

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Царьов Р.Ю., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І.

СТРУКТУРОВАНІ КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих начальних закладів*

Одеса 2013

УДК 621.339.18

ББК 32.845.6

Ц – 18

Гриф надано Міністерством освіти і науки України

(лист № 1/11–8567 від 20.05.13)

Р е ц е н з е н т и: **Захарченко М.В.**, доктор техн. наук, професор,
Мішутін А.В., доктор техн. наук, професор,
Завадський В.А., кандидат техн. наук, професор

Царьов Р.Ю. Структуровані кабельні системи: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів. / Царьов Р.Ю., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. – 260 с.: іл.

ISBN 978-617-582-012-4

У навчальному посібнику розглянуто: загальні відомості про структуровані кабельні системи, особливості їх роботи та принципи проектування, структуру, архітектуру та складові компоненти СКС. Значна увага приділена стандартам, які описують структуровані кабельні системи, а також розкриті питання стосовно адміністрування та тестування СКС.

Для студентів вузів, які навчаються за напрямом «Телекомунікації». Може бути корисним фахівцям з побудови корпоративних мереж та інформаційних систем підприємств.

ББК 32.845.6

ISBN 978-617-582-012-4

© Царьов Р.Ю., Нікітюк Л. А.,
Резніченко П. І. 2013р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СТРУКТУРОВАНУ КАБЕЛЬНУ СИСТЕМУ.....	9
1.1 Концепція кабельних систем	9
1.2 Структурована кабельна система	10
1.3 Конструктивні елементи СКС.....	13
Контрольні питання	19
Розділ 2 СТАНДАРТИ СКС	20
2.1 Базові стандарти СКС	20
2.2 Історія створення та розвитку стандартів СКС.....	21
2.3 Порівняльна характеристика стандартів.....	29
2.4 Стандарти СКС в Україні	34
Контрольні питання	36
Розділ 3 АРХІТЕКТУРА СКС.....	37
3.1 Топологія і структура СКС	37
3.2 Підсистеми СКС.....	40
3.3 Моделі реалізації горизонтальної підсистеми СКС	43
3.4 Вимоги до технічних приміщень СКС.....	46
3.5 Вимоги до каналів та ліній СКС	47
3.6 Вимоги до інформаційних розеток і рознімів	51
Контрольні питання	52
Розділ 4 КАБЕЛІ СКС.....	54
4.1 Загальна характеристика кабелів СКС.....	54
4.2 Мідні кабелі СКС	55
4.3 Оптичні кабелі	60

4.4 Пожежна безпека кабелів	66
Контрольні питання	74
Розділ 5 ВИМОГИ СТАНДАРТУ ISO/IEC 11801 ДО ПАРАМЕТРІВ СКС ЗВИКОРИСТАННЯМ МІДНИХ КОМПОНЕНТІВ.....	75
5.1 Загальні положення.....	75
5.2 Хвильовий опір.....	76
5.3 Зворотні втрати (Return Loss)	77
5.4 Втрати введення (Insertion Loss).....	78
5.5 Перехідне загасання на ближньому кінці (NEXT)	80
5.6 Сумарне перехідне загасання на ближньому кінці (PSNEXT).....	82
5.7 Перехідне загасання на дальньому кінці (FEXT) та його «сумарне» значення (PSFEXT)	83
5.8 Співвідношення загасання й перехідного загасання на ближньому кінці (ACR).....	85
5.9 Сумарне нормування на втрати введення та перехідне загасання на ближньому кінці (PSACR).....	87
5.10 Нормоване на втрати введення перехідне загасання на дальньому кінці тракту (ELFEXT)	88
5.11 Сумарне нормоване на втрати введення та перехідне загасання на дальньому кінці (PSELFEXT)	89
5.12 Затримка сигналу (PD) і перекіс затримок (DS)	89
5.13 Характеристики каналів і стаціонарних ліній по постійному струму.....	90
Контрольні питання	91
Розділ 6 СКС НА БАЗІ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ	93
6.1 Елементи повністю оптичної СКС	93
6.2 Нерознімні з'єднувачі (сплайси)	95
6.3 Рознімні з'єднувачі (коннектори й адаптери).....	97
6.4 Волоконно-оптичні комутаційні панелі.....	98

Контрольні питання	103
Розділ 7 ПРОЕКТУВАННЯ СКС.....	104
7.1 Особливості проектування СКС як технічного об'єкта. Основні нормативні документи.....	104
7.2 Стадії, етапи й фази проектування СКС	111
7.3 Проектування технічних приміщень.....	124
7.4 Розташування монтажних шаф у технічних приміщеннях.....	132
7.5 Кабельні канали СКС.....	134
7.6 Кабельні траси підсистеми зовнішніх магістралей СКС	139
7.7 Кабельні траси підсистеми внутрішніх магістралей СКС	145
7.8 Кабельні траси горизонтальної підсистеми СКС.....	151
7.9 Принципи побудови СКС у зоні впливу зовнішніх джерел електромагнітного випромінювання	159
7.10 Способи установлення інформаційних розеток.....	163
7.11 Проектування підсистеми робочого місця	167
7.12 Проектування горизонтальної підсистеми	173
7.13 Проектування магістральних підсистем	178
Контрольні питання	184
Розділ 8 РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ КОМПОНЕНТІВ СКС	186
8.1 Загальні положення.....	186
8.2 Розрахунок декоративних коробів й їхніх аксесуарів.....	187
8.3 Розрахунок параметрів монтажних конструктивів.....	190
8.4 Розрахунок елементів маркування.....	196
Контрольні питання	199
Розділ 9 ПІДСИСТЕМА АДМІНІСТРУВАННЯ СКС	200
9.1 Загальні положення.....	200
9.2 Елементи підсистеми адміністрування	202

9.3 Система кольорового кодування	207
9.4 Схеми побудови ідентифікаторів і записів.....	208
Контрольні питання	215
Розділ 10 ТЕСТУВАННЯ ТА ВИМІРИ В СКС	216
10.1 Загальні положення.....	216
10.2 Документування результатів вимірів	218
10.3 Обладнання для тестування й вимірів	219
10.4 Тестування СКС на базі мідних кабелів	220
10.5 Тестування СКС на базі оптичних кабелів.....	225
10.6 Сертифікація СКС	227
10.7 Обладнання для сертифікації СКС.....	229
Контрольні питання	235
Розділ 11 СКС ДЛЯ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАННИХ	236
11.1 Загальні положення.....	236
11.2 Стандарти проектування СКС ЦОД.....	237
11.3 Топологія СКС ЦОД	240
Контрольні питання	244
ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ.....	246
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	250
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК	253
ЛІТЕРАТУРА.....	2539

ВСТУП

Поточний етап розвитку сучасного суспільства характеризується стрімким зростанням ступеня автоматизації офісних будинків, промислових підприємств та інших об'єктів нерухомості різного призначення, розвитком концепцій «Інтелектуальний будинок» та «Інтелектуальне місто». Цей процес призводить до появи послуг і сервісів нового покоління, стимулює модернізацію існуючих, що приводить до збільшення обсягів інформації різного виду, яка передається по каналах зв'язку інформаційної інфраструктури підприємства.

Будь-яка інформаційна інфраструктура складається з декількох рівнів, розташованих у певній ієрархічній послідовності, кожний з яких має суворо визначені функції й інтерфейси. Нижній рівень – це фізичний рівень, що поєднує фізичні канали передавання інформації. З деяких об'єктивних причин, на даному етапі, переважна більшість компаній для організації фізичного рівня інформаційної інфраструктури використовують проводові канали передавання даних. Починаючи із середини 90-х років минулого сторіччя у світі й з 2000-х років в Україні стандартом «де-факто» стала реалізація цих каналів у вигляді структурованої кабельної системи.

Навчальний посібник має на меті ознайомити читача з основами структурованих кабельних систем, особливостями їх проектування, інсталяції й наступній експлуатації. На жаль, на сьогодні в Україні відсутній національний стандарт на структуровані кабельні системи, до недавнього часу також була відсутня стабільна вітчизняна термінологія в цій області. Проте у даному напрямку позначилися позитивні зрушення, було розроблено й прийнято декілька національних стандартів, які визначають поняття структурованої кабельної системи та встановлюють певну термінологію й позначки в цій області.

Використання будь-якої технічної системи, а тим більше такої складної, як СКС, неможливо без наявності спеціальної літератури. За останні десять років було опубліковано значну кількість книг, присвячених СКС. Переважно це книги іноземних авторів в оригіналі або авторів з країн СНД (переважно з Росії). Відсутність на ринку вітчизняних підручників з цієї тематики та наявність неточностей в існуючих підручниках, присвячених СКС, значно ускладнює роботу фахівців в області інформаційних і телекомунікаційних мереж, які займаються проектуванням, впровадженням і експлуатацією СКС. У своїй роботі вони змушені приймати не завжди оптимальні, а іноді й помилкові проектні рішення.

Структурована кабельна система складається з декількох тисяч окремих елементів, які взаємодіють між собою за заздалегідь визначеними певними правилами. Щоб забезпечити ефективну роботу СКС у цілому та окремих її підсистем і елементів необхідно чітко уявляти собі всі особливості побудови, проектування й експлуатації такої складної системи, як СКС. Також ефективна робота СКС не можлива без здійснення грамотного адміністрування систем.

Даний навчальний посібник призначений для студентів, які вивчають принципи побудови й експлуатації СКС й описує архітектуру структурованої кабельної системи, її елементи, вимоги стандартів, особливості проектування та монтажу підсистем та елементів СКС, правила її адміністрування й тестування. Може бути корисним для фахівців, які займаються проектуванням, інсталяцією й експлуатацією СКС, завдяки тому що містить низку норм та вимог, які висувають Національні стандарти України до СКС.

Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СТРУКТУРОВАНУ КАБЕЛЬНУ СИСТЕМУ

1.1 Концепція кабельних систем

На сучасному етапі розвитку нашого соціуму практично неможливо уявити собі діяльність будь-якого підприємства без використання інформаційних технологій. Підприємства активно використовують інформаційні технології для автоматизації своєї роботи, очевидно, що для вирішення цих завдань необхідна високонадійна інформаційна мережа. Основу будь-якої інформаційної мережі становить середовище передавання (найчастіше це кабельні лінії та канали) й у 80 відсотках причина нестабільної роботи або аварійних ситуацій виникає саме через проблеми у середовищі передавання – кабельній системі.

Сьогодні сучасна кабельна система розглядається як невід'ємний атрибут будинку, який повинен експлуатуватися протягом десятків років. При цьому кабельна система повинна забезпечувати роботу будь-яких типів телекомунікаційних й інформаційних мереж, через це була запропонована концепція структурованої кабельної системи – СКС.

Інсталяція (монтаж) кабельної системи в будинку можлива у тому випадку, коли будинок для цього пристосований – тобто має відповідним чином підготовлені кабельні канали для прокладання кабельних трас, виділені місця для організації технічних приміщень тощо. Найбільш оптимальним способом створення кабельної системи будинку є закладання її елементів на етапі проектування одночасно з водопроводом і каналізацією, опаленням і вентиляцією, електропостачанням. Ці три системи є капітальними системами будинку й служать протягом усього терміну експлуатації будинку. Телекомунікаційна кабельна система, якщо вона спроектована й інстальована відповідним чином, теж може використовуватися протягом 15–20 років і, таким чином, також є *капітальною системою*.

Сьогодні кабельна система частіше монтується в уже існуючому будинку, який для цього непристосований. У цьому випадку необхідно здійснити підготовку будинку до монтажу системи, а потім провести інсталяцію самої системи. У сучасному будинку присутні різноманітні інженерні системи – телебачення (ефірне та кабельне), локальні мережі та телефонія, системи охоронної та пожежної сигналізації, різні системи автоматизації та інші системи. Це приводить до того, що будинок стає складним технічним об'єктом (такі будинки називають «інтелектуальними» (smart building)), управління яким вимагає значного обсягу знань та високої кваліфікації.

Концепція інтелектуального будинку отримує все більше розповсюдження, сьогодні вже існують сотні будинків, які повною мірою можна віднести до інтелектуальних. Наявність єдиної кабельної системи є однією з характерних ознак інтелектуального будинку. У США розроблений спеціальний стандарт на кабельну проводку для системи автоматизації будинку (Building Automation System – BAS). Виходячи з цього очевидно, що якісна кабельна система є необхідною умовою забезпечення якісної й безперебійної роботи як інформаційної мережі підприємства (будинку), так і різних систем автоматизації.

1.2 Структурована кабельна система

Основна ідея концепції СКС полягає в наступному – структурована кабельна система (СКС) дозволяє використовувати єдиний підхід при створенні комп'ютерних, телефонних мереж, мереж пожежної та охоронної сигналізації шляхом об'єднання їх у єдину систему, керовану з єдиного центру. Це лише загальний опис концепції СКС, на жаль жоден із діючих нині стандартів не дає чіткого визначення терміна «СКС», тому спробуємо самі вивести подібне визначення, для цього розглянемо складові частини терміна «Структурована Кабельна Система».

Термін «система» – надто розповсюджений й найчастіше має наступне тлумачення. Система – це сукупність об'єктів або елементів пов'язаних між

собою, які взаємодіють один з одним за певними правилами таким чином, що формується єдиний складний об'єкт. Найчастіше системи, які призначені для виконання спеціальних функцій, містять у собі компоненти, що можуть замінятися аналогічними або бути взаємозамінними всередині системи.

Термін «кабельна». *Кабельна система* – це система, елементами якої виступають кабельні компоненти. Під кабельними компонентами прийнято розуміти не тільки самі кабелі, але й все пасивне комутаційне обладнання, що служить для з'єднання двох активних мережних пристроїв (розетки, з'єднувальні шнури, комутаційні панелі й т. ін.).

Термін «структурована». У загальному випадку структура – це набір взаємозалежних та взаємопов'язаних складових частин. З одного боку структурована означає спроможність системи підтримувати різні типи застосувань (передача даних, голосу, відео), з іншого – можливість використання обладнання від різних виробників і реалізацію мультимедійного середовища (середовища, в якому використовується кілька типів середовищ передавання – вита пара, оптичне волокно). Крім того термін «структурована» має на увазі те, що існує певна архітектура і топологія, які будуються на базі певних принципів.

Таким чином, розглянувши три складові терміна «*Структурована Кабельна Система (СКС)*» можна дати визначення самій СКС. Під СКС будемо розуміти – комунікаційну систему для з'єднання різних типів обладнання від різних виробників в обмеженій області, з використанням фізичного середовища передавання, що дозволяє передавати інформацію від різних застосувань, з необхідною швидкістю та мінімальною ймовірністю помилки, яка створена за певними принципами.

Як ми вже відзначали вище, офіційного трактування терміна «СКС» не існує, тому запропоноване вище визначення використовується тільки для того, що б конкретизувати об'єкт вивчення даного посібника.

Розглянемо головні (базові) принципи побудови СКС. Існує три базових принципи побудови СКС, а саме:

1. Структуризація – даний принцип припускає розподіл системи на низку незалежних (умовно незалежних) підсистем, кожна з яких призначена для виконання суворо визначених функцій і має стандартний інтерфейс для об'єднання в єдину систему. Даний принцип дозволяє підвищити надійність всієї системи, підсистеми є незалежними, вихід з ладу однієї із них ніяким чином не впливає на працездатність інших. Використання стандартних інтерфейсів дозволяє застосовувати обладнання різних виробників, тобто знаходити оптимальне співвідношення ціна/якість.

2. Універсальність – СКС створюється за принципами відкритої архітектури на базі визначених стандартами технічних характеристик, при цьому СКС не є орієнтована на будь-яку мережну технологію або застосування. Даний принцип забезпечує гарантію того, що протягом усього терміну експлуатації СКС буде відповідати вимогам будь-яких існуючих технологій.

3. Надлишковість – розрахунок числа точок підключення до СКС (число інформаційних розеток) залежить від площини і розташування робочих приміщень. Цей принцип дозволяє забезпечити можливість швидкого розвитку (розширення) СКС при збільшенні числа співробітників.

Крім розглянутих принципів дуже часто застосовується так званий принцип *трьох «В»* – *Всі застосування будуть працювати В будь-який час Всюди (у будь-якій точці будинку)*.

Всі застосування означає, що СКС, створена на базі єдиних стандартів, зможе забезпечувати роботу будь-яких застосувань (передача даних, телефонія, охоронні системи тощо).

Працювати В будь-який час (завжди) – означає, що змонтована у відповідності зі стандартами СКС, яка пройшла сертифікацію, спроможна забезпечити роботу будь-яких застосувань протягом усього гарантійного терміну.

Всюди – означає, що правильно спроектована СКС здатна забезпечити можливість підключення до інфраструктури в будь-якій точці будинку без проведення додаткових робіт зі створення нових точок підключення. Весь

процес підключення буде полягати тільки в підключенні абонентського пристрою до інформаційної розетки та комутації в кросовій за допомогою з'єднувального шнура.

1.3 Конструктивні елементи СКС

Структурована кабельна система відрізняється від звичайної кабельної системи тим, що вона структурована: має певну архітектуру і топологію; створюється на базі стандартних компонентів, певних принципів, з урахуванням правил та вимог стандартів.

Кабельна система будинку складається з декількох основних компонентів – кабелів, комутуючих пристроїв тощо (рис 1.1), а її інсталяція в будинку вимагає додаткових елементів (кабельних каналів, телекомунікаційних шаф, стійок).

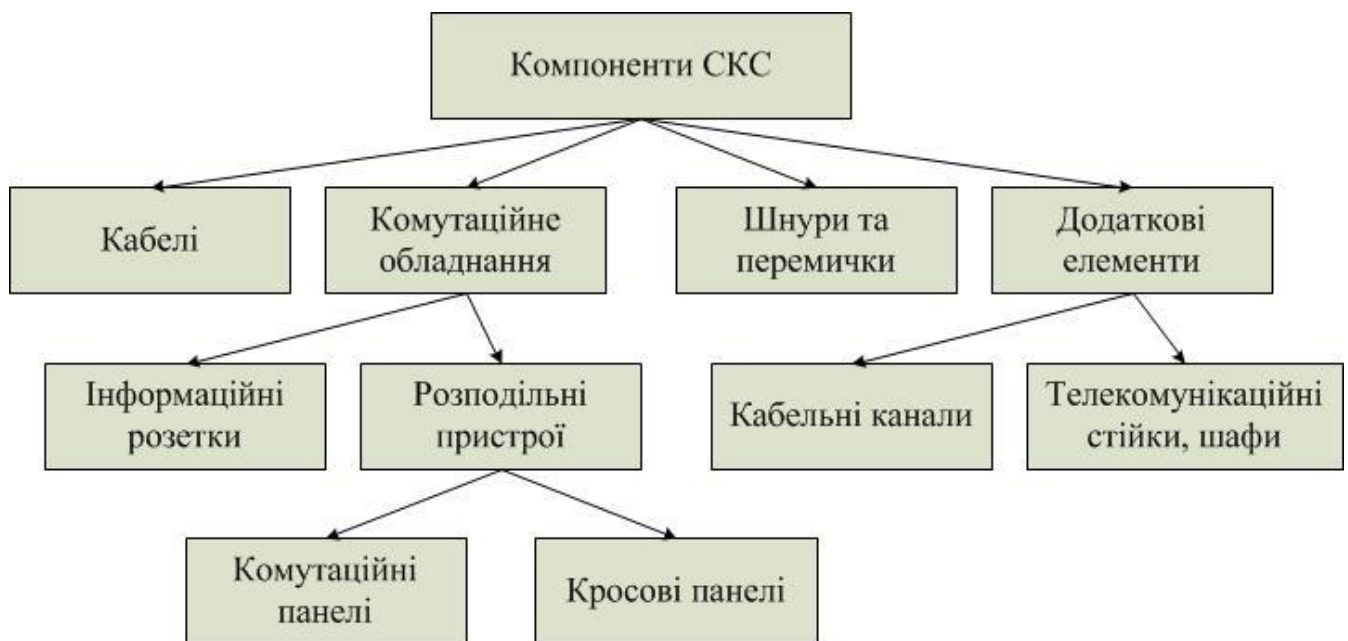


Рисунок 1.1 – Компоненти СКС

Перелік цих компонентів і виробів, що випускаються промисловістю, досить значний. Правила й норми проектування та монтажу сучасної структурованої кабельної системи досить складні; вимірювальне обладнання,

яке застосовується для тестування СКС досить специфічне, методи й засоби управління кабельною системою визначені стандартами. Все це робить кабельну систему складним і комплексним об'єктом. Невипадково те, що всі відомі компанії-постачальники обладнання для кабельних систем виробляють власні методології проектування, обмежують число використовуваних компонентів, стандартизують методи монтажу й тестування. До цього додається, як правило, власна система підготовки проектувальників і монтажників і відмінна від інших процедура надання гарантій. Дуже часто ці самі компанії розробляють і виробляють компоненти СКС.

До найпоширеніших компонентів СКС відносяться:

1. *З'єднувальний модуль RJ-45* (екранований та неекранований) – встановлюється в інформаційні розетки та у комутаційні панелі, призначений для підключення мідних кабелів. На рис. 1.2 показаний зовнішній вигляд модуля RJ– 45.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд екранованого модуля RJ-45

2. *Волоконно-оптичний адаптер* – аналог з'єднувального модуля RJ-45, встановлюється так само в інформаційні розетки та оптичні комутаційні панелі. Існує кілька типів волоконно-оптичних адаптерів, наприклад SC, LC і SC-RJ. Останній тип призначений для установки в розетки для мідних кабелів замість

модулю *RJ-45*. На рис. 1.3 показаний зовнішній вигляд волоконно-оптичного адаптера SC-RJ.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд волоконно-оптичного адаптера модуля SC-RJ

3. *Волоконно-оптичний коннектор* – призначені для окінцювання волоконного кабелю, у польових умовах без застосування зварювання або клейових компонентів. З'єднання здійснюється механічно з використання тільки спеціальних інструментів. На рис. 1.4 показаний зовнішній вигляд волоконно-оптичного коннектора.

4. *Волоконно-оптичний пігтейл* – призначений для окінцювання волоконно-оптичного кабелю. Пігтейл являє собою відрізок оптичного волокна окінечуваного з одного боку коннектором певного типу. З'єднання пігтейла з оптичним кабелем здійснюється за допомогою зварювання. На рис. 1.5 показаний зовнішній вигляд волоконно-оптичних пігтейлів.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд волоконно-оптичного коннектора SC(зверху) та LC (знизу)

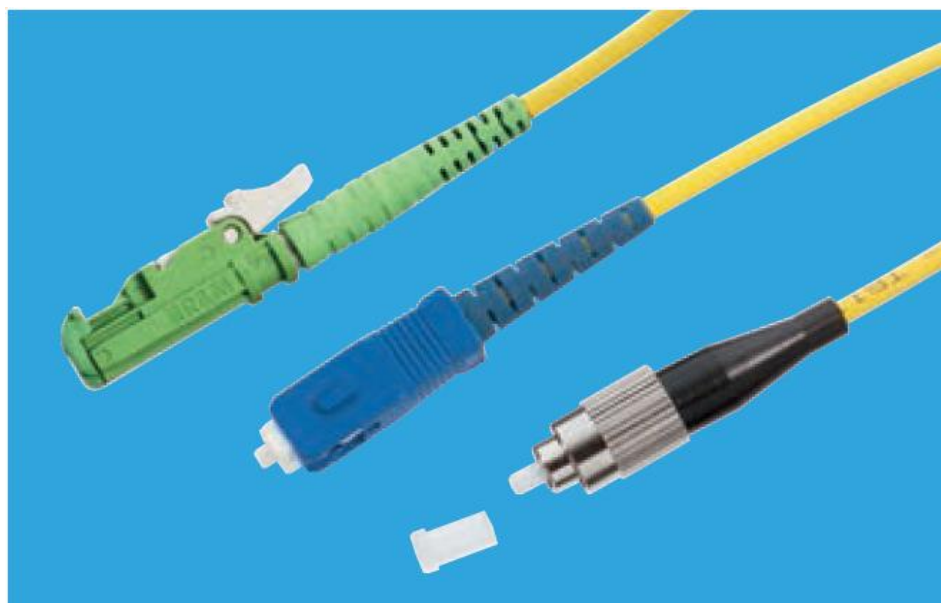


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд волоконно-оптичних пігтейлів

5. *Волоконно-оптичний MPO/MTP коннектор* – новий тип коннектору, який орієнтований на роботу у мережах на базі технологій 10 Gigabit Ethernet та 40/100 Gigabit Ethernet. MPO/MTP коннектор рекомендований для організації

центрів обробки даних, на рис. 1.6. показаний зовнішній вигляд волоконно-оптичного MPO/MTP коннектора.



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд MPO/MTP коннектора

6. *Комутаційна панель (патч-панель)* – пасивне обладнання, яке розташовується в кросових, та призначене для встановлення з'єднувальних моделей *RJ-45* і для ручного з'єднання комутаційними шнурами або перемичками різних сегментів СКС між собою, або і з мережевим обладнанням. Усі компоненти СКС здебільшого розташовуються в кросових і апаратних у відкритих стійках або комутаційних шафах. Кожне обладнання має певну висоту, у термінах СКС висоту обладнання та висоту відкритих стійок (комутаційних шаф) прийнято вимірювати в юнітах (Unit). Юніт – це умовна одиниця виміру висоти робочої зони монтажних конструктивів, дорівнює 44,45 мм (1,75 дюйма). Ширина усіх елементів СКС стандартизована та вимірюється в дюймах, стандартна ширина становить 19 дюймів (1 дюйм = 2,54 см). Комутаційні панелі відрізняються за кількістю встановлюваних модулів *RJ-45* та за висотою (в юнітах). На рис. 1.7 показаний зовнішній вигляд комутаційної панелі на 24 порти.

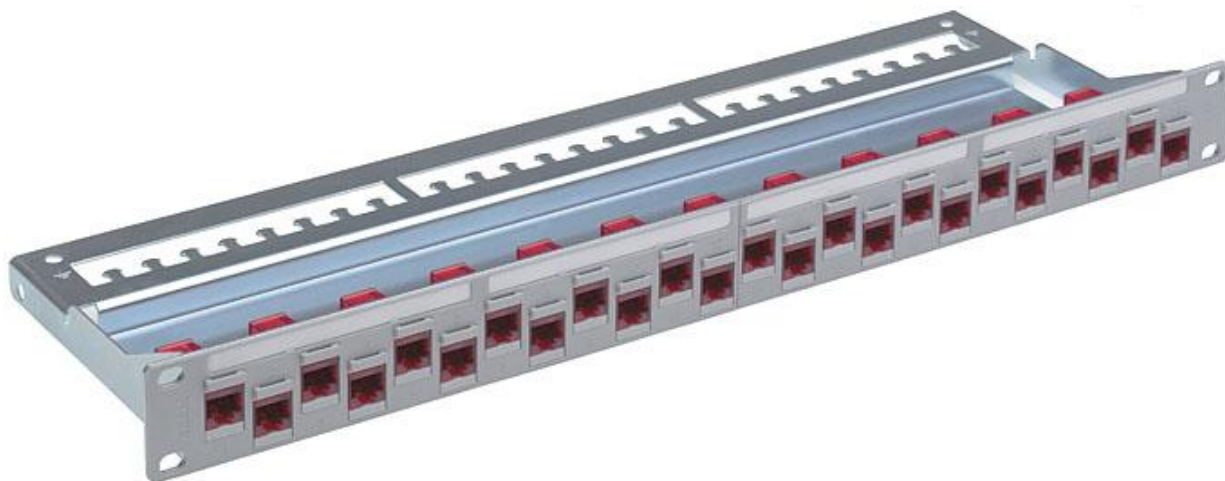


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд комутаційної панелі на 24 порти

7. *Волоконно-оптична комутаційна панель* – аналогічно комутаційній панелі встановлюється в кросових, призначена для підключення оптичного кабелю, висота також вимірюється в юнітах. На рис. 1.7 показаний зовнішній вигляд волоконно-оптичної комутаційної панелі на 24 порти.



Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд волоконно-оптичної комутаційної панелі

8. *Організатор* – призначений для укладання з'єднувальних і комутаційних шнурів. Часто є складовою частиною конструкції комутаційної панелі. Якщо організатор використовується як окремий пристрій, то його висота становить 1 юніт.

9. *Телекомунікаційна розетка* – це елемент, яким закінчується горизонтальна підсистема, і який призначений для інсталяції модулів *RJ-45* або оптичних коннекторів.

10. *Y-розгалужувачі* – призначені для надання декількох сервісів на один порт телекомунікаційної розетки, встановлюється як з боку розетки, так і з боку комутаційної панелі у кросовій.

11. *Телефонні кроси* – призначені для організації телекомунікаційних мереж передавання голосу й даних по телефонних каналах.

Обладнання різних виробників має низку своїх особливостей, які відрізняють його від обладнання інших брендів, це приводить до того, що кожна СКС має свою специфіку, яка властива тільки СКС, створених на обладнанні певного виробника. Кількість виробників обладнання для кабельних систем у світі досить значна, тільки на території України сьогодні можна нарахувати до декількох десятків різних компаній. Така ситуація приводить до того, що не дивлячись на повну відповідність параметрів обладнання різних виробників вимогам стандартів, необхідно знати конструктивні особливості та особливості монтажу обладнання того чи іншого виробника.

Контрольні питання

1. Поясніть термін «Структурована Кабельна Система».
2. Що означають терміни «система», «кабельна» й «структурована»?
3. У чому полягає відмінність структурованої кабельної системи від кабельної системи?
4. Назвіть основні принципи СКС.
5. Що означає принцип трьох В?
6. З яких елементів складається СКС?
7. Назвіть основні компоненти СКС, дайте їх характеристику.
8. Поясніть, чому не бажано створювати СКС на базі обладнання від різних виробників.

Розділ 2 СТАНДАРТИ СКС

2.1 Базові стандарти СКС

Сьогодні всі питання, які стосуються проектування, експлуатації та тестування Структурованої Кабельної Системи чітко описані в низці стандартів. Стандарти визначають структуру та параметри слабкострумівих кабельних систем у будинках. Універсальна телекомунікаційна інфраструктура будинку призначена для передавання трафіка будь-якого типу, включаючи голосовий трафік, трафік даних і відео трафік. Вимоги щодо рівня безпеки (електричної, пожежної тощо) та щодо електромагнітної сумісності (ЕМС) визначаються допоміжними стандартами. Положення базових стандартів СКС погоджені з нормами безпеки та ЕМС. Існує три найбільш знакові стандарти, які визначають вимоги до СКС. Базовими стандартами структурованих кабельних систем є:

- Американський стандарт – ANSI/TIA/EIA-568-C.x Стандарт телекомунікаційних кабельних систем комерційних будинків;
- Міжнародний стандарт – ISO/IEC 11801 2-га редакція. Інформаційні технології. Структурована кабельна система для приміщень замовника;
- Європейський стандарт – EN 50173-1 2-га редакція. Інформаційні технології. Структуровані кабельні системи.

В загальному випадку, частіше за все використовують міжнародний та американський стандарти. Це пояснюється тим фактом, що робота зі створення міжнародного й європейського стандартів проводилася практично однією ж ініціативною групою, внаслідок чого міжнародні та європейські стандарти збігаються практично буквально.

У літературі часто для позначення вищезазначених стандартів застосовується термін – базовий стандарт. Це пов'язане з тим, що дані стандарти описують основні терміни й вимоги до СКС, до її архітектури, принципів проектування – тобто базові вимоги. Цілком зрозуміло, що один

стандарт не може охопити та описати всі аспекти створення й експлуатації такого складного об'єкта, як СКС, тому кожний з базових стандартів має ще й низку супутніх стандартів, кожний із яких докладно описує ті чи інші питання стосовно СКС, процесу її проектування, інсталяції та експлуатації.

Як правило, стандарти обновляються (перевидуються) раз на п'ять років, до нової редакції стандарту включаються всі додатки, доповнення та виправлення, випущені з моменту публікації попередньої версії стандарту.

2.2 Історія створення та розвитку стандартів СКС

Ідея створення СКС

Ідея створення універсальної кабельної системи для побудови інформаційних офісних мереж була запропонована американською корпорацією IBM у 80-х роках минулого сторіччя. У той час тільки починали розвиватися мережеві технології передавання даних, які вимагали наявності відповідним чином організованого фізичного середовища передавання. Компанія IBM розробила та активно просуvala на ринок мережну технологію Token Ring. Саме для цієї технології у 1985 році була запропонована перша версія кабельної системи забезпечення життєздатності різних терміналів, серверів мереж формату Token Ring. Потенційні можливості такої кабельної системи були суттєво ширше порівняно з аналогами від інших компаній за рахунок впровадження у структуру елементів, які забезпечували передавання телефонних сигналів. Кабельна система IBM поділяла кабелі для організації мережі на дев'ять типів. У табл. 2.1 представлена класифікація кабелів у відповідності зі специфікацією IBM.

Таблиця 2.1 – Типи кабелів по специфікації IBM

Тип кабелю	Конструкція
Тип 1	Дві екрановані виті пари з монолітних провідників (22 AWG, 150 Ом) у загальному зовнішньому екрані
Тип 2	Дві екрановані (22 AWG, 150 Ом) і чотири неекрановані (22 AWG, до 1 МГц) виті пари з монолітних провідників у загальному зовнішньому екрані

Продовження таблиці 2.1

Тип кабелю	Конструкція
Тип 3	Чотири неекрановані (22 або 24 AWG, до 1 МГц) виті пари з монолітних провідників
Тип 4	Неспецифікований
Тип 5	Два багатомодових оптичних волокна
Тип 6	Комутаційний кабель. Дві екрановані виті пари з багатожильних провідників (26 AWG) у загальному зовнішньому екрані
Тип 7	Неспецифікований
Тип 8	Плоский кабель для прокладання під килимовими покриттями. Дві не перевиті екрановані пари з монолітних провідників (26 AWG)
Тип 9	Дві пари з монолітних провідників (26 AWG)

Як видно з таблиці, специфікація була тільки для 7 типів кабелю, інші були зарезервовані для подальшого розвитку. Найбільше розповсюдження отримали кабелі типу 1 та 6.

Запропонована IBM кабельна система не отримала значного розповсюдження, у першу чергу через високу вартість та труднощі інтегрування в різні мережні системи (через нестандартний хвильовий опір самих провідників кабелів). Крім того, IBM намагалися зосередити специфікації безпосередньо на продукти власної марки, що також відіграло свою негативну роль.

Проте ідея створення універсальної кабельної системи була настільки вдалою, що в 1985 році Асоціація електронної промисловості США (Electronic Industries Association – EIA) розпочала розробку стандарту для телекомунікаційних кабельних систем будинків.

Американські стандарти СКС

Для розробки національного стандарту на побудову СКС було створено декілька робочих груп, які займалися питаннями стандартизації кабельної

системи. Кожна група вирішувала питання стандартизації певного напрямку, усього було створено сім груп:

- TR-41.8.1 – робоча група з кабельних систем офісних і промислових будинків;
- TR-41.8.2 – робоча група з кабельних систем житлових будинків та будинків офісного типу з низьким коефіцієнтом використання корисної площі;
- TR-41.8.3 – робоча група з кабельних каналів для телекомунікаційних кабелів;
- TR-41.8.4 – робоча група з магістральних кабельних систем житлових будинків та будинків офісного типу з низьким коефіцієнтом використання корисної площі;
- TR-41.8.5 – робоча група з формалізації термінів та визначень;
- TR-41.7.2 – робоча група з заземлення;
- TR-41.7.3 – робоча група з електромагнітної сумісності.

У 1988 році до роботи зі стандартизації підключилася Асоціація телекомунікаційної промисловості США (Telecommunications Industry Association – TIA). У жовтні 1990 року був затверджений перший американський стандарт СКС – TIA/EIA–569 «Стандарт комерційних будинків на кабельні шляхи телекомунікаційних кабелів». Незадовго до прийняття стандарту TIA/EIA–569 наприкінці 1989 року Underwriters Laboratories (UL) разом з компанією Anixter запропонували нову класифікацію мідних кабелів на базі витієї пари. В її основу було закладено поняття «рівень». У загальному контексті під рівнем розумівся розподіл кабелів по максимальній смузі пропускання сигналу. Класифікація рівнів наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація кабелів на базі витієї пари за рівнями

Тип кабелю	Максимальна частота сигналу	Типові застосування
Рівень 1	Немає вимог	Ланцюги живлення та низькошвидкісний обмін даними
Рівень 2	До 1 МГц	Голосові канали зв'язку, системи безпеки

Продовження таблиці 2.2

Тип кабелю	Максимальна частота сигналу	Типові застосування
Рівень 3	16 МГц	Локальні мережі Token Ring і Ethernet (10 Base-T)
Рівень 4	До 20 МГц	Локальні мережі Token Ring і Ethernet (10 Base-T)
Рівень 5	До 100 МГц	Локальні мережі зі швидкістю передавання даних до 100 Мбіт/с

Прийнятий стандарт TIA/EIA-569 не враховував усіх особливостей кабельної системи, як складного об'єкта, тому робочі групи продовжили процес стандартизації. Як результат, у липні 1991 року був затверджений новий стандарт TIA/EIA-568 “Стандарт телекомунікаційних кабельних систем комерційних будинків”. Цей документ визначав структуру кабельної системи та вимоги до характеристик кабелів та рознімів, які могли бути застосовані для створення СКС. Для монтажу системи допускалося використання кабелів з неекраниваних витих пар з хвильовим опором 100 Ом і екраниваних витих пар з опором 150 Ом, а також 50-омних коаксіальних кабелів та багатомодових волоконно-оптичних кабелів.

У листопаді 1991 року вийшло друком доповнення до стандарту у вигляді технічного бюлетеня TIA/EIA TSB-36. У цьому документі вперше вводилося поняття категорій кабелів з неекраниваних витих пар. При цьому категорія кабелю відповідала рівням з класифікації UL і Anixter (табл. 2.2). Фактично відбулася тільки зміна терміна й класифікація за рівнями перестала застосовуватися. Перші два рівні витих пар для низькошвидкісних застосувань у бюлетені TSB-36 неспецифіковані.

В іншому доповненні до стандарту TIA/EIA-568 – технічному бюлетені TIA/EIA TSB-40 були визначені додаткові специфікації на рознім для кабелів з неекраниваних витих пар. Вони також підрозділялися на категорії 3, 4 і 5.

Бюлетень пропонував використовувати розніми категорій не нижче за категорію кабелю, на який вони встановлювалися.

У жовтні 1995 року вийшла друком друга редакція стандарту TIA/EIA-568 – TIA/EIA-568-A, що містила у собі всі основні положення технічних специфікацій бюлетенів TSB-36 і TSB-40. Найбільш суттєві відмінності від попереднього документа полягали в тому, що застосування коаксіального кабелю не рекомендувалося для створювання нових СКС; одночасно було дозволене використання одномодових волоконно-оптичних кабелів у магістральних підсистемах.

У січні 1993 року був ухвалений ще один важливий допоміжний стандарт – TIA/EIA-606 «Стандарт на адміністрування телекомунікаційної інфраструктури комерційних будинків». Стандарт визначає правила ведення документації по СКС на етапі експлуатації, а саме маркування, ведення записів, правила оформлення схем, звіти тощо. Документ рекомендує ведення документації в електронному виді.

Ще один суміжний стандарт – TIA/EIA-607 – був прийнятий у серпні 1994 року. Він містить у собі вимоги до заземлення та електричних систем будинків. Традиційно основним призначенням систем заземлення було забезпечення безпеки експлуатації електроустановок, тобто захист людини від ураження електричним струмом. Стандарт TIA/EIA-607 визначає додаткові вимоги до організації систем заземлення, виконання яких є необхідною умовою забезпечення ефективного й надійного передавання електричних сигналів СКС.

В 2001 році був розроблений і затверджений новий варіант стандарту, що отримав назву TIA/EIA-568-B. Даний стандарт відрізнявся від попередніх тим, що в ньому додавалося дві нові категорії кабелю – 6 і 7 та вилучалися 1, 2 та 4 категорії. Також даний стандарт задавав фіксовану схему організації кабельного тракту на основі моделі із чотирма точками комутації. Крім того, даний стандарт дозволяв використання оптичних кабелів з параметрами 50/125 мкм.

У 2008 році була прийнята нова редакція американського стандарту TIA/EIA-568-C.x, яка описувала усі зміни, що відбулися у світі кабельних систем за період з 2001 по 2008 роки. Головною відмінністю стандарту є додавання двох нових категорій для мідного кабелю – категорії 6A й 7A, які дозволяють забезпечувати роботу застосувань на швидкостях до 10 Гбіт/с.

Документи TIA/EIA-568-C.x, TIA/EIA-568-A/B, TIA/EIA-569, TIA/EIA-606 та TIA/EIA-607 є національними стандартами США. Повний перелік американських стандартів, які використовуються при проектуванні, монтажі та експлуатації СКС, наведений у додатку А.

Міжнародний і європейський стандарти

Розробкою міжнародного стандарту займалося дві організації – міжнародна організація стандартизації ISO й інтернаціональна електротехнічна комісія IEC. У рамках цих двох організацій був створений Технічний об'єднаний комітет ISO/IEC JEC1, який спеціалізується в області інформаційних технологій. Саме даний комітет і займався розробкою стандарту для СКС.

