ризик пошкодження. Відносна зміна довжини DL/L ВОК, тобто E_k допустиме подовження або стиснення E_{tk} ВОК-кабелю:

$$E = 1 + \sqrt{1 + \frac{4 \pi^2 R^2}{s^2} + 2 \left(\frac{\Delta R}{R} \pm \frac{\Delta R^2}{R^2} \right)} \quad (2.19)$$

де знак "+" стиснення кабель Етк; знак "-" для подовження кабелю Ек.

Отже, знаючи номінальний діаметр оболонки $ВВ = 2$ мм, 12 волокон, крок скрутки, (дубльований профіль) маємо загальну формулу:

$$\Delta R = \frac{2,0 - 1,0}{2} = 0,5 \text{ мм}.$$

Тоді максимальне допустиме подовження кабелю дорівнює за формулою (2.10):

$$E = 1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 4,3^2}{170^2} + 2 \cdot \left(\frac{0,5}{4,3} \pm \frac{0,5^2}{4,3^2} \right)}$$

$$E_y = 2,221 \quad E_c = 1,748.$$

Багатомодовий характер поля означає, що електромагнітна хвиля, що поширюється оптичним волокном, формується кількома різними типами хвиль [8].

Достатньо знати нормованої частоти V , щоб визначити режим роботи волокна, так що коли $V > 2405$ - багатомодове і в даній роботі робочої $V = 2,3702$ (4.2), тобто одномодове. Загалом, число режимів джерела світла визначається:

$$N = \frac{V^2 \left(1 + \frac{2}{n}\right)}{2}, \quad (2.20)$$

де n - показник ступеня зміни профілю показника заломлення.

3.6. Розрахунок загасання ОВ кабелю

Визначимо загасання кабелю:

$$S_k = 0,22 \cdot 15 = 3,3 \text{ дБ},$$

де S_k - загасання кабелю, 3,3 дБ

Аезап - експлуатаційний запас апаратури, 3 дБ;

Арс - втрати в роз'ємних з'єднувачах, 0,2 дБ;

Аезк - експлуатаційний запас кабелю, 3 дБ;

$\Delta\alpha$ - втрати, що вносяться зварними з'єднаннями, визначаються за формулою:

$$\Delta\alpha = N_{\text{муфти}} \cdot A_{\text{н}} , \quad (2.21)$$

де $A_{\text{н}}$ - середнє значення загасання нероз'ємного з'єднання, 0,05дБ.

$$\Delta\alpha = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ дБ.}$$

Тоді знайдемо загальне загасання:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{к}} + A_{\text{езап}} + 4A_{\text{рс}} + A_{\text{езк}} + \Delta\alpha + S_2 + S_{32} \quad (2.22)$$

де - S_2 загасання, що вноситься сплітером (1/2) 3,4 дБ;

S_{32} загасання, що вносяться спліттером (1/32) 8,6 дБ.

$$S_{\text{заг}} = 3,3 + 3 + 0,8 + 3 + 0,35 + 3,4 + 8,6 = 19,45 \text{ дБ.}$$

Отримане загасання не перевищує норму за стандартом 20 дБ.

3.7. Розрахунок взаємних впливів в оптичному кабелі

Оптичні волокна зазвичай ядро ОК може мати вплив на сусідніх волокон. Рівень перешкод залежить від взаємного розташування волокон.

Ступінь впливу між ОК може бути оцінена шляхом розрахунку впливу вторинних параметрів із двох сусідніх волокон. Співвідношення перехресні наведення розраховується таким чином:

$$A_0 = 20 \lg \left| \frac{4\alpha}{N^2 m (1 - e^{-2\alpha L})} \right| \quad (2.23)$$

Захищеність від перешкод розраховується за формулою:

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2}{N^2 mL} \right| \quad (2.24)$$

Перехідне загасання на дальньому кінці розраховується за формулою:

$$A_1 = A_3 + \alpha L ; \quad (2.25)$$

де α - коефіцієнт загасання ОК [дБ/км];

L - довжина підсилювальної ділянки ОК(км);

m - коефіцієнт зв'язку між волокнами ($m=0,6-0,7$);