З цілком зрозумілих причин, міжнародний стандарт був розроблений і затверджений набагато пізніше, ніж американський. Перша редакція міжнародного стандарту СКС була розроблена й затверджена тільки у 1995 році. Прийнятий стандарт був названий ISO/IEC 11801 – “Інформаційні технології. Структурована кабельна система для приміщень замовника”.

В основі розробленого стандарту лежав американський стандарт TIA/EIA-568, разом з тим у стандарті також є безліч різних доповнень. Проте доповнення здебільшого стосувалися трактування тих або інших термінів і в цілому не змінювали технічні параметри СКС.

Стандарт ISO/IEC 11801 описує загальні принципи побудови СКС, вимоги до компонентів СКС, параметри підсистем СКС, вимоги до кабелів і т. ін. У стандарті відбувався розподіл усіх застосувань на чотири класи – А, В, С, D і визначалися вимоги до кабельних трактів для кожного класу. Також у

даному документі стандартизувалися довжини всіх складових кабельного тракту та стандартизувалася сама модель побудови такого тракту.

Далі в 1998 – 2002 роках ISO/IEC розробила й затвердила декілька допоміжних стандартів. Стандарт IEC 61935-1 “Тестування симетричних телекомунікаційних кабельних систем відповідно до ISO/IEC 11801. Частина 1 – Кабельні системи” визначає правила тестування мідних кабелів на відповідність вимогам, закладених у міжнародному стандарті.

Стандарт ISO/IEC TR 14763-1 “Інформаційні технології. Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 1 – Адміністрування” визначає процес адміністрування СКС і окремих її елементів.

Стандарт ISO/IEC TR 14763-2 “Інформаційні технології. Створення й експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 2 – Планування та монтаж” описує процес проектування та монтажу СКС.

Стандарт ISO/IEC TR 14763-3 “Інформаційні технології. Створення й експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 3 – Виміри оптично волоконних кабелів” присвячений питанням тестування оптичних кабелів.

Стандарт ISO/IEC 18010 “Інформаційні технології. Кабельні шляхи та приміщення” описує більше детальні вимоги до організації кабельних трас.

Наприкінці 2002 року була розроблена й затверджена друга редакція міжнародного стандарту ISO/IEC 11801, що трохи відрізнялася від першої редакції. У першу чергу зміни торкнулися моделі кабельного тракту. У першій редакції стандарту в якості основної моделі використалася модель із трьома точками комутації, у новій редакції як базова модель використовується модель із чотирма точками комутації. Також у другій редакції стандарту було введено два нових класи застосувань E і F.

Необхідно відзначити, що між першою й другою редакцією основного стандарту лежить часовий інтервал у сім років. Це стосується як міжнародного, так і американського стандартів і пов'язане з тим, що в 1997-1998 роках була розроблена нова технологія, яка передбачала передавання інформації на

гігабітних швидкостях (Gigabit Ethernet). Цілком очевидно, що для забезпечення роботи нової технології потрібні нові кабельні тракти з більш високими технічними характеристиками. Тому розробка нових категорій компонентів (6 і 7 в американському стандарті) і нових класів застосувань (E і F у міжнародному стандарті) для побудови кабельних каналів була розпочата також в 1998 році, і вони були орієнтовані на підтримку роботи нової технології. Проте, по-перше, затягся процес стандартизації самої технології Gigabit Ethernet; по-друге, паралельно із цією технологією розпочали розробляти та стандартизувати нову технологію 10Gigabit Ethernet (забезпечує передавання інформації на швидкостях до 10 Гбіт/с). Тому нові редакції стандартів були прийняті тільки в 2001-2002 роках. Через такий великий часовий розрив виникла наступна ситуація – були розроблені застосування, які працюють на гігабітних швидкостях, створена технологія передавання, що забезпечує гігабітну швидкість, але відсутнє стандартизоване фізичне середовище передавання, яке здатне забезпечити роботу застосувань на гігабітних швидкостях. У зв'язку з цим багато компаній виробників обладнання для структурованих кабельних систем були змушені розробляти свої внутрішні стандарти для гігабітних застосувань, не чекаючи випуску офіційних стандартів. Більшість таких стандартів були створені в США, в цілому вони відомі як покращена 5 категорія (у міжнародному стандарті клас D) – категорія 5e. За основу були взяті стандартні характеристики 5-ої категорії, які були покращені й адаптовані для роботи з застосуваннями на гігабітних швидкостях.

Основна відміна між категорією 5 і категорією 5e полягає в першу чергу в розширенні смуги пропускання зі 100 МГц до 125МГц. Через те, що категорія 5e отримала значну популярність, на її основі було створено багато СКС, організації зі стандартизації були змушені розширити технічну специфікацію для кабельних систем на базі категорії 5 (клас D) до параметрів категорії 5e. Проте назва категорії 5e так і не була зафіксована у стандартах, тому «офіційно» категорії 5e не існує.

Що стосується європейських стандартів створення СКС, то вони практично повністю ідентичні міжнародному стандарту, і відрізняються тільки в деякій термінології. Тому ми розглянемо лише назви цих документів. Першим був прийнятий стандарт EN 50173-1:1995 – Інформаційні технології – структуровані кабельні системи (1995 рік). В 2000 році затвердили стандарт EN 50173/A1:2000 – Інформаційні технології – структуровані кабельні системи. Дані стандарти є базовими європейськими стандартами СКС. Як у випадку з американським і міжнародним стандартами європейський стандарт також має низку супутніх стандартів, повний перелік яких наведений у додатку А.

В 2008 році було прийняте доповнення до стандарту ISO/IEC 11801, і стандарт був опублікований у редакції 2.1 – «ISO/IEC 11801: 2008-05 Information technology – Generic cabling for customer premises – Edition 2.1» (Інформаційні технології. Структурована кабельна система для приміщень замовників. Видання 2.1). Ця редакція стандарту містить у собі стандарт 2002 року та доповнення 1 від 2008 року. Основною відмінністю є введення двох нових класів застосувань для мідних кабелів – класів EA і FA.

2.3 Порівняльна характеристика стандартів

Стандарти СКС описують багато різних аспектів такого складного об'єкта, як кабельна система, і можуть бути корисні для наступних категорій користувачів:

- обслуговуючого персоналу, інсталяторів і власників СКС;
- дизайнерів (проектувальників, інженерів, архітекторів) СКС;
- розроблювачів активних мережних пристроїв (апаратури).

Будь-який стандарт СКС визначає вимоги до кабельної системи, які в загальному випадку охоплюють:

- структуру, топологію та мінімальну конфігурацію СКС;
- інтерфейси інформаційних розеток;
- електромагнітні характеристики та параметри окремих кабельних ліній і каналів;

- інсталяцію кабельної системи та варіанти її реалізації;
- електромагнітні характеристики компонентів кабельної системи, які необхідні для досягнення максимальних відстаней, визначених стандартом;
- процедури сертифікації та встановлення відповідності кабельної системи вимогам стандарту.

Незважаючи на те, що всі три базових стандарти СКС мають багато загального, між ними все-таки існує низка розходжень.

Найбільш помітною відмінністю є те, що американський стандарт оперує поняттям «категорія кабелю» (категорія 3, 5, 6, 6А, 7, 7А), а міжнародний та європейський поняттям «клас застосування» (клас А, В, С, D, E, EA, F, FA). У загальному випадку *категорія* – це набір параметрів електропровідного тракту передавання (лінії, каналу), обумовлений американськими стандартами СКС.

Клас – це градація застосувань з ефективною смуги частот, необхідної для їх роботи, обумовлена міжнародними і європейськими стандартами. Історично склалося так, що термін «категорія» застосовується як в американському стандарті, так і в міжнародному (європейському) стандартах, тільки в цьому випадку він використовується для градації мідних кабелів СКС. В американських стандартах СКС класифікація застосувань відсутня, розрізняють дві групи застосувань: мовні (телефонія) та інформаційні (передача даних). Відповідність класів застосувань категоріям кабелю наведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Відповідність класів застосувань і категорій кабелю

№ з/п.	Клас застосування	Категорія кабелю	Частота	Застосування	Примітки
1	А	3	16 МГц	Ланцюги дистанційного живлення, сигналізація	Застосування класу А визначені з частотою до 100 кГц. Раніше їм відповідає категорія 1
2	В			Телефонія, низько швидкісна передача даних	Застосування класу В визначені з частотою до 1 МГц. Раніше їм відповідає категорія 2

Продовження таблиці 2.3

№ з/п.	Клас застосування	Категорія кабелю	Частота	Застосування	Примітки
3	C			Передача даних, мережі Token Ring, Ethernet 10 Base T	
4	D	5 (5e)	100 МГц	Високошвидкісна передача даних, мережі ATM і Fast Ethernet 100Base	Категорія кабелю 5e не визначена у стандарті, але масово випускалася низкою виробників на підставі корпоративних стандартів, визначена із частотою 125 МГц
5	E	6	250 МГц	Передача даних на гігабітних швидкостях, мережі Gigabit Ethernet 1000BaseT	
6	EA	6A	500 МГц	Передача даних на гігабітних швидкостях, мережі 1000BaseT і 10GBaseT	Специфікація даної категорії дозволяє організувати роботу на гігабітних швидкостях на базі неекранованої витії пари з довжиною горизонтальної підсистеми до 90м.

Закінчення таблиці 2.3

№ з/п.	Клас застосування	Категорія кабелю	Частота	Застосування	Примітки
7	F	7	600 МГц	Передача даних на гігабітних швидкостях, мережі 10GBase T	Забезпечує роботу всіх існуючих застосувань. Кабель категорії 7 випускається тільки на базі екранованої витвої пари. Використовується специфічний не RJ-45 рознім
8	FA	7A	1000 МГц	Передача даних на гігабітних швидкостях 10GBaseT і 100GBaseT	Забезпечує роботу всіх існуючих застосувань. Кабель категорії 7A випускається тільки на базі екранованої витвої пари, використовується специфічний не RJ-45 рознім

Окремо стандарти визначають оптичні системи, які забезпечують передавання даних з високими швидкостями по оптичних кабелях. Як правило, такі системи визначені для часто 100 МГц і вище й практично не обмежені за шириною смуги пропускання.

Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 визначає чотири класи оптичних систем (застосувань):

- OF-300 – підтримує роботу застосувань як мінімум на 300 метрів;
- OF-500 – підтримує роботу застосувань як мінімум на 500 метрів;
- OF-2000 – підтримує роботу застосувань як мінімум на 2000 метрів;
- OF-5000 – підтримує роботу застосувань як мінімум на 5000 метрів.

Також в міжнародному стандарті визначено шість типів оптичних волокон для підтримки застосувань різних класів:

- OM1, OM2, OM3, OM4 – багатомодові оптичні волокна;
- OS1, OS2 – одномодові оптичні волокна.

Інші відмінності стандартів один від одного полягають здебільшого у деяких розходженнях у термінології та у переліку припустимої елементної бази для створення СКС. У табл. 2.4 наведені деякі відмінності між елементною базою та термінологією в міжнародному (європейському) й американському стандартах табл. 2.5.

Таблиця 2.4 – Відмінності в елементній базі стандартів

Тип стандарту	Американський	Міжнародний	Європейський
Тип екрана виті пари	Подвійний екран	Подвійний або одинарний екран	Подвійний або одинарний екран
Діаметр провідників, мм	0,511 – 0,643	0,40 – 0,65	0,40 – 0,60
Основний тип оптичного волокна	62,5/125	62,5/125	62,5/125
Використання оптичного волокна 50/125	Не рекомендується	Дозволено	Дозволено

Таблиця 2.5 – Відмінності у термінології стандартів

Міжнародний/ Європейський	Американський
Розподільник кампусу (Campus distributor)	Головний пункт комутації (Main cross-connect)
Зовнішня магістральна підсистема (Campus backbone subsystem)	Первинна магістральна підсистема (The first backbone subsystem)
Розподільник будинку (Building distributor)	Проміжний пункт комутації (Intermediate cross-connect)
Вертикальна (внутрішня магістральна) підсистема (Vertical subsystem)	Вторинна магістральна підсистема (The second backbone subsystem)
Розподільник (кросова) поверху (Floor distributor)	Горизонтальний пункт комутації (Horizontal cross-connect)

2.4 Стандарти СКС в Україні

В Україні сьогодні відсутній національний стандарт на СКС. Офіційно рекомендованим стандартом на побудову СКС на території України є міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 (у зв'язку із цим міжнародний стандарт буде розглядатися найбільш докладно). Це обумовлено наступними факторами:

1. Україна є членом Міжнародної організації зі стандартизації й Міжнародної електротехнічної комісії, отже, прийняті на міжнародному рівні документи стають і для неї нормативними. Тим більше, що зараз Україна інтегрується в розвитий світ і її національні норми приводяться у відповідність із міжнародними.

2. По-друге, відповідність продукту міжнародному стандарту є неодмінною умовою його продажу як на міжнародному, так і на внутрішньому ринках.

3. По-третє, національний стандарт Україна, якщо він з'явиться, швидше за все, буде підготовлений на основі міжнародного. Його випуск затримується з низки об'єктивних причин.

4. Що стосується стандартів Європейського Союзу, то Україна поки що не є його членом, тому документи ЄС не є для нас нормативними.

Для України також властива наступна особливість розвитку вітчизняних СКС – через те, що в Україні відсутній національний стандарт на СКС та, незважаючи на те, що офіційно рекомендованим є міжнародний стандарт, доволі часто застосовуються й норми з американського стандарту, тобто відбувається свого роду конвергенція стандартів. Можлива ситуація коли проект СКС розроблений відповідно до міжнародного стандарту, а обладнання на якому реалізується проект розроблено відповідно до вимог американського стандарту.

Слід відзначити позитивні тенденції в області розробки національного стандарту СКС, а саме вихід двох національних нормативів з планування й

проектування телекомунікаційних об'єктів, затверджених Міністерством регіонального розвитку й будівництва України:

- ДСТУ Б А.2.4-40:2009 «Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Провідні засоби зв'язку. Умовні графічні позначення на схемах і планах»;

- ДСТУ Б А.2.4-42:2009 «Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Провідні засоби зв'язку. Робочі креслення».

Дані нормативи призначені для складання проектної документації багатьох телекомунікаційних систем, у тому числі й СКС. Інформація про СКС у даних документах підготовлена на основі міжнародного стандарту ISO/IEC 11801. Поява цих стандартів характеризує новий етап розвитку ринку СКС України. Ці нормативні документи на державному рівні визначають СКС як провідний засіб зв'язку (раніше СКС відносили до ЛВС, автоматизованих систем). Також СКС отримала певну «рівноправність» з іншими інженерними системами будинку (освітлення, водопровід і каналізація, опалення, вентиляція і т. ін.). І саме головне, дані документи є національними стандартами, загальними для всіх, що істотно полегшує процес розробки (проектування) й інсталяції СКС.

Крім базових стандартів СКС і розглянутих ДСТУ Б А.2.4-40:2009 і ДСТУ Б А.2.4-42:2009 в Україні для проектування й монтажу СКС також застосовуються стандарти й норми із суміжних областей, наприклад такі, як:

- ВБН В.2.2-45-1-2004 «Проектування телекомунікацій. Лінійно-кабельні спорудження»;

- ВСН 600-81 Інструкція з монтажу споруджень та пристроїв зв'язку, радіомовлення й телебачення;

- КНД 45-141-99 Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно-оптичних ліній зв'язку;

- КНД 45-189-2003 Керівництво з експлуатації лінійно-кабельних споруд місцевих мереж зв'язку;

– ДБН А.2.2-3-2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.

Контрольні питання

1. Назвіть базові стандарти СКС.
2. Який стандарт СКС був розроблений першим?
3. Яка компанія запропонувала ідею створення СКС і в якому році ?
4. Які організації розробляли американський стандарт СКС, і в якому році була випущена перша його редакція?
5. Назвіть міжнародний стандарт СКС.
6. Поясніть в чому основні відмінності між американським і міжнародним стандартами СКС.
7. Поясніть термін «категорія».
8. Поясніть термін «клас».
9. Поясніть, який зв'язок між класами та категоріями.
10. Поясніть що таке категорія 5е, у чому причина її появи та чому вона не описана в стандартах.
11. Опишіть існуючі класи застосувань і категорії кабелів.
12. Перелічіть основні відмінності стандартів у термінології.
13. Який стандарт СКС і чому є діючим на території України?
14. Які стандарти застосовуються для створення та експлуатації СКС в Україні?

Розділ 3 АРХІТЕКТУРА СКС

3.1 Топологія і структура СКС

В основі будь-якої інформаційної системи або мережевої технології лежить таке поняття як архітектура. СКС в цьому випадку не є виключенням. У даному розділі буде розглянута архітектура СКС та її складові елементи. Здебільшого даний аспект практично збігається в усіх трьох стандартах, але як відзначалося вище, більш докладно ми будемо розглядати архітектуру СКС з позиції міжнародного стандарту ISO/IEC 11801, але при цьому будемо відзначати особливості присутні американському стандарту.

Структурована кабельна система проектується й будується з певної низки функціональних компонентів. Усього існує чотири групи таких компонентів:

- кабелі (мідні й оптичні);
- розподільчі пристрої (кросові блоки й комутаційні панелі);
- інформаційні з'єднувачі (модулі, розніми);
- точки консолідації.

Ніяких інших *функціональних* елементів СКС не містить. Для побудови реальної кабельної системи потрібно багато інших *додаткових* елементів, таких, як шафи й стійки, кабельні канали й лотки, монтажні інструменти й пристосування, спеціалізовані вимірювальні прилади і т. ін. Проте, ці додаткові компоненти не є функціональними елементами СКС, хоча й впливають, в остаточному підсумку, на деякі характеристики СКС. У групах функціональних компонентів відсутні комутаційні шнури (патч-корди), які використовуються для з'єднання кабелів СКС. Це пояснюється просто, з'єднувальний шнур являє собою комбінацію двох окремих функціональних компонентів – кабелю та двох інформаційних рознімів. Електромагнітні параметри, якість і надійність комутаційних шнурів впливають на експлуатаційні характеристики конкретної СКС. У зв'язку з цим, виробники СКС, для дотримання гарантійних зобов'язань

і підтримки своєї репутації, забороняють використання саморобних комутаційних шнурів у СКС.

Сьогодні у стандарті як основна топологія СКС визначена ієрархічна деревоподібна топологія, яку також називають ієрархічною зіркою. Вибір ієрархічної деревоподібної топології обумовлений у першу чергу простотою реалізації й відносно низькою вартістю її реалізації. Вузли топологічної структури СКС є технічні приміщення (апаратні й кросові). Якщо перша редакція американського стандарту припускала створення СКС тільки в межах одного будинку, то перша редакція міжнародної й наступної редакції американського стандарту розширили область застосування СКС на групу будинків. У міжнародному стандарті така група будинків називається кампусом. Саме слово «кампус» використовується для позначення університетських студентських городків в Америці та Європі, які являють собою групу будинків розташованих близько один до одного. У сучасній СКС у загальному випадку виділяється три рівні ієрархії – рівень групи будинків, рівень будинку та рівень поверху. На рис. 3.1 зображена загальна структурна схема топології СКС.

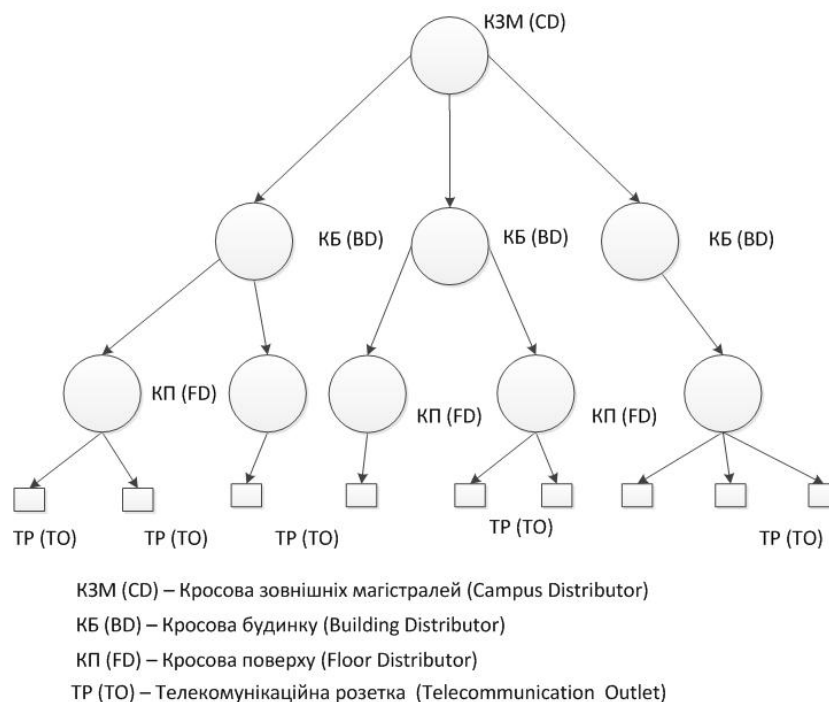
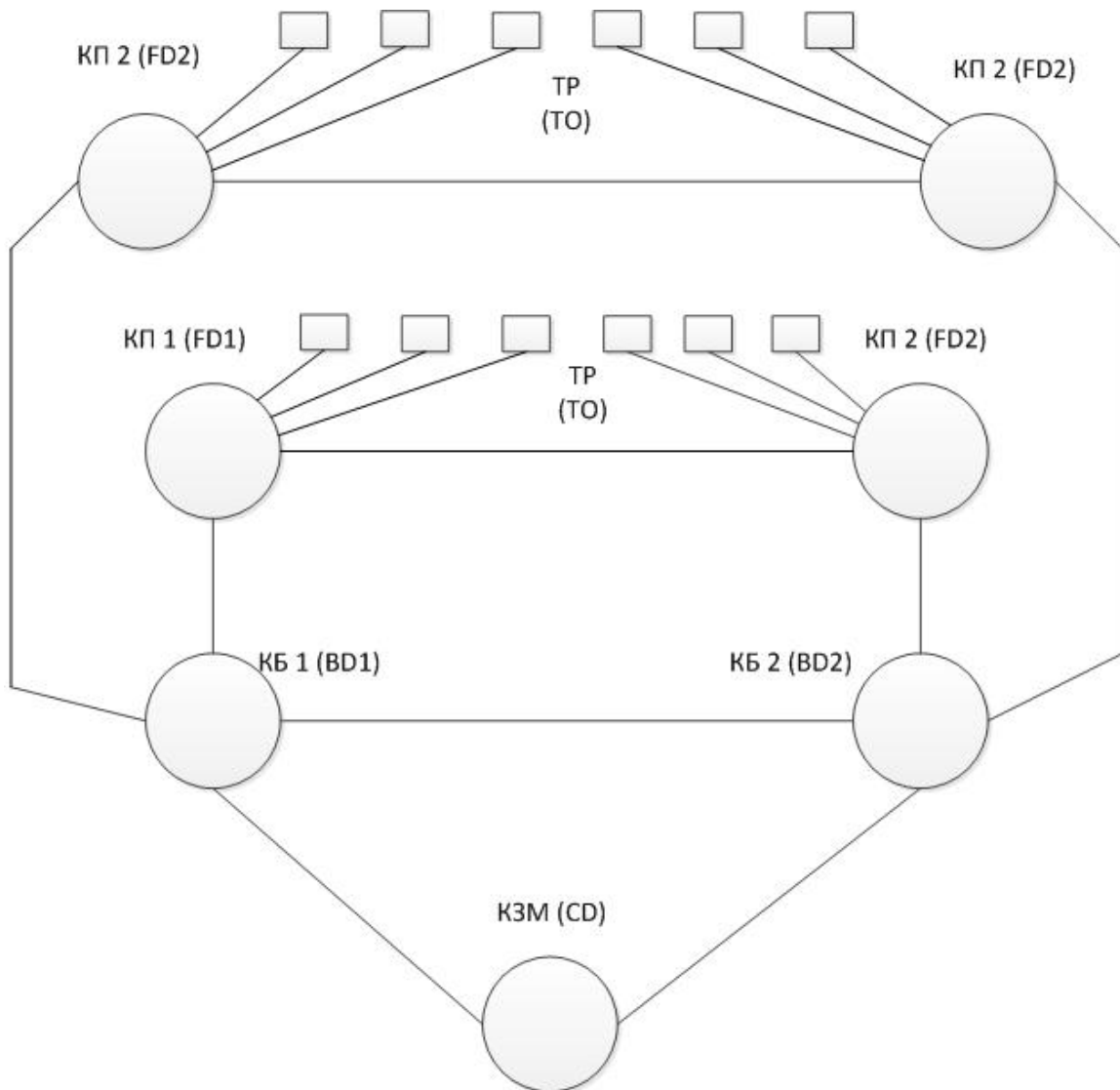


Рисунок 3.1 – Структурна схема СКС

Крім топології «ієрархічна зірка» стандарт дозволяє використовувати коміркову топологію, яка має більш високий ступінь надійності, але разом з тим й більш високу вартість. Це пов'язано з тим, що вона характеризується наявністю додаткових надлишкових кабельних з'єднань (трактів). На рис. 3.2 зображена коміркова топологія СКС.



КЗМ (CD) – Кросова зовнішніх магістралей (Campus Distributor)
 КБ (BD) – Кросова будинку (Building Distributor)
 КП (FD) – Кросова поверху (Floor Distributor)
 ТР (TO) – Телекомунікаційна розетка (Telecommunication Outlet)

Рисунок 3.2 – Коміркова топологія СКС

Загальна структура СКС наведена на рис. 3.3.

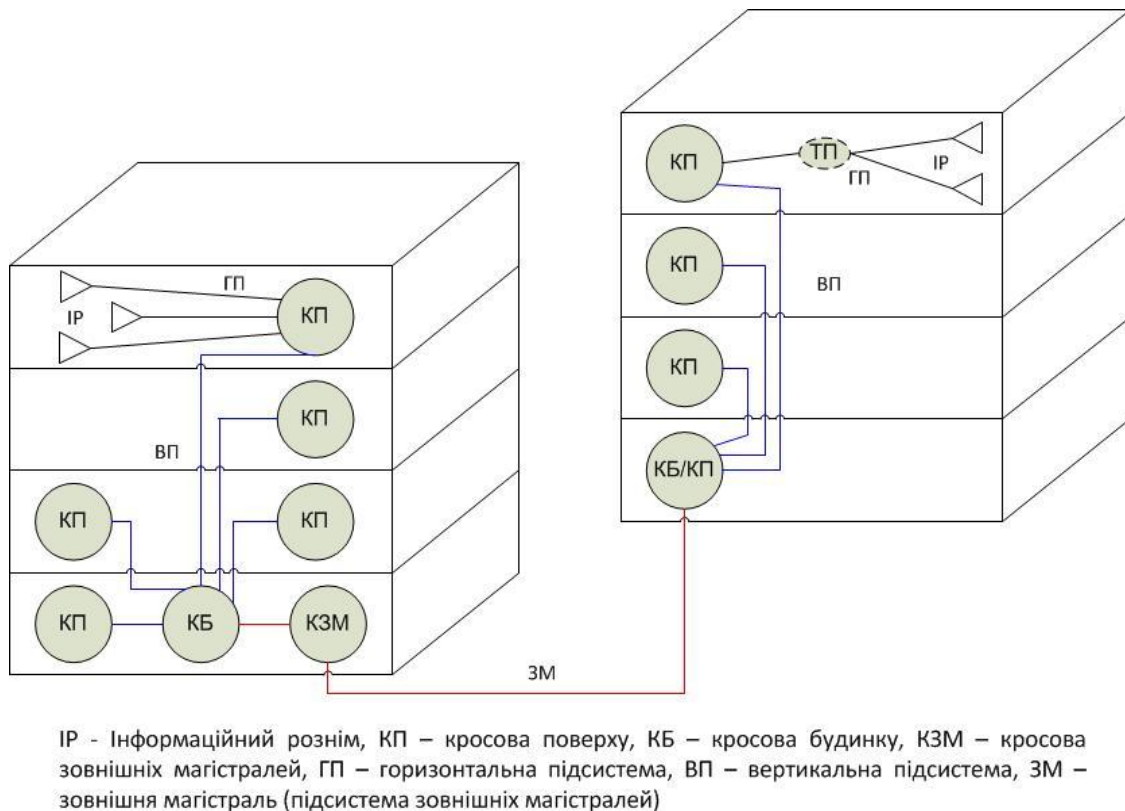


Рисунок 3.3 – Загальна структура СКС

Стандарт виділяє три рівні ієрархії СКС, і, як наслідок, три основні підсистеми СКС – зовнішня магістральна підсистема, внутрішня магістральна підсистема й горизонтальна підсистема. Крім основних підсистем також виділяється низка допоміжних підсистем СКС, серед яких найбільш значимі – це підсистема робочого місця, підсистема обладнання та підсистема адміністрування СКС.

3.2 Підсистеми СКС

Класична СКС містить три основних підсистеми:

- зовнішня магістральна підсистема;
- внутрішня магістральна підсистема;
- горизонтальна підсистема.

На рис. 3.4 наведені основні підсистеми СКС.

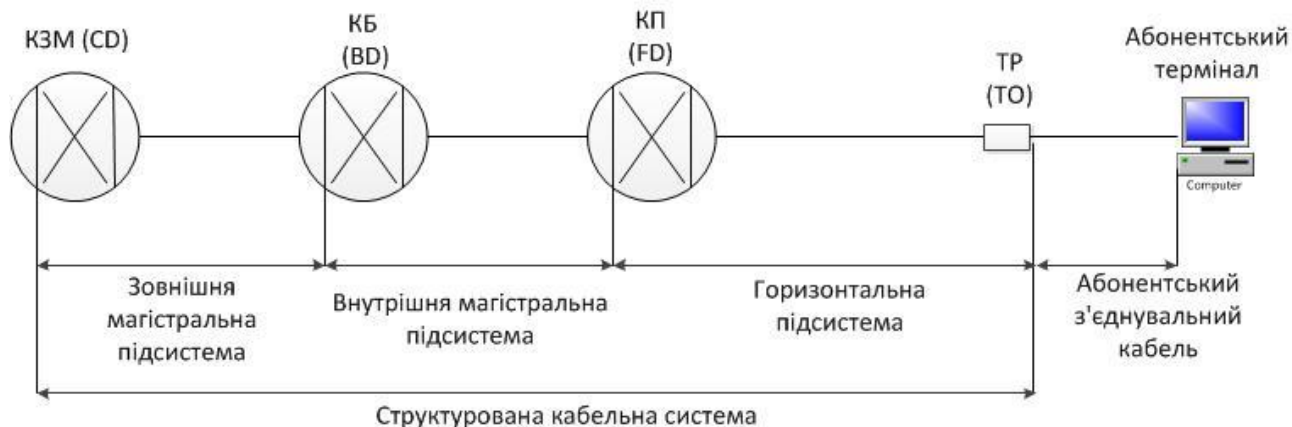


Рисунок 3.4 – Підсистеми СКС

Зовнішня магістральна (кампусна) підсистема, також її називають первинною магістральною підсистемою, складається із зовнішніх магістральних кабелів, які з'єднують кросову зовнішніх магістралей (КЗМ) з кросовими будинків (КБ), комутаційного обладнання у цих технічних приміщеннях до якого підключаються ці кабелі, а також комутаційних шнурів і/або перемичок у кросовій зовнішніх магістралей. Найчастіше для реалізації підсистеми зовнішніх магістралей як логічну топологію використовують топологію типу “кільце”.

Внутрішня магістральна підсистема, також її називають вторинна магістральна підсистема, складається з кабелів, прокладених усередині будинку, які з'єднують кросову будинку з кросовими поверхів, комутаційного обладнання підключеного до цих кабелів у кросовій будинку та кросових поверхів, а також комутаційних шнурів й/або перемичок у кросовій будинку. Найчастіше кабелі внутрішньої магістральної підсистеми прокладаються у вертикальній площині, у зв'язку з цим для даної підсистеми використовується більш розповсюджена назва – вертикальна підсистема СКС.

Горизонтальна підсистема складається з кабелів, що з'єднують кросову поверху з інформаційною розеткою на робочому місці, комутаційним обладнанням до якого дані кабелі підключаються в кросовій поверху,

комутаційних шнурів і/або перемичок у кросовій поверху, а також самих інформаційних розеток.

Три названі підсистеми відносяться до основних підсистем СКС, проте залежно від типу об'єкта проектування деякі з цих підсистем можуть бути відсутніми. Наприклад, якщо СКС монтується тільки для одного будинку, то підсистема зовнішніх магістралей буде відсутня, якщо ж СКС монтується тільки на одному поверсі, то будуть відсутні і вертикальна, і зовнішня магістральна підсистеми. Звідси можна зробити висновок, що у будь-який СКС завжди буде присутня горизонтальна підсистема СКС, а присутність двох інших підсистем залежить від масштабу проекту.

Крім основних підсистем СКС виділяється ще й низка допоміжних підсистем СКС, серед яких частіше за все використовують (ми відзначали вище):

- підсистему робочого місця;
- підсистему обладнання;
- підсистему адміністрування.

До підсистеми робочого місця відноситься – кінцеве обладнання користувача (комп'ютер, телефон, принтер, датчик охоронної сигналізації і т. ін.) та з'єднувальний шнур, який підключає обладнання до інформаційної розетки.

Як правило, проектування СКС починається саме з проектування підсистеми робочого місця. При проектуванні підсистеми робочого місця необхідно визначити площу, що виділяється на одне робоче місце, і конфігурацію робочого місця (тобто вказати кількість інформаційних розеток і телекомунікаційних портів у них, які будуть встановлені на одному робочому місці). Обидва параметри визначаються стандартом, але якщо конфігурація робочого місця визначена чітко, то площа, яка відводиться на одне робоче місце – ні. Стандарт встановлює наступні вимоги до підсистеми робочого місця – “На одне робоче місце необхідно встановлювати не менше однієї інформаційної розетки з двома портами, при цьому площа одного робочого

місця визначається національними санітарними нормами, але не може становити більш ніж 10 м²». Ніяких інших вимог до підсистеми робочого місця стандарт не висуває.

Підсистема обладнання складається з активного мережного обладнання, що може встановлюватися в технічних приміщеннях СКС і компонентів, які забезпечують підключення цього обладнання до СКС.

Підсистема адміністрування складається зі схеми прокладання кабелів, схем комутації для кожного технічного приміщення, журналів кабельних трас, а також елементів кольорового маркування й кодування та використовується для забезпечення максимально комфортного й ефективного управління СКС.

3.3 Моделі реалізації горизонтальної підсистеми СКС

У зв'язку з тим, що горизонтальна підсистема СКС присутня завжди, вона більш детально описана у стандартах. Коли стандарт описує горизонтальну підсистему СКС, він оперує двома поняттями:

1. Канал (Channel).
2. Постійна лінія (Permanent Link).

Канал – це тракт передачі між двома активними мережними пристроями (без врахування кінцевих рознімів). Наприклад, між комутатором робочої групи в кросовій поверху та комп'ютером на робочому місці. Стандарт визначає максимальну довжину каналу, що дорівнює 90 метрів плюс 10 метрів довжина з'єднувальних і комутаційних шнурів – разом довжина каналу становить 100 метрів.

Постійна лінія – це ділянка кабельної системи від кроса КП до телекомунікаційного розніму. Постійна лінія не містить у своєму складі з'єднувальних кабелів (патч-кордів) з обох кінців.

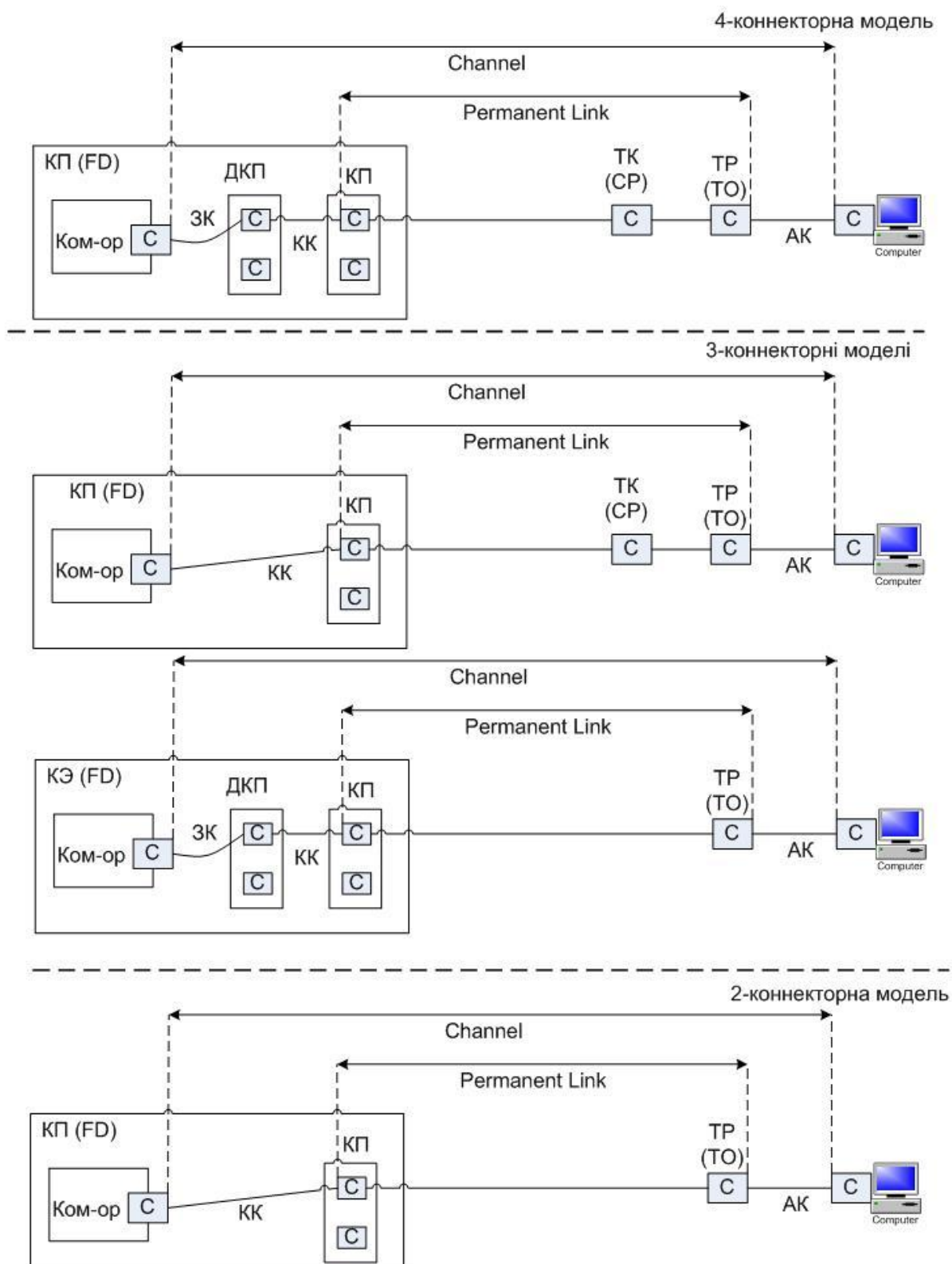
З цих двох визначень випливає, що канал включає до свого складу постійну лінію, але при цьому постійна лінія характеризується більшою стійкістю електричних характеристик.

Стандарт визначає, як основну модель горизонтальної підсистеми СКС 4-коннекторну модель (тобто модель, яка містить чотири точки комутації), крім 4-коннекторної моделі стандарт передбачає можливість використання 3- і 2-коннекторних моделей. Як точка комутації в 4-коннекторній моделі використовується комутаційна панель, дзеркальна комутаційна панель, точка консолідації або багатокористувальницька розетка та телекомунікаційна розетка. Дана модель є найбільш надійною моделлю побудови горизонтальної підсистеми СКС, але при цьому й найбільш надлишковою та дорогою. Якщо з 4-коннекторної моделі виключити точку консолідації (багатокористувальницьку розетку) або дзеркальну комутаційну панель, ми отримаємо 3-коннекторну модель, якщо будуть відсутні і точка консолідації і дзеркальна комутаційна панель, то ми отримаємо 2-коннекторну модель.

На рис. 3.5 показані всі можливі моделі побудови горизонтальної підсистеми СКС.

Варіанти побудови горизонтальної підсистеми СКС із застосуванням багатокористувальницьких телекомунікаційних розеток (MUTO – Multi User Telecommunication Outlet) та точок консолідації (CP – Consolidation Point) застосовуються у так званих відкритих офісах. Відкриті офіси – це робочі приміщення великої площі, які розподілені на секції меблями або легкими перегородками. Точка консолідації (переходу) – місце горизонтальної підсистеми, в якому виконується з'єднання двох кабелів різних типів (наприклад, круглого кабелю із плоским) або розгалуження багатопарного кабелю на декілька чотирипарних. У точці переходу забороняється підключення мережного обладнання та виконання комутації.

Багатокористувальницька розетка – це розетковий корпус з декількома телекомунікаційними рознімами (більше трьох), призначена для обслуговування групи користувачів у відкритому офісі.



КП (FD) – кросова поверху, Ком-ор – комутатор, С – з'єднання (connection), КП – комутаційна панель, ДКП – дзеркальна комутаційна панель, ЗК – з'єднувальний кабель, КК – комутаційний кабель, ТК (CP) – точка консолідації, ТР (TO) телекомунікаційна розетка, АК – абонентський кабель.