N - коефіцієнт проникнення поля через оболонку волокна

$$N=(g_{1,2}g_{23} e^{-kt})/(1 - P_{1,2}P_{23} e^{-2kt}) \quad (2.26)$$

де:

$$k=\omega\sqrt{\mu_a \epsilon_a} \quad (2.27)$$

коефіцієнт втрат в оболонці;

t - товщина оболонки;(1÷3мкм);

g_{12} і g_{23} - коефіцієнти заломлення на межі сердечника (n_1), в оболонки (n_2) і повітря (n_3):

$$g_{1,2} = 2n_1 / (n_1 + n_2)$$

$$g_{23} = 2n_2 / (n_2 + n_3) \quad (2.28)$$

При параметрах ОВ:

t = 2 , мкм;

α = 2.52 , дБ/км;

L = 10, км;

f = 1,935¹⁴ Гц.

Розраховуємо коефіцієнти заломлення на межі в оболонки та в повітрі за формулою (2.28):

$$g_{12} = \frac{2 \cdot 1.4681}{1.4681 + 1.4623} = 1.002$$

$$g_{2,3} = \frac{2 \cdot 1.4623}{1.4623+1} = 1.19$$

3.8. Перелік обладнання для СКС підприємства

Таблиця 3.3.

Перелік обладнання горизонтальної підсистеми

№ п/п	Найменування	Кількість	Од. вим.
1	Волоконно-оптичний кабель LANmark-OF3, ZC, 2hMM50/125, LSZH,	23	катушка
2	Комутаційна панель, оптична, LANmark-OF, висувна	11	шт
3	Патч-корд LANmark-OF 50/125, OM3, 2LC-2LC, 2м, LSZH, помаранчевий	404	шт
4	Організатор кабелю 19 ", 1U, в приміщенні, D = 80 мм;	11	шт
5	Nexans Wall 19 кабінет ", 18U, 3- х секційний мм 892h500h650	6	шт
6	Роз'єми LANmark-OF LC Simplex MM	808	шт
7	Адаптер LANmark- оснащення M.M., LC-LC Duplex	404	шт
8	Робоча зона на виході-портів LANmark 45x45.	6	шт
9	Модульний сплайсинг Outlet 45x45 для 2 Snap-In адаптерів	3	шт

Таблиця 3.4.

Перелік обладнання магістральної підсистеми.

№ п/п	Найменування	Кількість	Од. вим.
1	Волоконно-оптичний кабель, LANmark-OF3, TBW +,12h50/125, LSZH	1	катушка
2	Комутаційна панель, оптична, LANmark-OF, висувна	2	шт
3	Патч-корд LANmark-OF 50/125, OM3, 2LC-2LC, 2м, LSZH, помаранчевий	6	шт
4	Організатор кабелю 19 ", 1U, в приміщенні, D = 80 мм;	2	шт
5	Nexans Wall 19 кабінет ", 18U, 3- х секційний мм 892h500h650	1	шт
6	Роз'єми LANmark-OF LC Simplex MM	144	шт
7	Адаптер LANmark- оснащення	72	шт

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У даному розділі було розглянуто питання вибору кабелю для структурованої кабельної системи (СКС) підприємства у багатоповерховій будівлі, враховувались такі фактори, як передавальна спроможність, тип передачі даних (мідний або оптичний), відстань передачі, електромагнітна сумісність та вартість. Після аналізу цих факторів було обрано певний тип кабелю, який найкраще задовольняє потреби підприємства.

Був зроблений розрахунок горизонтальної підсистеми: Горизонтальна підсистема СКС включає кабелі, що з'єднують комунікаційні роз'єми на робочих місцях з комунікаційними шафами або патч-панелями. Під час розрахунку горизонтальної підсистеми враховувались максимальна довжина кабелю, втрати сигналу, вимоги до пропускної здатності та стандарти заземлення і екранування.

Розрахунок магістральної підсистеми: Магістральна підсистема СКС забезпечує зв'язок між комунікаційними шафами або патч-панелями на різних поверхах будівлі. Під час розрахунку магістральної підсистеми було враховано кількість поверхів, типи кабелю, втрати сигналу та забезпечення резервування для забезпечення надійності та забезпечення вимог щодо пропускної здатності.

Схеми розміщення елементів СКС на поверхах: В розділі розглядалися схеми розміщення комунікаційних шаф, патч-панелей, активного обладнання та інших елементів СКС на різних поверхах будівлі. Враховувалися фізичні обмеження, такі як доступність, безпека та ефективність експлуатації.