Рисунок 3.5 – Моделі побудови горизонтальної підсистеми СКС

3.4 Вимоги до технічних приміщень СКС

Більша частина активного й пасивного мережного обладнання розташовується у спеціально обладнаних приміщеннях називаних технічними або службовими приміщеннями СКС. У СКС розрізняють два типи технічних приміщень:

1. Апаратна – це технічне приміщення, в якому розміщується все комутаційне обладнання магістральних підсистем та обладнання колективного використання.

2. Кророва – являє собою службове приміщення, в яке вводяться кабелі підсистеми внутрішніх магістралей СКС і кабелі горизонтальної підсистеми, а також кабелі підсистеми зовнішньої магістралі. Кросові підрозділяються на кросову зовнішніх магістралей (КЗМ), кросову будинку (КБ) і кросові поверху (КП).

Число й вид підсистем СКС, при її інсталяції, залежать від географічних особливостей і розмірів території й будинків, а також від стратегії та можливостей власника СКС. Звичайним є наявність одного технічного приміщення на територію (кросова зовнішніх магістралей/апаратна), одного на будинок (кросова будинку) і одного на поверх (кросова поверху). Цілком природно, якщо є лише один будинок, то необхідність у повноцінній магістральній підсистемі відсутня. Якщо будинок має невеликі розміри, то може бути відсутня і необхідність у магістральній підсистемі будинку. Навпаки, якщо будинок або поверх мають великі розміри, то може знадобитися декілька кросових будинку або кросових поверху. Рекомендації з розташування технічних приміщень наведені у стандарті ISO/IEC TR 14763-2, а також у розділі 7.

Конструкція технічного приміщення повинна бути такою, щоб забезпечувалося виконання вимог на мінімальні довжини комутаційних шнурів і перемичок, а також шнурів обладнання, особливо це важливо в кросовій поверху. Ці мінімальні довжини повинні зберігатися протягом усього періоду

експлуатації СКС. Технічні приміщення повинні розташовуватися в просторі так, щоб не перевищувалися наступні значення довжини каналів:

- у горизонтальній підсистемі – 100 метрів;
- у каналах, що поєднують усі три підсистеми СКС – 2 000 метрів.

Додатково необхідно враховувати, що в апаратній розташовуються активні мережні пристрої колективного користування, а саме:

- сервери;
- офісні АТС;
- комутатори корпоративної мережі магістрального рівня;
- маршрутизатори;
- масиви дискової пам'яті.

Апаратна відноситься до об'єктів, які вимагають до себе підвищеної уваги з боку персоналу. Відповідно до вимог стандартів для забезпечення правильної експлуатації обладнання апаратна повинна бути забезпечена:

1. Системою протипожежної охорони.
2. Системою кондиціонування.
3. Системою контролю доступу.

Апаратна є центром інформаційної інфраструктури будинку й несе відповідальність за роботу всієї корпоративної мережі, а також за забезпечення взаємодії всіх кабельних трактів СКС.

3.5 Вимоги до каналів та ліній СКС

Діючі стандарти визначають, що знову створювана СКС повинна відповідати класу застосувань не нижче за клас D. Стандарт визначає, що лінії зв'язку СКС (канали) будуть відповідати вимогам певного класу застосувань при виконанні трьох умов:

1. Технічні характеристики всіх кабелів, рознімів та з'єднувальних шнурів цієї лінії відповідають вимогам цього класу/категорії або перевищують їх.

2. Лінія зв'язку спроектована з урахуванням вимог стандартів (тобто, дотримані обмеження на довжини кабелів, кількість точок комутації і т. ін.).

3. Монтаж ліній виконано відповідно до вимог стандартів.

При побудові СКС використовується наступне правило – лінія зв'язку (канал), організована на базі компонентів певної категорії, підтримує роботу всіх застосувань відповідного класу, а також застосувань більш низьких класів.

Одна з головних вимог до кабелів СКС та з'єднувальних шнурів (патч-кордів), які висуваються при проектуванні – це дотримання обмежень на довжину каналів у відповідності з вимогами стандарту.

На рис. 3.6 показані максимальні довжини кабелів і комутаційних шнурів у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801.

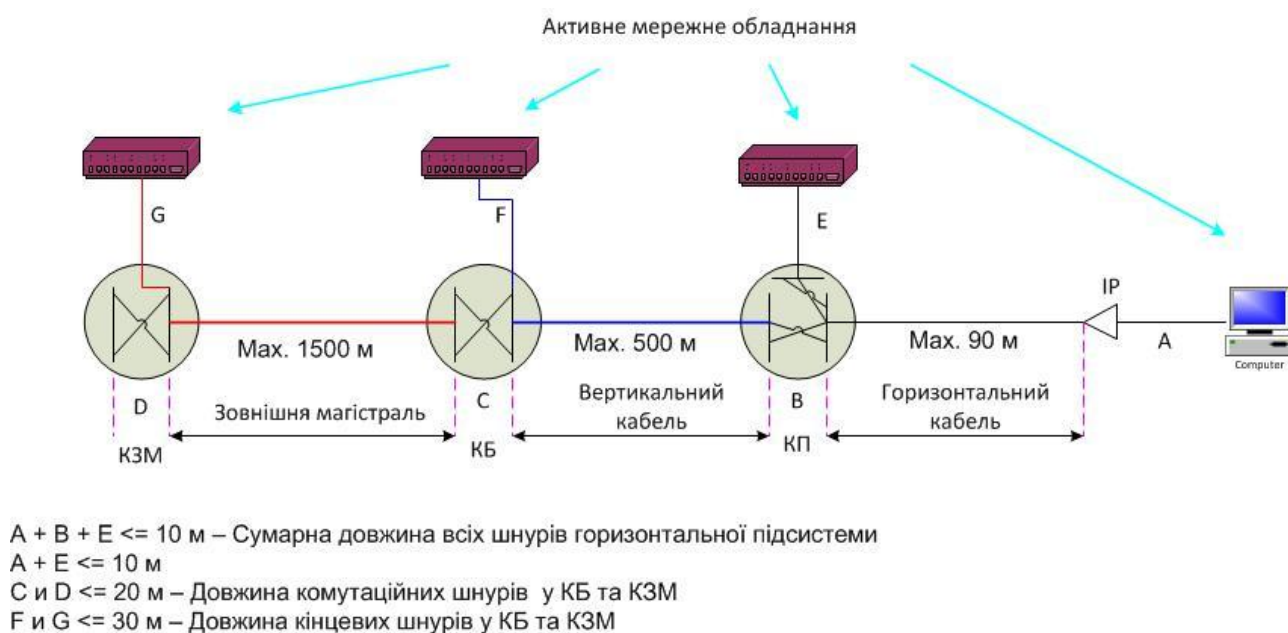


Рисунок 3.6 – Максимальні довжини кабелів і шнурів СКС у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801

Горизонтальна підсистема СКС утворена – горизонтальним кабелем між КП та інформаційною розеткою (IP) робочого місця, самим інформаційним рознімом, а також комутаційним обладнанням у КП до якого підключаються горизонтальні кабелі. До складу горизонтальної підсистеми також входять й

комутаційні шнури й/або перемички. Максимальна довжина кабелю горизонтальної підсистеми становить 90 метрів (для мідних кабелів і для оптичних), вибір такої довжини обумовлений тим фактором, що дані тракти повинні забезпечувати роботу застосувань типу Fast Ethernet. Додатково, стандарт ISO/IEC 11801, в залежності від типу моделі горизонтальної підсистеми СКС, накладає деякі обмеження на максимальну довжину кабельних трактів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Залежність максимальної довжини кабельних трактів від типу моделі горизонтальної підсистеми СКС

Модель горизонтальної підсистеми	Максимальна довжина кабельного тракту, м		
	Клас D (Категорія 5/5e)	Клас E/EA (Категорія 6/6A)	Клас F/FA (Категорія 7/7A)
2-коннекторна	109 – FX	107 – 3 – FX	109 – 2 – FX
3-коннекторна без ТК (точки консолідації)	107 – FX	106 – 3 – FX	106 – 3 – FX
3-коннекторна з ТК (точкою консолідації)	107 – FX – CY	106 – 3 – FX – CY	106 – 3 – FX – CY
4-коннекторна	105 – FX – CY	105 – 3 – FX – CY	105 – 3 – FX – CY
<i>Примітки:</i> С – довжина кабельного тракту до точки консолідації; F – сумарна довжина патч-кордів (абонентський кабель, комутаційний кабель, з'єднувальний кабель); X – коефіцієнт втрат при підключенні патч-кордів (X= 1,5 для неекранованого кабелю та X= 1,5 для екранованого кабелю); Y – коефіцієнт втрат при підключенні точки консолідації (X= 1,5 для неекранованого кабелю та X= 1,5 для екранованого кабелю)			

Підсистема внутрішніх магістралей (вертикальна підсистема) – містить кабелі, що з'єднують КП із КБ, підключеного до них комутаційного обладнання в КБ і КП, а також комутаційні шнури й/або перемички в КБ. Основне призначення вертикальної підсистеми – це об'єднання в єдине ціле поверхових

розподільників у єдине ціле в межах одного будинку. Максимальна довжина кабелів вертикальної підсистеми СКС становить 500 метрів за міжнародним стандартом і 300 метрів за американським стандартом.

Підсистема зовнішніх магістралей – містить кабелі, між КЗМ і КБ, підключене до них комутаційне обладнання у КЗМ і КБ, а також комутаційні шнури й/або перемички у КЗМ. Досить часто підсистема зовнішніх магістралей в якості топології використовує *топологию типу кільце*. Відповідно до міжнародного стандарту кабелі зовнішньої магістралі можуть мати максимальну довжину 1500 метрів. Додатково оговорюється, що максимальна довжина лінії між кросовою поверху КП та КЗМ не може перевищувати 2000 метрів (500 метрів вертикальна підсистема та 1500 метрів зовнішня магістраль). При використанні одномодового кабелю дане значення може бути збільшене до 3000 метрів, при цьому довжина зовнішньої магістралі становить 2500 метрів. Американський стандарт установлює довжину кабелів зовнішньої магістралі 1700 метрів і 2700 метрів для багатомодового та одномодового оптичного волокна відповідно.

У СКС використовуються наступні типи з'єднувальних шнурів (патч-кордів):

- *Комутаційний шнур* – призначений для комутації (з'єднання) між двома комутаційними панелями (патч-панелями).

- *Кінцевий шнур* – призначений для підключення активного мережного обладнання до комутаційної панелі.

- *Абонентський шнур* – призначений для підключення активного мережного обладнання користувача до інформаційного розніму СКС.

Максимальна довжина всіх шнурів, які застосовуються при організації трактів горизонтальної підсистеми, становить 10 метрів. Довжина комутаційних шнурів у КБ та КЗМ у відповідності зі стандартом становить 20 метрів, а довжина кінцевих шнурів не більше ніж 30 метрів.

3.6 Вимоги до інформаційних розеток і рознімів

Інформаційні розніми (ІР) це пристрої, на яких термінуються кабелі горизонтальної підсистеми СКС, що прийшли до робочого місця. Вони забезпечують можливість підключення абонентських шнурів і, відповідно, термінального обладнання.

У загальному випадку, рознім (рознімне з'єднання) складається з комбінації елементів, які використовуються для з'єднання двох кабелів або кабельних елементів. Рознім встановлюється:

- у розподільнику кампуса (кросової зовнішніх магістралей), забезпечуючи комутації магістралі будинку з магістраллю комплексу та активним обладнанням;
- у розподільнику будинку (кросової будинку), забезпечуючи комутації з магістраллю будинку та активним обладнанням;
- у розподільнику поверху (кросової поверху), забезпечуючи комутації між магістраллю будинку та горизонтальними кабелями, активним обладнанням;
- у точці переходу горизонтальної підсистеми (якщо вона є);
- у телекомунікаційній розетці.

Розніми повинні мати конструкцію, що здатна забезпечити:

- а) можливість комутації кабелями або перемичками та підключення обладнання;
- б) можливість маркування та адміністрування кабелів;
- в) можливість організації кабелів;
- г) можливість доступу для здійснення моніторингу або тестування кабелів і обладнання;
- д) розумний захист від фізичного ушкодження та інших видів впливу;
- е) щільність монтажу, що дозволяє ефективно використовувати простір, але не впливає на зручність організації й адміністрування кабелів;
- ж) засоби для екранування та заземлення, там де це необхідно.

Конструкція розніму повинна забезпечити його роботу в температурному діапазоні від -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Рознім повинен бути захищений від механічних ушкоджень та можливості прямого потрапляння вологи й інших речовин, що спричиняють корозію. Також конструкція розніма повинна забезпечити можливість організації (монтажу) додаткового захисту при застосуванні зовнішніх корпусів, технічні характеристики яких відповідають умовам навколишнього середовища.

При установці (монтажі) розніму необхідно забезпечити наступні фактори:

а) мінімальне спотворення переданого сигналу та ефективність екрана (в екранованих системах) – досягається правильною підготовкою кабелю, монтажем рознімів (відповідно до інструкцій виробника) й організацією кабелів;

б) достатнього простору для розміщення обладнання, що обслуговує кабельну систему, стійки та шафи повинні мати достатні проходи попереду, позаду та з боків для розміщення кабелів та доступу до них.

Додатково конструкція розніму повинна забезпечувати можливість маркування та кольорового кодування. Для дотримання послідовності й правильності інсталяції кабелю у рознімі застосовується кольорове маркування або алфавітно-цифрові позначення, які показують, який провідник необхідно підключити до того або іншого контакту. Також для того, щоб мати можливість визначити, який тип кабелю підключений, або який сервіс подається на даний інформаційний рознім необхідно, щоб конструкція розніму надавала можливість здійснювати маркування.

Контрольні питання

1. Які топології побудови СКС визначаються стандартом?
2. З яких основних підсистем складається СКС?
3. Які допоміжні підсистеми СКС існують?

4. Поясніть призначення основних підсистем СКС.
5. Поясніть призначення допоміжних підсистем СКС.
6. Поясніть поняття канал і базова лінія?
7. Які моделі для побудови горизонтальної підсистеми СКС визначені стандартом?
8. Яка модель побудови горизонтальної підсистеми СКС визначена як основна модель?
9. Які вимоги стандарт висуває до каналу та базової лінії СКС?
10. Які обмеження на довжину каналу (базової лінії) накладає стандарт?
11. Які типи з'єднувальних шнурів застосовуються в СКС?
12. Назвіть, які вимоги стандарт висуває до інформаційних розеток і рознімів.

Розділ 4 КАБЕЛІ СКС

4.1 Загальна характеристика кабелів СКС

Сучасна структурована кабельна система може містити кілька десятків і навіть сотень кілометрів кабелю. Переважна більшість цих кабелів прокладаються у середині будинку у складі горизонтальної підсистеми та підсистеми внутрішніх магістралей. Одним із способів підвищення техніко-економічної ефективності кабельних систем офісних будинків є мінімізація типів кабелів, що застосовуються для їх створення.

Для створення СКС стандарти дозволяють використовувати наступні типи кабелів:

- симетричні мідні кабелі на основі витой пари із хвильовим опором 100 Ом в екранованому та неекранованому виконанні;
- одномодові й багатомодові оптичні кабелі.

Мідні кабелі використовуються здебільшого для створення горизонтальної підсистеми. По них передаються як телефонні сигнали та дані низькошвидкісних застосувань, так і дані високошвидкісних застосувань. Застосування оптичних рішень у горизонтальній підсистемі також можливе, але поки що не так широко розповсюджено (це пов'язане з більш високою вартістю монтажу оптичних елементів і кабелів, а також з більш високою вартістю активного мережного обладнання). Підсистема внутрішніх магістралей створюється на базі як мідних, так і оптичних кабелів (електричні кабелі застосовуються для передавання, головним чином, телефонних сигналів, а оптичні кабелі забезпечують передавання даних високошвидкісних застосувань). Для створення зовнішньої магістралі застосовують, переважно, оптичні кабелі.

Коаксіальні кабелі не дозволені до використання стандартами. Це пояснюється низькою надійністю мереж, створених на їх основі, невисокою технологічністю та більш високою вартістю порівняно з кабелями на основі витих пар. Для забезпечення можливості роботи мережних пристроїв з

коаксіальним мережним рознімом (інтерфейсом) використовують спеціалізовані адаптери різних видів.

4.2 Мідні кабелі СКС

Для створення горизонтальної підсистеми стандартами допускається застосування екранованого й неекранованого кабелю типу вита пара. Екранований симетричний кабель має кращі електричні, а в деяких випадках і більш стійкі характеристики порівняно з неекранованим. Проте екранований кабель є дуже критичним до якості виконання монтажу й заземлення, має більшу вартість і гірші габаритно-вагові показники. Тому поки основним кабелем для передачі електричних сигналів у СКС, принаймні, в Україні, є кабелі на основі неекранованих витих пар. Як було відзначено вище, стандарти дозволяють створювати СКС на базі мідних кабелів із хвильовим опором 100 Ом. При цьому два останні різновиди кабелів часто мають помітно кращі характеристики. Проте через цілу низку причин технічного й економічного плану вони не отримали значного розповсюдження в Україні.

Окрім розподілу на дві групи – неекрановані й екрановані, екрановані мідні кабелі ще поділяються на підгрупи (залежно від типу екрана) – з загальним або індивідуальним екраном. У першій редакції міжнародного стандарту визначалося 4 класи (групи) мідних кабелів на основі витиї пари, опис і коротка характеристика цих класів наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Первісна класифікація мідних кабелів

№ з/п.	Маркування кабелю	Опис
1	UTP	Неекранована вита пара.
2	FTP	Екранована вита пара, загальний екран з алюмінієвої фольги
3	S-FTP	Екранована вита пара, подвійний загальний екран з металевого обплетення (зовнішній) та з алюмінієвої фольги (внутрішній)
4	S-STP	Екранована вита пара, загальний екран з металевого обплетення й індивідуальний екран з алюмінієвої фольги для кожної пари провідників

Маркування мідних кабелів, наведене в табл. 4.1, не дозволяє чітко визначити, який тип екрана реалізований у кабелі, у зв'язку з цим, у другій редакції стандарту вона була змінена, і сьогодні використовується у тому вигляді, який наведено на рис. 4.1.

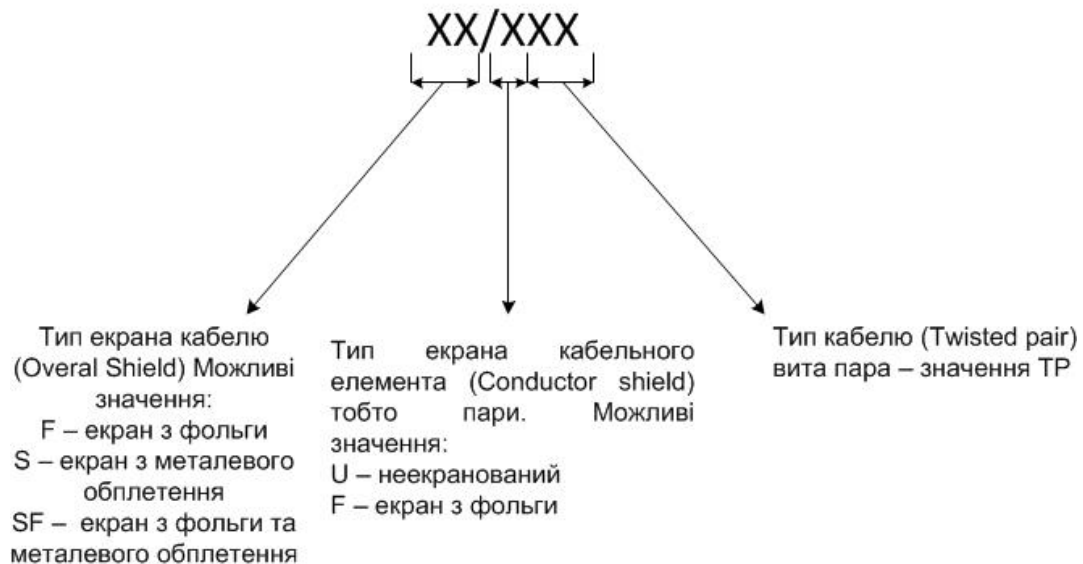


Рисунок 4.1 – Нова схема маркування мідних кабелів.

У табл.. 4.2 наведено відповідності старого маркування мідних кабелів новому.

Таблиця 4.2 – Відповідність маркування кабелів

Старе маркування	Нове маркування	Опис
UTP	U/UTP	Неекранована вита пара.
FTP	F/UTP	Екранована вита пара, загальний екран з алюмінієвої фольги
S-FTP	SF/UTP	Екранована вита пара, подвійний загальний екран з металевого обплетення (зовнішній) та алюмінієвої фольги (внутрішній)
S-STP	S-FTP	Екранована вита пара, загальний екран з металевого обплетення й індивідуальний екран з алюмінієвої фольги для кожної пари провідників

Ще одним параметром, який характеризує мідні кабелі, є діаметр провідників кабелю, що вимірюється в AWG. AWG – це американський калібр проводу, AWG (англ. American Wire Gauge), при цьому, чим більше цифра калібру, тим тонше провід. Формула переведення номера калібру в діаметр у дюймах (inch) і міліметрах:

$$d_n = 0.005 \text{ inch} \times 92^{\frac{36-n}{39}} = 0.127 \text{ mm} \times 92^{\frac{36-n}{39}}$$

У СКС у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801:2002(E) дозволяється використовувати провідники з діаметрами від 0,4 до 0,65 мм, які приблизно відповідають діапазону калібрів AWG від 26 до 23. У табл. 4.3 показане співвідношення AWG у дюймах і міліметрах

Таблиця 4.3 – Співвідношення AWG у дюймах і міліметрах

AWG	Діаметр, дюйми	Діаметр, мм	Площа, мм ²	Коментарі
22	0,0253	0,644	0,326	Кабелі категорії 7 і 7А
23	0,0226	0,573	0,258	Кабелі категорії 7 і 6, 6А
24	0,0201	0,511	0,205	Кабелі категорії, 6 і 5
25	0,0179	0,455	0,162	Кабелі категорії 5
26	0,0159	0,405	0,129	Кабелі категорії 5 і 3
27	0,0142	0,361	0,102	Не використовується в СКС

Також мідні кабелі (та і оптичні кабелі) можна охарактеризувати і за типом зовнішньої захисної оболонки. Зовнішня оболонка служить для захисту елементів внутрішньої конструкції кабелю від впливу зовнішнього навколишнього середовища. Сьогодні для виготовлення зовнішніх оболонок кабелів застосовуються різноманітні полімерні матеріали, які характеризуються різними параметрами й мають відмінні один від одного характеристики. Абсолютно справедливо, що при загорянні, кабельні траси усередині будинку є одним із небезпечних елементів. Вплив полум'я на ці кабельні траси при пожежі може привести до низки негативних чинників, у тому числі і до:

- подальшого поширення полум'я уздовж кабельної траси;
- ясного виділення диму, що ускладнює евакуацію персоналу та боротьбу з вогнем;
- виділення токсичних газів що містять галогени.

Тому захисні оболонки кабелю (матеріали, з яких вони виконані) мають дві важливі характеристики, такі як:

1. стійкість до загоряння (опір горінню);
2. кількість диму та шкідливих хімічних речовин, що виділяються під час горіння.

Сьогодні для забезпечення необхідних характеристик, для виготовлення захисних оболонок кабелю частіш за все використовуються полімерні матеріали, наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Перелік полімерних матеріалів, що використовуються для створення зовнішніх оболонок кабелів

Матеріал	Область застосування	Опис
Полівінілхлорид (PVC)	Зовнішні оболонки, ізоляція провідників	Негорючий, містить галогени
Фторовані полімери (FEP, ETFE)	Зовнішні оболонки	
Поліетилен (PE)	Ізоляція провідників	Не містить галогенів, горючий
Поліпропілен (PP)	Ізоляція провідників, заповнювачі	
Полістирол (PES)	Ізоляція провідників	
Поліуретан (PUR)	Зовнішні оболонки	
LS0H	Зовнішні оболонки	Оболонка, створена з комбінування декількох полімерних матеріалів. LS(Low smoke) – малодимна, 0H (zero halogens) не виділяє галогенів при горінні

Продовження таблиці 4.4

Матеріал	Область застосування	Опис
LSFR0H	Зовнішні оболонки	Оболонка, створена з комбінування декількох полімерних матеріалів. LS (Low smoke) – малодимна, FR (Fire résistance) – важкогорюча, 0H (zero halogens) не виділяє галогенів при горінні

Поліетилен, що у масових масштабах застосовується у кабелях різного призначення, є типовим горючим матеріалом. Складність розв'язання задачі вибору потрібного матеріалу для зовнішньої оболонки кабелю обумовлена тією обставиною, що відомі негорючі матеріали, характеристики яких дозволяють застосовувати їх у кабельних системах, обов'язково містять у своєму складі галогени (хлор або фтор). Ці хімічні речовини під впливом високої температури утворюють агресивні леткі кислоти із задушливою дією на людей. І, навпаки, матеріали без галогенів відрізняються зниженою стійкістю до впливу високої температури. Пояснюється даний факт високою хімічною активністю галогенів, які за рахунок цього дуже міцно пов'язані з іншими атомами матеріалу оболонки й відіграють роль своєрідного цементу, тобто перешкоджають розкладанню полімеру на окремі складові під час пожежі.

Проміжне положення між матеріалами, що містять галогени та матеріалами без галогенів, займають так звані компаунди (наприклад LS0H). Сьогодні для мідних кабелів найбільше часто застосовують наступні типи оболонки:

1. PVC – оболонка з полівінілхлориду.
2. LS0H – малодимна не виділяє галогенів при горінні.
3. LSFR0H – малодимна, важкогорюча, що не виділяє галогенів при горінні.

4.3 Оптичні кабелі

Волоконно-оптичні кабелі (ВОК) застосовуються для організації внутрішніх і зовнішніх магістралей, а також можуть бути застосовані (за необхідності) для побудови горизонтальної підсистеми СКС. Оптичні кабелі класифікуються за:

1. Типом оптичного волокна, що використовується – одномодові та багатомодові;
2. Умовами прокладання – за межами будинку, всередині будинку, універсальні.

Багатомодові волоконно-оптичні кабелі використовуються, переважно, як основний кабель підсистеми внутрішніх магістралей (вертикальної підсистеми). Одномодові волоконно-оптичні кабелі рекомендується застосовувати для побудови довгих зовнішніх магістралей.

У порівнянні з мідними кабелями волоконно-оптичні кабелі мають більш складну систему маркування. На рис. 4.2 наведена послідовність маркування оптичних кабелів відповідно до стандарту DIN/VDE 0880.



Рисунок 4.2 – Маркування оптичних кабелів

Відповідно до рис. 4.2 розглянемо, яких значень можуть набувати елементи маркування оптичного кабелю. Елемент призначення кабелю може набувати наступних значень:

- A – кабель для прокладання поза межами будинку;
- I – кабель для прокладання всередині будинку;
- A/I – універсальний кабель.

Металевий силовий елемент – якщо є присутнім, то на маркуванні ставиться позначення SZ.

Вторинний буфер – поєднує декілька волокон в одній трубці, може приймати наступні значення:

- V – волокно в буфері діаметром 900 мкм;
- W – вільна трубка заповнена гелем з одним волокном;
- D – вільна трубка заповнена гелем з декількома волокнами;
- K – щільний буфер (між волокном і стінками буфера відсутній вільний простір).

Тип заповнення приймає наступні значення:

- F – осердя кабелю й порожнини заповнені гелем;
- Q – трубка з водовідштовхувального матеріалу;
- OF – заповнення спеціальним гелем.

Зовнішня оболонка може набувати наступних значень:

- (L) – алюмінієва стрічка;
- (SR) – гофрована металева стрічка;
- (ZN) – неметалевий силовий елемент (нитки);
- B – броня;
- Y – полівінілхлоридна оболонка (PVC);
- 11Y – оболонка з поліуретану (PUR);
- 4Y – оболонка з поліаміду (PA);
- 2Y – оболонка з поліетилену (PE);
- H – LSZH-оболонка, малодимна, що не виділяє галогенів при горінні.

Внутрішня додаткова оболонка може набувати наступних значень:

- (L) – алюмінієва стрічка;
- (SR) – гофрована металева стрічка;
- (ZN) – неметалевий силовий елемент (нитки);
- В – броня;
- Y – полівінілхлоридна оболонка (PVC);
- 11Y – оболонка з поліуретану (PUR);
- 4Y – оболонка з поліаміду (PA);
- 2Y – оболонка з поліетилену (PE);
- Н – LSZH-оболонка, мало димна, що не виділяє галогенів при горінні.
- W – суцільнозварна гофрована металева оболонка.

Довжина хвилі може набувати наступних значень:

- В – відповідає довжині хвилі 850 нм;
- F – відповідає довжині хвилі 1300 нм для БОВ і 1310 нм для ООВ;
- Н – відповідає довжині хвилі 1550 нм.

Приклади маркування оптичних кабелів:

– $I-V(ZN)H$ – кабель для внутрішнього прокладання з буфером 900 мкм (суцільна захисна оболонка), неметалевий силовий елемент, оболонка мало димна, не виділяє при горінні галогенів.

– $A/I-DQ(ZN)(SR)H$ – універсальний кабель, волокна розміщуються у центральній трубці, заповненій водовідштовхувальним складом, неметалевий силовий елемент, металева гофрована броня, оболонка мало димна, не виділяє при горінні галогенів.

– $A-DF(ZN)2Y(SR)2Y$ – кабель для зовнішнього прокладання, дві поліетиленові оболонки – внутрішня й зовнішня (2Y), між якими розташована металева броня у вигляді металевої гофрованої стрічки, волокна розташовуються в трубках, самі трубки й порожнина між ними заповнені спеціальним гелем, неметалевий силовий елемент (кевларові нитки).

Кабелі зовнішнього прокладання

Кабелі зовнішнього прокладання мають різноманітні конструкції, пристосовані як до способів їх прокладання (повітряне підвішування, прокладання в ґрунті й воді й т. ін.), так і до різних зовнішніх кліматичних умов (температурний діапазон, вологість і т. ін.). Специфіка ВОК полягає в тому, що оптичне волокно необхідно захищати від проникнення вологи й від зовнішніх механічних навантажень.

Захист оптичного волокна від вологи реалізується буферними оболонками оптичного волокна та заповненням кабелю зовнішнього прокладання спеціальним водовідштовхувальним гелем, що перешкоджає проникненню води в кабель та утворенню конденсату.

Механічний захист оптичного волокна в кабелі досягається також за допомогою буферних оболонок оптичного волокна, а також за допомогою механічного розв'язування оптичного волокна від усіх інших елементів кабелю. Оптичне волокно в кабелі розташоване вільно і при виникненні зовнішніх механічних навантажень їх сприймають силові елементи кабелю та його захисні оболонки, а не оптичне волокно.

Найпоширенішими конструкціями ВОК зовнішнього прокладання є модульна (багатобуферна) і однобуферна (mono tube). У модульній конструкції оптичні волокна розташовуються в поліетиленових трубках-буферах, розташованих навколо центрального силового стрижня. В однобуферній конструкції всі волокна розташовані в єдиному буфері – пластмасовій або металевій трубці. Буфери, як правило, захищені армуючими нитками з кевлара й поміщені в броньовані металеві оболонки, а потім у зовнішню поліетиленову оболонку.

Якщо центральний силовий стрижень, буфер, а також броньовані покриття кабелю виконані з неметалічних матеріалів, то кабель стає повністю діелектричним. Такі ВОК використовуються в умовах підвищених електромагнітних перешкод, за великої різниці потенціалів будинків, у грозонебезпечних місцях і т.п. Одним із видів ВОК зовнішнього прокладання є

оптичні кабелі, поєднані з грозовим тросом ліній електропередач: всередині грозового тросу розташовується металева трубка з волокнами.

Вибір ВОК зовнішнього прокладання для СКС визначається конкретними умовами її реалізації. При прокладанні ВОК необхідно враховувати його специфічні особливості у порівнянні з мідними кабелями.

Перша особливість пов'язана з наявністю гелю під зовнішньою оболонкою кабелю. При введеннях ВОК у будинок із ґрунту або з повітряної естакади завжди є перепад висот протягом кабельної траси. Наявність цього перепаду призведе до того, що вертикальна ділянка кабелю залишається без гелю при введенні з ґрунту, або гель «сочиться» зі звисаючого з естакади кінця кабелю. І в тому, і в іншому випадку повинні бути вжиті заходи з ретельної герметизації торця кабелю.

Друга особливість пов'язана із чутливістю скла до перепадів температури. В умовах, коли температура зовнішнього повітря може досягати негативних значень -20 , -30°C , а температура всередині будинку близька до 20°C при введенні в будинок виникає небезпечний перепад температур. Наявність такого великого перепаду температур може призвести до суттєвого збільшення загасання в лінії зв'язку, а іноді й до обриву волокна. У таких випадках при введеннях у будинок ВОК поміщають у трубу великого діаметра довжиною кілька метрів, заповнену утеплювачем. Такий спосіб введення знижує температурний перепад в оптичному волокні до безпечних значень.

ВОК зовнішнього прокладання не можуть бути застосовані всередині будинків з протипожежних міркувань. Поліетиленові оболонки та гель є надто горючими матеріалами, тому відразу після введення ВОК у будинок монтується перехідна муфта, в якій здійснюється перехід з кабелю зовнішнього прокладання на кабель для внутрішнього прокладання.

Кабелі внутрішнього прокладання

До волоконно-оптичних кабелів, призначених для прокладання всередині будинків, пред'являються інші, порівняно з ВОК зовнішнього прокладання,

вимоги. Ці кабелі повинні бути легкими та гнучкими, щоб можна було здійснювати їх монтаж та прокладання в обмежених просторах стояків, фальшстель і т. ін. Вони повинні бути пожежобезпечними. У той самий час умови їх експлуатації значно менш жорсткі, ніж у ВОК зовнішнього прокладання: вони працюють в обмеженому діапазоні практично постійних температур і за відсутності опадів, вітрових та інших навантажень. У зв'язку із цим у них не використовуються потужні силові елементи, а необхідний механічний захист оптичного волокна забезпечується додаванням додаткового буферного покриття оптичного волокна із зовнішнім діаметром 900 мкм.

З цих самих причин не використовується наповнення кабелю водовідштовхувальним гелем, а зовнішні оболонки виготовляють із малодимних матеріалів, що не виділяють галогенів під час горіння.

Конструкції ВОК для прокладання всередині будинку також відрізняються розмаїтістю та можуть бути зведені до наступних основних видів.

Симплексний кабель (simplex cable). Симплексний кабель являє собою одне оптичне волокно в буферній оболонці із зовнішнім діаметром 900 мкм, обплетене кевларом і поміщене в зовнішню оболонку. Кабель такої конструкції використовується, здебільшого, для комутаційних шнурів.

Дуплексний кабель (duplex cable). Дуплексний кабель являє собою два симплексних кабелі, оболонки яких з'єднані по всій довжині кабелю. Іноді дуплексний кабель – це два симплексних, поміщених у ще одну загальну оболонку. Дуплексний кабель також використовується для шнурів, а також для монтажу горизонтальної підсистеми СКС, в якій до робочого місця повинні підходити мінімум два волокна. Напис на зовнішній оболонці дуплексного кабелю робиться завжди на одному волокні й може використовуватися для ідентифікації волокна на протилежних кінцях кабелю.

Розподільний кабель (distribution cable). Конструкція розподільного кабелю аналогічна симплексному, тільки під однією оболонкою розташовується від 4 до 32 (іноді й більше) оптичних волокон у буферній

оболонці діаметром 900 мкм, обплетених кевларом. Як правило, кабель такої конструкції використовується у внутрішній магістральній (вертикальній) підсистемі будинку для з'єднання кросових поверхів із кросовою будинку

«Розділений» кабель (breakout cable). Кабель такої конструкції являє собою кілька симплексних кабелів, зібраних під однією загальною оболонкою з центральним силовим стрижнем. Зручність такої конструкції полягає в тім, що в шафі, після зняття зовнішньої оболонки, можливо організувати із симплексних кабелів джгути різної довжини й завести оптичні волокна в потрібні місця без усяких додаткових з'єднань. Оптичні волокна в кабелі такої конструкції захищені надійніше, ніж у розподільному, але зовнішній діаметр, маса й, відповідно, ціна такого кабелю суттєво більші порівняно з розподільним кабелем.

У кабелях для внутрішнього прокладання дуже часто поєднуються різні елементи розглянутих вище основних конструкцій. Наприклад, у розподільному кабелі може бути присутнім сталевий трос, що дозволяє підвішувати кабель при подоланні довгих прольотів, наприклад, у цехах заводу. Бувають так звані композитні кабелі, в яких під однією оболонкою поєднані волоконно-оптичні кабелі й симетричні електричні 4-парні кабелі. Армуючі нитки з кевлара, завжди присутні в кабелях внутрішнього прокладання, вони є основним силовим елементом кабелю, що сприймає поздовжні навантаження при його прокладанні.

Використання тієї або іншої конструкції ВОК внутрішнього прокладання визначається безліччю чинників, у тому числі й особистими перевагами замовника або проектувальника СКС.

4.4 Пожежна безпека кабелів

Пожежна безпека СКС – це перше й найважливіше питання, що вирішується при її створенні. Пояснюється це двома обставинами:

– кількість телекомунікаційних кабелів у будинку дуже велика, тобто створюючи СКС, ми наповнюємо будинок значною кількістю горючих речовин;

– конструкції сучасних будинків такі, що вони пронизані порожніми трубами, ліфтовими шахтами, повітропроводами й т. ін. При виникненні навіть невеликого локального загоряння весь будинок цілком і миттєво може наповнюватися димом, що може привести до негативних наслідків, таких як отруєння продуктами горіння або неможливість своєчасно покинути будинок.

Показники пожежної безпеки телекомунікаційних кабелів залежать від їх конструкції й матеріалів, що використовуються для ізоляції провідників, для заповнення осердя кабелю та для виготовлення оболонок. Кількісною мірою горючості є так званий кисневий коефіцієнт або ОІ-коефіцієнт (від англ. Oxygen-Index), іноді його називають кисневим індексом. Під цією величиною розуміється мінімальний відсотковий вміст кисню в азотно-кисневій суміші, за якого починається самостійне горіння матеріалу після його загоряння без підведення зовнішньої теплоти. Матеріали з ОІ-коефіцієнтом понад 32 вважаються негорючими, при значенні ОІ-коефіцієнта менше 20 матеріал вважається надто горючим.

Визначення показників пожежної безпеки кабелів в усіх країнах відбувається дослідним шляхом. Зразки кабелів, підготовлені суворо певним чином, спалюються у спеціальних установках. При цьому здійснюють досить складні й трудомісткі виміри заздалегідь обговорених параметрів. За результатами випробувань кабелю приписуються відповідні показники пожежної безпеки. Однаковості такого роду показників і тестів у світі немає: в Європі, у США та в Україні існують власні стандарти й своя система показників. Опір горінню та поширенню полум'я регламентується низкою стандартів:

– у США й Канаді відповідність вимоги до пожежної безпеки визначені у вигляді NEC (National Electrical Code), які розроблені національною асоціацією

з пожежної безпеки NFPA (National Fire Protection Association) і переглядаються кожні три роки;

- у Європі вимоги щодо пожежної безпеки визначені в документі ІЕС 60332;

- в Україні вимоги до пожежної безпеки визначені в ДСТУ 4809:2007 – Ізольовані кабелі та проводи. Вимоги пожежної безпеки та методи випробувань.

Максимально жорсткі вимоги щодо пожежної безпеки висуваються американськими стандартами.

У США прийнято класифікувати телекомунікаційні кабелі за їх призначенням. При цьому кабелі підрозділяються на п'ять груп і на їх оболонці обов'язково присутні відповідні літери:

- кабелі для систем керування (control limited cables). Позначаються англійськими літерами CL;

- кабелі для протипожежних систем (fire protection limited). Позначаються літерами FPL;

- волоконно-оптичні кабелі (optical–fiber). Позначаються подвійно: якщо в кабелі немає жодного металевого елемента, то літерами “OFN” (nonconductive, що не проводить), а якщо є – літерами “OFC” (conductive, що проводить);

- кабелі для систем зв'язку (communication cables). Позначаються літерами CM;

- кабелі для систем телебачення із загальною колективною антеною (Community antenna television cables). Позначаються літерами CATV.

Кабелі групи CM використовуються при побудові електричної (мідної) частини СКС.

Для визначення класу пожежної безпеки кабелю його піддають трьом тестуванням. Сертифікація кабелів та присвоєння того чи іншого рівня пожежної безпеки відбувається за результатами проведення його тестових

випробувань. Стандарти NEC передбачають проведення UL (Underwriters Laboratories) тестів, а саме UL 910, UL 1666, UL 1581.

За рівнем пожежної безпеки виділяють чотири групи кабелів. Кабелі 1-го рівня є найбільш безпечними, а кабелі 4-го рівня є найбільш небезпечними.

Рівень 1. Plenum-кабелі (Plenum Cable).

До групи Plenum-кабелів відносяться кабелі, які пройшли тест UL 910 на опір горінню, поширенню вогню та на рівень виділення диму. Ці кабелі можна без будь-яких обмежень відкрито прокладати в так званих plenum-порожнинах.

Під plenum-порожниною розуміється такий простір між підвісною стелею й поверховим перекриттям над ним, у який можливий притік повітря в обсягах, необхідних для підтримки процесу горіння.

Plenum-порожниною в деяких випадках вважається також простір під фальшпідлогою. Підставою для віднесення його до цієї категорії є наявність у залі інших plenum-порожнин, зовнішніх трубопроводів й інших аналогічних конструкцій, по яких можливий притік повітря під фальшпідлогу.

Маркування кабелів, що пройшли сертифікацію на Plenum-рівень, здійснюється шляхом додавання до типу кабелю індексу P, наприклад CMP – телекомунікаційний plenum-кабель. Горизонтальні кабелі СКС, на практиці, переважною більшістю випадків прокладаються саме в plenum-порожнинах.

Рівень 2. Кабель для стояків (Riser Cable).

Кабель для стояків, або riser-кабель, можна прокладати без додаткового захисту у вертикальних стояках будинків. Він може бути прокладений і в горизонтальній підсистемі за фальшстелею (у plenum-порожнині), але тільки в суцільній металевій трубі, що має внутрішній діаметр, трохи більший за зовнішній діаметра кабелю. Суцільна металева труба перешкоджає доступу повітря до оболонки й поширенню полум'я уздовж кабелю у разі загоряння.

Наявність сертифіката на цю область застосування відзначається додаванням до відповідного позначення кабелю індексу R, наприклад CMR – комунікаційний кабель для стояків.

Рівень 3. Кабель загального застосування (General Purpose Cable).

Ці кабелі можна прокладати без будь-яких обмежень у будь-яких місцях будинку, крім plenum–порожнин і вертикальних стояків. Дані кабелі пройшли найменш жорсткий тест з пожежної безпеки. Звичайно такі кабелі не мають спеціального маркування, у деяких випадках на кабелі може бути нанесена позначка GP (General Purpose).

Рівень 4. Кабель обмеженого застосування (Limited Use Cable).

Цей кабель не проходив тестів на пожежну безпеку і має певні обмеження на відкриту прокладку, наприклад, допускається його використання тільки в житлових будинках (у промислових будинках його не дозволено використовувати), дозволяється його прокладання тільки в трубах з негорючого матеріалу й т. ін. Кабелі, сертифіковані на цю область застосування, маркуються додаванням до відповідного позначення індексу X, наприклад CMX – комунікаційний кабель обмеженого застосування.

Волоконно-оптичні кабелі й кабелі для систем протипожежної сигналізації не мають варіантів конструктивного виконання для обмеженого застосування.

В Україні вимоги до пожежної безпеки визначені в ДСТУ 4809:2007. Відповідно до даного стандарту кабелі повинні пройти низку тестів, після проходження, яких кабелі отримують додаткове маркування, що показано на рис. 4.3.

ПБ Х Х Х Х Х Х Х Х

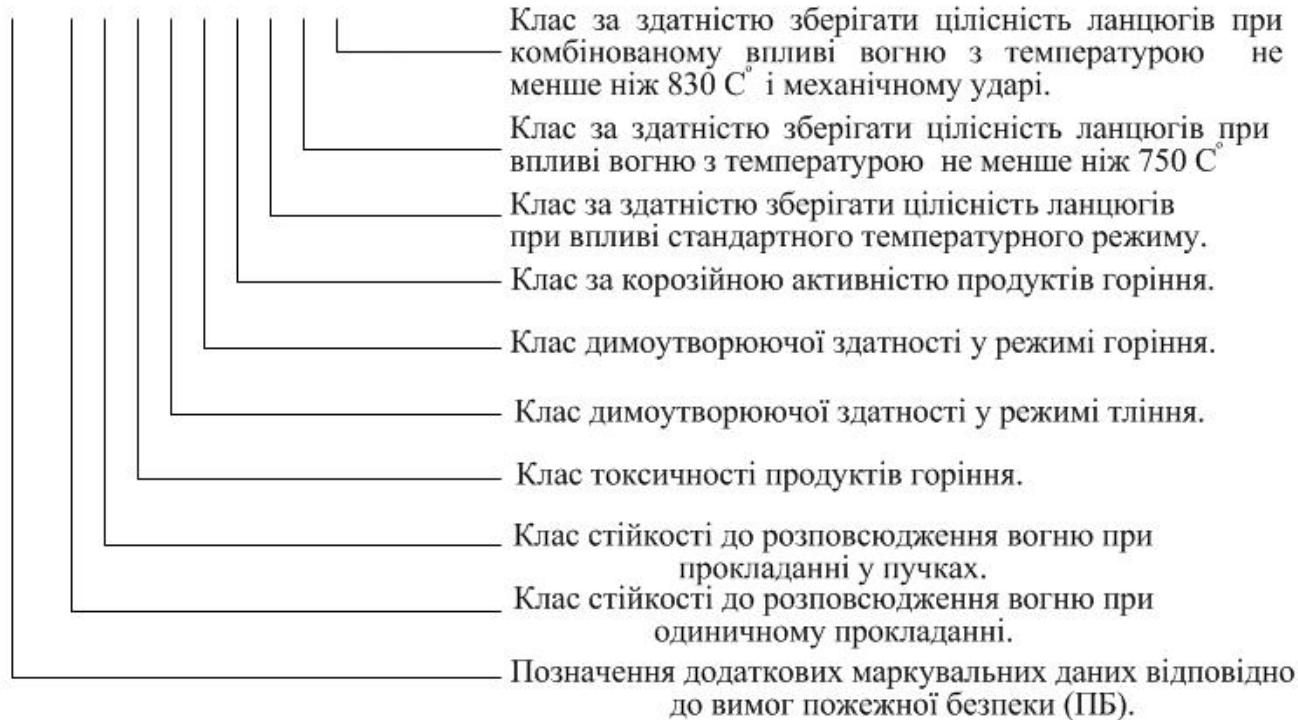


Рисунок 4.3 – Маркування кабелів з пожежної безпеки відповідно до українських стандартів

За класом стійкості до поширення вогню при одиничному прокладанні кабелі поділяються на два класи (перший індекс маркування):

- нестійкий – маркується індексом 0;
- стійки – маркується індексом 1.

За класом стійкості до поширення вогню при прокладанні в пучках кабелі поділяються на два класи (другий індекс маркування):

- нестійкий – маркується індексом 0 (припустиме значення довжини обвуглювання кабелю при тестуванні понад 1,5 метрів);
- стійки (припустиме значення довжини обвуглювання кабелю при тестуванні не більше 1,5 метрів) – поділяються на 5 підкласів. Підклас AF/R – індекс 1, підклас A – індекс 2, підклас B – індекс 3, підклас C – індекс 4, підклас D – індекс 5.

За класом токсичності продуктів горіння кабелі поділяються на чотири класи (третій індекс маркування):

- Тк0 – індекс 0;
- Тк1 – індекс 1;
- Тк2 – індекс 2;
- Тк3 – індекс 3.

За класом димоутворення в режимі тління кабелі поділяються на три класи (четвертий індекс маркування):

- Дтк0 – індекс 0;
- Дтк1 – індекс 1;
- Дтк2 – індекс 2.

За класом димоутворення в режимі горіння кабелі поділяються на три класи (п'ятий індекс маркування):

- Дпк0 – індекс 0;
- Дпк1 – індекс 1;
- Дпк2 – індекс 2.

За класом корозійної активності продуктів горіння кабелі поділяються на три класи (шостий індекс маркування):

- Кк0 – індекс 0;
- Кк1 – індекс 1;
- Кк2 – індекс 2.

За класом здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах стандартного температурного режиму кабелі поділяються на шість класів (сьомий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- Ек15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- Ек30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- Ек45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- Ек60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;
- Ек90 (працездатність зберігається понад 90 хвилин) – індекс 5.

За класом здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах впливу вогню, температура якого не нижче 750°C кабелі поділяються на дев'ять класів (восьмий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- FE15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- FE30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- FE45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- FE60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;
- FE90 (працездатність зберігається в проміжку 90–120 хвилин) – індекс 5;
- FE 120 (працездатність зберігається в проміжку 120–150 хвилин) – індекс 6;
- FE 150 (працездатність зберігається в проміжку 150–180 хвилин) – індекс 7;
- FE 180 (працездатність зберігається понад 180 хвилин) – індекс 8.

По класу здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах впливу вогню, температура якого не нижче 830°C і механічного удару кабелі поділяються на дев'ять класів (дев'ятий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- FM15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- FM 30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- FM 45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- FM 60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;

- FM 90 (працездатність зберігається в проміжку 90–120 хвилин) – індекс 5;
- FM 120 (працездатність зберігається в проміжку 120–150 хвилин) – індекс 6;
- FM 150 (працездатність зберігається в проміжку 150–180 хвилин) – індекс 7;
- FM 180 (працездатність зберігається понад 180 хвилин) – індекс 8.

Контрольні питання

1. Які типи кабелю стандарт дозволяє застосовувати для побудови СКС?
2. За якими ознаками класифікуються мідні кабелі типу вита пара?
3. Опишіть принципи маркування мідних кабелів, які визначені стандартом.
4. Поясніть поняття AWG. Які AWG застосовуються в СКС?
5. Які вимоги висуваються до зовнішніх оболонок кабелів?
6. Які типи зовнішніх оболонок, застосовуються сьогодні для кабелів СКС, поясніть чим вони відрізняються.
7. За якими ознаками здійснюється класифікація оптичних кабелів?
8. Опишіть принципи маркування оптичних кабелів, які визначені стандартом.
9. На які класи поділяються оптичні кабелі внутрішнього прокладання ?
10. Що показує кисневий індекс?
11. Які нормативні документи визначають вимоги до пожежної безпеки кабелів?
12. На які групи поділяються кабелі за призначенням?
13. На які рівні поділяються кабелі з пожежної безпеки?
14. Що таке plenum-кабель?
15. Що таке riser cable?
16. Як маркуються кабелі з пожежної безпеки відповідно до українських стандартів?

Розділ 5 ВИМОГИ СТАНДАРТУ ISO/IEC 11801 ДО ПАРАМЕТРІВ СКС З ВИКОРИСТАННЯМ МІДНИХ КОМПОНЕНТІВ

5.1 Загальні положення

СКС на базі мідних електричних кабелів на сьогодні досить популярні, тому необхідно враховувати вимоги стандартів до їх електромагнітних характеристик. Всі ці параметри є частотно-залежними величинами й у стандартах наведені відповідні формули, що відображають конкретну залежність параметра від частоти.

Основною метою побудови СКС є створення ліній і каналів потрібного класу, тобто трактів, що задовольняють вимогам конкретної апаратури. Багато параметрів СКС також залежать від якості монтажу СКС, якими б не були якісними компоненти, якщо здійснити неякісний монтаж інстальована СКС не буде задовольняти вимогам стандарту за електромагнітними параметрами. Зростання швидкостей передавання призвело до того, що вимоги до забезпечення необхідних значень електромагнітних параметрів каналів та ліній стали надто важливим. Це пояснюється тим, що сьогодні практично вичерпані можливості мідних кабелів з забезпечення якісної роботи застосувань і активного мережного обладнання. Ще кілька років назад можливості кабелів і компонентів значно перевищували вимоги активного мережного обладнання й застосувань, це привело до помилкової думки, що монтаж витої пари та розеткових модулів не здійснює особливого впливу на функціонування СКС – мережне обладнання однаково працює. Сьогодні (з переходом на гігабітні швидкості) стало очевидно, що неякісний монтаж приводить до повної непрацездатності СКС і активного обладнання, тому дотримання норм і правил монтажу СКС є необхідною умовою, яка дозволяє забезпечити відповідні значення параметрів кабельних трактів відповідно до вимог стандартів.

5.2 Хвильовий опір

Хвильовий або характеристичний повний *опір* лінії (у термінах стандарту – каналу або базової лінії), Z_c (Characteristic impedance) – це величина, що визначається співвідношенням:

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z_0}{Y_0}} = \sqrt{\frac{r_0 + j\omega L_0}{g_0 + j\omega C_0}} = |Z_0| \times e^{j\theta} \quad (5.1)$$

де Z_0 , Ом/м і Y_0 , См/м – комплексні опір і провідність лінії,
 r_0 , Ом/м – сумарний опір прямого й зворотного провідників,
 L_0 , Гн/м – індуктивність петлі прямого й зворотного провідників,
 g_0 , См/м – провідність ізоляції між провідниками,
 C_0 , Ф/м – ємність між проводами,
 $|Z_0|$, Ом – модуль характеристичного повного опору,
 ω , рад/с – кругова частота,
 θ – аргумент характеристичного повного опору,
 j – уявна одиниця.

Лінії зв'язку повинні забезпечити, по–перше, мінімальне загасання сигналу й, по–друге, мінімальні перекручування сигналу. В ідеальному випадку ми отримуємо «лінію без втрат», якщо $r_0 = 0$ і $g_0 = 0$, а «лінія без спотворень» – якщо $r_0/g_0 = L_0/C_0$, тобто хвильовий опір є активним і не залежить від частоти.

У відповідності з вимогами стандарту ISO/IEC 11801:

1. Канали класів D, E, F, EA й FA повинні мати номінальне значення хвильового опору 100 ± 15 Ом.
2. Для каналів класів A, B і C хвильовий опір може мати значення 100 ± 15 Ом або 120 ± 15 Ом.
3. Значення хвильового опору 150 Ом, яке раніше допускалося, у діючій редакції стандарту виключено.

Відповідність вимогам стандарту щодо значення параметра Z_c досягається шляхом реалізації каналів СКС на базі елементів, що мають відповідні характеристики, та дотриманням правил монтажу.

5.3 Зворотні втрати (Return Loss)

Зворотні втрати каналу або лінії RL (англ. Return Loss) характеризують ступінь однорідності їх хвильового опору Z_c за довжиною та ступінем його узгодженості з повним опором навантаження Z_H у певному частотному інтервалі. При подачі на вхід лінії або каналу імпульсу напруги з амплітудою U_0 у випадку неузгодженості навантаження, $Z_c \neq Z_H$, або наявності неоднорідності за рахунок виробничих та експлуатаційних дефектів кабелю, або неузгодженості елементів тракту в них виникає відбитий імпульс, який поширюється у зворотному напрямку (рис. 5.1)

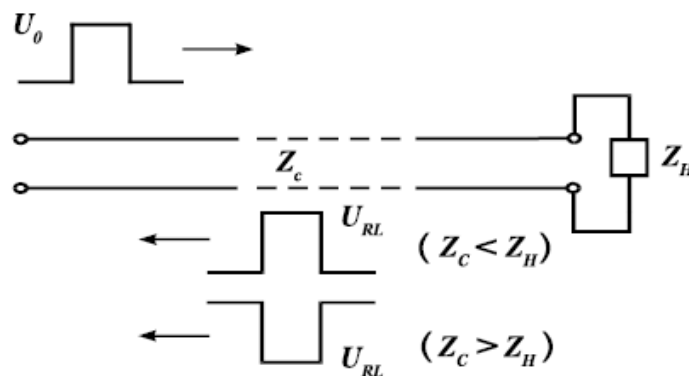


Рисунок 5.1 – Відбитий імпульс в каналі або лінії за наявності в них неоднорідності хвильового опору

Зворотні втрати RL визначаються зі співвідношення:

$$RL = 20 \lg(|U_{RL}|/U_0), \quad (5.2)$$

де $|U_{RL}|$ – амплітуда відбитого імпульсу (по модулю), U_0 – амплітуда вхідного імпульсу лінії.

Через те, що $U_{RL} < U_0$ значення логарифма у виразі 5.2 завжди негативні, що необхідно враховувати при розрахунку абсолютних величин U_{RL} та U_0 .

При створенні реальної СКС потрібно прагнути отримати величину RL , за модулем, якнайбільше, оскільки в ідеальному випадку $RL = -\infty$.

Параметр RL визначений тільки для класів C, D, E і вище. Він повинен вимірюватися на обох кінцях каналу або лінії. Якщо в каналі або лінії на деяких частотах загасання менше 3 дБ, то значення RL на цих частотах служать тільки для інформації й не нормуються.

У табл. 5.1 для деяких із класів наведені значення RL для каналу й базової лінії, визначені стандартом ISO/IEC 11801.

Таблиця 5.1 – Значення RL для різних класів каналів

Частота, МГц	Значення RL , дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	17,0	19,0	18,0	20,0	18,0	20,0	18,0	20,0	18,0	20,0
100	10,0	12,0	12,0	14,0	12,0	14,0	12,0	14,0	12,0	14,0
250	–	–	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0
500	–	–	–	–	6,0	8,0	8,0	10,0	8,0	10,0
600	–	–	–	–	–	–	8,0	10,0	8,0	10,0
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	6,0	8,0

Вимоги стандарту до каналу м'якші, ніж до базової лінії, зі зростанням частоти вимоги стандарту також пом'якшуються. Параметр RL – є частотно-залежним і вимоги стандарту повинні дотримуватися на будь-якій частоті за діапазоном робочих частот відповідного класу.

5.4 Втрати введення (Insertion Loss)

Зменшення амплітуди імпульсів на виході каналу або лінії виникає через джоулеві втрати в провіднику та ізоляції, а також через відображення на стрибках хвильового опору. Цей ефект (рис. 5.2), виявляється в тому, що при

подачі на вхід тракту імпульсу напруги з деякою амплітудою на її виході з'являється імпульс із меншою амплітудою.

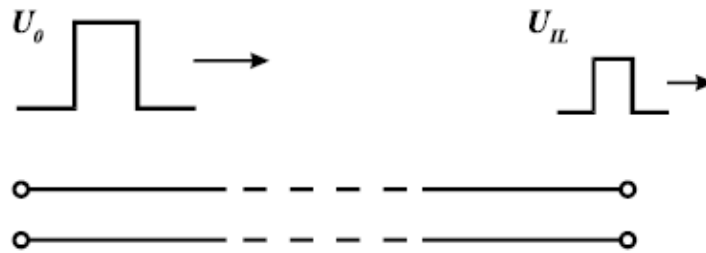


Рисунок 5.2 – Зменшення амплітуди імпульсу в тракті

Чисельно цей ефект характеризується параметром, що носить назву *втрати введення* (insertion loss), і який визначається зі співвідношення:

$$IL = 20 \lg (U_{IL}/U_0), \quad (5.3)$$

де U_{IL} – амплітуда імпульсу напруги на виході лінії, U_0 – амплітуда імпульсу напруги на вході лінії.

Значення логарифма в 5.3 також завжди негативні, тому що завжди $U_{IL} < U_0$, а в ідеальному випадку $IL = 0$, тому що $U_{IL} = U_0$.

Раніше у стандарті застосовувався термін «загасання» (Attenuation), проте він відображає лише одну причину зменшення амплітуди імпульсу – джоулеві втрати, і не враховує відображення потужності на неоднорідностях хвильового опору тракту. Параметр втрати введення IL повніше характеризує ці властивості тракту та на відміну від загасання, не змінюється лінійно зі збільшенням довжини тракту. Крім того, саме параметр IL застосовується при розрахунках інших параметрів (ACR , $ELFEXT$). Термін «загасання» традиційно використовується для описування низки інших параметрів, наприклад ACR .

Параметр IL нормується для всіх класів і повинен вимірюватися на обох кінцях тракту (особливо у волоконно-оптичних каналах).

У табл. 5.2 для деяких з класів наведені максимально припустимі значення (за модулем) параметра IL для каналів і базових ліній визначених стандартом ISO/IEC 11801.

Таблиця 5.2 – Значення IL для різних класів каналів

Частота, МГц	Значення IL , дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	9,1	7,7	8,3	7,1	8,2	7,0	8,1	6,9	8,0	6,8
100	24,0	20,0	21,7	18,5	20,9	17,8	20,8	17,7	20,3	17,3
250	–	–	35,9	30,7	33,9	28,9	33,8	28,8	32,5	27,7
500	–	–	–	–	49,3	42,1	49,3	42,1	46,7	39,8
600	–	–	–	–	–	–	54,6	46,6	51,4	43,8
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	67,6	57,6

Відзначимо знову, що вимоги до каналу м'якші, ніж до лінії, і пом'якшуються зі зростанням частоти.

5.5 Перехідне загасання на ближньому кінці (NEXT)

Перехідне загасання на ближньому кінці (*NEXT*– Near End CrossTalk Loss) характеризує сприйнятливість лінії (пари) до перешкод, які виникають внаслідок наявності електричних сигналів у сусідніх лініях (парах). Ефект перехідного загасання виявляється у тому, що при подачі сигналу на вхід однієї пари, на вході іншої пари на цьому ж кінці кабелю також з'являється якийсь сигнал (рис. 5.3).

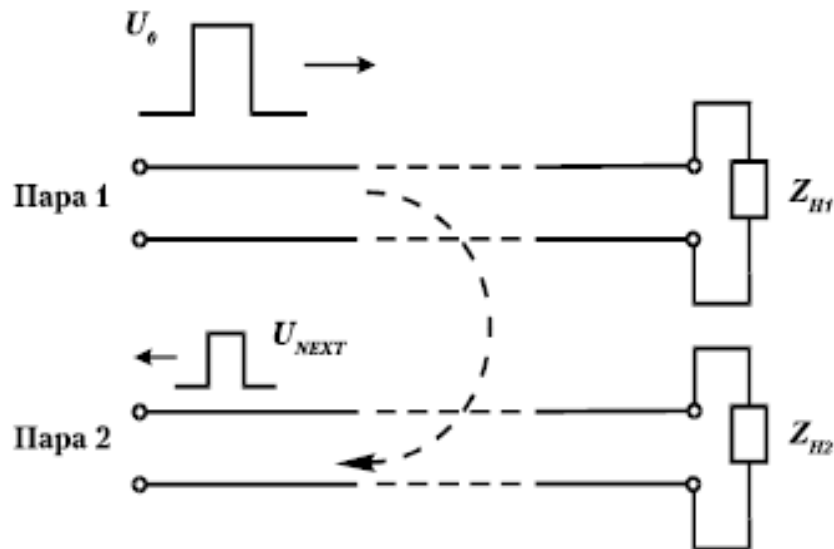


Рисунок 5.3 – Перехідне загасання в тракті передавання сигналів

Перехідне загасання на ближньому кінці *NEXT* визначається зі співвідношення:

$$NEXT = 20 \lg (U_{NEXT}/U_0), \quad (5.4)$$

де U_{NEXT} – амплітуда імпульсу, наведеного на вході пари, U_0 – амплітуда імпульсу, переданого по сусідній парі.

Значення логарифма в 5.4 завжди негативні, тому що завжди $U_{NEXT} < U_0$. В ідеальному випадку $U_{NEXT} = 0$ і $NEXT_{id} = -\infty$.

Параметр *NEXT* специфікований для всіх класів і повинен вимірюватися на обох кінцях тракту. На частотах, де параметр *IL* менше 4 дБ, значення *NEXT* не нормуються і служать тільки для інформативних цілей. Параметр *NEXT* не залежить від довжини кабелю, він визначається тільки конкретним взаємним впливом пар. У табл. 5.3 для деяких із класів наведені максимально припустимі значення параметра *NEXT* для каналів і базових ліній, що визначені стандартом ISO/IEC 11801.

Таблиця 5.3 – Значення NEXT, дБ, для деяких класів кабельних ліній

Частота, МГц	Значення NEXT, дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	43,6	45,2	53,2	54,6	53,2	54,6	65,0	65,0	65,0	65,0
100	30,1	32,3	39,9	41,8	39,9	41,8	62,9	65,0	65,0	65,0
250	–	–	33,1	35,3	33,1	35,3	56,9	60,4	59,1	61,7
500	–	–	–	–	27,9	29,2	54,2	55,9	53,6	56,1
600	–	–	–	–	–	–	51,2	54,7	52,1	54,7
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	47,9	49,1

5.6 Сумарне перехідне загасання на ближньому кінці (PSNEXT)

Сумарне перехідне загасання на ближньому кінці PSNEXT (Power Sum NEXT або PSNEXT) – це параметр, що характеризує наведення завад на одній парі від усіх інших пар, що працюють одночасно. Параметр *PSNEXT* не вимірюється, а обчислюється за обмірюваним значенням параметра *NEXT* для кожного поєднання пар за формулою:

$$PSNEXT(k) = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0,1NEXT(i,k)} \quad (5.5)$$

де n – число пар; $PSNEXT(k)$ – параметр пари k , на яку впливають сусідні пари; $NEXT(i, k)$ – параметр *NEXT* для пари k , на яку впливають i -ті пари.

Значення *PSNEXT* визначено тільки для класів D, E, F, EA, FA та повинно вимірюватися на обох кінцях тракту. На частотах, де параметр *IL* менше 4 дБ, параметр *PSNEXT* не специфікується й носить інформативний характер. У табл. 5.4 для деяких з класів наведені мінімально припустимі стандартом ISO/IEC 11801 значення *PSNEXT* (за модулем).

Таблиця 5.4 – Мінімальні припустимі значення PSNEXT для деяких класів

Частота, МГц	Значення PSNEXT, дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	40,6	42,2	50,6	52,2	50,6	52,2	62,0	62,0	62,0	62,0
100	27,1	29,3	37,1	39,3	37,1	39,3	59,9	62,0	62,0	62,0
250	–	–	30,2	32,7	30,2	32,7	53,9	57,4	56,1	58,7
500	–	–	–	–	24,8	26,4	49,4	52,9	50,6	53,1
600	–	–	–	–	–	–	48,2	51,7	49,1	51,7
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	44,9	46,1

Вимоги до базової лінії жорсткіші, ніж до каналу, і тим жорсткіші, чим вище клас каналу. У багатопарних кабелях, в яких пари не мають індивідуального екрана, проблема взаємного впливу збільшується, це не дозволяє випускати багатопарні кабелі такої конструкції високих категорій. Для всіх пар каналу або базової лінії параметр *NEXT* може задовольняти вимогам стандарту, але при цьому може виявитися, що не забезпечуються вимоги стандарту щодо значення параметра *PSNEXT*.

5.7 Перехідне загасання на дальньому кінці (FEXT) та його «сумарне» значення (PSFEXT)

Вплив однієї пари на іншу позначається не тільки на ближньому, але й на дальньому кінці. Це явище ілюструється на рис. 5.4.

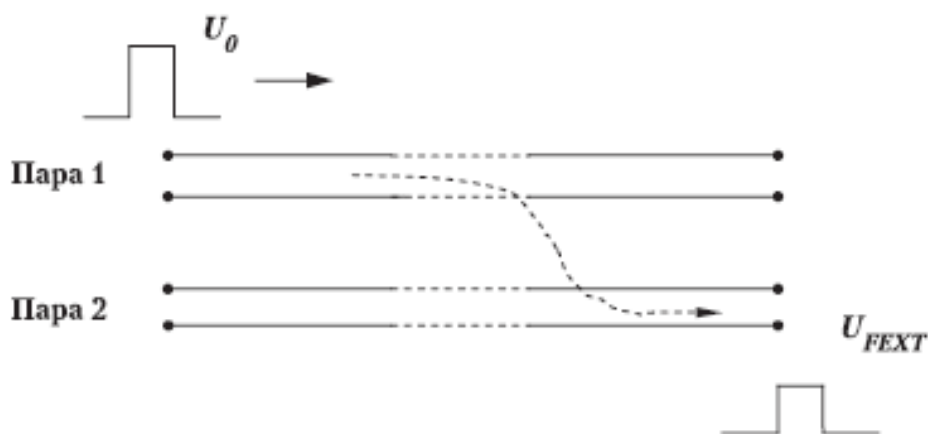


Рисунок 5.4 – Перехідне загасання на дальньому кінці тракту передавання сигналу

Його прийнято характеризувати як перехідне загасання на дальньому кінці *FEXT* (Far End CrossTalk), і визначати зі співвідношення:

$$FEXT = 20 \lg (U_{FEXT}/U_0) \quad (5.6)$$

Параметр *FEXT*, як правило, не вимірюється, але використовується для визначення інших параметрів тракту на дальньому кінці.

«Сумарне» значення параметра *PSFEXT* враховує взаємний вплив всіх пар на одну за їх одночасної роботи та обчислюється за формулою:

$$PSFEXT(k) = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{-0,1FEXT(i,k)} \quad (5.7)$$

де n – число пар; $PSFEXT(k)$ – «сумарний» параметр пари k , на яку впливають; i – номер пари, що впливає; k – номер пари, на яку впливають; $FEXT(i, k)$ – параметр *FEXT*, обумовлений впливом пари i на пару k .

5.8 Співвідношення загасання й перехідного загасання на ближньому кінці (ACR)

Співвідношення загасання й перехідного загасання на ближньому кінці ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) характеризує відношення «сигнал/завада» на прийомному кінці лінії. При цьому «сигналом» вважається тільки імпульс, який прийшов по лінії ослаблений за рахунок загасання й відображення в лінії, а «завадою» імпульс наведений від сусідньої лінії за умови, що вона передає такий самий за амплітудою імпульс, як і попередня лінія, але в протилежному напрямку.

Цей параметр не слід плутати з параметром «сигнал/шум» SNR (Signal to Noise Ratio), або з відношенням «сигнал/перехресна перешкода» SCR (Signal to Crosstalk Ratio).

Ефект одночасного впливу на якість лінії СКС обох параметрів: загасання A , і перехідного загасання на ближньому кінці $NEXT$ показаний на рис. 5.5

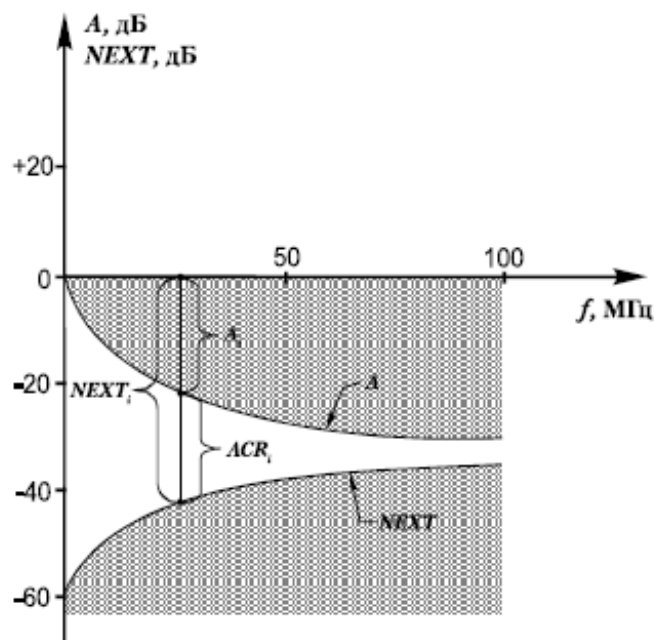


Рисунок 5.5 – Параметр ACR

З рисунка видно, що параметр ACR дорівнює різниці параметрів $NEXT$ і A (оскільки величини A і $NEXT$ негативні, то використовуються їх модулі):

$$ACR = |NEXT| - |A|. \quad (5.8)$$

У стандарті ISO/IEC 11801 загасання A (Attenuation) використовується тільки для опису й найменування параметра – ACR . На практиці параметр ACR визначається через параметри $NEXT$ і IL (враховується не тільки загасання, а й відображення потужності в тракті):

$$ACR(i, k) = NEXT(i, k) - IL(k), \quad (5.9)$$

де i – номер пари, що впливає; k – номер пари, на яку впливають; $NEXT(i, k)$ – параметр $NEXT$, обумовлений впливом пари i на пару; $IL(k)$ – параметр IL для пари k .

Параметр ACR визначено тільки для класів D, E, F, EA, FA та вимірюється на обох кінцях тракту. У табл. 5.5 для деяких з класів наведені мінімально припустимі стандартом ISO/IEC 11801 значення ACR (за модулем).

Таблиця 5.5 – Мінімально допустимі значення параметра ACR

Частота, МГц	Значення ACR , дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	34,5	37,5	44,9	47,5	45,0	47,6	56,9	58,1	57,0	58,2
100	6,1	11,9	18,2	23,3	19,0	24,0	42,1	47,3	44,7	47,7
250	–	–	-2,8	4,7	-0,8	6,4	23,1	31,6	26,7	34,0
500	–	–	–	–	-21,4	-12,9	3,1	13,8	6,9	16,4
600	–	–	–	–	–	–	-3,4	8,1	0,7	10,8
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	-19,6	-8,5

Вимоги стандарту до ACR жорсткіші для більше високих класів і для базової лінії. На практиці, при заданій довжині конкретного кабелю й певному числі з'єднань у тракті, немає реальних можливостей вплинути на параметр IL ,

тому прийнятних значень ACR можна домогтися, тільки поліпшуючи параметр $NEXT$. Останнє досягається тільки поліпшенням якості монтажу витих пар і мінімізацією довжини їх розплетення при монтажі комутаційних модулів.

5.9 Сумарне нормування на втрати введення та перехідне загасання на ближньому кінці ($PSACR$)

Параметр ACR характеризує відношення «сигнал/завада» на ближньому кінці тракту при впливі лише однієї пари на іншу. За одночасної роботи всіх пар необхідно врахувати вплив всіх працюючих пар на одну конкретну. Це робиться з використанням «сумарного» параметра $PSNEXT$ для цієї пари й параметра IL для неї ж. Для цього вводиться «сумарний» параметр $PSACR$ (Power Sum ACR), що обчислюється за формулою:

$$PSACR(k) = PSNEXT(k) - IL(k), \quad (5.10)$$

де k – номер пари, на яку впливають; $PSNEXT(k)$ – «сумарний» параметр пари; $IL(k)$ – втрати введення пари k .

Параметр $PSACR$ визначено тільки для класів D, E, F, EA, FA та вимірюється на обох кінцях тракту. У табл. 5.6 для деяких із класів, наведені мінімально припустимі стандартом ISO/IEC 11801 значення параметра $PSACR$.

Таблиця 5.6 – Мінімально припустимі значення $PSACR$

Частота, МГц	Значення $PSACR$, дБ									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	31,5	34,5	42,3	45,1	42,4	45,2	53,9	55,1	54,0	55,2
100	3,1	8,9	15,4	20,8	16,2	21,5	39,1	44,3	41,7	44,7
250	–	–	-5,8	2,0	-3,7	3,8	20,1	28,6	23,7	31,0
500	–	–	–	–	–	-15,7	0,1	10,8	3,9	13,4
600	–	–	–	–	–	–	-6,4	5,1	-2,3	7,8
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	-22,6	-11,5

Параметр $PSACR$ повинен задовольняти вимогам на обох кінцях тракту, безпосередньо не вимірюється, а обчислюється за формулою 5.10.

5.10 Нормоване на втрати введення перехідне загасання на дальньому кінці тракту ($ELFEXT$)

При передаванні сигналів по каналу або лінії в повнодуплексному режимі, необхідно забезпечити певне співвідношення «сигнал/перешкода» не тільки на ближньому кінці (параметр ACR), але й на дальньому кінці тракту. Вплив пари на пару на далекому кінці тракту характеризується параметром $FEXT$. Сигнал на дальньому кінці тракту послаблений, оскільки в тракті присутній загасання й відбиття потужності. Для оцінки співвідношення «сигнал/перешкода» на дальньому кінці тракту вводиться параметр нормування на втрати введення перехідного загасання на дальньому кінці $ELFEXT$, у припущенні, що рівні взаємного впливу пари на пару однакові, тобто значення $FEXT(i, k) = FEXT(k, i)$. Можна сказати, що пари мають $FEXT$ однакового рівня $ELFEXT$ (Equal Level $FEXT$).

Параметр $ELFEXT$ на далекому кінці тракту аналогічний параметру ACR на його ближньому кінці й визначається співвідношенням:

$$ELFEXT(i, k) = FEXT(i, k) - IL(k), \quad (5.11)$$

де i – номер пари, що впливає; k – номер пари, на яку впливають; $IL(k)$ – втрати введення пари, на яку впливають.

У тракті передавання на базі 4-парного кабелю є 12 значень $FEXT$ і, відповідно, 12 значень $ELFEXT$.

Параметр $ELFEXT$ визначено тільки для класів D, E, F, EA, FA й вимірюються на обох кінцях тракту. Параметр $ELFEXT$ визначається на обох кінцях тракту й в ідеальному випадку $ELFEXT_{id} = -\infty$.

5.11 Сумарне нормоване на втрати введення та перехідне загасання на дальньому кінці (PSELFEXT)

Аналогічно параметру *PSACR* на ближньому кінці для дальнього кінця вводиться параметр *PSELFEXT* (Power Sum ELFEXT), що враховує взаємний вплив пар за наявності сигналів в усіх парах одночасно. Він обчислюється для окремої пари за формулою:

$$PSELFEXT_k = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{-ELFEXT_{ik}}{10}}, \quad (5.12)$$

де *i* – номер пари, що впливає; *k* – номер пари на яку впливають; *ELFEXT_{ik}* – параметр, обумовлений впливом пари *i* на пару *k*.

Параметр *PSELFEXT* визначено тільки для класів D, E, F, EA, FA й вимірюється на обох кінцях тракту.

5.12 Затримка сигналу (PD) і перекіс затримок (DS)

Для правильного функціонування апаратури, в якій використовується одночасне передавання сигналів по всіх парах 4-парного кабелю, необхідно забезпечити мінімальний рівень затримки й рівність затримок в усіх парах. Для цього вводяться два параметри: затримка розповсюдження сигналу по парі PD (Propagation Delay, PD) і перекіс затримок у парах DS (Delay Skew, DS). Під перекосом затримок в 4-парному кабелі розуміють різниця між максимальним і мінімальним значеннями затримки серед чотирьох обмірених.

Затримка визначається для всіх класів каналів і стаціонарних ліній, а перекіс затримок тільки для класів C, D, E, F, EA, FA. У таблиці 5.7 і 5.8 для деяких із класів наведені максимально припустимі стандартом ISO/IEC 11801 значення параметрів DS і PD відповідно.

Таблиця 5.7 – Максимально припустимі значення DS

Клас	Частота, МГц	DS _{макс} , нс	
		канал	базова лінія
D	1...100	50	44
E	1...250	50	44
EA	1...500	50	44
F	1...600	30	26
FA	1...1000	30	26

Таблиця 5.8 – Максимально припустимі значення PD

Частота, МГц	Значення PD, нс									
	Клас D		Клас E		Клас EA		Клас F		Клас FA	
	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія	канал	базова лінія
16	553	496	553	496	553	496	553	496	553	496
100	548	491	548	491	548	491	548	491	548	491
250	–	–	546	490	546	490	546	490	546	490
500	–	–	–	–	546	490	546	490	546	490
600	–	–	–	–	–	–	545	489	545	489
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	545	489

5.13 Характеристики каналів і стаціонарних ліній по постійному струму

Для нормальної роботи деяких інженерних систем, підключених до СКС, суттєве значення мають не тільки динамічні електромагнітні характеристики тракту передавання, але й характеристики тракту по постійному струму. Особливо це важливо у зв'язку із пропозиціями застосовувати симетричні електричні кабелі на основі витої пари для живлення мережних пристроїв. Стандартом ISO/IEC 11801 визначаються наступні параметри:

– опір петлі постійному струму DCLR (Direct Current Loop Resistance, DCLR);

- розбалансування провідників однієї пари по опорі постійному струму DCRU (Direct Current Resistance Unbalance, DCRU);
- припустиме значення постійного струму в провіднику пари CCC (Current Carrying Capacity, CCC);
- припустима робоча напруга постійного струму між провідниками DCOV (Direct Current Operating Voltage, DCOV);
- припустима потужність постійного струму в одній парі DCPC (Direct Current Power Capacity, DCPC).

Вимоги стандарту ISO/IEC 11801 до каналів і стаціонарних ліній по постійному струму, для деяких із класів наведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.9 – Вимоги стандарту ISO/IEC 11801 до каналу та стаціонарної лінії по постійному струму

Параметр	Клас	Канал	Базова лінія
Опір петлі постійному струму DCLR, Ом, не більше	D, E, F, EA, FA	25	21
Розбалансування опорів провідників у парі по постійному струму DCRU, %, не більше	Всі класи	3	3
Припустимий постійний струм у провіднику пари CCC, А, не менше	D, E, F, EA, FA	0,175	0,175
Припустима робоча напруга постійного струму між провідниками DCOV, В, не менше	D, E, F, EA, FA	72	72
Припустима потужність постійного струму в одній парі DCPC, Вт, не менше	D, E, F, EA, FA	10	10

Контрольні питання

1. Що таке хвильовий опір кабелю?
2. Що таке зворотні втрати та втрати введення?
3. Поясніть, що означає параметр «перехідне загасання на ближньому кінці».

4. Поясніть поняття «перехідне загасання на дальньому кінці».
5. Що таке «сумарне перехідне загасання» на ближньому й дальньому кінці?
6. Що таке захищеність і загасання?
7. Що таке затримка сигналу?
8. Що таке перекіс затримки?
9. Які параметри характеризують тракти передачі по постійному струму?

Розділ 6 СКС НА БАЗІ ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ

6.1 Елементи повністю оптичної СКС

Склад оптичної СКС аналогічний складу мідної СКС. У ній можна виділити наступні функціональні елементи:

- волоконно-оптичні кабелі;
- з'єднувачі оптичних волокон (нерознімні й рознімні);
- розподільні пристрої (всіх рангів: території, будинку, поверху).