Розрахунок апертури оптичного кабелю: Під час розрахунку апертури оптичного кабелю визначалися параметри, такі як довжина хвилі, довжина кабелю, тип волокна, втрати сигналу та передавальна спроможність. Це допомогло визначити оптимальну апертуру, яка забезпечує найкращу продуктивність оптичної передачі даних.

Розрахунок загасання ОВ кабелю: Під час розрахунку загасання оптичного волоконного (ОВ) кабелю враховувалися втрати сигналу, зокрема втрати на кабельних з'єднаннях, загасання волокна та загасання на поворотах. Це дозволило визначити

загасання сигналу на різних ділянках кабелю і забезпечити необхідний рівень сигналу на приймачі.

Розрахунок взаємних впливів в оптичному кабелі: Під час розрахунку взаємних впливів в оптичному кабелі досліджувалися ефекти, такі як загасання сигналу внаслідок взаємодії між волокнами та загасання на перехрестях волокон. Це допомогло забезпечити надійну передачу сигналу та уникнути негативних впливів на якість зв'язку.

Перелік обладнання для СКС підприємства: У розділі був складений перелік необхідного обладнання

ВИСНОВКИ

Структурована кабельна система (СКС) виникла з метою створення надійного та ефективного середовища для передачі даних, забезпечення гнучкості та масштабованості мережі, а також спрощення управління та підтримки.

Побудова СКС включає етапи проектування, розгортання та експлуатації, які потребують розуміння принципів та використання міжнародних стандартів.

Компоненти СКС включають зовнішні та внутрішні магістралі, горизонтальну підсистему та функціональні елементи, які сприяють правильній роботі та ефективності кабельної системи.

Структура СКС складається з трьох основних підсистем: зовнішніх магістралей, внутрішніх магістралей та горизонтальної підсистеми, кожна з яких має свої функціональні елементи.

Використання стандартів, таких як ANSI/TIA-568-C.0, ANSI/TIA-568-C.1, ANSI/TIA-568-C.2, ANSI/TIA-568-C.3 та ANSI/TIA-606-B, є важливим для правильної побудови СКС та забезпечення ефективності телекомунікаційної інфраструктури.

При виборі оптоволоконних кабелів потрібно враховувати різні параметри, такі як пропускна здатність, довжина магістралей та горизонтальних з'єднань, витримка від загублення сигналу та шуми, для забезпечення правильної роботи мережі.

Вибір кабелю для СКС підприємства у багатоповерховій будівлі залежить від таких факторів, як передавальна спроможність, тип передачі даних (мідний або оптичний), відстань передачі, електромагнітна сумісність та вартість.

Розрахунки горизонтальної та магістральної підсистем, схеми розміщення елементів СКС на поверхах, апертури оптичного кабелю, загасання та взаємні впливи в оптичному кабелі є важливими етапами проектування СКС.

Перелік обладнання для СКС підприємства має бути складений з урахуванням вимог та потреб організації.

Загальні висновки підсумовують, що структурована кабельна система є необхідним компонентом сучасних мереж для забезпечення ефективної передачі даних та

оптимального функціонування підприємства. Розуміння основних принципів та застосування стандартів у побудові СКС є важливим для досягнення надійності, ефективності та масштабованості мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блейк М., Реймонд А. Структурована кабельна система. Основи проектування та практика. – Київ: Видавничий дім "Основа", 2010.
2. Перламутров О.О. Системи високошвидкісного передачі даних: навчальний посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2013.
3. TIA/EIA-568-C.0. Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises. – Telecommunications Industry Association, 2015.
4. TIA/EIA-568-C.1. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. – Telecommunications Industry Association, 2015.
5. TIA/EIA-568-C.2. Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards. – Telecommunications Industry Association, 2018.
6. TIA/EIA-568-C.3. Optical Fiber Cabling and Components Standard. – Telecommunications Industry Association, 2017.
7. TIA/EIA-606-B. Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings. – Telecommunications Industry Association, 2012.
8. Panduit Corp. Structured Cabling Solutions: An International Perspective. – Panduit Corp., 2017.
9. BICSI. Telecommunications Distribution Methods Manual. – BICSI, 2019.
10. Stulz J., Shultz T., Lamb J. Data Center Fundamentals. – Cisco Press, 2003.