Функціональне призначення цих компонентів такі самі, як і у мідних (електричних), але їх фізична реалізація має низку відмінностей. Насамперед, оптичне волокно суттєво відрізняється від мідного провідника за своїми фізичними характеристиками. Зовнішній діаметр оптичного волокна дорівнює 0,125 мм, в 3-5 разів менше зовнішнього діаметра мідного провідника. Зовнішній діаметр буферної оболонки оптичного волокна, що дорівнює 0,9 мм, також менше зовнішнього діаметра ізоляції мідного провідника. При цьому межа міцності оптичного волокна «на розрив» у 6–8 разів більше, ніж у міді. Оптичне волокно досить надійно захищено буферними оболонками, так що з ним можна спокійно працювати при монтажі муфт, оптичних полиць і коннекторів. Використовувані для захисту волокна буферні оболонки можуть щільно обгортати волокно (tight buffer), а можуть мати вигляд просторих для волокна трубок (loose tube). При цьому в кабелях для внутрішнього прокладання частіше зустрічається щільний буфер, а в кабелях зовнішнього прокладання – нещільний. Конкретний вид захисту оптичного волокна вибирається виробником кабелю з конкретних умов майбутньої його експлуатації. Буферні оболонки волокон мають різні кольори, але на відміну від витих пар, тут немає особливої системи: кольори волокон використовується лише для ідентифікації волокна на обох кінцях кабелю.

Присутність оптичного волокна пред'являє до кожного з функціональних компонентів СКС вимоги, пов'язані як із захистом оптичного волокна від

зовнішніх впливів, так і з забезпеченням потрібних оптичних характеристик цього компонента.

Як зазначалось у другому розділі, міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 визначає чотири класи оптичних систем (застосувань): OF-300, OF-500, OF-2000 та OF-5000. Разом з цим в стандарті визначено шість типів оптичних волокон для підтримки застосувань різних класів – OM1, OM2, OM3, OM4, OS1, OS2. Головним показником, який характеризує якість роботи кабельних трактів на базі оптичних волокон є загасання. Для кожного класу оптичних волокон стандарт чітко визначає максимально припустиме значення цього параметру (табл. 6.1.).

Таблиця 6.1 – Загасання у оптичних волокнах

Клас волокна	Багатомодове волокно OM1, OM2, OM3, OM4		Одномодове волокно OS1		Одномодове волокно OS2		
	850	1300	1310	1550	1310	1383	1550
Довжина хвилі, нм							
Загасання дБ/км	3,5	1,5	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4

Основною проблемою оптичних СКС є проблема з'єднань волокон. При з'єднанні волокон необхідне виконання двох умов – волокна треба з'єднати так, щоб, по-перше, було забезпечено дотримання вимог стандарту до параметрів оптичного передавання сигналу (малі втрати та відображення), а, по-друге, необхідно дотриматися вимог стандарту щодо механічних характеристик. Для вирішення цих завдань існує декілька різних конструкцій оптичних з'єднувачів, які в загальному випадку розподіляються на дві великі групи: *нерознімні з'єднувачі* й *рознімні з'єднувачі*.

Нижче розглянуті основні особливості з'єднувачів оптичних волокон щодо їх механічних характеристик. Волоконно-оптичні кабелі більш докладно розглянуто у розділі 4. Для оцінки дотримання вимог стандарту до параметрів оптичного передавання сигналу застосовують спеціальний параметр – *бюджет втрат оптичної потужності (Fiber Optic Power Loss Budget)*.

Бюджет втрат оптичної потужності показує сумарне загасання кабельного тракту створеного на базі оптичних компонентів. Бюджет втрат оптичної потужності враховує загасання, що вносяться кожним складовим елементом кабельного тракту (оптичний кабель, нерознімні та рознімні з'єднувачі). Під час визначення розміру бюджету втрат оптичної потужності необхідно враховувати, що кожний рознімний з'єднувач вносить додаткове загасання 0,75 дБ (в реальних умовах загасання, що вноситься рознімним з'єднувачем, залежить від типу з'єднувача та виробника, але в будь-якому разі воно не повинно перевищувати 0,75 дБ), а кожний нерознімний з'єднувач вносить додаткове загасання 0,3 дБ. Загасання, що вноситься оптичним кабелем зазначено у таблиці 6.1.

Розглянемо наступний приклад – є кабельний тракт на базі оптичних компонентів довжиною 50 метрів, який включає два рознімних з'єднувача, один нерознімний з'єднувач. Тракт реалізовано на базі оптичного волокна класу OM4 з довжиною хвилі 1300 нм.

Тоді $Power Loss Budget = 2*0,75 + 2*0,3 + (50*1,5/1000) = 2,175$ дБ

Для застосувань Gigabit Ethernet максимально припустиме значення *Power Loss Budget* визначено на рівні 3,25 дБ, а отже розглянутий кабельний тракт спроможний забезпечити роботу цих застосувань.

Варто відзначити, що бюджет втрат оптичної потужності необхідно розраховувати для кожного кабельного тракту на базі оптичних компонентів.

6.2 Нерознімні з'єднувачі (сплайси)

Нерознімні з'єднувачі призначені для з'єднання оптичних волокон при зрощуванні кабелів у муфтах і при термінуванні кабелів у розподільних пристроях. Часто такі з'єднувачі називають сплайсами (splice – з'єднання). Сплайси бувають двох видів: *механічні* й *зварні*.

Механічні сплайси

Ідея механічного сплайса полягає в наступному – у корпусі сплайса є V-подібна канавка, що центрується, яка заповнена спеціальним гелем, і пружина, що притискує до цієї канавки оптичне волокно. З'єднання здійснюється в такий спосіб – волокна «зачищуються» від буферних оболонок, сколюються, вставляються із двох боків у сплайс до зіткнення один з одним і в такому положенні фіксуються пружиною. Готовий сплайс розміщується в організаторі сплайсів, який, у свою чергу, розміщується в шафі в оптичній полиці.

Конструкції механічних сплайсів не стандартизуються, оскільки при їх використанні немає необхідності поєднувати деталі різних виробників. У зв'язку із цим є велика розмаїтість конструкцій механічних сплайсів. Корпуси бувають прозорими і непрозорими, різних форм, пружина може розміщуватися як усередині, так і зовні корпусу. Механічні сплайси можуть різнитися призначенням: одні призначаються для одномодових, інші – для багатомодових волокон. При цьому їх конструкції зовнішні не різняться, а відмінність полягає в точності деталей: одномодові волокна необхідно поєднувати з більшою точністю ніж багатомодові.

З'єднання оптичних волокон за допомогою механічного сплайса є дешевим і доступним, особливо в межах будинку, де умови навколишнього середовища звичайно менш жорсткі. Крім того, у випадку невдалого збирання механічний сплайс можна переробити кілька разів. За межами будинку, в умовах повітряної або ґрунтової прокладання, а також у лініях зв'язку великої довжини, рівень надійності та втрат механічного сплайса стає недостатнім, і в цих умовах використовують зварний сплайс.

Зварні сплайси

Ідея зварного з'єднання оптичних волокон полягає в наступному – на одне з волокон надівається захисна гільза (protective sleeve). Гільза складається із двох коаксіальних трубок з термоусадочної пластмаси довжиною 60 мм. Потім оптичні волокна зачищуються від буферних покриттів, сколюються й

розміщуються у зварювальному апараті, в якому вони зварюються імпульсною електричною дугою. На місце зварювання натягується захисна гільза, і ця ділянка оптичних волокон разом з гільзою поміщується в термостат, де гільза зменшується в діаметрі, щільно охоплює оптичне волокно та здійснює герметизацію ділянки з'єднання. Охолонувши готова гільза розміщується у спеціальному організаторі. Зварний сплайс має малі (не більше 0,01 дБ) втрати, відрізняється високою надійністю, виготовляється швидко, але зварювання є найбільш дорогим способом з'єднання оптичних волокон: потрібний дорогий зварювальний апарат. При побудові стаціонарних ліній СКС рекомендується нерознімних з'єднань уникати, використовуючи їх тільки в абсолютно необхідних випадках.

6.3 Рознімні з'єднувачі (коннектори й адаптери)

Для підключення активного обладнання до СКС і для комутації ліній зв'язку необхідні рознімні з'єднувачі оптичних волокон. За роки розвитку оптичної техніки було запропоновано значну кількість конструкцій різноманітних з'єднань, багато з яких вже не застосовуються.

У загальному випадку, рознімний з'єднувач містить у собі адаптер з втулкою, що centruє, та два коннектори. У коннектора є наконечник (ferrule), що являє собою циліндр із центральним отвором діаметром 125 мкм для волокна. Інсталяція такого коннектора здійснюється в такий спосіб – на кабель попередньо натягується гумовий захисний ковпачок і металева відтискна втулка. Потім оптичне волокно «зачищується» від буферних оболонок, вводиться в наконечник і фіксується в ньому різними способами: механічно, за допомогою клейових складів і т. ін. Після цього волокно сколюється, зовнішня оболонка кабелю фіксується відтискною втулкою, що потім відтискається й надійно прикріплює силові елементи кабелю до коннектора.

Зібраний коннектор вводиться в адаптер, в якому наконечник коннектора виявляється в його втулці, що centruє. Зовнішній корпус коннектора фіксується на корпусі адаптера. З протилежного боку в адаптер вводиться в

такий самий спосіб другий коннектор. При цьому торці наконечників впираються один в одного і оптичні волокна перебувають у фізичному контакті. Фізичний контакт оптичних волокон знижує втрати на відображення у з'єднувачах та буває чотирьох типів (за зменшенням відбиття):

- фізичний контакт PC (Physical Contact);
- супер-фізичний контакт SPC (Super Physical Contact);
- ультра-фізичний контакт UPC (Ultra Physical Contact);
- кутовий фізичний контакт APC (Angled Physical Contact).

При здійсненні рознімного з'єднання часто доводиться поєднувати вироби різних виробників, тому на відміну від механічних сплайсів, посадкові розміри коннекторів і адаптерів стандартизовані. При цьому самі конструкції досить різноманітні. Прагнення зменшити габарити комутаційних панелей привело до розробки малогабаритних оптичних з'єднувачів, що отримали загальну назву коннекторів з малою формою-фактором або SFF-коннекторів (Small Form Factor Connectors). У них використовуються наконечники вдвічі меншого зовнішнього діаметра або конструкції з іншими принципами з'єднання, наприклад, зовсім без наконечників.

Сьогодні існують різні оптичні з'єднувачі різного типу SMA, FC, FJ, FDDI, E2000, VF-45, ST, SC та ін. У СКС у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801 рекомендує використовувати з'єднувачі типу SC, також допускається використання з'єднувачів типу ST та всі сучасні SFF-коннектори. Фактично, стандарт допускає використання коннекторів будь-яких типів, за винятком лише застарілих.

6.4 Волоконно-оптичні комутаційні панелі

Волоконно-оптичні комутаційні панелі (патч-панелі), також як і мідні, призначені для термінування оптичних кабелів, для здійснення комутацій ліній у СКС, а також для підключення до них активного обладнання. Часто ці пристрої за їх зовнішній вигляд називають «оптичними полицями», оскільки вони виглядають як коробки або як полки, які одна над одною розташовуються

в шафі. Структурна схема волоконно-оптичної комутаційної панелі показана на рис. 6.1.

Оптична полиця складається з корпусу, на передній стінці якого розташовані адаптери, призначені для підключення коннекторів як зсередини, так і ззовні. Волоконно-оптичний кабель вводиться всередину корпусу та закріплюється там. Оптичні волокна з кабелю окінчуються коннекторами, для організації запасу та дотримання норм за радіусами вигину волокна укладаються в спеціальний організатор, а коннектори підключаються до адаптера зсередини.

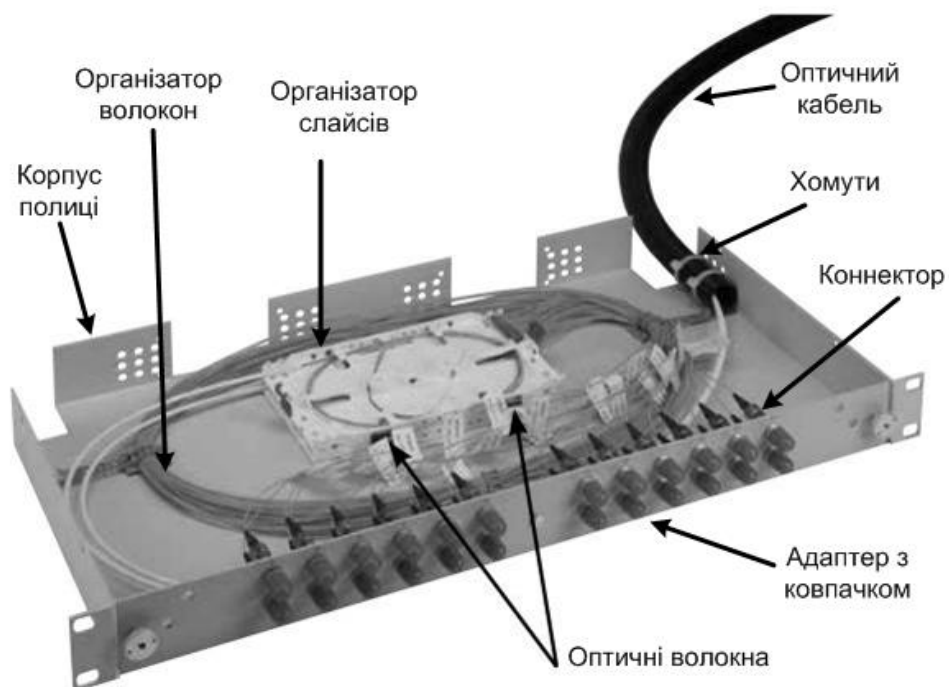


Рисунок 6.1 – Структурна схема волоконно-оптичної комутаційної панелі (оптичної полиці)

Конструкція волоконно-оптичної комутаційної панелі не стандартизована, оскільки немає необхідності поєднувати деталі різних виробників. У зв'язку із цим корпус може бути виконаний з металу або пластмаси, може варіюватися форма корпусу, у корпусі можуть бути кришки й т. ін. Адаптери можуть бути різного типу, дуплексні та симплексні й

розташовуватися попарно в горизонтальному або вертикальному напрямках. Таким чином, виробники таких пристроїв не обмежені в конструктивних можливостях. Вибір конкретного пристрою визначається розмірами СКС, ціною пристрою, зручністю його монтажу й обслуговування. Необхідно звернути увагу на три можливих способи монтажу розподільного пристрою:

- окінцювання безпосередньо оптичного волокна кабелю за допомогою коннектору;
- приєднання пігтейла до оптичного волокна кабелю за допомогою механічного сплайса;
- приєднання пігтейла до оптичного волокна кабелю за допомогою звареного сплайса.

Необхідно також урахувати той факт, що відповідно до вимог стандарту ISO/IEC 11801 необхідно окінцювати всі оптичні волокна, незалежно від того, скільки реально волокон буде використовуватися.

Технології окінцювання оптичного волокна конекторами

Окінцювання оптичного волокна конектором – це найпоширеніша операція в процесі інсталяції (монтажу) оптичної СКС, яка виконується, практично, при виконанні будь-яких робіт – при монтажі оптичної полиці або телекомунікаційної розетки, вимірах, виготовленні пігтейлів, монтажі муфт і т. ін. Від якості цієї операції залежить, в остаточному підсумку, якість рознімного з'єднання волокон. Існує значна різноманітність конструкцій рознімних з'єднувачів. Найпоширенішим є з'єднувач, в якому оптичні волокна закріплюються у спеціальному наконечнику коннектора. Окінцювання волокна будь-яким конектором з наконечником завжди включає у себе наступні моменти й операції:

- підготовку кабелю й волокна для окінцювання ;
- закріплення оптичного волокна в наконечнику коннектора;
- закріплення буферних оболонок оптичного волокна й зовнішньої оболонки кабелю на силових елементах конструкції коннектора;

- фінішну підготовку поверхні оптичного волокна.

Технологічно ці операції виконуються різними способами. Підготовка кабелю й оптичного волокна полягає в знятті та обрізці зовнішньої оболонки кабелю, кевларових нитей на потрібну довжину, а також у видаленні буферних оболонок з волокна. Закріплення оптичного волокна в наконечнику здійснюється або механічно, або за допомогою різноманітних клейових составів. Закріплення буферних оболонок і оболонки кабелю виконується, як правило, притиском спеціальних втулок. Фінішна підготовка оптичного волокна здійснюється або його поліруванням, або сколюванням волокна.

При виборі конкретної технології окінцювання необхідно врахувати наступні фактори:

- рівень необхідної надійності коннектора залежно від умов навколишнього середовища, в яких він буде використовуватися;
- тип і вартість коннектора;
- вид і вартість комплекту інструмента для монтажу коннектора даного типу;
- витрати часу та праці для монтажу коннектору даного типу;
- вид, кількість, строк придатності, вартість і доступність витратних матеріалів необхідних для монтажу даного коннектора.

Технології окінцювання оптичного волокна коннекторами можна підрозділити на чотири види за способом закріплення оптичного волокна й підготовки його поверхні з використанням:

- епоксидної смоли;
- клеїв різного типу;
- механічного закріплення оптичного волокна в наконечнику;
- «гібрида» механічного сплайса з наконечником, в який заздалегідь у заводських умовах вклеєне оптичне волокно .

Епоксидна технологія. У цій технології для закріплення оптичного волокна в наконечнику використовується епоксидна смола, змішана з

отверджувачем у потрібних пропорціях. Є три різновиди цієї технології, в яких використовуються: смола гарячого отвердіння, смола, що отвердіває при кімнатній температурі, і смола, уведена в наконечник заздалегідь на заводі–виготовлювачі. Переваги епоксидної технології полягають у високій надійності отримуваних коннекторів, а недоліки – у необхідності потужної пічки для нагрівання коннекторів і тривалого (у середньому близько 15 хвилин) часу на нагрівання та охолодження.

Клейова технологія. У цій технології використовуються клеї різного виду: клей, що затвердіває від впливу ультрафіолету, ціаноакрилатний, анаеробний, акриловий. Переваги цієї технології полягають у невеликому (від 2 до 5 хвилин) часі монтажу коннектора та його низької вартості, а недоліки – у середніх показниках надійності та значної кількості витратних матеріалів, з обмеженим (від 3 до 12 місяців) терміном придатності.

Механічна технологія. При використанні цієї технології волокно фіксується в наконечнику особливої конструкції. Він має внутрішню конусну частину, в якій волокно фіксується спеціальним інструментом. Перевагами такої технології є висока швидкість монтажу коннектора й відсутність витратних матеріалів, а недоліками – невисока надійність коннектора та відносно висока його вартість.

Гібридна технологія. Ідея цієї технології полягає у поєднанні в одному коннекторі механічного сплайса з наконечником, в який на заводі заздалегідь вклеїли оптичне волокно з відполірованими торцями. Переваги цієї технології полягають у високій швидкості монтажу (близько 1,5 хвилин) і у відсутності витратних матеріалів, а недоліки – у відносно високій вартості коннектора (приблизно в 2 рази більшої ніж у клейового) і в необхідності дорогого пристрою для сколювання оптичних волокон.

Підготовка торця волокна при епоксидній, клейовій та механічній технології здійснюється поліруванням, а в гібридній технології – сколюванням волокна.

Контрольні питання

1. З яких елементів складається оптична СКС?
2. Яка основна проблема інсталяції (монтажу) оптичних СКС?
3. Що таке бюджет втрат оптичної потужності? Як його розрахувати?
4. Що таке сплайн?
5. Які існують типи оптичних сплайсів, у чому їх відмінності?
6. Що таке рознімний оптичний з'єднувач?
7. Що таке оптичний коннектор і оптичний адаптер?
8. Які існують типи фізичних оптичних контактів?
9. Для чого призначена оптична комутаційна панель?
10. Які існують способи монтажу оптичної комутаційної панелі?

Опишіть їх переваги та недоліки.

Розділ 7 ПРОЕКТУВАННЯ СКС

7.1 Особливості проектування СКС як технічного об'єкта. Основні нормативні документи

Структурована кабельна система являє собою складну технічну телекомунікаційну систему, реалізація якої вимагає відповідного рівня знань і високої кваліфікації. СКС є типовою слабкострумовою кабельною системою, яка призначена для забезпечення різних видів телекомунікаційного апаратного обладнання середовищем передавання. Відповідно до нормативної документації проектування слабкострумової кабельної системи повинне здійснюватися юридичними й фізичними особами, що отримали в установленому законодавством України порядку ліцензію на відповідний вид діяльності. Проектна документація розробляється відповідно до державних норм, правилами й стандартами. Розроблений проект СКС повинен забезпечувати виконання наступних вимог:

1. Відповідати нормативно законодавчій базі України.
2. Можливість використання нових перспективних технічних рішень і технологій.
3. Економія трудових і матеріальних ресурсів.
4. Зручність та безпека технічної експлуатації (обслуговування).
5. Пожежну безпеку.

У процесі проектування СКС можна використовувати всі методи, прийоми та методики, які були розроблені стосовно до телекомунікаційних систем, зокрема (мережне планування, лінійне програмування й т. ін.). Єдиною серйозною відмінністю від інших телекомунікаційних систем є те, що будь-яка СКС, у переважній більшості випадків, не вимагає виконання розрахунків електричних і оптичних параметрів. Відповідність цих параметрів нормам забезпечується за рахунок:

1. Дотримання обмежень, що накладаються стандартами на довжини кабельних ліній та з'єднувальних шнурів різних класів.

2. Дотримання норм і вимог стандартів на побудову кабельних трактів за довжиною й за кількістю точок комутації (моделі каналів).

3. Виконання проектування та монтажу СКС сертифікованими фахівцями.

4. Використання для монтажу СКС компонентів, параметри яких відповідають вимогам стандартів.

5. Наявності запасів, закладених проектувальниками у проект (у відповідності зі стандартами), що дозволяють зберегти працездатність системи навіть у деяких аварійних ситуаціях.

На підставі вищевикладених зауважень, у процесі проектування структурованої кабельної системи здійснюється розрахунок наступних параметрів:

1. Параметрів технічних приміщень СКС та геометричних розмірів різних елементів формування лінійної та комутаційної частини горизонтальної й магістральної підсистем (ємкості монтажних конструктивів, розмірів коробів і т.д.).

2. Кількості компонентів, необхідних для створення кабельних трактів підсистем СКС.

3. Кількості різного роду додаткових елементів, які застосовуються як у процесі будівництва у вигляді видаткових матеріалів, так і на етапі здачі готової системи в експлуатацію.

4. Параметрів трактів СКС для тих типів мережного й телекомунікаційного обладнання, що створювалося без урахування можливості передавання сигналів по мідних і оптичних трактах структурованої кабельної системи (наприклад, застосувань працюючих на гігабітних швидкостях і вище).

Все проектування СКС здійснюється на базі національних норм і стандартів. Як ми вже відзначали (у другому розділі) в Україні станом на середину 2012 року фактично відсутня спеціалізована нормативно-технічна

база, на основі якої повністю може бути виконаний проект СКС. Тому в Україні для проектування СКС застосовується Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801.

Також при проектуванні можна застосовувати низку стандартів, норм і правил, які розроблені стосовно до суміжних областей, наприклад:

- вибір параметрів захисного заземлення здійснюється відповідно до Правил організації електроустановок ПОЕ;

- для визначення щільності розміщення в робочих приміщеннях користувачів мережних телекомунікаційних пристроїв різного призначення залучаються відповідні положення Санітарних норм і правил України;

- низка принципів і правил організації внутрішніх кабельних трас може бути запозичена (з певними застереженнями) з нормативних документів, що описують мережі низьковольтного електроживлення промислових і житлових будинків, а також правил побудови електропроводок систем пожежної й охоронної сигналізації;

- правила організації кабельних трас підсистеми зовнішніх магістралей, а також кабельних введень у будинки регламентуються керівництвами, галузевими стандартами й іншими аналогічними директивними документами у галузі зв'язку.

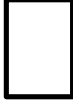
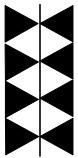
Як відзначалося в другому розділі, в Україні прийнято два національних стандарти, що визначають правила розробки проектної документації телекомунікаційних систем, у тому числі й СКС – ДСТУ Б А.2.4-40:2009 і ДСТУ Б А.2.4-42:2009.

ДСТУ Б А.2.4-40:2009 «Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Провідні засоби зв'язку. Умовні графічні позначення на схемах і планах» містить умовні позначки для кожного виду зв'язку. Стосовно СКС у стандарті представлені умовні позначки, які наведені у табл. 9 «Умовні графічні позначення елементів побудови структурованих кабельних систем» (табл. 7.1).

Стандарт, ДСТУ Б А.2.4-42:2009 «Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Провідні засоби зв'язку. Робочі креслення»,

призначений для правильного складання робочої документації й ґрунтується на базі стандарту ISO/IEC 11801. Даний стандарт визначає вимоги до оформлення проектних документів та до складу основного комплекту креслень СКС.

Таблиця 7.1 – Умовні графічні позначення елементів побудови структурованих кабельних систем

Найменування	Зображення споруд та пристроїв	
	діючих	проеКТованих
1 Шафа телекомунікаційна		
2 Стояк телекомунікаційний		
3 Коробка розподільна телекомунікаційна		
4 Розетка телекомунікаційна 4.1 Однопортова		
4.2 Багатопортова. Наводять ідентифікаційний номер телекомунікаційної розетки або портів мережного обладнання		
Приклад Телекомунікаційна розетка двопортова: Т, D – тип під'єднаних мереж (Т- телефонна мережа, D – цифрова мережа) 4 – номер поверху 05 – номер кімнати, 12 – номер розетки, 1-2 – номери портів.	 Т4.05.12.1 D4.05.12.2	 Т4.05.12.1 D4.05.12.2
5 Кабель прокладається 5.1 На вищу відмітку		
5.2 На нижчу відмітку За необхідністю наводять величину верхньої та нижньої відміток		

Незалежно від категорії структурованої кабельної системи (СКС) у складі основного комплекту робочих креслень СКС розробляють:

- структурні схеми СКС, які включають магістралі комплексу будинків, магістраль будинку, горизонтальну підсистему, кабельну мережу робочої області;

- траси прокладання кабелів по кожній підсистемі СКС;
- кабельні журнали (журнали кабельних з'єднань).

На структурній схемі СКС вказують:

- тип і категорію підсистем проекрованої СКС;
- структуру та загальну конфігурацію СКС;
- адреси будинків, номери чи найменування приміщень, де розташовуються комутаційні пристрої.

До структурної схеми СКС додають за необхідності окрему схему підключення елементів магістральних підсистем існуючих та проектованих. Приклад виконання структурної схеми СКС наведено на рис. 7.1.

Траси прокладання кабелів виконують, як правило, на поверхових планах будівель у масштабі 1:100, 1:200. Фрагменти трас, окремих підсистем можуть бути виконані на планах у масштабі 1:50÷1:500.

На планах зазначають:

- траси прокладання кабелів СКС по приміщеннях будівлі;
- місця розташування комутаційного обладнання;
- місця введення кабелів у приміщення чи будівлю;
- марки (типи) та ємність кабелів, що прокладаються;
- спосіб прокладання кабелів;
- типи конструктивних елементів.

Кожному кабелю надається своя відмітка, яка вказується в місцях розгалуження трас. Маркування кабелів на трасі повинно відповідати журналу кабельних з'єднань.

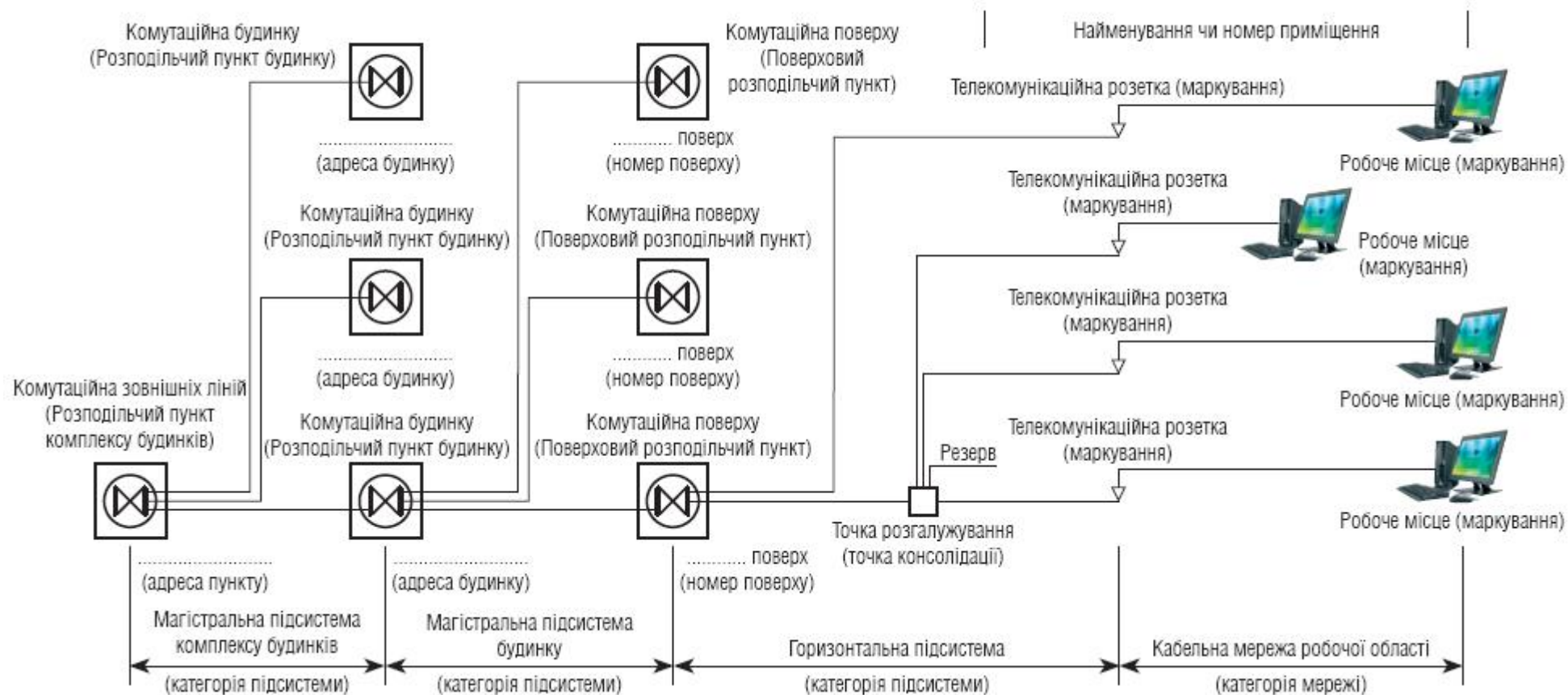


Рисунок 7.1 – Приклад виконання робочих креслень структурованих кабельних систем – Структурна схема СКС
(рис. Д1, додаток Д стандарту ДСТУ Б А.2.4-42:2009)

На планах указують координаційні осі будівлі, відстані між ними, суміжні приміщення, відстані від обладнання до будівельних конструкцій, проектоване обладнання, кабелі, вводи кабелів СКС та кабелів живлення, отвори, підлогові канали, конструктивні елементи для прокладання кабелів, відмітки чистої підлоги для нових приміщень, а для існуючих приміщень – номер поверху та висоту приміщень.

Кабельні журнали повинні відповідати трасам прокладання кабелів окремих підсистем СКС. У кабельному журналі надають дані, що необхідні для прокладання та монтування кабелів, вказують тип кабелю, порядковий або встановлений номер кабелю для даної ділянки підсистеми СКС, призначення кабелю, напрямок прокладання, найменування обладнання з зазначенням місця підключення кабелю, марку, ємність та довжину кабелю.

У процесах проектування СКС можуть брати участь кілька організацій:

1. *Організація-замовник* – забезпечує фінансування процесу створення системи, формулює вимоги до системи, забезпечує обговорені в договорі умови діяльності. Фахівці цієї організації можуть іноді виконувати окремі роботи із проектування й реалізації СКС.

2. *Організація-підрядник* працює за договорами з замовником, розроблювачами, постачальниками й іншими учасниками робіт. Здійснює постачання виробів, необхідних для створення СКС, організовує виконання доручених йому робіт, несе гарантійні зобов'язання по всій системі в цілому.

3. *Організація-розробник* здійснює науково-дослідні, конструкторські й проектні роботи, здійснює прив'язку компонентів, що поставляють, розробляє документацію, видає завдання на проектування.

4. *Організація-постачальник* виготовляє та поставляє технічні засоби за замовленням розробника й/або замовника. Вона несе гарантійні зобов'язання за компоненти, що поставляються нею.

5. *Організація-проектувальник* виконує розробку різних частин проекту або всього проекту в цілому.

6. *Монтажна організація* бере на себе функції здійснення монтажних, налагоджувальних та інших видів робіт. Вона відповідає за якість монтажу і його відповідність робочій документації.

Залежно від умов реалізації конкретного проекту допускається та користується великою популярністю на практиці виконання однією компанією різних функцій перерахованих вище організацій.

7.2 Стадії, етапи й фази проектування СКС

Під створенням (проектуванням) системи стосовно СКС розуміється сукупність упорядкованих у часі, взаємозалежних, об'єднаних у стадії та етапи робіт. Сьогодні для опису процесу проектування СКС застосовуються норми ДБН А. 2.2–3–2004 «Склад, порядок розробки, узгодження та затвердження проектної документації для будівництва». Дані норми описують порядок розробки, узгодження та затвердження проектної документації на нове будівництво, технічне переоснащення й реконструкцію об'єктів цивільного та виробничого призначення, цей документ можливо застосовувати й до СКС. Процес проектування СКС регламентується також і старим ДСТ 34.601–90 (прийнятий ще в СРСР) Автоматизовані системи. Стадії створення. Даний стандарт визначає всю сукупність робіт, виконання яких необхідно й достатньо для створення СКС, що задовольняє заданим вимогам. Згідно з ДБН А. 2.2-3-2004 і ДСТ 34.601-90 процес проектування СКС можна розділити на стадії й етапи. Стадії та етапи створення СКС виділяються як частини єдиного процесу, які закінчуються певним результатом. У табл. 7.2 зазначені етапи й стадії створення СКС.

Таблиця 7.2 – Стадії й етапи створення СКС

Стадія	Етап
1. Формування вимог	1.1 Обстеження об'єкта, збирання і аналіз даних про об'єкт
	1.2 Формування вимог користувача до системи
2. Технічне завдання (ТЗ)	2.1 Розробка та затвердження ТЗ на створення системи

Продовження таблиця 7.2

Стадія	Етап
3. Ескізний проект (ЕП)	3.1 Розробка попередніх проектних рішень з системи та з її частин 3.2 Розробка пояснювальної записки й локального кошторису ЕП
4. Технічний проект (ТП)	4.1 Розробка проектних рішень з системи та з частин 4.2 Розробка документації на систему та її частини 4.3 Розробка й оформлення документації на поставку виробів для комплектування системи
5. Робоча документація	5.1 Розробка робочої документації на систему і її частини
6. Запровадження в дію	6.1 Підготовка об'єкта автоматизації до введення системи в дію 6.2 Підготовка й навчання персоналу 6.3 Комплектація системи необхідними виробами 6.4 Будівельно-монтажні роботи 6.5 Пусконаладжувальні роботи 6.6 Проведення тестових випробувань 6.7 Проведення тестової експлуатації 6.8 Проведення приймальних випробувань
7. Супровід системи	7.1 Виконання робіт відповідно до гарантійних зобов'язань 7.2 Післягарантійне обслуговування

Технічні вимоги й технічне завдання

Технічні вимоги замовника, або як їх іноді ще називають завданням на проектування, є тим первинним документом, з якого починається процес створення СКС. Ці вимоги можуть конкретизуватися для кожної фази проектування або сформульовані, загалом, для всього проекту. У сучасних умовах технічні вимоги замовника часто оформляються у вигляді додатку до офіційного запрошення для участі в тендері або в торгах на створення СКС. Крім технічних вимог, на перших етапах роботи із проектування як вихідну інформацію використовують відомості, отримані в процесі попереднього обстеження об'єкта, стандарти й положення інших нормативних документів.

Документом, що узагальнює вихідну інформацію і який є підсумком спільної діяльності замовника й виконавця в процесі виконання попередніх робіт, є затверджене сторонами технічне завдання (ТЗ). ТЗ складається відповідно до вимог стандарту і є тим документом, за яким відбувається проектування, монтаж СКС та введення її в експлуатацію.

ТЗ на СКС розробляється на систему в цілому або як на деяку частину в складі іншої системи. Додатково може бути розроблено ТЗ на окремі складові частині СКС.

Основну роботу з підготовки ТЗ звичайно виконує виконавець на підставі технічних вимог замовника у тісному контакті з його відповідальним представником.

ТЗ визначає мету розробки, а також сукупність технічних, техніко-економічних, спеціальних та інших вимог, що висувуються до створюваної системи й до окремих її частин. У документі в обов'язковому порядку, фіксуються остаточні характеристики системи. Це дозволяє уникнути можливого взаємонепорозуміння організацій, що беруть участь у процесі створення СКС, а також чітко формалізувати процедуру здачі СКС в експлуатацію.

Поряд з технічними характеристиками допускається також включення до складу ТЗ вимог до порядку створення, розвитку або модернізації кабельної системи, у тому числі плану-графіка створення СКС.

ТЗ у загальному випадку містить наступні розділи:

- загальні відомості;
- призначення та мети створення (розвитку) системи;
- характеристика об'єкта;
- вимоги до телекомунікаційних та інших параметрів системи;
- склад і зміст робіт зі створення системи;
- порядок контролю й приймання;
- вимоги до складу та змісту робіт з підготовки будинку й зовнішніх комунікацій до введення СКС у дію;

- вимоги до документування;
- джерела розробки.

За необхідності окремі розділи можуть поділятися на підрозділи. У ТЗ можуть включатися також додатки. Залежно від конкретних місцевих умов і специфічних особливостей об'єкта, допускається оформляти окремі розділи ТЗ у вигляді додатків, вводити додаткові розділи, поєднувати розділи ТЗ.

Ескізний проект

Ескізний проект розробляється в тому випадку, якщо це передбачено ТЗ або протоколом розгляду технічної пропозиції.

Основна мета роботи на стадії розробки ескізного проекту полягає у формуванні попередніх проектних рішень, що дають загальне уявлення про структуру створюваної кабельної системи та її характеристики, а також можливість оцінки її вартості. Цей документ може мати кілька варіантів вирішення завдання, короткий аналіз цих варіантів та обґрунтовані рекомендації з вибору. Функції ескізного проекту в деяких випадках виконує так звана технічна пропозиція. Технічна пропозиція часто розробляється та надається замовникові ще до укладання офіційного договору на проектування (наприклад, у процесі проведення тендера) і тому відповідно до реалій сьогодення називається комерційною або бюджетною пропозицією. У процесі виконання ескізного проектування вирішуються наступні основні завдання:

- розробляється структурна схема СКС та конфігурація робочого місця;
- визначається перелік обладнання, що встановлюється в технічних приміщеннях різного рівня;
- здійснюється вибір середовища передавання сигналу в горизонтальній і магістральній підсистемах та методів прокладання кабелів;
- формуються пропозиції щодо розміщення технічних приміщень, а також вимоги до цих приміщень і кабельних трас;
- дається оцінка вартості кабельної системи та тривалості робіт з її інсталяції.

Документація, розроблена на стадії складання ескізного проекту, має загальний характер і невеликий обсяг. До складу документації ескізного проекту можуть включатися наступні документи:

1. Пояснювальна записка до ескізного проекту.
2. Структурна схема комплексу технічних засобів.
3. Попередня оцінка вартості створення системи.

Технічний проект

Технічний проект розробляється в тих ситуаціях, коли це передбачається технічним завданням, протоколом розгляду технічної пропозиції або ескізним проектом.

Основною метою робіт, що виконуються на стадії технічного проекту є розробка остаточних проектних рішень за системою в цілому та за її окремими складовими частинами. Під проектними рішеннями варто розуміти рішення, що стосуються принципів роботи системи, а також рішення конкретних завдань і проблем, пов'язаних зі створенням системи в процесі реалізації СКС.

Перелік робіт, що виконуються у процесі розробки технічного проекту, визначаються розробником та погоджуються з замовником. При цьому не повторюються роботи, проведені на попередніх стадіях, якщо вони не можуть дати додаткових даних. Ця обставина відбивається в пояснювальній записці. До складу документації, що розробляється в процесі виконання технічного проектування, додаються наступні документи:

- відомість технічного проекту (код документа ТП);
- пояснювальна записка до технічного проекту в якій зазначаються основні принципи реалізації СКС з деталізацією за окремими підсистемами, способи організації кабельних трас, особливості розміщення обладнання у технічних приміщеннях, приводиться схема формування індексів маркування елементів СКС та інших необхідних даних;
- структурна схема комплексу технічних засобів – цей документ на практиці виконується у формі поверхових планів з детальною прив'язкою

окремих компонентів кабельної системи до архітектурних креслень; до складу схеми часто додають таблиці розведення кабелів по комутаційних панелях кросового поля та комутацію окремих портів;

- відомість (специфікація) обладнання, матеріалів і додаткових компонентів;
- локальний кошторисний розрахунок.

Робоча документація

Розробка робочої документації полягає в підготовці точних робочих креслень, схем і таблиць, якими будуть керуватися монтажники при проведенні робіт зі створення системи. Робоча документація забезпечує детальну прив'язку окремих компонентів системи до об'єкта, містить креслення, таблиці з'єднань і підключень, плани розташування обладнання і інші аналогічні текстові й графічні документи.

До складу документації, яка створюється на цій стадії, входять наступні основні документи:

- схеми розміщення обладнання та прокладання кабелів;
- таблиці з'єднань і підключень (журнал кабельних трас СКС, див. табл. 7.3);
- збірні креслення.

Техноробочий проект

У процесі реалізації СКС невеликих масштабів (число обслуговуваних робочих місць до 100) після отримання та схвалення технічних пропозицій досить часто застосовується так зване одностадійне проектування.

У випадку ухвалення рішення про використання такої схеми організації робіт здійснюється розробка так званого техноробочого проекту. Цей документ містить у собі основні елементи робочих креслень та рішень технічного проекту й, як правило, включає:

- пояснювальну записку;

Таблица 7.3 – Журнал кабельных трас

№ кабелю	Траса						Характеристика кабелю			Призначення
	початок			кінець			марка кабелю	ємність кабелю, переріз	довжина, м	
	назва телекомуні-каційної шафи, точки консолідації	№ патч-панелі	№ порту патч-панелі, точки консолідації	назва (№) приміщення	№ розетки або точки консолідації	№ порту розетки, точки консолідації				
2.1.1.1	ШР 2.1	1	1	1	2.1.1	1	S/FTP кат.6	4x2x0.57	9.5	Передача даних
2.1.1.2	ШР 2.1	2	1	1	2.1.1	2	S/FTPкат.6	4x2x0.57	9.5	Телефонія
2.1.2.1	ШР 2.1	1	2	1	2.1.2	1	S/FTPкат.6	4x2x0.57	19.5	Передача даних
2.1.2.2	ШР 2.1	2	2	1	2.1.2	2	S/FTP кат.6	4x2x0.57	19.5	Телефонія
2.2.1.1	ШР 2.1	1	3	2	2.2.1	1	S/FTP кат.6	4x2x0.57	27.5	Передача даних
2.2.1.2	ШР 2.1	2	3	2	2.2.1	2	S/FTPкат.6	4x2x0.57	27.5	Телефонія
2.4.ТК1	ШР 2.1	1	11	4	2.4.ТК	1	S/FTP кат.6	4x2x0.57	27.5	Передача даних

- креслення, необхідні для обґрунтування ухвалених рішень; при цьому, природно, потрібний більш глибокий рівень деталізації порівняно з технічним проектом і забезпечення можливості виконання будівельно-монтажних робіт без додаткового проектування;

- специфікацію;

- кошторис.

В обов'язковому порядку на стадії введення системи в дію повинна бути розроблена експлуатаційна документація, що враховує всі зміни, внесені в робочу документацію в процесі пусконаладжувальних і будівельно-монтажних робіт, дослідної експлуатації та приймальних випробувань. Експлуатаційна документація містить у собі керівництво з використання й підтримки системи в процесі експлуатації.

Фази проектування

Процес проектування СКС відповідно до міжнародного стандарту ISO/IEC 11801 поділяється на дві основні фази, які називаються архітектурною й телекомунікаційною.

Архітектурна фаза проектування

Основними завданнями архітектурної фази проектування є:

1. Визначення загальної структури СКС, оптимальної або квазиоптимальної (майже оптимальної) за повною сукупністю техніко-економічних характеристик у процесі створення та наступної експлуатації.

2. Адаптація окремих приміщень і конструкцій будинку, на рівні будівельних рішень під специфічні вимоги кабельної проводки, комутаційного обладнання та технічних приміщень СКС.

Архітектурна фаза проектування здійснюється на етапі розробки проекту нового або реконструкції старого будинку. На цій фазі в проект закладаються вертикальні стояки для прокладання кабелів, приміщення кросових і апаратних з відповідними системами інженерного забезпечення їх параметрів, визначаються траси та способи прокладання кабелів як у середині, так і ззовні будинку (кабельна каналізація, повітряні лінії). Основними вихідними даними для даного етапу проектування є:

1. Форма, поверховість, архітектурні, будівельні та інші особливості й геометричні характеристики будинку, а також прилягаючої території.
2. Будівельні та інші нормативні документи на проектування службових приміщень систем телекомунікацій і кабельних трас.
3. Стандарти СКС.
4. Додаткові вимоги замовника.

Метою й завданням архітектурної фази проектування СКС є підготовка до реалізації телекомунікаційної стадії проектування й зручності наступної експлуатації кабельної системи. Проектні рішення, прийняті на цій фазі, дозволяють поліпшити техніко-економічні характеристики, а також знизити вартість створення та експлуатації СКС.

Рішення, закладені в проект на архітектурній фазі, впливають на параметри надійності та безпеки експлуатації СКС. Архітектурна фаза проектування чітко регламентується. Стандарти визначають, що на архітектурній фазі проектування визначаються і чітко регламентуються правила організації наступних об'єктів:

- технічних приміщень – апаратних і кросових;
- кабельних трас горизонтальної підсистеми й підсистеми внутрішніх магістралей;
- введень у будинок кабелів підсистеми зовнішніх магістралей і зовнішніх телекомунікаційних операторів;
- кабельних трас підсистеми зовнішніх магістралей.

У стандартах також присутні вимоги до системи електроживлення, опалення, вентиляції й кондиціювання будинку в тій її частині, що має відношення до побудови СКС.

Як ми вже відзначали, сьогодні, в Україні відсутній єдиний нормативний документ, який би чітко описував і регламентував архітектурну фазу проектування СКС (правила побудови й параметри технічних приміщень СКС, кабельних трас різних підсистем). Замість єдиного документа, застосовується низка різних нормативних документів – будівельні норми ДБН (можуть бути застосовані в процесі проектування технічних приміщень), вимоги з пожежної безпеки (при організації кабельних трас підсистем СКС), нормативні документи у сфері зв'язку (норми й технологічні вимоги до будинків і приміщень АТС і УПАТС, норми з проектування лінійних споруджень).

Телекомунікаційна фаза проектування

Телекомунікаційна фаза проектування починається після закінчення архітектурної фази, проте за сучасних умов вона виконується після завершення всіх будівельно-монтажних робіт. На даній фазі проектування розробляється конкретна структура СКС, складається перелік необхідного обладнання, плани його розміщення й т.д. Основними вихідними даними, необхідними для практичної реалізації телекомунікаційної фази проектних робіт, є:

1. Результати обстеження будинку та прилеглої території або їх проектна документація створена на архітектурній фазі проектування.

2. Стандарти СКС.

3. Додаткові вимоги замовника, наприклад кількість і розміщення робочих місць, кількість розеткових модулів інформаційних розеток на робочому місці, вимоги щодо пропускної здатності, надійності, безпеки й т. ін.

Головне завдання, що вирішуються на телекомунікаційній фазі проектування – це розрахунок кількості компонентів, необхідних для побудови планованої СКС. Необхідність робити розрахунок електричних і оптичних характеристик, як правило, відсутній (розрахунок проводиться тільки за

необхідності, наприклад для застосувань, що працюють на швидкостях 10 Гбіт/с), тому що заданий рівень параметрів забезпечується дотриманням вимог стандартів. На телекомунікаційній фазі проектування відбувається розрахунок монтажних і додаткових компонентів (конструктивів, декоративних кабельних каналів, елементів маркування і т. ін.).

Процес проектування СКС на телекомунікаційній фазі ділиться на кілька етапів:

- проектування підсистеми робочого місця;
- проектування лінійної частини горизонтальної підсистеми;
- проектування лінійної частини магістральних підсистем (підсистеми внутрішніх або зовнішніх магістралей);
- проектування комутаційного обладнання адміністративної підсистеми в технічних приміщеннях;
- проектування та розрахунок патч-кордів (кінцевих, комутаційних та абонентських шнурів) адміністративної підсистеми.

Вихідними даними для виконання проектних робіт на телекомунікаційній фазі є:

1. Поверхові плани будинку з зазначенням лінійних розмірів.
2. Дані про загальну й/або корисну площу приміщень.
3. Значення висоти поверхів.
4. Інформація про структуру окремих поверхів:
 - система розміщення приміщень: коридорна, великі зали без капітальних перегородок під відкриті офіси;
 - наявність архітектурно виділених зон та їх розміри;
 - розташування сходових маршів;
 - розташування допоміжних приміщень (санвузли, комори, вентиляційні камери й т. ін.);
 - наявність і розташування технічних приміщень.
5. Будівельні рішення:

- матеріал, структура й товщина стін і перегородок;
- матеріал, структура й товщина міжповерхових перекриттів;
- наявність і конструкція підвісних стель і фальшпідлог у коридорах і кімнатах;

- конфігурація, розташування та принципи установки радіаторів системи опалення.

6. Розташування розподільних вузлів і стояків систем водопроводу, опалення, каналізації, системи пожежогасіння, мережі живлення потужних електричних пристроїв, джерел потужних електромагнітних полів.

7. Кросові й апаратні:

- наявність технічних приміщень та їх готовність для розміщення обладнання СКС;

- розміри приміщень, що виділені під кросові та апаратну.

8. Наявність, стан і готовність кабельної каналізації, естакад, стовпів та інших аналогічних споруджень для укладання або підвішування кабелів зовнішнього прокладання .

9. Відомості про наявність, конструкцію, параметри й стан кабельного введення в будинок:

- типи і ємність кабелів, що вводять, а також інформація про їх власника;

- наявність пристроїв електричного захисту в складі кабельного введення;

- наявність вільних каналів кабельного введення та їх стан.

10. Канали для прокладання вертикальних ділянок кабелів:

- типи й стан конструкцій проходу міжповерхових перекриттів;

- типи й стан конструкцій, що забезпечують перехід від вертикальних до горизонтальних ділянок кабельних трас.

11. Канали для прокладання горизонтальних ділянок кабелів:

- наявність, ємність і стан кабельних лотків та інших функціонально аналогічних конструкцій за підвісною стелею;

- наявність, ємність і стан заставних кабельних каналів у підлозі й стінах;

- наявність і ступінь заповнення декоративних коробів у приміщеннях.

12. Особливості інтер'єру та зовнішнього оброблення приміщень різного призначення, що мають відношення до побудови структурованої кабельної системи.

13. Інформація про категорії електропостачання об'єкта:

- категорія надійності з електропостачання;
- схема підведення живильних фідерів до об'єкта.

14. Заземлення:

- наявність контуру захисного заземлення;
- наявність захисного обнулення;
- структура системи заземлення будинку;
- можливість організації контуру телекомунікаційного заземлення.

У процесі формування вимог до СКС і вибору остаточного варіанта її побудови необхідна докладна інформація про:

1. Основні і допоміжні типи мережного обладнання, що буде використовувати СКС для організації інформаційного обміну:

- локальна обчислювальна мережа;
- масиви дискової пам'яті;
- телефонна мережа;
- системи ефірного, супутникового й кабельного телебачення;
- системи контролю доступу;
- системи керування технологічним обладнанням будинку (ліфтами, системою вентиляції й кондиціонування й ін.);
- інші системи.

2. Вимоги замовника до телекомунікаційних характеристик системи:

- пропускної здатності;
- ємкості підсистеми внутрішніх і зовнішніх магістралей;
- перспективи розширення системи.

3. Методи прокладання кабелів та сумісності з існуючим інтер'єром.

4. Сумісності з обладнанням, що передбачається встановити в будинку.

5. Додаткові вимоги.

7.3 Проектування технічних приміщень

Проектування апаратної

Апаратна являє собою технічне приміщення, що несе основне навантаження з забезпечення взаємодії не тільки всіх кабельних ліній, а й забезпеченню працездатності всієї інформаційно-обчислювальної системи підприємства. У цьому приміщенні поруч з комутаційним обладнанням лінійних кабелів магістральних підсистем зазвичай розташовуються найбільш важливі мережні пристрої колективного користування (УПАТС, сервери, комутатори масштабу підприємства, масиви дискової пам'яті та аналогічне їм обладнання).

При виборі місця розміщення апаратної СКС, що обслуговує одночасно декілька будинків, за інших рівних умов кращим рішенням є її організація в центральній частині території, що обслуговується. Найбільш оптимальною формою приміщення апаратної є квадратна або прямокутна форма (або близька до неї) з довжиною короткої стіни не менш 3 м. Висота приміщення повинна становити не менш 2,6 м. Стеля приміщення апаратної в обов'язковому порядку забезпечується гідроізоляцією, яка захищає мережне обладнання від можливого затоплення. Підлога апаратної проектується таким чином, щоб витримувати розподілене навантаження не менш 1250 кг або 350 кг/м^2 , при цьому підлога апаратної, за будь-якого варіанта реалізації, повинна бути рівною та мати антистатичне покриття з опором 10 МОм, що забезпечує відвід статичної електрики. Конструкція й матеріал стін вибираються з урахуванням можливості кріплення до них апаратури.

Апаратна повинна бути обладнана наступними системами:

- охоронною сигналізацією;
- пожежною сигналізацією;
- системою кондиціонування;
- системами освітлення та аварійного освітлення;
- системою захисного й телекомунікаційного заземлення.

Розміри приміщення апаратної визначаються складом розташовуваного в ній обладнання. При проектуванні, стандарт рекомендує виділяти для апаратної 0,7% від усієї робочої площі, але не менше 14 м². Даний підхід дає можливість зручного адміністрування СКС та можливе масштабування її в майбутньому, без зміни або перепроєктування технічного приміщення. Для будинків з низькою щільністю робочих місць площа приміщення апаратної відповідно до вимог стандарту ISO/IEC 11801 вибирається залежно від числа робочих місць. У табл. 7.4 зазначені площі приміщень для організації апаратних, що рекомендуються стандартом.

Таблиця 7.4 – Площі апаратної для будинків з низькою щільністю робочих місць, що рекомендуються стандартом

Кількість робочих місць	Площа апаратної, м².
Менше або дорівнює 100	14
Від 100 до 400	37
Від 400 до 800	74
Від 800 до 1200	111

При виборі місця розташування апаратної доцільно керуватися наступними засадами:

1. Апаратна може бути сполучена або максимально наближена до кросової будинку для мінімізації довжини з'єднуючих їх кабелів.
2. Для полегшення контролю доступу апаратну рекомендується розташовувати неподалік від постів служби безпеки.

3. Для дотримання режиму контролю доступу та забезпечення безпеки приміщення, виділене під апаратну, не повинно мати вікон, бути прохідним або сполучатися з іншими виробничими приміщеннями.

4. При розташуванні будинку, в якому розміщується апаратна, у регіоні з підвищеною сейсмоактивністю вибір типу монтажних конструктивів та принципу монтажу обладнання здійснюються з урахуванням відповідних норм з механічної міцності й стабільності.

5. Небажано розташовувати апаратну поруч з приміщеннями, які роблять неможливим її подальше розширення.

6. Якщо апаратна розташована не на першому поверсі будинку, то бажано розташовувати її неподалік ліфтів.

7. Варто уникати близького розміщення потужних джерел електричних і /або магнітних полів, а також обладнання, що може викликати підвищену вібрацію в апаратній.

Умови навколишнього середовища в апаратній

В апаратній необхідно забезпечувати певні умови навколишнього середовища, а саме:

1. *Температура повітря* – від 18 до 24 °C при вимірі на висоті 1,5 метра від рівня підлоги. При перевищенні температурою верхнього граничного значення переважна більшість видів мережного обладнання до певного моменту зберігає свою працездатність, проте це вкрай небажано, тому що супроводжується прискореним старінням електронних компонентів і приводить до передчасних відмов.

2. *Вологість повітря* – від 30 до 55% при вимірах на висоті 1,5 м від рівня підлоги. Конденсація вологи повинна бути виключена за будь-яких умов.

3. *Мінімальна висота* розташування світильників від підлоги становить 2,6 м. Джерела світла повинні мати таку потужність і бути розташовані таким чином, щоб забезпечити рівномірне освітлення простору приміщення апаратної.

4. *Напруженість електричного поля* встановлена на рівні не вище 3 В/м в усьому спектрі частот. Додатково стандарти вимагають, щоб теплова потужність, що відводить від мережного обладнання в штатному режимі його функціонування, становила не менш 2,5 кВт. Необхідність нормування цих величин обумовлена тим, що приміщення апаратної, зазвичай, не має вікон, тому знання об'єму тепла, що виділяється, дозволяє правильно розрахувати параметри охолоджувальних пристроїв системи кондиціонування.

Особливості організації системи електроживлення в апаратній

Відповідно до рекомендацій стандартів для живлення мережного та іншого обладнання встановленого в апаратній передбачається мінімум дві здвоєні силові розетки. Живлення цих розеток повинне здійснюватися від двох незалежних джерел. Мінімальна висота розташування розеток становить 150 мм від рівня підлоги, відстань між окремими силовими розетковими модулями не повинна перевищувати 1,8 м. Забороняється застосування розеток з вимикачами. Живлення розеток для мережних пристроїв та системи освітлення апаратної повинне здійснюватися від різних панелей силового щитка. Мережне обладнання колективного користування, що монтується в апаратній, повинно в обов'язковому порядку підключатися з застосуванням джерел безперебійного живлення ДБЖ. Живлення приладів пожежної сигналізації, відповідно до вимог стандарту, в обов'язковому порядку здійснюється від основної та резервної систем. За наявності системи аварійного живлення перемикання на резервне джерело повинне здійснюватися автоматично.

Проектування кросової

У відповідності з описом стандартом загальної структури СКС до її складу можуть бути включені три кросових приміщення. Кросові приміщення СКС підрозділяються на:

- кросова зовнішніх магістралей (КЗМ);
- кросова будинку (КБ);

– кросова поверху (КП).

На практиці КЗМ і КБ часто поєднують одна з одною (це дозволено стандартом з метою мінімізації витрат корисної робочої площі для організації технічних приміщень), також стандарт дозволяє поєднувати апаратну з кросовою зовнішніх магістралей та кросовою будинку, тому більш докладно будемо розглядати КП. Дане технічне приміщення присутнє завжди. Всі твердження, що будуть наведені, практично, без будь-яких обмежень і особливостей можна застосовувати і до інших кросових.

Кросова поверху являє собою службове приміщення, в якому підключаються кабелі підсистеми внутрішніх магістралей СКС і кабелі горизонтальної підсистеми. Кросова – це вузловий елемент телекомунікаційної інфраструктури організації, що вимагає підвищеної уваги з боку проектувальників і служб експлуатації. Проте якщо вихід з ладу активного мережного обладнання, розташованого в апаратній, приводить до повного або часткового припинення функціонування інформаційної системи всього будинку (комплексу будинків), то відмова обладнання в КП означає повну або часткову зупинку роботи мережних пристроїв тільки для робочих зон, що обслуговуються цією кросовою (поверху). Виходячи з цього, до конструкції та обладнання КП висуваються менш жорсткі вимоги, порівняно з апаратною.

У невеликих за масштабом СКС з кількістю портів до 150-200, кросова поверху, найчастіше, є єдиним технічним приміщенням і поєднується з апаратною.

До комутаційного обладнання в КП підключаються робочі місця, які розташовані на цьому поверсі. Найбільш оптимальною формою приміщення для кросової є прямокутна, квадратна або близька до неї. Мінімальна довжина короткої стіни кросової, за вимогами стандарту, становить 2,2 м. Висота приміщення повинна бути не менш 2,5 м. Конструкція й матеріал стін вибираються з урахуванням можливості їх облаштування металевими

екрануючими панелями та кріпленнями для підвішування апаратури різного призначення.

Приміщення кросової повинне бути обладнане наступними системами:

- системою охоронної сигналізації;
- системою пожежної сигналізацією;
- системою кондиціонування;
- системою освітлення й системою аварійного освітлення;
- системою захисного й телекомунікаційного заземлення.

У відповідності зі стандартами площа робочої зони, що обслуговує одна КП, повинна бути не більше 1000 м². При цьому стандарт рекомендує визначати площу КП з розрахунку 0,07 м² на одне робоче місце, але не залежно від результатів розрахунку площа КП повинна становити не менше 6 м². Якщо число робочих місць невідомо, то площа КП, відповідно до вимог стандарту, вибирається залежно від розміру (площі) робочої зони, яку вона обслуговує. У табл. 7.5 наведені мінімальні значення, які рекомендує стандарт виділяти для площі приміщення кросової.

Таблиця 7.5 – Рекомендовані значення площі для приміщення кросової, залежно від розмірів робочої зони що обслуговується

Площа, що обслуговується, м ²	Площа кросової, м ²
Менше або дорівнює 1000	10,2 (3,0 x 3,4)
Менше або дорівнює 800	8,4 (3,0 x 2,8)
Менше або дорівнює 500	6,6 (3,0 x 2,2)

При виборі місця розташування кросової доцільно керуватися наступними рекомендаціями:

- КП повинна бути максимально наближена до вертикальних кабельних каналів (стояків), по яких прокладаються кабелі підсистеми внутрішніх магістралей СКС;

- для забезпечення режиму контролю доступу, приміщення, виділене для кросової, не повинне мати вікон, бути прохідним або сполученим з іншими виробничими приміщеннями;

- не бажано розташовувати кросові поблизу потужних джерел електричних і /або магнітних полів, а також обладнання, що може викликати підвищену вібрацію в кросовій;

- для мінімізації довжини кабелів і відповідно зменшення вартості горизонтальної підсистеми слід розташовувати КП як найближче до геометричного центра зони що обслуговується;

- КБ можна поєднувати з КП цього ж поверху.

Декілька кросових на поверху

У деяких випадках, на поверсі виникає необхідність організації двох або більше кросових (або їх функціональних аналогів). Це можливо в наступних випадках:

- площа робочої зони поверху перевищує 1000 м²;

- максимальна довжина трактів (базової лінії) горизонтальної підсистеми СКС перевищує 90 м;

- наявність додаткової КП дозволяє поліпшити техніко-економічну ефективність створюваної СКС за одним або декількома критеріями (що більш доцільно) одночасно.

Обов'язково, на кожному поверсі організовують дві й більше кросових СКС у тих випадках, коли довжина будинку, що обслуговується кабельною системою, більше 100–120 м. Якщо на поверсі багатоповерхового будинку передбачені декілька КП, то бажано, щоб усі вони обслуговувалися різними вертикальними кабельними каналами (стояками). У цьому випадку можливо уникнути горизонтального прокладання кабелів підсистеми внутрішніх магістралей СКС і суттєво підвищити надійність (живучість) кабельної системи. У тих випадках, коли через будь-які причини ці умови неможливо виконати, допускається, щоб частина КП була підключена до КБ транзитом,

через інші КП. На рис. 7.2 наведено варіанти організації й підключення декількох КП.

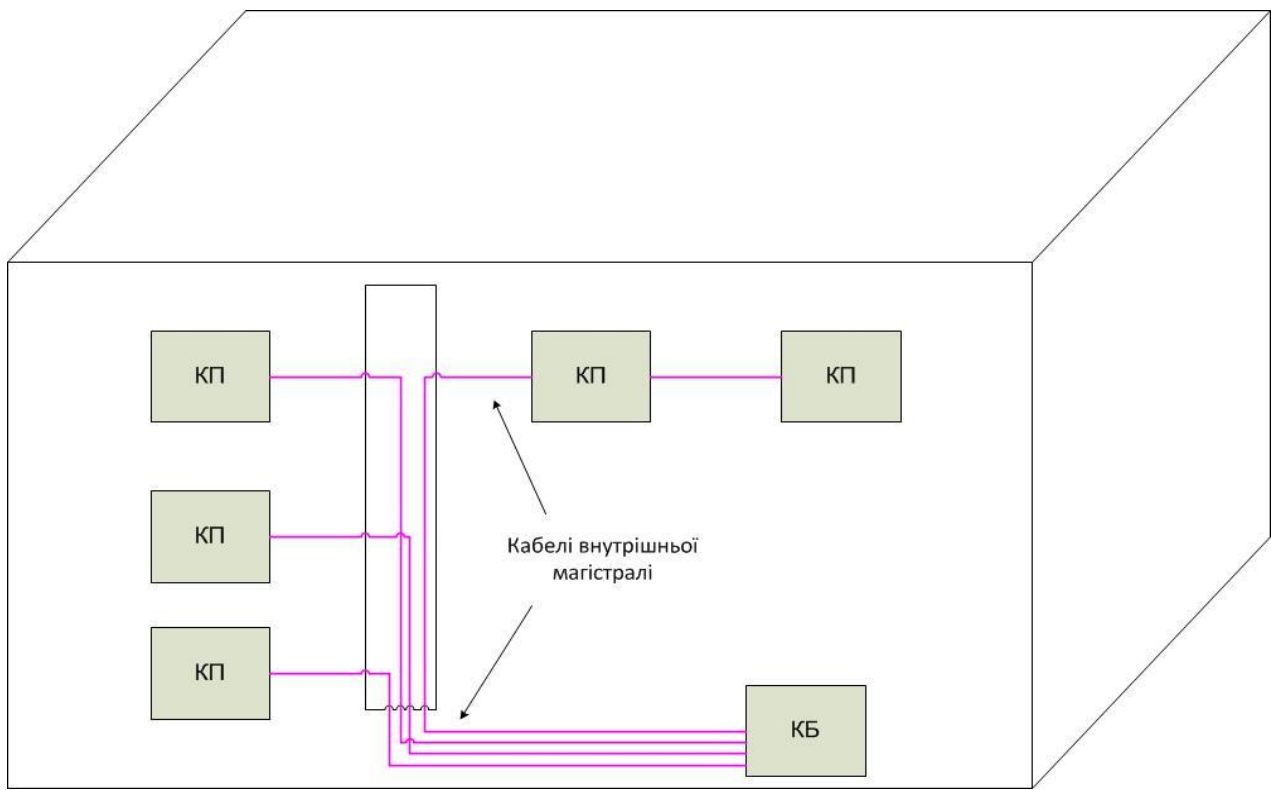


Рисунок 7.2 – Приклад розташування та підключення декількох кросових на одному поверсі

У кросовій необхідно забезпечити наступні умови навколишнього середовища:

1. *Температура та вологість* повітря повинні бути в межах від 18 до 24 °С і вологості 40–55% (за наявності в приміщенні кросової активного мережного обладнання) і в межах від 10 до 35 °С і вологості до 85% (при відсутності в приміщенні кросової активного мережного обладнання). Для запобігання утворення конденсації води на двері приміщення, температура повітря в технічному приміщенні не повинна відрізнятися від температури в сусідньому офісному приміщенні більш ніж на 5 °С.

2. *Освітленість* установлена на рівні не менш 540 лк при вимірі на висоті 1 м від рівня підлоги на вільному від обладнання просторі. Принципи реалізації

та вибору кількості, типу й розміщення світильників повністю відповідають аналогічним правилам для апаратних.

3. *Рівень вібрації* не повинен перевищувати гранично допустимого значення для встановленого в кросовій обладнання.

4. *Напруженість електричного поля* повинна становити не більше 3 В/м в усьому спектрі частот.

5. *Вміст у повітрі забруднюючих речовин* не повинен перевищувати гранично допустимих санітарних норм.

7.4 Розташування монтажних шаф у технічних приміщеннях

Сьогодні в СКС застосовуються різні типи монтажних конструктивів, які відрізняються як за виконанням, так і за габаритними розмірами. Переважно, в технічних приміщеннях використовуються відкриті стійки (монтажні рами у випадку настінного варіанта конструктиву) або телекомунікаційні шафи.

Монтажний конструктив – це спеціальним чином організований технічний елемент, який призначений для розташування елементів структурованої кабельної системи, таких як комутаційні панелі, а також для встановлення активного мережного обладнання.

Відкриті стійки та їх настінні варіанти застосовуються в тих випадках, коли:

- активне мережне обладнання, що встановлюються в технічному приміщенні, висуває підвищені вимоги щодо інтенсивності охолодження через значний обсяг потужності, що споживають;

- необхідний рівень з обмеження доступу сторонніх осіб до активного мережного обладнання та комутаційного обладнання СКС забезпечений за рахунок організації відповідної процедури контролю доступу в технічні приміщення;

- саме технічне приміщення має мінімальні розміри (на рівні нижньої межі, допустимої стандартом);

- система вентиляції й кондиціонування повітря забезпечує вміст пилу,

суттєво менше встановлених нормами значень;

- замовник висуває особливо жорсткі вимоги до вартості проекту, найчастіше на шкоду зручності обслуговування обладнання СКС і активних пристроїв.

В усіх інших випадках у проектах рекомендується використовувати 19-дюймові повністю закриті монтажні шафи. Застосування даного різновиду монтажних конструктивів забезпечує:

- фізичний захист встановленого в них обладнання;
- зниження (іноді значне) рівня електромагнітного випромінювання;
- захист обладнання від пилу й інших типів забруднення.

Шафи можуть бути обладнані скляними або металевими передніми дверима. Металеві двері мають меншу вартість, проте, через неможливість візуального контролю індикаторів активного мережного обладнання й помітно гірших естетичних показників встановлюються тільки у випадку висування особливих вимог з забезпечення захисту від проникнення пилу, вологи або за необхідності попередити несанкціонований доступ. Ще однією можливою ситуацією, коли є необхідність використання шаф з металевими дверима, є експлуатація комутаційного обладнання та мережних пристроїв у приміщеннях з високим рівнем електромагнітного випромінювання, що перевищує граничні значення.

Відкриті стійки, шафи та їх функціональні аналоги поділяються на настінні та на ті, що встановлюються на підлогу. Максимальна висота настінного конструктиву, у переважній більшості виробників, становить зазвичай 15-16 юнітів. Такі шафи можуть обслуговувати незначну кількість робочих місць (робоче місце, як правило, двопортове), тому настінні шафи доцільно застосовувати тільки для створення СКС, що забезпечує роботу не більше 40–50 робочих місць.

Монтажні конструктиви, зазвичай, випускаються висотою від 16 юнітів до 42 юнітів. Проте бувають конструктиви, що встановлюються на підлогу й меншої висоти. Необхідна висота конструктиву (шафи), що встановлюється на

підлогу звичайно розраховується відповідно до числа комутаційного обладнання, що планується розмістити в даному технічному приміщенні.

У деяких випадках допускається встановлення монтажних конструктивів поза технічними приміщеннями СКС. Відкрита й закрита установка монтажних шаф поза технічними приміщеннями передбачається діючими редакціями стандартів за умови, що площа робочої зони, яка обслуговується, не більше 100 м². При цьому стандарт дозволяє встановлювати шафи тільки в настінному або у вбудованому варіантах. Встановлення шаф на підлогу, у випадку перевищення цього значення, здійснюється в тих ситуаціях, коли виділення спеціальних технічних приміщень не є можливим і площа робочої зони, що обслуговує, відносно невелика. Критерієм доцільності застосування цього рішення є можливість монтажу всього обладнання в одній шафі, тобто число робочих місць, що обслуговуються, не більше 100–120. Установка шаф здійснюється, як правило, у робочих приміщеннях користувачів досить великої площі. У приміщенні поруч із входними дверима встановлюється загородження, що формує невеликий закритий відсік. У задній стінці відсіку й у стіні приміщення встановлюються двері, через які здійснюється доступ до передніх і задніх дверей шафи. У деяких випадках шафа може встановлюватися безпосередньо в куті непрохідного приміщення, впритул до стін, що примикають; обов'язкова умова – використання закритих монтажних конструктивів (шаф).

Недоліком відкритої установки є можливість доступу до обладнання тільки з двох сторін, що супроводжується помітним погіршенням зручності обслуговування при використанні варіантів конструктивів без відкидних або висувних монтажних рейок.

7.5 Кабельні канали СКС

Кабельні канали (кабель-канали) призначені для організації надійного, захищеного та зручного для подальшої експлуатації простору, в якому організуються (прокладаються) кабельні тракти різних підсистем СКС.

Кабельні канали можуть мати різну форму й конструктивне виконання та застосовуються в наступних випадках:

- за необхідності забезпечити захист окремого кабелю або сукупності кабелів від механічних та інших впливів навколишнього середовища;
- за необхідності забезпечити високі естетичні параметри приміщень різного призначення (особливо робочих приміщень);
- за необхідності забезпечити виконання вимог діючих норм і правил з забезпечення захисту кабелів від прямого доступу до них з боку персоналу та сторонніх осіб.

До кабельного каналу будь-якого типу пред'являються наступні вимоги:

- кабельний канал повинен бути міцними та довговічним, а також мати хороші економічні характеристики;
- кабельні канали, які використовуються для побудови трас підсистеми зовнішніх магістралей, повинні бути вологостійкими та не пропускати вологу;
- рішення, прийняті при організації кабельних каналів, повинні забезпечувати зручність наступної експлуатації та можливість виконання різних типів робіт;
- кабельні канали повинні бути виконані з не дорогих та безпечних матеріалів, що не роблять шкідливого впливу на кабелі та навколишнє середовище.

У загальному випадку всі кабельні канали можна поділити на наступні типи:

- канали на основі труб, що мають круглий або прямокутний поперечний переріз. Даний тип каналів поділяється, у свою чергу, на два основні різновиди: з горизонтальним й вертикальним установленням;
- канали з прямокутним поперечним перерізом і з'ємними кришками, які встановлюються головним чином горизонтально з незначною кількістю вертикальних ділянок (переважно в місцях переходу на різні рівні);
- канали із прямокутним поперечним перерізом без кришки;
- канали для прокладання кабельних джгутів.

Ємність каналів різних типів

У процесі проектування кабельних трас важливо правильно оцінити їх ємність, яка визначається конструктивними особливостями каналів, а також типом і кількістю кабелів, що планується прокласти.

Максимальна теоретична кількість кабелів одного типу, що може бути прокладена в будь-якому конкретному кабельному каналі, досягається у випадку так званого гексагонального укладання кабелів. Цей спосіб укладання кабелів отримав таку назву через те, що будь-який кабель усередині кабельного каналу стикається із шістьма іншими (рис. 7.3).

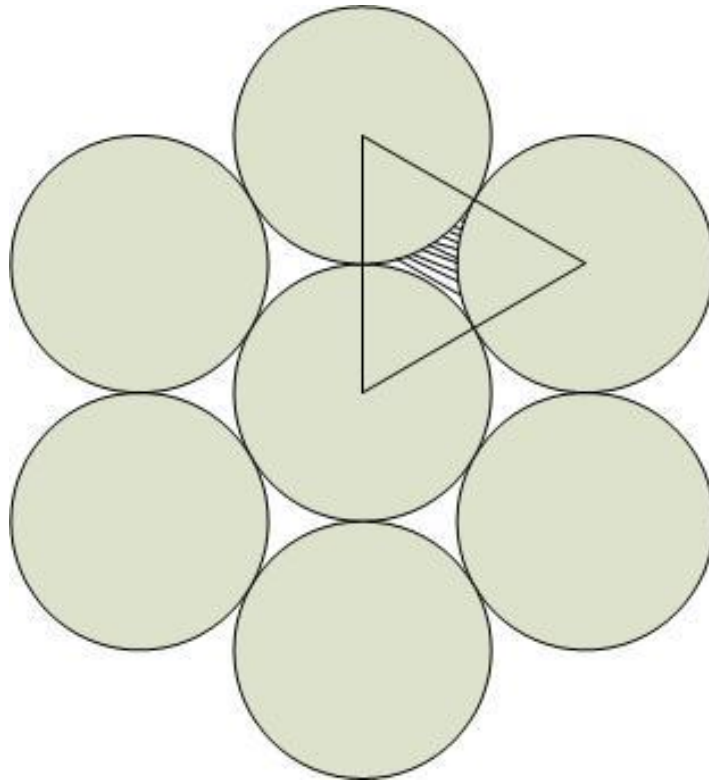


Рисунок 7.3 – Гексагональне прокладання кабелю

На практиці ідеального прокладання кабелю досягти не можливо, це пов'язано з наступними причинами:

1. Кабель, прокладений у каналі будь-яким способом, не є ідеально прямим.

2. Наявність стяжок, перегибів і т. ін., що є неминучим у реальних умовах прокладання кабелів, знижує щільність укладання пучка кабелів.

Зазначені фактори необхідно враховувати при визначенні ємності кабельного каналу, ці характеристики мають статистичний характер і їх зручно враховувати за допомогою спеціального інтегрального параметра – коефіцієнта використання площі каналу конкретного виду K_i .

Коефіцієнт використання визначається як відношення сумарної площі поперечного перерізу окремого кабелю S_i , що прокладений у каналі, до загальної площі поперечного перерізу кабельного каналу конкретного типу $S_{\text{кан}}$, тобто

$$K_i = \Sigma S_i / S_{\text{кан}} \quad (7.1)$$

Площа кабелю визначається за формулою:

$$S_1 = \pi D^{2/4} \quad (7.2)$$

Тоді, з урахуванням площі криволінійних трикутників, коефіцієнт використання кабельного каналу за ідеального прокладання кабелю буде становити $K_i = 0,907$.

Розглянемо більш докладно різні типи кабельних каналів з позиції забезпечення ними максимально можливої потенційної ємності.

Канали на основі труб мають різний, у переважній більшості випадків круглий, поперечний переріз та зустрічаються у формі кабельної каналізації, розведення труб у підлозі, у вигляді стояків з трубчастих елементів і заставних труб різного призначення в місці уведення в робоче приміщення. При визначенні розмірів труб та їх кількості слід розрізняти варіанти вертикальних і горизонтальних каналів. Для каналів з горизонтальною орієнтацією можна керуватися наступним основним правилом: кабелі різних видів для забезпечення можливості індивідуального прокладання можуть у загальному

випадку заповнювати не більш ніж 25% від площі поперечного перерізу труби. Особливістю використання каналів з вертикальною орієнтацією є те, що кабель рекомендується прокладати зверху вниз, це приводить до того, що в каналі кабель сам випрямляється під дією власної ваги. Застосування цієї рекомендації полегшує прокладання у вертикальному каналі додаткових кабелів. Для вертикального трубчастого каналу для прокладання трьох або більше кабелів значення коефіцієнту використання рекомендується брати рівним 40%.

Канали зі знімними або відкидними кришками в основній своїй масі мають прямокутний поперечний переріз і стосовно до СКС реалізуються у вигляді декоративних настінних коробів. Трохи рідше зустрічається виконання цих елементів у формі закритих лотків, що встановлюються за підвісною стелею. При визначенні габаритних розмірів каналів даного типу необхідно керуватися наступним правилом – коефіцієнт використання площі каналів зі знімною або відкидною кришкою за умови максимального його заповнення становить 50%.

Канали без штатних кришок за визначенням є відкритою конструкцією. Вони виконуються у формі лотків різної конструкції (суцільних, сходових, сітчастих, перфорованих) і повинні виготовлятися з матеріалів, що не горять. На відміну від коробів лотки не забезпечують захист прокладених у них кабелів від механічних ушкоджень. Через погані естетичні показники канали цього типу застосовуються здебільшого для організації кабельних трас за фальш стелею, а також у технічних приміщеннях і коридорах з обмеженим доступом сторонніх осіб. Кабелі утримуються в лотках за рахунок власної ваги (особливо у верхніх шарах), тому канали даного різновиду мають найменший коефіцієнт використання площі поперечного перерізу, що дорівнює 10%. Для збільшення ефективності використання площі застосовується кріплення стяжками кабелів один до одного (джгутування) і/ або безпосередньо до лотка.

У табл. 7.6 наведені значення коефіцієнта використання K_i для різних типів кабельних каналів, що рекомендує стандарт.

Таблиця 7.6 – Значення коефіцієнта використання K_i для різних типів кабельних каналів

Тип кабельного каналу	Значення коефіцієнта використання, K_i
Канали трубчастого типу, горизонтальні	0,25
Канали трубчастого типу, вертикальні	0,3...0,6 (рекомендується 0,4)
Кабельні канали з відкидними або зі знімними кришками	0,5
Кабельні канали без кришок (лотки)	0,1
Горизонтальні кабельні канали для одиничних кабелів	0,5

Крім коефіцієнта використання K_i для характеристики кабельних каналів використовують ще один параметр – коефіцієнт заповнення K_z . Якщо коефіцієнт використання K_i показує, яку частину від реально доступної площі поперечного перерізу кабельного каналу використовують для прокладання кабелів, то коефіцієнт заповнення K_z визначає, на скільки відсотків ця використовувана площа буде задіяна. Значення коефіцієнт заповнення K_z лежить у межах 0,6 1 ($K_z = 1$ означає, що реально доступна площа використовується на всі 100 відсотків). Значення коефіцієнта заповнення не регламентується стандартами, воно визначається залежно від особливостей об'єкта, для якого проектується СКС.

7.6 Кабельні траси підсистеми зовнішніх магістралей СКС

При плануванні кабельних трас зовнішніх магістралей, незалежно від конструктивного виконання кабельних каналів для реалізації траси, необхідно дотримуватися низку правил:

- перетинання вулиць кабельними трасами здійснюється під кутом 90° до її поздовжньої осі і тільки за неможливості цього допускається відхилення від прямого кута в межах не більше 30° ;

- перетинання рельсових шляхів (залізничних, трамвайних та інших) повинне здійснюватися тільки під кутом 90° ;

– у садах, парках, скверах розбиття трас повинно виконуватися з урахуванням нанесення мінімальних пошкоджень зеленим насадженням.

При виборі конструкції кабельних каналів підсистеми зовнішніх магістралей в обов'язковому порядку враховуються конструктивні особливості кабелів, що прокладають по них. У загальному випадку для організації кабельних трас підсистеми зовнішніх магістралей можуть застосовуватися наступні технічні рішення:

- кабельна каналізація;
- колекторна система;
- повітряне прокладання;
- пряме укладання кабелю в ґрунті.

Кабельна каналізація

Кабелі підсистеми зовнішніх магістралей поза будинками прокладаються в більшості випадків у кабельній каналізації. Підземна каналізація являє собою сукупність трубопроводів, шахт, колодязів та інших пристроїв, призначених для прокладання кабелів зв'язку в утворених нею каналах, монтажу цих кабелів та їх наступного експлуатаційного обслуговування. Застосування цього типу кабельного каналу забезпечує можливість створити СКС без додаткових витрат на виробництво земляних робіт. Використання методу прокладання в кабельній каналізації забезпечує найбільш оптимальні умови експлуатації за рахунок наявності ефективного захисту від зовнішніх механічних впливів, відсутності різких змін температури та значного зниження вібраційних навантажень.

Основну частину кабельної каналізації становлять круглі труби різного діаметра. Іншим основним елементом кабельної каналізації є колодязі, які встановлюються на трасі через певні відстані. Для організації кабельної каналізації використовуються асбестоцегляні, бетонні й поліетиленові труби. В Україні частіше застосовуються асбестоцегляні труби із внутрішнім/зовнішнім діаметром 100/118 і 150/161 мм. Параметри цих труб практично повністю збігаються з вимогами, які описані в американському стандарті (американський

стандарт рекомендує застосовувати для побудови кабельної каналізації труби з номінальним внутрішнім діаметром 100 мм).

З переходом магістральних систем на оптичні кабелі значного розповсюдження отримала технологія використання захисних пластмасових труб. Використання даної технології дає наступні переваги:

- можливість застосування кабелів з полегшеними захисними покриттями й меншим зовнішнім діаметром, що дозволяє зменшити сумарні оптичні втрати в зростаннях, у результаті чого підвищується надійність лінії в цілому;
- зменшення ймовірності пошкодження оптичного кабелю при прокладанні;
- збільшення швидкості будівництва.

Каналізація прокладається на глибині від 0,4 до 1,5 м, складається з окремих блоків, які герметично стиковані між собою. Для забезпечення герметичності стиків окремих секцій використовуються муфти та інші способи.

Оглядові колодязі кабельної каналізації являють собою спеціальні підземні камери. Відстань між колодязями становить 40...150 м на прямолінійних ділянках траси, додаткові колодязі в обов'язковому порядку будують у місцях поворотів і розгалужень трубопроводів. Габарити колодязів вибираються з урахуванням можливості вільного забезпечення робіт з затягування кабелів і зрощування їх окремих будівельних довжин, виконання процедур ремонту й вимірів, а також організації розгалужень за допомогою муфт.

Колекторна система

Крім кабельної каналізації для прокладання кабелів підсистеми зовнішніх магістралей за наявності та збігу трас можуть бути використані також колектори.

Підземні колектори являють собою замкнуті підземні проходи (тунелі), що мають прямокутний або круглий поперечний переріз, які будуються уздовж міських або внутрішніх магістралей при значному скупченні різних підземних комунікацій (кабелів зв'язку, кабелів електроживлення, трубного розведення

водопроводу, тепломережі, каналізації). Введення кабелів у колектори здійснюється через ввідні камери. У випадку використання колекторів глибокого закладання застосовуються вертикальні шахти, які обладнаються стандартними люками.

Кожний колектор, крім конструкцій для кріплення різних видів для прокладання комунікацій, повинен бути обладнаний системами освітлення, засобами для відкачування води, системою сигналізації, вентиляції й іншим обладнанням, необхідним для нормальної експлуатації. У центральній частині тунелю колектора залишається прохід для обслуговуючого персоналу різних служб. Ширина проходу відповідно до вимог стандартів повинна становити не менш 1,2 м.

Повітряне прокладання

Повітряне прокладання (підвіска) кабелів на стовпах мережі електропередавання, а також на опорах спеціальної будівлі має досить високу швидкість реалізації, кабель на спеціальних опорах прикріплюється до вже існуючих стовпів. Для повітряного підвішування використовуються підвісні або самонесучі кабелі, підвіска здійснюється з використанням спеціалізованої кріпильної й натяжної арматур. Досить широко застосовується підвішування звичайних кабелів на тонкому несучому тросі або канаті. Для цього використовуються технології навивання (крок навивання 160–200 мм) кабелю на трос або кріплення спеціальними хомутами, або установка на спеціальних підвісах. При підключенні групи будинків, які розташованих недалеко один від одного, також може бути використане повітряне підвішування – для організації переходів між будинками. Довжина підвішування не повинна перевищувати 25 м.

Пряме прокладання кабелю в ґрунті

Безпосереднє прокладання кабелю в ґрунті використовується досить рідко. Даний вид організації підсистеми зовнішніх магістралей застосовується в

основному там, де спорудження кабельної каналізації з тих чи інших причин є неможливим або недоцільним. Основними недоліками методу прямого прокладання в ґрунті є необхідність використання конструкцій з посиленою бронею та іншими захисними покриттями через жорсткі умови експлуатації, а також складність організації ремонту та експлуатаційного обслуговування. У переважній більшості випадків для прокладання кабелів у ґрунті виривається траншея ручним або механізованим способом. Кращим способом риття траншеї є механізований спосіб, ручний спосіб використовується в стиснених умовах і за невеликої довжини траси.

Глибина прокладання повинна бути не менш 0,7 м, при прокладанні на меншій глибині необхідно застосовувати додатковий захист у вигляді шару бетону, бетонних плит, цегли й т.д. При перетинанні проїзної частини доріг, вулиць і площ кабель заглиблюється до 1 м.

Кабель у траншеї укладається без напруги та суттєвих відхилень від осевої лінії й повинен щільно прилягати до дна траншеї. При прокладанні декількох кабелів в одній траншеї, відповідно до вимог норм їх слід розташовувати паралельно, на відстані 50 мм один від одного без перехрещувань.

Траншея для прокладання кабелю не повинна містити речовин і матеріалів, що здійснюють руйнівну дію на оболонки та металеві елементи конструкції кабелю (солончаки, вапно, насипний ґрунт зі шлаками або будівельним сміттям).

Кабельні введення у будинок

Під кабельним введенням у будинок розуміється частина лінійних споруджень провідних ліній зв'язку, які розташовані на ділянці від ввідного колодязя кабельної каналізації або колектора, а також ввідної опори повітряної лінії зв'язку до кінцевих кабельних пристроїв встановлених у будинку.

На точку введення в обов'язковому порядку накладається вимога можливості забезпечення візуального огляду в період експлуатації. Незалежно

від типу введення (підземний або повітряний) кабель заводиться в будинок у місці, віддаленому від введень силових електричних кабелів, водопроводу та інших підземних комунікацій. Наскрізні отвори, що пробивають для проходу через стіни й перегородки в процесі організації введення, можуть бути загальними для двох або більшого числа кабелів СКС та інших телекомунікаційних служб.

Підземне введення кабелю в будинок виконується головним чином через підвал, причому дане рішення може бути використано, тільки за можливості цілодобового вільного доступу в підвал обслуговуючого персоналу. Основним способом реалізації підземного введення є організація до місця введення трубопроводу від прокладеної поруч кабельної каналізації, по якому кабель вводиться в підвальне приміщення з наступним виводом наверх – у вертикальні кабельні канали (стояки). Трубопровід введення в будинок прокладається від найближчого колодязя. У тому випадку, коли це неможливо або недоцільно з якихось причин, у місці відведення встановлюється додатковий колодязь. Для введення кабелю в будинок, розташований у глибині кварталу, допускається прокладання кабелю від іншого вже підключеного будинку. У цьому випадку між будинками прокладається додатковий трубопровід-перемичка. При довжині перемички до 30 м трубопровід прокладається без колодязя, при довжині більше 30 м для введення в будинок будується колодязь. Глибина прокладання труби в ґрунт у місці введення її в будинок за стандартом повинна бути не менш 600 мм. Траса прокладання кабелю по підвалу повинна бути обрана виходячи з критерію отримання найкоротшої відстані від точки введення до точки вертикального підйому по стояках, у поєднанні з мінімальною кількістю наскрізних отворів, що пробивають. Прокладання кабелю в підвальному приміщенні відбувається відкритим або закритим способом:

- по стінах підвалу із кріпленням і захистом від механічних ушкоджень металевими жолобами;

- можливе використання для прокладання внутрішніх каналів

залізобетонних плит перекриття;

– відкрите прокладання – виконується в повітряних жолобах (кабельрістах), з використанням підвісних конструкцій, що кріпляться на стелі, або методом підвішування на сталевому тросі.

Введення в будинок кабелю повітряного підвішування повинно забезпечити розвантаження кабелю від механічних зусиль. Кабель вводиться на горище через вигнуту на кінці сталеву оцинковану трубу й далі прокладається по конструкціях горища. Необхідну міцність і жорсткість конструкції надає відтягнення, що часто є продовженням несучого троса. Висота труби над рівнем даху вітчизняними нормативними документами не визначається, американський стандарт обмежує величину цього параметра значенням 900 мм. Відповідно до цього ж стандарту верхня частина труби не повинна виступати над рівнем гребня (конька) даху більш ніж на 100 мм. Обов'язково необхідно забезпечити заземлення труби. Прохід у стояки виконується через отвори, що просвердлюють у горищному перекритті. При цьому повинні дотримуватися того ж правила, що й при виводі кабелю з підвальних приміщень. Кабелі, що прокладають по горищу, повинні бути захищені металевими жолобами від механічних ушкоджень на висоту до 2,3 м.

7.7 Кабельні траси підсистеми внутрішніх магістралей СКС

Кабельні траси підсистеми внутрішніх магістралей призначені для прокладання кабелів, що з'єднують кросову будинку КБ з кросовими поверхів КП, кросову зовнішніх магістралей КЗМ з апаратною. Кабелі підсистеми внутрішньої магістралі зазвичай прокладаються у вертикальній площині, тому цю підсистему часто називають вертикальною. За необхідності кабелі вертикальної підсистеми можуть прокладатися й горизонтально. Конструкції для прокладання горизонтальних ділянок вертикальної підсистеми нічим не відрізняються від конструкцій, які застосовуються для організації кабельних трас горизонтальної підсистеми СКС. Кабельні траси підсистеми внутрішніх магістралей можуть бути організовані на сходових клітках, у коридорах,

підвалах, технічних поверхах і в інших приміщеннях. Основними вимогами до всіх названих споруджень є:

- простота реалізації та низька вартість;
- легкість прокладання та додавання нових кабелів;
- дотримання норм пожежної безпеки;
- доступність для обслуговуючого персоналу в будь-який час доби.

Типи кабельних каналів для кабельних трас вертикальної підсистеми

Основна вимога до конструктивних елементів кабельного каналу вертикальної підсистеми полягає в забезпеченні можливості легкого й швидкого прокладання та заміни кабелів у міжповерхових перекриттях, стінах і перегородках. Кабельні канали вертикальної підсистеми СКС можуть бути реалізовані у вигляді різних будівельних конструкцій з одним або декількома отворами, проте на практиці найчастіше вони реалізуються у формі:

- слотів;
- рукавів;
- заставних труб.

У випадку, коли проектування СКС здійснюється в процесі розробки архітектурного проекту будинку, рекомендується заздалегідь закласти в проект необхідну кількість конструктивних елементів (вертикальних стояків) телекомунікаційного призначення. При цьому необхідно виокремлювати телекомунікаційні стояки від стояків для прокладання силових кабелів, водопроводів та інших систем.

У табл. 7.7 наведена порівняльна характеристика перерахованих вище типів кабельних каналів, що використовуються для організації кабельних трас вертикальної підсистеми

Таблиця 7.7 – Порівняльна кабельних каналів вертикальної підсистеми

Тип елемента	Опис	Достоїнства	Недоліки
Заставні труби	Вертикально встановлені уздовж стіни приміщення кросової труби з матеріалу, що не горить	Хороший захист від вологи, пилу, вогню. Ефективний захист від механічних ушкоджень	Обмежена гнучкість, вимагає більших запасів на розвиток
Рукава	Вертикально встановлені в перекритті уздовж стіни кросової труби виступаючі короткі відрізки труб з матеріалу, що не горить	Гарний захист від вологи, пилу, вогню. Легкість установки. Простота прокладання кабелю	Менш ефективний захист кабелів від механічних ушкоджень. Менша ємність і гнучкість порівняно зі слотами
Слоти	Прямокутні отвори з бортом, виконані в міжповерховому перекритті уздовж стіни технічного приміщення	Гнучкість використання. Простота прокладання кабелів	Складність витримання норм з пожежної безпеки. Висока вартість реалізації. Помітно послабляє міцність перекриття

Слот – це отвір прямокутної форми, виконаний в міжповерховому перекритті кросової, що впритул примикає до однієї з її стін. Застосування слотів характерно для американських проектів СКС. Розміри слота залежать від площі робочої зони, яку він буде обслуговувати та регламентуються в американському стандарті й показані в табл. 7.8.

Таблиця 7.8 – Рекомендовані розміри слотів

Робоча площа S_p , м ²	Розміри слота, мм
< 25000	150*225
25000–50000	150*450
50000–100000	250*500
100000–140000	300*500
140000–200000	375*600

Стандарт визначає, що слот обов'язково забезпечується бордюром висотою приблизно 25 мм (один дюйм), що запобігає протіканню води й захищає отвір від попадання в нього сторонніх предметів. Після прокладання кабелів вільний простір слота, що залишився, повинен бути закритий заглушкою з вогнестійкого матеріалу. Кабелі, що проходять крізь слот, кріпляться до стіни технічного приміщення спеціальними арматурними конструкціями, які виконані зазвичай у формі хомутів та скоб різних видів.

Під *рукавом* (гільзою) розуміється відносно короткий відрізок труби, вмонтований у міжповерхове перекриття. Верхня частина труби рукава повинна виступати з перекриття в межах 25...100 мм. Основними перевагами рукавів є легкість їхньої реалізації й простота установки в них вогнестійких заглушок. Над рукавами аналогічно слотам встановлюються різні компоненти для фіксації окремих кабелів та пучків.

Заставні труби відрізняються від рукавів тільки більшою довжиною. Поряд з технічними приміщеннями широко практикується їхнє використання також для організації кабельних трас між нішами у стінах будинку. Стандарти визначають, що внутрішній діаметр труб становить 100 мм. Деякі стандарти, наприклад BICSI у своїх рекомендаціях допускає застосування труб меншого діаметра.

Залежно від розмірів і архітектурних особливостей будинку для прокладання кабелів вертикальної підсистеми СКС можуть бути використані один або кілька стояків. Рішення з одним стояком і однією кросовою на поверх використовується тільки в тих ситуаціях, коли з цієї кросової можуть бути прокладені горизонтальні кабелі довжиною не більше 90 м до інформаційних модулів всіх розеток на поверсі та число робочих місць не більше 50. В усіх інших випадках слід проектувати кілька стояків, що збільшує живучість СКС.

Розрахунок площі поперечного перерізу кабельних каналів для вертикальної підсистеми СКС

Ефективну площу поперечного перерізу вертикального кабельного каналу підсистеми внутрішніх магістралей відповідно до загальних принципів

побудови СКС доцільно визначати виходячи з робочої площі, що обслуговує, або за кількістю робочих місць. Діючі стандарти та норми задають розміри слота (див. табл. 7.8), вони ж визначають необхідне число рукавів (гільз) і труб діаметром 100 мм залежно від розміру площі робочої зони (табл. 7.9).

Таблиця 7.9 – Рекомендована кількість рукавів залежно від площі робочої зони

Робоча площа S_p , м ²	Число рукавів (гільз) або труб
< 5000	3
5000–10000	4
10000–30000	5...8
30000–50000	9...12

Проте такий розрахунок параметрів (числа), кабель каналів для вертикальної системи більше орієнтований на офісні будинки з великими площами, тому стандарт дозволяє розраховувати необхідну площу поперечного перерізу вертикального кабельного каналу за кількістю N робочих місць, що організуються у робочій зоні, яка обслуговується. Відповідно до загальноприйнятої практики один мідний кабель використовується для підключення двох 2-парних телефонних апаратів, а оптична лінія на базі пари світловодів дозволяє забезпечити підключення 10 інформаційних портів, тоді площа поперечного перерізу вертикального кабельного каналу визначається за формулою:

$$S = \frac{N * 6 + (0.1 * N) * 8}{K_z K_i}, \quad (7.3)$$

де N – число робочих місць; K_i – коефіцієнт використання кабельного каналу; K_z – коефіцієнт заповнення кабельного каналу. Для вертикальних каналів трубчастого типу $K_i = 0,4$ (див. табл. 7.4). При коефіцієнті заповнення

$K_z = 1$ буде складно додавати нові кабелів. Рекомендується при розрахунках набувати значення $K_z \leq 0,6$, що забезпечує нормальну експлуатацію кабельних каналів.

У деяких випадках, траси вертикальної підсистеми мають горизонтальні ділянки (найбільш часто це відбувається в тому випадку, коли кросові поверхів і кросова будинку не мають можливості бути розташованими точно одна над одною). Для прокладання магістрального кабелю на горизонтальній ділянці траси за закритою схемою можливе застосування коробів, труб, лотків та інших конструкцій, які використовуються для прокладання кабелів горизонтальної підсистеми й будуть розглянуті нижче.

Характерною рисою вертикальної підсистеми СКС є невелика, порівняно з горизонтальною підсистемою, кількість магістральних кабелів. У даній ситуації досить привабливим виявляється рішення побудови деяких ділянок вертикальної підсистеми на основі відкритого прокладання кабелів поза кабельними каналами. Зокрема, у старих будівлях широко практикується відкрите прокладання вертикальних ділянок магістральних кабелів по сходових клітках. Через суттєве погіршення естетичних характеристик, а також з міркувань безпеки, таке рішення може бути рекомендовано тільки відносно приміщень з обмеженим доступом сторонніх осіб.

Технічні коридори

Технічні коридори, галереї або тунелі реалізують на практиці принцип відкритого прокладання кабелів у просторі, повністю закритому для доступу сторонніх осіб. Спорудження цього виду проектується й реалізуються в великих будинках (аеропорти, вокзали, навчальні заклади, бізнеси-центри й т.д.). Коридори, що розташовуються в цокольній частині будинку, зазвичай примикають до зовнішніх стін і повністю охоплюють його по периметру. Правила створення та обладнання технічних коридорів багато в чому відповідають правилам побудови зовнішньої кабельної каналізації. Укладання

силових та інформаційних кабелів здійснюється на настінні консолі, які монтуються з однієї або двох сторін коридору відповідно до норм на відстані 0,8...1 м один від одного. Відстань по вертикалі між сусідніми консолями вибирається рівною не менш 100 мм. Мінімальна ширина коридору 1,2 м.

7.8 Кабельні траси горизонтальної підсистеми СКС

Кабельні траси горизонтальної підсистеми призначені для прокладання кабелів від КП до інформаційних розеток (IP), що встановлені на робочих місцях. Більшу частину траси ці кабелі прокладаються в горизонтальній площині, також можуть зустрічатися вертикальні ділянки, які не перетинають міжповерхових перекриттів (так звані спуски). Існують наступні варіанти прокладання кабелів горизонтальної підсистеми:

- у конструкціях підлоги;
- за підвісною стелею;
- у настінних каналах (кабельних коробах);
- відкрите настінне прокладання.

Загальними вимогами, що висуваються до кожного з варіантів, є:

- дотримання мінімального радіуса вигину кабелю в процесі прокладання та експлуатації;
- необхідність заземлення всіх металевих елементів – труб, лотків, коробів і т.д.

При виборі варіанта реалізації кабельних каналів горизонтальної підсистеми в обов'язковому порядку враховуються конструктивні особливості кабелів, що прокладають у цих каналах.

Кабельні траси в конструкціях підлоги

Для прихованого прокладання кабелів горизонтальної підсистеми в підлогах будинків спеціальної будівлі передбачаються різноманітні канали. Вони формуються в процесі будівництва, реконструкції або капітального ремонту. Всю сукупність цих конструкцій можна класифікувати як:

- «підпільні» канали;
- коміркова підлога;
- фальш підлога;
- заставні труби.

На рис. 7.4 показана класифікація трас для підпільного прокладання кабелю.



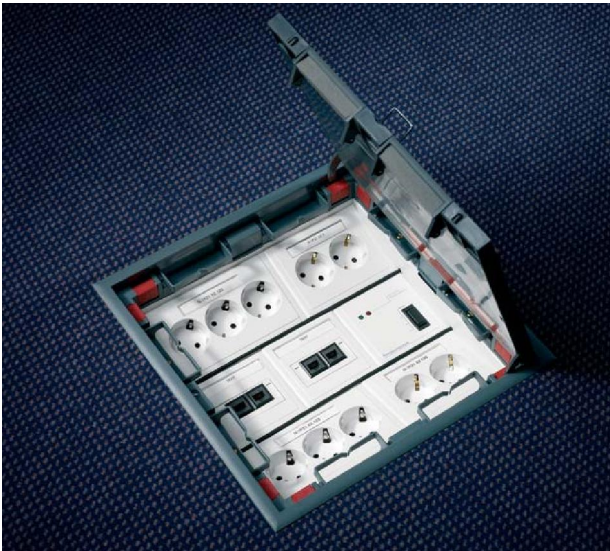
Рисунок 7.4 – Варіанти організації кабельних трас при прокладанні кабелів у конструкціях підлоги

Загальною властивістю названих вище варіантів є скритність прокладання та забезпечення за рахунок цього хороших естетичних показників офісних приміщень. Одночасно вони створюють ефективний захист кабелів від механічних впливів, а в деяких випадках і від електромагнітних полів різної частоти.

«Підпільні» канали (канали приховані у конструкціях підлоги)

«Підпільні» канали являють собою спеціалізовані металеві або пластикові конструкції переважно із прямокутним поперечним перерізом. Канали встановлюються у структурі міжповерхового перекриття перед «чистим заливанням»

підлоги паралельно або перпендикулярно капітальним стінам та перегородкам будинку. Їхнє застосування дозволяє отримати ефективний захист кабелів від механічних ушкоджень, зменшити рівень зовнішніх наведень й електромагнітного випромінювання при їх виготовленні з металу, забезпечити прихованість прокладання. Недоліками такого рішення є висока вартість і досить тривалий час реалізації, а також необхідність застосування спеціальних зовнішніх або підпільних конструкцій для встановлення та організації доступу до електричних та інформаційних розеток (рис.7.5 та рис. 7.6).



а)



б)

Рисунок 7.5 – Спеціальні люки для інсталяції інформаційних та силових розеток у конструкціях підлоги: а – пластикових люк з від відкидною кришкою; б – металевий люк зі знімною кришкою



Рисунок 7.6 – Спеціальні колони для інсталяції інформаційних та силових розеток у конструкціях підлоги: а – закрита колона; б – відкрита колона

Розрізняють наступні типи підпільних каналів:

- однорівневі – всі канали розташовані на одному рівні щодо поверхні підлоги та відрізняються тільки площею поперечного перерізу;
- дворівневі – всі канали розташовуються на двох різних рівнях. Для організації дворівневих каналів товщина підлоги повинна бути не менше ніж 100 мм;

– відкриті – всі канали розташовуються на одному рівні з поверхнею підлоги. Такі канали оснащені спеціальними відкидними кришками.

Коміркова підлога

Коміркова підлога – це окремий випадок «підпільних» каналів, який являє собою систему безперервних порожнин у бетонних плитах конструкції підлоги. Дана конструкція має практично ті ж властивості, переваги та недоліки, що й підпільні канали, за винятком ефективності екранування електромагнітного випромінювання, проте перевершує їх за показником ємності.

Фальш підлога

Фальш підлога утворюється квадратними плитками різного розміру, які монтуються впритул один до одного на металевих стійках. Для відстеження нерівностей підлоги конструкція стійки повинна передбачати можливість регулювання її висоти. Плитки виготовляють з литого металу й мають верхнє покриття з антистатичного матеріалу. Мінімальна висота фальш підлоги повинна бути не менше 200 мм, а американський стандарт визначає мінімальну висоту для фальш підлоги в 300 мм. Всі металеві конструкції фальш підлоги в обов'язковому порядку повинні бути заземлені.

До конструктивних елементів фальш підлоги пред'являються наступні вимоги:

- простий, вільний і зручний доступ до кабельних трас та інших елементів інфраструктури будинку при виконанні різних операцій з обслуговування;

- стійкість до горизонтальних зусиль при частково знятих плитах у процесі проведення різних робіт;

- можливості вирівнювання поверхні за допомогою регульованих опорних елементів;

- конструкція фальш підлоги повинна витримувати максимальне розподілене навантаження в 1000 кг/м^2 і зосереджене навантаження 250 кг у будь-якій точці плити із площею 25 см^2 ;
- прогинання плити під дією будь-якого статичного, динамічного або ударного навантаження не повинен перевищувати 1 мм;
- взаємозамінності плит.

Заставні труби

Мережа *заставних металевих або пластмасових труб* різного діаметра аналогічні підпільним каналам з прямокутним поперечним перерізом установлюється у структурі міжповерхового перекриття перед заливанням підлоги. Така мережа може поділятися на дві підсистеми – магістральну та розподільчу. Дане рішення відрізняється від усіх розглянутих вище своєю низькою вартістю, проте, має обмежену гнучкість і малу ємність кабельних каналів.

Мережа *заставних труб* відповідно до стандартів проектується таким чином, щоб у ній були відсутні секції, що мають більше двох вигинів під прямим кутом між точками введення кабелів, а також секції довжиною понад 30 метрів.

Кабельні канали у конструкціях стелі

У процесі внутрішнього оброблення робочих приміщень офісних будинків часто застосовують підвісні стелі. Наявність підвісної стелі дозволяє:

- компактно й скрито прокладати кабельні траси;
- забезпечувати зручність поточної експлуатації та розвитку кабельних й інженерних систем різного призначення;
- отримувати високі естетичні показники зовнішнього вигляду приміщень офісного типу та коридорів;
- оптимізувати траси прокладання кабелів та конструкції введень у робочі приміщення.

Конструктивне виконання підвісної стелі повинне відповідати нормам і розробляється з урахуванням:

- необхідності забезпечення розміщення кабелів різного призначення, повітроводів та повітророзподільників, апаратури стельових люмінесцентних світильників, датчиків систем пожежогасіння;
- можливості огляду та проведення профілактичних і ремонтних робіт у будь-якому місці кабельної траси;
- підвісні стелі повинні мати розбірну конструкцію й розташовуватися на висоті не більше 3,4 м від рівня підлоги;
- за підвісною стелею повинне бути досить вільного місця для установлення допоміжних конструкцій та виконання операцій з прокладання кабелів (зокрема, висота вільного простору між верхньою частиною кабельного каналу й перекриттям повинна становити не менше 300 мм).

Для прокладання кабелів горизонтальної підсистеми під стелею, головним чином у технічних приміщеннях, а також у приміщеннях і коридорах, обладнаних підвісною стелею, використовуються наступні види кабельних каналів:

- повітряні жолоби, або кабельрісти, які утворені двома боковим поздовжніми несучими рейками, трубчастими або провідними несучими елементами, з'єднаними поперечними поперечками;
- дротові, перфоровані або суцільні кабельні лотки без верхньої кришки (найбільш оптимальне рішення (рис. 7.7));
- закриті кабельні лотки зі знімною або відкидною верхньою кришкою, що мають суцільне дно.

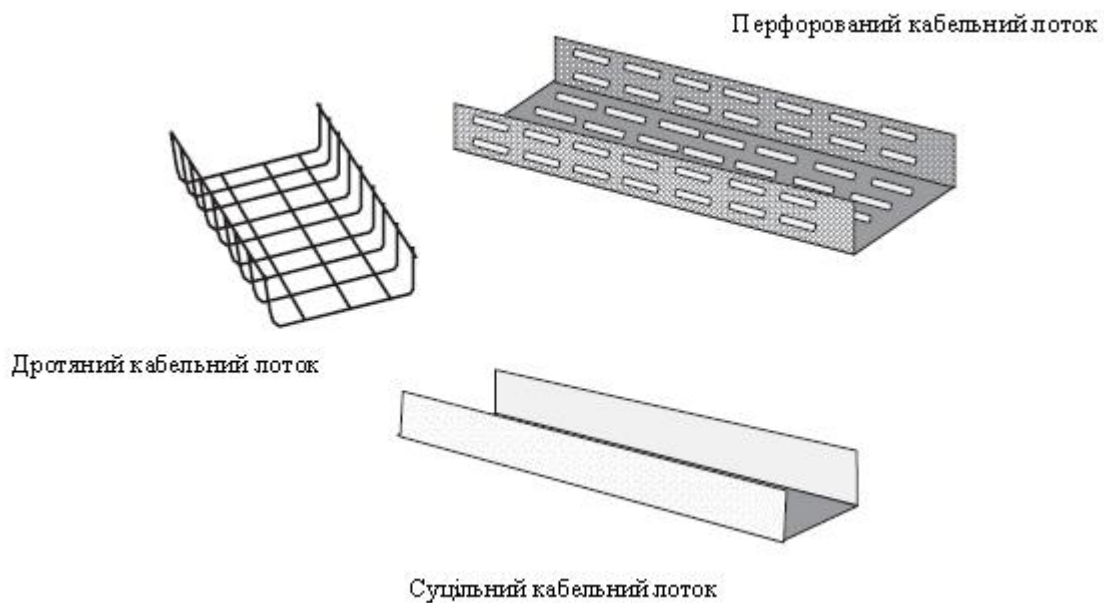


Рисунок 7.7 – Типи кабельних лотків

Всі перераховані вище конструкції прокладаються, як правило, прямолінійно, горизонтально, а якщо буде потреба – вертикально. Конструкції каналного типу можуть мати аксесуари: кути, перехідники між каналами різного перетину, кришки, відводи, адаптери до труб і т. ін. Конструкція кабельних каналів (у першу чергу каналів лоткового типу) повинна виключати можливість скупчування в них вологи. Для цього використовують як монтажні прийоми (установка з нахилом), так і конструктивні заходи у вигляді застосування штатних кришок і перфорації в дні лотка, які додатково виконують функції отворів полегшення. У процесі перевірки готовності кабельних каналів до прокладання кабелю особливу увагу необхідно приділити контролю відсутності на внутрішній поверхні гострих кутів і задирок, які можуть пошкодити оболонку кабелю. Металеві елементи кабельних каналів обов'язково повинні бути заземлені. Висота вільного простору між верхньою крайкою каналу та капітальною стелею повинна бути не менше 300 мм. Доступ до кабельних каналів не повинен обмежуватися конструкціями інших інженерних систем будинку (наприклад, вентиляційними коробами).

Прокладання кабелів у настінних та внутрістінних каналах

Настінні та внутрістінні кабельні канали призначені для прокладання кабелів до інформаційних розеток, які установлені на стіні робочого приміщення на зручній для використання висоті. Можуть бути використані наступні різновиди кабельних каналів даного призначення:

- накладні кабельні канали (декоративні коробки або плінтуси);
- приховані кабельні канали, які монтуються в товщі стіни таким чином, щоб на її поверхню виходили тільки інформаційні й/або силові розетки.

Сформована практика реалізації СКС показує значно більшу популярність реалізації настінних кабельних каналів у формі декоративних коробів. Це обумовлено більш високою складністю реалізації внутрістінних конструкцій та необхідністю початку робіт з їхнього монтажу до завершення чистового оброблення приміщень. Ще однією перевагою коробів є простота прокладання та додавання кабелів, а також монтажу інформаційних і силових розеток.

7.9 Принципи побудови СКС у зоні впливу зовнішніх джерел електромагнітного випромінювання

Для сучасних офісних будинків, характерна висока щільність різних електронних пристроїв різної потужності, у зв'язку з чим виникає проблема забезпечення нормального спільного функціонування різних систем (проблема електромагнітної сумісності). Відносно СКС це означає, що в процесі проектування й інсталяції потрібно забезпечити роботу кабельних трактів і каналів в умовах впливу різноманітних джерел електромагнітних перешкод (ЕМП). До таких джерел ЕМП відносяться:

- силові кабелі різного призначення;
- антенні системи радіопередавачів великої потужності й радарів;
- лампи денного світла;
- силові трансформатори;

– лінійні кабелі систем радіомовлення, гучномовного зв'язку й звукового оповіщення.

Проблема електромагнітної сумісності характерна тільки для кабельних трактів на основі симетричних мідних електричних кабелів. Дотримання вимог стандартів при монтажі елементів СКС найчастіше гарантує надійну роботу СКС у зоні дії ЕМП (за умови, що СКС побудовано на базі екранованих мідних кабелів), проте при використанні неекранованого мідного кабелю ЕМП можуть впливати на роботу СКС. Для того, щоб уникнути негативного впливу ЕМП на тракти СКС, необхідно дотримуватися низки вимог. При створенні СКС для зниження рівня впливу ЕМП застосовують три основних прийоми:

- просторове рознесення джерел ЕМП та кабелів СКС;
- обмеження довжини спільного прокладання інформаційних і силових кабелів;
- застосування екранування в індивідуальному (тобто окремого кабелю й навіть кабельного елемента) і в груповому варіантах, причому дане рішення використовується як у відношенні інформаційних, так і силових кабелів.

Спільне прокладання кабелів СКС та силових кабелів

Напрями прокладання силових та інформаційних кабелів у будинку здебільшого збігаються, а висока насиченість сучасного офісу різними кабельними лініями не дає гарантії їх великого просторового рознесення. Дані обставини приводять до того, що проектувальники часто зіштовхуються з проблемою захисту від зовнішніх електромагнітних перешкод саме в процесі розв'язування задачі спільного прокладання кабелів СКС та силових кабелів системи електроживлення. На загальному рівні правила спільного прокладання інформаційних та силових кабельних ліній з напругою до 480 В нормує американський стандарт. Додатково задаються вимоги за мінімальним зближенням з точковими джерелами потужних електромагнітних полів. Американський стандарт ANSI/NECA/BICSI вимагає прокладання силових кабелів та інформаційних кабелів на базі витих пар з обов'язковим фізичним

розподілом перегородкою з матеріалу, що не горить. Рекомендації зі спільного прокладання кабелів СКС та силових кабелів з напругою до 480 В описані американським стандартом та зазначені в табл. 7.10.

Таблиця 7.10 – Рекомендації американського стандарту зі спільного прокладання силових та інформаційних кабелів

Конструктивні особливості кабельної траси	Мінімальна відстань, мм		
	< 2кВА	2–5кВА	> 5кВА
Неекрановані силові кабелі та інші пристрої відносно інформаційних кабелів у відкритих або неметалевих кабельних каналах	125	305	610
Неекрановані силові кабелі й інші пристрої відносно інформаційних кабелів у закритих заземлених металевих кабельних каналах	64	152	305
Екрановані силові кабелі й інші екрановані пристрої відносно інформаційних кабелів у закритих заземлених металевих кабельних каналах	10	76	152
Силові трансформатори	1	1	1220
Інформаційні кабелі у відкритих або не металевих кабельних каналах щодо ламп денного світла	125		

Міжнародний стандарт СКС, як і європейський, дозволяють спільне прокладання інформаційних мідних кабелів і силових кабелів в одному кабель-каналі. Таке рішення продиктоване тим, що воно значною мірою спрощує наступне обслуговування цих кабелів (особливо силових), а також відповідає одному з головних принципів СКС – універсальності. Міжнародний стандарт не обмежує довжину спільного прокладання силових і інформаційних кабелів, але встановлює жорсткі обмеження на відстань, що повинна бути між силовим кабелем та інформаційним кабелем (див. табл. 7.11). Крім того, для спільного прокладання силових та інформаційних кабелів рекомендується дотримуватися наступних вимог:

- всі металеві елементи кабельних каналів і кабелів (екрани), якщо вони є, повинні бути заземлені;

- інформаційні кабелі повинні бути збалансованими;
- силові кабелі повинні функціонувати на частоті 50...60 Гц.

Таблиця 7.11 – Рекомендації міжнародного стандарту зі спільного прокладання силових та інформаційних кабелів

Тип інсталяції	Мінімальна відстань у мм.		
	Кабельний канал без розподільної перегородки або з неметалевою перегородкою	Кабельний канал з алюмінієвою роздільною перегородкою	Кабельний канал з металевою роздільною перегородкою
Неекранований силовий та інформаційний кабелі	200	100	50
Неекрановані силовий та екранований інформаційний кабелі	50	20	5
Екранований силовий та неекранований інформаційний кабелі	30	10	2
Екрановані силовий та інформаційний кабелі	10	0	0

Прокладання кабелів СКС поблизу ламп денного світла

Сучасні лампи денного світла широко використовуються в найрізноманітніших будинках (офіси, готелі, навчальні заклади й т.д.) як джерела загального верхнього освітлення. Лампи денного світла, через свій принцип дії являють собою генератори досить сильних електромагнітних полів. На підставі цього стандарти рекомендують витримувати відстань між кабельним каналом будь-якого типу (маються на увазі кабельні канали, призначені для установки за фальш стелею) і лампою денного світла не менш ніж 125 мм.

Деякі виробники СКС для своїх систем висувають інші вимоги, відмінні від рекомендацій стандарту. При цьому їх вимоги за величиною припустимого зближення горизонтальних кабелів і ламп денного світла виявляються, як правило, досить близькими до вимог стандартів, хоча не обов'язково, є більше

м'якими порівняно з вимогами стандартів. Так, деякі компанії установлюють значення даного параметра в межах 130...150 мм.

7.10 Способи установлення інформаційних розеток

Інформаційна розетка один із основних елементів обладнання робочого місця. Сьогодні існує декілька способів установлення інформаційних розеток (ІР) у робочих приміщеннях (на робочих місцях користувачів):

- з використанням декоративних коробів;
- з використанням настінного корпусу;
- за прихованою схемою в товщі стіни;
- у конструкціях підлоги (у підпільних люках та коробках);
- з використанням посадкових місць спеціалізованих офісних меблів.

Всі ці різновиди не мають принципових відмінностей один від одного в частині монтажу ІР і окремих розеткових модулів, проте для прокладання кабелів горизонтальної підсистеми СКС у робочих приміщеннях найбільше часто застосовують кабельні канали у вигляді декоративних коробів. До складу стандартних комплектуючих деталей декоративних коробів будь-якого виробника в обов'язковому порядку включається низка елементів, що забезпечують установку розеток різного призначення (інформаційні, силові, регулятори, датчики й т. ін.). Застосовані при їх розробленні дизайнерські рішення забезпечують зовнішній вигляд розетки як невід'ємної частини короба, причому всі розетки незалежно від їхніх функцій виконані в єдиному конструктивному стилі й мають однаковий спосіб кріплення. При використанні декоративних коробів розетки може бути установлена:

- у внутрішній простір короба;
- на короб;
- поруч із коробом.

Для реалізації кожного з трьох варіантів установки використовуються свої технічні засоби та прийоми. Відповідно до рекомендацій стандарту висота установки розетки, обумовлена як відстань від підлоги до центра лицьової

пластини, і повинна становити від 375 до 1220 мм. Крім того стандарт визначає, що IP необхідно розміщувати на одній висоті з силовими розетками, причому відстань між силовими й інформаційними розетками не повинне перевищувати 1 м.

Установлення розетки у внутрішній простір короба

Загальний вид короба з розеткою, встановленою в його внутрішній простір, показаний на рис. 7.8. Набір технічних засобів для установки розетки усередину короба містить у собі:

- монтажну коробку (також її називають підрозетник);
- розетковий модуль (з адаптером, якщо є потреба);
- кронштейн кріплення;
- лицьову пластину.

Всі ці елементи включаються у специфікацію обладнання, що поставляється.



Рисунок 7.8 – Установка розетки у внутрішній простір короба

Як правило, для установки розетки у внутрішній простір застосовується багатосекційний короб. Центральна секція використовується тільки переважно для монтажу розеток, силові та інформаційні кабелі різного призначення прокладаються в бічних секціях. Установка розетки за розглянутим принципом технічно може бути виконана тільки для коробів досить великого поперечного перерізу (звичайно 50 x 100 мм і більше).

Установлення розетки на короб

Установка розетки на короб здійснюється за допомогою монтажної рамки (рис. 7.9). Розглянутий спосіб установки розеток дозволяє порівнянно з попереднім варіантом використовувати настінні кабельні канали трохи меншого поперечного перерізу.



Рисунок 7.9 – Установлення розетки на короб

Проте виступаючи над поверхнею коробу, розетки мають менший ступінь захисту від механічних пошкоджень та мають найгірші, із розглянутих

варіантів установки, естетичні характеристики. Спосіб установалення розетки на короб у технічній і проектній документації часто позначають як «кріплення в профіль».

Установка розетки поруч з коробом

Установка розетки поруч з коробом поєднує достоїнства двох попередніх варіантів, проте, цей спосіб може бути застосовано тільки відносно коробів досить невеликих розмірів. Для реалізації цього методу також використовуються монтажна рамка, установалювана на несучу поверхню (стіна, меблі й т.д.) поруч із коробом. Рамка кріпиться поруч із коробом горизонтально. Кріплення розетки поруч із коробом часто називають «кріплення уздовж профілю» (рис. 7.10).



Рисунок 7.10 – Установка розетки поруч із коробом

Розетки, установлені за методом «кріплення уздовж профілю», не занадто сильно виступають над поверхнею стіни, мають хороші естетичні показники та

дозволяють повністю використовувати внутрішній простір короба для прокладання кабелю. Їх недоліком є трохи більша трудомісткість монтажу порівняно з методом установлення у внутрішній простір короба.

7.11 Проектування підсистеми робочого місця

При проектуванні підсистеми робочого місця необхідно вирішити наступні завдання:

- розробка, узгодження та затвердження плану розташування інформаційних і силових розеток кабельної системи на робочих місцях користувачів у різних приміщеннях будинку;
- визначення типу розеток та категорії інформаційних модулів;
- визначення конфігурації IP, установлюваних на робочих місцях користувачів;
- вибір типу та кількості кінцевих шнурів, адаптерів, перехідників та інших аналогічних елементів.

Розподіл інформаційних розеток по робочих приміщеннях

Розподіл IP по робочих місцях користувачів є важливим етапом і якщо на цьому етапі припуститися помилки, то її наслідки почнуть проявлятися відразу після початку процесу експлуатації СКС. У цей час на практиці знаходять застосування три основних підходи до вирішення цього завдання:

- рівномірний розподіл розеток по площі;
- розподіл розеток відповідно до плану розташування меблів;
- с частковим підключенням.

Найбільш доцільним принципом розподілу інформаційних розеток є їх рівномірний розподіл по площі приміщення. Міжнародний стандарт визначає, що на одне робоче місце необхідно встановити мінімум одну інформаційну розетку з двома інформаційними портами, при цьому площа одного робочого місця визначається національними нормами та стандартами, але не повинна перевищувати 10 м² на одне робоче місце.

В Україні розмір площі, що виділяється на одне робоче місце визначається національними санітарно-гігієнічними нормами. Згідно з даним нормативним документом на одне робоче місце виділяється 4...6 м² площі, за умови, що на одного користувача припадає не менше 20 м³ обсягу повітря.

На практиці прийнято визначати число робочих місць із розрахунку, що площа, виділювана на одне робоче місце, дорівнює 4 м². Це пояснюється тим, що стандартний офісний стіл (відповідно до санітарних правил і нормам) має ширину робочої поверхні 1200 і 1400 мм при припустимій глибині 800 і 1000 мм. Мінімальна ширина й глибина сидіння робочого крісла становить 400х400 мм. Для забезпечення нормальної роботи глибина вільного простору за робочим столом для нормального підходу до нього дорівнює 800 мм. Крім того, поруч зі столом повинен бути вільний простір для проходу, ширина якого становить 800–1000 мм. Таким чином, загальна площа, займана одним робочим місцем, становить: $(1400 + 800) \times (1000 + 400 + 400) = 3,96 \text{ м}^2$. Робоче місце площею в 6 м² призначено для співробітників конструкторських бюро й відділів, це пов'язане з тим, що раніше конструктора здійснювали розробку креслень на спеціальній креслярській дошці, яка мала габарити 1000 х 2000 мм, що саме й становить додаткові 2 м² площі. У сучасних умовах всі роботи з креслень виконуються на автоматизованих робочих місцях за допомогою спеціальних графічних систем, тому сьогодні практично всі робочі місця мають однакову площу 4 м².

Додатково при розподілі розеток по робочих місцях в обов'язковому порядку враховуються наступні два моменти. По-перше, оцінюється можливість прокладання кабелю до передбачуваного місця установлення розетки, а також ті або інші особливості монтажу в точці установлення розеткових модулів та корпусів ІР різних різновидів. По-друге, якщо відомо місце розташування розетки, оцінюється можливість організації поруч з нею робочого місця.

На настійну вимогу замовника можливе розміщення розеток відповідно до планів розміщення меблів. Це дозволяє трохи знизити вартість СКС і

скоротити час її реалізації головним чином за рахунок зменшення кількості розеток. Проте подібне рішення порушує принцип структурованості (обумовлено в першу чергу зниженням щільності установки IP) і фактично прив'язує СКС до планів розміщення офісних меблів. Все це значно знижує експлуатаційну гнучкість СКС і повинне використовуватися тільки в самих крайніх випадках. Замовник обов'язково повинен бути попереджений про суттєво негативні наслідки застосування таких конфігурацій кабельної проводки як у плані функціональних можливостей, так і у плані витрат на поточне обслуговування. Негативні наслідки можуть виявитися повною мірою вже через два-три роки після початку експлуатації СКС або навіть раніше при першому більш-менш масовому переміщенні співробітників, а також при установці нових меблів.

Компромісним варіантом (дозволяє трохи знизити первісні витрати на створення СКС і в той самий час зробити процес організації нових робочих місць у випадку переміщення меблів або переїзду співробітників менш складним і витратним) є схема із частковим підключенням розеток. При реалізації цієї схеми всі архітектурні рішення (ємність кабельних коробів, кількість і габарити стояків і т.д.) проектується та реалізується на повну ємність кабельної системи за схемою з рівномірним розподілом розеток по площі. У той самий час кількість робочих місць на першому етапі організується з прив'язкою до фактичного розміщення співробітників. За такого підходу прокладання (якщо буде потреба) додаткових кабельних ліній з установленням нових IP та перенесення існуючих не перетворюється в трудомістку операцію.

У процесі вибору місць розташування IP необхідно також контролювати виконання вимог щодо висоти їх монтажу, а також відстань між силовими та інформаційними розетками відповідно до вимог стандартів (див. розділ 7.8).

Місця установлення інформаційних розеток відмічається на планах окремих приміщень поверхів будинку, також може заповнюватися спеціальна таблиця (табл. 7.12 і 7.13), куди заноситися повна інформація про технічні параметри IP. Дані таблиці в обов'язковому порядку заповнюється в тих

випадках, коли планів будинку не існує або на наявних не є можливим відзначити точні місця розташування ІР. У такій ситуації вони є основними документами, що описують підсистему робочого місця й дозволяють коректно спроектувати горизонтальну підсистему.

Таблиця 7.12 – Розподіл ІР по робочих приміщеннях

Замовник: _____ Об'єкт: _____ Будинок: _____				
№ з/п.	Номер кімнати	Площа, м ²	Кіл-ть ІР	Примітки

Таблиця 7.13 – Характеристика ІР

Замовник: _____ Об'єкт: _____ Будинок: _____ Номер робочого приміщення: _____										
№ з/п.	Номер ІР	Тип ІР			Кіл-ть модулів (портів)	Тип модуля			Метод установки	Примітки
		неекранована	екранована	оптична		Cat. 5	Cat. 6	Опт.		

Досить часто для отримання високих естетичних параметрів і забезпечення зручності використання, розетки поєднуються в блоки (рис. 7.11).



Рисунок 7.11 – Установлення розеток блоком

До складу блока розеток на робочих місцях можуть включатися:

- інформаційні розетки (IP), модулі яких підключені до мідних симетричних кабелів;
- IP з модулями, що підключають до волоконно-оптичного кабелю;
- силові розетки, що забезпечують мережне обладнання та інші активні прилади на робочому місці користувача гарантованим електропостачанням;
- силові розетки, підключені до системи побутового електропостачання.

Інформаційні розетки, установлювані на робочих місцях користувачів, призначені для підключення робочих станцій корпоративної мережі, телефонів, факсимільних апаратів, терміналів та інших пристроїв. Наявність і кількість розеток кожного виду, а також їх комплектація розетковими модулями визначається відповідно до вимог стандартів та побажань замовника.

Відповідно до міжнародного стандарту в редакції 2008 року на кожному робочому місці слід встановлювати IP з мінімум двома розетковими модулями не нижче категорії 6, що суттєво збільшує експлуатаційну гнучкість створюваної СКС та гарантує, що СКС забезпечить роботу гігабітних застосувань.

Кінцеві шнури (абонентські пачт-корди)

За допомогою кінцевих шнурів здійснюється підключення до розеткових модулів ІР найрізноманітнішого мережного обладнання користувачів. Для розрахунку кінцевих шнурів необхідно:

- визначити необхідну кількість шнурів (включається в остаточну специфікацію проекту);
- визначити довжину шнурів.

При цьому розрахунки здійснюється тільки для тих пристроїв, які не містять кінцевих шнурів у комплекті стандартного постачання. Так, наприклад, для підключення телефонів шнури найчастіше входять у комплект постачання, тому вони не враховуються при розрахунку.

Загальна кількість шнурів визначається виходячи з кількості робочих місць N , для обслуговування яких створюється СКС. При цьому можливо кілька різних способів вирішення даного завдання.

Перший спосіб – явний (статистичний), кількість кінцевих шнурів у явному виді вказується замовником у технічних вимогах. Потім даний параметр без будь-яких змін переноситься в ТЗ. Другий спосіб розрахунку – за кількістю робочих місць, що обслуговуються, кількість окремих шнурів чисельно дорівнює кількості робочих місць, що обслуговуються комутаційним обладнанням даного конкретного технічного приміщення.

При розрахунку за кількістю лінійних портів активного мережного обладнання число окремих типів шнурів збігається з кількістю портів активного мережного обладнання, що встановлене в кросовій.

Також застосовується евристичний метод розрахунку шнурів – на першому етапі необхідно забезпечити підключення до 70% від загальної кількості робочих місць. Для перспективи розширення ЛОМ і забезпечення нормальної поточної експлуатації деяке число шнурів (до 10%) може бути передбачене у складі ЗІП.

Довжини кінцевих шнурів для підключення обладнання вибираються залежно від розмірів приміщень, які обслуговує кабельна система з

урахуванням схеми організації СКС. У відносно невеликих приміщеннях з рівномірним розподілом розеток відповідно площі, характерних для типових будинків з коридорним плануванням, достатньо шнурів довжиною порядку 2...3 м. Дане значення вибирається з обліком наступних двох обставин. По-перше, порти СКС та силові розетки звичайно розміщаються поруч одна з одною в одному розетковому блоці. По-друге, відповідно до санітарних правил ширина робочої поверхні стола для установки персонального комп'ютера не перевищує 1400 мм. На підставі цього кабель для живлення системного блока й монітора сучасної користувальницької робочої станції широкого застосування звичайно має довжину 1,5...2 м. Тим самим використання шнурів зазначеної довжини дозволяє:

- не обмежувати можливість вільного переміщення системного блока й монітора по поверхні робочого столу відповідно до місцевих умов і бажання користувача;
- перешкоджати утворенню петель, що здійснюють негативний вплив на параметри пропускної здатності каналу;
- забезпечувати збільшення експлуатаційної надійності підсистеми робочого місця.

У приміщеннях більших розмірів можуть знадобитися шнури довжиною до 5 ... 8 м. Застосування шнурів довжиною понад 8 метрів та менше 2 метрів суперечить вимогам діючих стандартів, зокрема це регламентується нормами стандартів щодо моделей горизонтальної підсистеми СКС. Також стандарти не дозволяють застосовувати для підключення обладнання саморобних шнурів, всі шнури повинні бути виготовлені промисловим способом.

7.12 Проектування горизонтальної підсистеми

Процес проектування горизонтальної підсистеми є найбільш важливою частиною телекомунікаційної фази. Рішення, прийняті в процесі проектування горизонтальної підсистеми, є визначальними для техніко-економічної ефективності проектованої СКС. Це пояснюється тим, що в горизонтальній

підсистемі зосереджена основна маса телекомунікаційного обладнання СКС. Діючі стандарти допускають реалізацію горизонтальної підсистеми на основі кабелів типу вита пара та волоконно-оптичних кабелів. У процесі проектування горизонтальної підсистеми виконується вибір типу та розрахунок кількості, всіх елементів лінійної частини тракту передавання сигналу.

Вибір типу та категорії

Вибір типу та категорії кабелю горизонтальної підсистеми залежить від рішень, прийнятих на архітектурній фазі, від навколишніх умов, а також умов прокладання кабельної проводки. Відповідно до стандартів для організації горизонтальної підсистеми СКС можуть бути використані симетричний мідний (вита пара) та волоконно-оптичний кабелі.

Категорія мідного кабелю з витих пар визначається залежно від максимальної частоти переданого сигналу. Відповідно до рекомендацій стандартів, для знову створюваних СКС на рівні горизонтальної підсистеми необхідно застосовувати компоненти категорії 6 та вище. Якщо є потреба цілком припустиме прокладання кабелів більш високих категорій. Наявність і відсутність елементів, що екранують, визначається вимогами замовника до електромагнітної сумісності кабельної проводки та іншого телекомунікаційного обладнання, а також рівнем електромагнітних перешкод у приміщеннях, в яких відбувається організація кабельних трас, додатково враховуються вимоги до рівня захисту інформації від НСД та навмисного силового впливу. Відповідно до навколишніх умов прокладання може знадобитися застосування кабелів з оболонками з матеріалу, що не горить або кабелів з підвищеною стійкістю до різних кліматичних впливів. При виборі типу горизонтальних кабелів в обов'язковому порядку враховуються вимоги щодо забезпечення виконання норм з пожежної безпеки.

Волоконно-оптичний кабель використовується на рівні горизонтальної підсистеми у випадку реалізації проектів fibre to the desk. Таке рішення помітно програє за вартісними показниками, в першу чергу через суттєво більшу

вартість кінцевого активного мережного обладнання, проте забезпечує гарантовану роботу широкосмугових високошвидкісних застосувань (особливо це стосується застосувань, які працюють зі швидкостями 10 Гбіт/с і вище). На даному етапі варіант реалізації горизонтальної підсистеми на базі оптичного кабелю застосовується в наступних випадках:

1. Коли необхідно забезпечити роботу застосувань зі швидкостями 10 Гбіт/с і вище на відстань понад 60 метрів.
2. Коли застосування мідного кабелю типу вита пара неможливо, через наявність потужних ЕМП.
3. Коли вартісні показники рішення не є першорядними і необхідно забезпечити високий рівень конфіденційності переданої інформації.

Визначення величини витрат кабелю

При розрахунку довжини горизонтального кабелю враховуються наступні положення. Кожний розетковий модуль ІР зв'язується з комутаційним обладнанням у кросовій поверху одним кабелем. Кабелі прокладаються по кабельних каналах в обов'язковому порядку прямолінійно або з поворотом під кутом не більше 90°. Траса розглядається як просторовий об'єкт, тобто в обов'язковому порядку беруться до уваги спуски, підйоми, переходи на різні рівні й т. ін. Деяке збільшення фактичної величини витрат за рахунок нерівностей укладання, підключення кабелю до розеткових модулів враховується введенням певних корегуючих коефіцієнтів.

На практиці знаходять застосування два основних методи визначення кількості кабелю, необхідного для реалізації горизонтальної підсистеми:

- метод сумування;
- емпіричний метод.

Метод підсумовування полягає в підрахунку довжини траси кожного горизонтального кабелю з наступним додаванням розрахованих довжин. До отриманого результату додається певний технологічний запас, а також запас для виконання оброблення кабелю при інсталяції модулів у розетках і в

кросових панелях. Достоїнством розглянутого методу є висока точність. Проте більша частина проєктованих СКС має досить значну кількість портів, і такий підхід виявляється надмірно трудомістким. Застосування цього методу практично виключає можливість розрахунку декількох варіантів організації СКС на етапі вибору загальної структури СКС і формування технічної пропозиції. Даний метод рекомендується використовувати в наступних випадках:

- число робочих місць у проєктованій СКС не більше 20–30;
- за особливо жорстких вимог замовника відносно обґрунтування проектних рішень;
- за наявності в розроблювача спеціалізованих програм автоматичного проєктування (наприклад, пакета CADDY), які на підставі планів поверхів в електронному виді та місцях розташування ІР можуть самі розрахувати довжину кабельної траси з урахуванням усіх спусків, поворотів і т. ін.

Емпіричний метод був запропонований ще на початку 90-х років. Цей метод реалізує на основі центральної граничної теореми теорії ймовірностей. Полягає у використанні оцінки середньої довжини окремого кабельного тракту для підрахунку загальної довжини горизонтального кабелю, який необхідно витратити на реалізацію конкретної СКС. Використання даного методу можливо також завдяки тому, що у відповідності зі стандартами довжина кабелів горизонтальної підсистеми не може перевищувати 90 м.

Суть статистичного методу полягає в наступному – ІР рівномірно розподілені по всій доступній робочій площі при максимальній довжині одного кабельного тракту не більше 90 метрів. Для оцінки необхідної кількості кабелю для організації горизонтальної підсистеми необхідно оцінити середню довжину кабельного тракту й помножити її на число інформаційних портів, які рівномірно розподілені по робочій площі. Середня довжина кабельного тракту визначається за формулою:

$$L_{CP} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} K_s + X \quad (7.4)$$

де L_{max} – максимальна довжина кабельної траси від технічного приміщення до найбільш віддаленої ІР; L_{min} – довжина кабельної траси від технічного приміщення до найближчої ІР; K_s – коефіцієнт технологічного запасу, що дорівнює 1,1 (10%); X – запас для виконання інсталяції кабелю в інформаційний модуль.

Величина запасу на інсталяцію кабелів ураховується для обох кінців траси та відповідно до рекомендацій стандартів встановлюється рівною 0,3 м для кабелів типу вита пара та 1 м для оптичних кабелів. Відзначимо, що з урахуванням зазначених запасів середня довжина кабельного тракту не повинна перевищувати 90 м. Це гарантія того, що проектувальники не перевищили визначених стандартами норм в процесі реалізації СКС.

Далі розраховуємо загальну кількість кабелю необхідного для створення горизонтальної підсистеми СКС, за формулою:

$$L_{SUM} = L_{CP} * N_{ИП} \quad (7.5)$$

де $N_{ИП}$ – кількість розеткових модулів інформаційних розеток СКС.

Кабель випускається й продається в катушках, тому необхідно визначити число катушок кабелю, які необхідно придбати для реалізації проекту за наступною формулою:

$$N_{KK} = \frac{L_{SUM}}{L_{ДК}} \quad (7.6)$$

де $L_{ДК}$ – довжина кабельної катушки (виробники випускають катушки кабелю стандартних довжин – 305, 500 і 1000 м).

Цілком очевидно, що в більшості випадків результат розрахунку числа катушок з кабелем буде дробовим, тому рекомендується округляти його вгору до найближчого цілого.

7.13 Проектування магістральних підсистем

Вибір типу та категорії кабелю для магістральних підсистем задається рішеннями, прийнятими при розробці ескізного проекту. Загальні рекомендації з вибору тієї або іншої елементної бази для вирішення цього завдання наведені в таблиці 7.14. У відповідності зі стандартами магістральні підсистеми можуть будуватися на симетричних мідних електричних й/або волоконно-оптичних кабелях, кожний з яких найбільш ефективний для підтримки функціонування певних типів мережних застосувань.

Таблиця 7.14 – Типи кабелів для організації магістральних підсистем

Довжина магістральної підсистеми	Низькошвидкісні застосування	Високошвидкісні застосування	Застосування з гігабітними швидкостями
0–90	Багатопарний кабель категорії 3; кабелі категорії 5, 6, 6А, 7 і 7А; оптика за необхідності	Кабелі категорії 6, 6А, 7 і 7А	Багатомодовий ОК, кат. 6А, 7 і 7А
0–300		Багатомодовий ОК	
300–500		Багатомодовий ОК	Одномодовий ОК
500–1500			
1500–3000		Одномодовий ОК	

Визначення ємності та кількості магістральних кабелів

Початкова оцінка ємності кабелів внутрішньої магістралі здійснюється з урахуванням обраної конфігурації робочого місця та обраного типу кабелю для реалізації внутрішньої магістралі. Для визначення ємності кабелів внутрішнього магістралі введемо наступне поняття – *ступінь інтеграції*. Ступінь інтеграції задає принцип організації робочого місця й вертикальної підсистеми СКС, сам термін запропонований розроблювачами компанії Systimax.

Існує три ступеня інтеграції:

- низький;
- середній;
- високий.

Конфігурація з низьким ступенем інтеграції припускає установку на одне робоче місце – однієї однопортової IP, або розетки з двома портами для підключення двох цифрових телефонів. Це означає, що мінімальна ємність кабелю внутрішньої магістралі становить 2 пари на робоче місце. Сьогодні низький ступінь інтеграції не застосовується.

Конфігурації з середнім ступенем інтеграції відрізняються тим, що на робочому місці встановлюється IP з двома розетковими модулями (до одного модуля підключається ПК до іншого телефон). За такого принципу побудови системи мінімальна питома ємність кабелю внутрішньої магістралі становить 2,2 пари на робоче місце. Дві пари використовуються для передавання сигналу 2-парного телефонного апарата та дві пари використовуються для передавання сигналів інформаційної мережі від 10 робочих місць, тобто 0,2 пари на одне робоче місце. СКС з середнім ступенем інтеграції характерні для рішень, які повністю реалізовані на базі мідних кабелів (оптичний кабель не використовується) і сьогодні також практично не застосовуються.

Конфігурації з високим ступенем інтеграції містять у собі інформаційну розетку з двома або більше розетковими модулями з відповідною кількістю горизонтальних кабелів на робоче місце. Основною характерною рисою таких конфігурацій є використання волоконно-оптичного кабелю для організації внутрішньої магістралі.

Конфігурації з високим ступенем інтеграції будуються з розрахунку застосування мінімум двох пар мідного кабелю (для підключення телефону) і 0,2 волокна (для підключення ПК) на одне робоче місце в кабелях внутрішньої магістралі, а в деяких випадках і 0,3 волокна на одне робоче місце. Для зовнішньої магістралі приймається наступного значення – мінімум дві пари на одне робоче місце й два волокна для кожної кросової, що підключається до апаратної. Сьогодні всі СКС створюються з урахуванням високого ступеня інтеграції.

Слід пояснити, чому для розрахунку магістральних систем для підключення однієї робочої станції (ПК) застосовується 0,2 волокна або 0,2

пари. Це пов'язане з особливостями розподілу трафіка в інформаційних мережах. Відповідно до статистичних спостережень і досліджень увесь трафік інформаційної мережі ділиться на дві нерівні частини – внутрішню й зовнішню. Більша частина трафіка замикається всередині самої мережі (внутрішній трафік), а менша частина виходить в зовнішню мережу до інших зовнішніх ресурсів (зовнішній трафік). Трафік розподіляється на внутрішній і зовнішній відповідно до статистичного правила 80/20 – 80 відсотків трафіка замикається всередині мережі (внутрішній трафік), а 20 відсотків виходять в зовнішню мережу. У СКС горизонтальна підсистема відповідає умовній внутрішній мережі (мережа відділу, робочої групи й т. ін.), а внутрішня магістраль відповідає зовнішній мережі (зв'язує мережі відділів або робочих груп у єдину корпоративну мережу), тому для розрахунку ємності магістральних кабелів застосовують значення 0,2, що відповідає 20 відсоткам вихідного трафіка.

Проте сьогодні спостерігається тенденція до зміни розподілу трафіка на внутрішній і зовнішній. Користувачі усе більше звертаються до зовнішніх ресурсів, і сьогодні замість правила 80/20 більше точним і актуальним є правило 70/30 – 70 відсотків трафіка замикається всередині мережі (внутрішній трафік), а 30 відсотків виходить у зовнішню мережу. Виходячи з цього, можна дійти висновку, що для сучасних СКС при проектуванні магістральних підсистем доцільно при розрахунку ємності магістральних кабелів орієнтуватися на застосування 0,3 волокна (для підключення ПК) на одне робоче місце в кабелях внутрішньої магістралі й три волокна для кожної кросової, що підключається до апаратної.

Вибір конструктивного виконання магістральних кабелів визначається, у першу чергу, тими умовами прокладання та експлуатації, які можуть бути забезпечені магістральними кабельними трасами даного конкретного проекту. Основними факторами, що враховуються при виборі, є механічні впливи, кліматичні впливи навколишнього середовища, вимоги норм пожежної безпеки й рівня захисту від несанкціонованого доступу до переданої інформації. На

зовнішній магістралі додатково береться до уваги небезпека можливого ушкодження кабелю гризунами або можливість повітряного прокладання .

Визначення витрат кабелю на реалізацію підсистеми зовнішніх магістралей

Витрати кабелю в процесі створення підсистеми зовнішніх магістралей залежить від довжини траси й запасів на нерівності траси. Додатково в обов'язковому порядку враховується витрати на інсталяцію (монтаж) кабелів, а також витрати на монтаж проміжних муфт різного призначення (для оптичного кабелю). Величина витрат кабелю, відповідно до правил прокладання кабелю, береться рівною її довжині, помноженій на коефіцієнт збільшення, значення якого наведені в табл. 7.15.

Таблиця 7.15 – Коефіцієнт збільшення довжини магістральних кабелів

Тип організації кабельної траси	Мідний кабель	Оптичний кабель
Укладання в ґрунт механічним способом	1,02	1,02
Укладання в ґрунт ручним способом	1,04	1,04
У кабельній каналізації	1,02	1,057
У колекторі	1,01	1,02
На опорах (ПЛЗ)	1,025	1,05

Особливості проектування підсистеми зовнішніх магістралей

Процес проектування підсистем внутрішніх і зовнішніх магістралей в основному збігаються. Але існує низка особливостей характерних тільки для зовнішніх магістралей:

– при проектуванні зовнішньої магістралі часто для прокладання магістрального кабелю використовується каналізація МТМ. У цьому випадку виникає проблема отримання відповідних погоджень і технічних умов на прокладання кабелів, а також укладення договорів на оренду кабельних каналів у каналізації. Ця обставина повинна бути обов'язково врахована при складанні

переліку виконуваних проектних робіт, а необхідні витрати внесені в бюджет проекту;

- через відносно невелику порівняно з горизонтальною підсистемою кількості трактів передавання, розрахунок ємності магістральних кабелів виконується щоразу індивідуально, і будь-які універсальні рекомендації з цього питання відсутні;

- волоконно-оптичні кабелі зовнішнього прокладання без використання металевих елементів слід використовувати в тих ситуаціях, коли кабельна траса перебуває в зоні дії сильних електромагнітних полів. В усіх інших випадках кращим є застосування кабелів з металевими силовими елементами й броньовими покриттями;

- висока вартість і тривалість робіт з будівництва зовнішніх магістралей змушує вводити більш високі запаси з ємності кабелю. Наприклад, для волоконно-оптичних кабелів доцільно використовувати мінімум – подвійний запас волокон;

- через складності швидкого відновлення фізичної цілісності кабелю в аварійних ситуаціях при побудові зовнішніх магістралей рекомендується по можливості використовувати резервування вже на етапі виконання проектних робіт.

Забезпечення надійності магістральних підсистем

Кабельні тракти передавання інформації, що створюються на рівні магістральних підсистем СКС, використовуються переважно більшістю випадків активним мережним обладнанням колективного користування. Тому вихід з ладу кабелів магістральної підсистеми носить найбільш негативний характер, тому що без доступу до низки сервісів залишається досить значна група користувачів. З огляду на це, необхідно приділяти підвищену увагу забезпеченню експлуатаційної надійності магістральних підсистем. Поліпшення надійності досягається за рахунок:

- застосування тільки сертифікованого обладнання, яке має гарантійні строки напрацювань на відмову;

- резервування найбільш критичних з погляду відмов компонентів кабельної системи;

- використання засобів обмеження доступу сторонніх осіб до лінійних та комутаційних компонентів кабельної системи, а також до кінцевого активного мережного обладнання;

- застосування для прокладання лінійних кабелів каналів кабельної каналізації, трубного розведення, декоративних коробів й інших елементів, що забезпечують додатковий захист від механічних ушкоджень;

- регулярне виконання профілактичних вимірів параметрів магістральних трактів передавання інформації для раннього виявлення потенційних відмов.

Швидкість відновлення в повному обсязі функціонування інформаційно-обчислювальної мережі підприємства у випадку настання аварійної ситуації стосовно до СКС забезпечується:

- наявністю резервних трактів передавання інформації, що організуються вже в процесі будівництва й введення СКС в експлуатацію;

- навчанням персоналу, що обслуговує СКС, правилам, принципам і прийомам виявлення несправностей і відновлення працездатності ліній зв'язку;

- наявністю ЗІП, до складу якого входять кабелі, комутаційне обладнання й шнури;

- включенням до складу додаткового обладнання СКС, переданого замовникові після здачі системи в експлуатацію, технологічних пристосувань і вимірювальних приладів, що дозволяють виконати необхідну діагностику й ремонт силами співробітників відділу автоматизації або служби експлуатації кабельних мереж підприємства.

Резервування магістральних кабелів зокрема та кабельних трактів у загальному випадку застосовується з метою збільшення живучості мережі.

Наявність резервних трактів передавання інформації додатково збільшує також гнучкість кабельної системи. Резервування магістральних кабелів передбачено на рівні основних нормативно-технічних документів СКС. Так, зокрема, міжнародний стандарт ISO/IEC 11801 передбачає організацію додаткових резервних зв'язків між технічними приміщеннями одного рівня.

Контрольні питання

1. Які вимоги висуваються до проекту СКС?
2. Які нормативні документи описують процес проектування СКС?
3. Які вимоги до оформлення проектних документів та складу основного комплексу креслень СКС вимагають українські стандарти СКС?
4. Назвіть стадії та етапи проектування СКС.
5. Опишіть архітектурну фазу проектування СКС. Які завдання розв'язуються на архітектурній фазі проектування?
6. Охарактеризуйте телекомунікаційну фазу проектування СКС. Які завдання розв'язуються на телекомунікаційній фазі проектування?
7. Які розділи повинно містити технічне завдання?
8. Для чого призначена робоча документація?
9. Що таке технічне приміщення СКС? Які типи технічних приміщень СКС ви знаєте?
10. Опишіть вимоги до приміщення, в якому планується розмістити апаратну.
11. Опишіть вимоги до приміщення для розміщення кросової.
12. Яким чином визначається площа апаратної, кросової?
13. В яких випадках на одному поверсі необхідно організовувати більше ніж одну кросову?
14. В яких випадках телекомунікаційні стійки, шафи можна розміщувати поза технічними приміщеннями?
15. Що таке кабельний канал, для чого він призначений?

16. Назвіть основні типи кабельних каналів.
17. Поясніть параметр коефіцієнта заповнення.
18. За допомогою яких кабельних каналів організується зовнішня магістральна підсистема? Опишіть їх особливості, переваги та недоліки.
19. За допомогою, яких кабельних каналів організується внутрішня магістральна підсистема? Опишіть їх особливості, переваги й недоліки.
20. Що таке слот, в яких випадках він застосовується?
21. Яким чином можна організовувати траси для прокладання кабелів горизонтальної підсистеми СКС?
22. Опишіть «підпільні » кабельні канали.
23. Назвіть вимоги до організації фальш підлоги та підвісної стелі (фальш стелі).
24. Що таке лоток?
25. Охарактеризуйте особливість процесу спільного прокладання силових та інформаційних кабелів.
26. Які існують способи установки інформаційних розеток. Опишіть їх особливості.
27. Яким чином проектується підсистема робочого місця?
28. Охарактеризуйте особливості проектування горизонтальної підсистеми СКС.
29. Поясніть поняття «ступінь інтеграції».
30. Якими методами забезпечується надійність магістральних підсистем СКС?

Розділ 8 РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ КОМПОНЕНТІВ СКС

8.1 Загальні положення

У процесі реалізації проектів структурованої кабельної системи різного масштабу поряд з кабелями, шнурами, комутаційними панелями будь-якого призначення й т. ін., що забезпечують передавання електричних і оптичних сигналів, в обов'язковому порядку монтується та використовується значна кількість супутніх компонентів не телекомунікаційного призначення. Ці компоненти не входять в область дії стандартів СКС та інших нормативно-технічних документів, що регламентують побудову кабельної системи в будинках. Всю сукупність цих компонентів можна в самому загальному випадку поділити на монтажне обладнання й додаткові елементи.

Під монтажним обладнанням розуміють ті конструктивні елементи й конструкції, які служать для установки ІР, комутаційних та кросових панелей, а також для укладання окремих кабелів і кабельних джгутів. Відповідно до такої класифікації до монтажного обладнання відносяться монтажні конструктиви та декоративні кабельні канали. Монтажні конструктиви встановлюються в технічних приміщеннях, кабельні канали використовуються переважно в офісній частині будинку й монтуються в приміщеннях для розміщення користувачів.

Під додатковими компонентами СКС, кількість яких розраховується в рамках реалізації конкретного проекту кабельної системи, далі розуміються елементи маркування, кріплення різного призначення та інші видаткові матеріали, які використовуються в процесі монтажу телекомунікаційних елементів СКС і установаження монтажного обладнання.

У сукупності всі ці елементи призначені для забезпечення надійної роботи СКС, зручності й якості інсталяції СКС, а також для забезпечення ефективного адміністрування СКС.

8.2 Розрахунок декоративних коробів й їхніх аксесуарів

При проектуванні СКС для прокладання кабелів горизонтальної підсистеми використовуються декоративні кабельні короби. Загальною вимогою до коробів є необхідність їх виконання з неопалювальних або матеріалів, що важко горять та володіють електроізоляційними властивостями. У випадку застосування для виготовлення коробів провідних матеріалів вони обов'язково повинні бути заземлені. При спільному прокладанні в одному декоративному коробі інформаційних та силових кабелів короб в обов'язковому порядку повинен мати декілька секцій розділених перегородками. Кількість секцій повинна бути не менше двох. У процесі розрахунку декоративних коробів вирішуються наступні основні завдання:

- відбувається вибір висоти установки та габаритних розмірів;
- визначається обсяг постачання декоративного короба;
- здійснюється розрахунок кількості аксесуарів.

Будь-які вимоги щодо висоти установки декоративних коробів у робочих приміщеннях користувачів у відомих нормативно-технічних документах не наводяться. Тому для конкретизації значення цього параметра можна скористатися рекомендаціями стандарту відносно висоти монтажу розеток, наведеними в підрозділі 7.9. Для отримання хороших естетичних показників, мінімізації їх вартості та тривалості реалізації доцільно застосовувати ці рекомендації також і на короби. Додатково враховуються побажання замовника, спосіб установки інформаційних і силових розеток, розташування інших кабельних ліній (побутова силова проводка, системи пожежної й охоронної сигналізації, й т. ін.), а також міркування щодо зручності експлуатації. При цьому потрібно керуватися наступним правилом: декоративні короби потрібно прокладати таким чином, щоб вони не збігалися за рівнем зі стільницею робочих столів. Такий прийом досить ефективно захищає короб від механічних ушкоджень при переміщеннях меблів. Відповідно до санітарно-гігієнічних норм України висота робочої поверхні стола користувачів повинна регулюватися в

межах 680–800 мм. З урахуванням цього доцільніше всього кріпити короб на висоті приблизно 900 –1000 мм від рівня підлоги (короб буде проходити вище рівня робочої поверхні стола) або на висоті 300–500 мм від рівня підлоги (короб буде проходити нижче рівня робочої поверхні стола).

Після визначення висоти монтажу декоративного короба необхідно визначити його габаритні розміри. Вибір типу настінного короба за габаритними розмірами виконується залежно від типу й кількості кабелів, що укладають у цьому коробі. Додатково в обов'язковому порядку враховуються застосовувані в проекті способи кріплення силових та інформаційних розеток. Ємність прямого декоративного короба, як і будь-якого іншого кабельного каналу із прямокутною площею поперечного перерізу можна визначити за формулою:

$$n = K_i K_z \frac{S}{S_1}, \quad (8.1)$$

де K_i і K_z – коефіцієнти використання й заповнення кабельного каналу; S_1 – площа поперечного перерізу одного кабелю прокладеного в коробі; S – ефективна площа поперечного перерізу короба.

Тоді ефективну площу поперечного перерізу короба можна визначити в такий спосіб:

$$S = \frac{S_1 n}{K_i K_z} \quad (8.2)$$

Тобто знаючи число кабелів, яке буде прокладатися в коробі (число кабелів відповідає числу інформаційних портів розеток, установлюваних у конкретному робочому приміщенні) і площу поперечного перерізу одного кабелю легко визначити габаритні розміри короба.

Площа поперечного перерізу кабелю визначається за формулою 7.2 (розділ 7), а діаметр кабелю вказується на його зовнішній оболонці.

Для коробів коефіцієнт використання дорівнює 0,5; коефіцієнт

заповнення $K_z = 1$ забезпечує максимальну ємність каналу. Відповідно до рекомендацій стандартів рекомендується набувати значення K_z у межах 50...60% від максимальної ємності.

У випадку спільного прокладання в одному декоративному коробі інформаційних та силових кабелів під останні в обов'язковому порядку виділяється окрема секція; це необхідно враховувати при розрахунку габаритних параметрів короба. Для розрахунку секції для силових кабелів необхідно використовувати інформацію про технічні характеристики силових кабелів. Сьогодні виробники випускають декоративні коробки з габаритними розмірами широкого спектра, у табл. 8.1 наведені габаритні розміри коробів, що найбільше часто зустрічаються.

Таблиця 8.1 – Найпоширеніші габаритні розміри декоративних коробів

Тип короба	Розміри, мм
Настінний декоративний короб	20*12,5
	32*12,5
	32*16
	32*20
	40*12,5
	40*16
	40*20
	60*16
	60*20
	60*40
	75*20
Декоративний плінтус (встановлюється на підлогу)	120*50
	140*35
	170*35

Також для монтажу декоративного короба необхідно використовувати низку додаткових аксесуарів, які забезпечують зручність монтажу й хороший естетичний зовнішній вигляд. До таких додаткових елементів відносяться:

1. Внутрішній кут.
2. Зовнішній кут.

3. Плоский кут.

4. Заглушка.

Внутрішній і зовнішній кути призначені для виконання переходів з однієї стіни на іншу.

Плоский кут призначений для організації переходів з однієї площини в іншу в межах однієї стіни.

Заклушка встановлюється на кінці короба.

Розрахунок числа додаткових елементів для декоративних коробів здійснюється в ручну й заноситься в спеціальну таблицю (табл. 8.2), що містить інформацію про декоративний короб, який застосовується в тому або іншому робочому приміщенні.

Таблиця 8.2 – Тип і параметри декоративних коробів

Замовник: _____									
Об'єкт: _____									
Будинок: _____									
№ з/п	Габаритні розміри коробу, мм								
	20*12,5			32*12,5			60*20		
	Довжина короба	Внутрі- шній кут	Плоский кут	Довжина короба	Внутрі- шній кут	Плоский кут	Довжина короба	Внутрі- шній кут	Плос- кий кут
101	11	2	2	—	—	—	—	—	—
102	14	1	2	—	—	—	—	—	—
103	11	2	2			—	—	—	—
104	—	—	—	—	—	—	16	2	2
105	—	—	—	10	2	2	—	—	—
106	—	—	—	—	—	—	50	6	6
107	—	—	—	25	2	2	—	—	—
108	—	—	—	—	—	—	50	6	6
109	—	—	—	25	2	2	—	—	—
Разом	36	5	6	60	6	6	116	14	14

8.3 Розрахунок параметрів монтажних конструктивів

Розглянемо обмеження на розміри телекомунікаційних шаф, які прямо впливають із вимог, пропонованих стандартами до технічних приміщень СКС. Відповідно до вимог стандартів мінімальна висота цих технічних приміщень

становить 2,5 м. Проміжок між капіальною й підвісною стелею та кришкою шафи повинен бути не менше 150 мм. Таким чином, доступна висота становить 2,5 м, проте необхідно враховувати, що для монтажу шафи та зручності його наступного обслуговування, прокладання кабелів необхідна наявність вільного простору з верхньої частини шафи, звичайно для цих цілей виділяють 0,5 м. Таким чином, максимально можлива висота телекомунікаційної шафи становить 2 м або близько 45 U.

Як ми вже зазначали в першому розділі, висоту монтажного конструктиву прийнято вимірювати в умовних одиницях, юнітах –U (Unit). 1 U у відповідності зі стандартом дорівнює 1,75 дюйма (44,45 мм).

На практиці найбільш часто випускаються монтажні конструктиви максимальною висотою 42 U, рідко зустрічаються монтажні конструктиви більшої висоти (наприклад, 45 або 48 U). Застосування монтажних конструктивів більшої висоти повинне в обов'язковому порядку контролюватися на можливість реалізації з урахуванням висоти конкретного технічного приміщення.

Принципи розміщення обладнання в монтажних конструктивах

Стандарти не містять будь-яких вказівок з розміщення та розташування мережного обладнання й обладнання СКС при його монтажі в конструктиві. Вирішення цього питання цілком і повністю залишається на розсуд проектувальника, який зобов'язаний враховувати рекомендації виробника обладнання СКС та побажання замовника, що їм не суперечать. Також відзначимо, що в КП, побудованої відповідно до вимог стандартів, установлюється не більше двох конструктивів.

При розміщенні обладнання в шафі необхідно керуватися наступними рекомендаціями:

- найбільш важке обладнання встановлюється в нижній частині конструктиву, що забезпечує додаткову стійкість;
- у найбільш незручній для роботи нижній частині шафи, безпосередньо біля її фундаменту, розташовується обладнання, експлуатація якого вимагає

мінімальної кількості операцій перемикання, читання показань індикаторів і виконання інших аналогічних операцій;

- якщо для реалізації горизонтальної підсистеми СКС застосовується 4-коннектор на модель, то спочатку розміщується активне мережне обладнання, потім дзеркальні комутаційні панелі, а потім панелі горизонтальної підсистеми;

- розміщення поруч один з одним панелей горизонтальної підсистеми й активного мережного обладнання (комутаторів), забезпечує мінімізацію довжини кінцевих шнурів;

- саме верхнє положення в конструктиві займає оптична полиця, операції з комутації портів на якій виконуються досить рідко;

- панелі магістралі мідного кабелю, на які здійснюється відображення портів телефонної станції, розташовуються під оптичними полками над комутаційними панелями горизонтальної підсистеми.

Таким чином, у нижню частину конструктиву встановлюється важке обладнання типу ДБЖ (джерело безперебійного живлення), простір над ним приділяється для активного обладнання корпоративної мережі різного призначення (див. рис. 8.1). Відразу ж над цим обладнанням розташовуються дзеркальні комутаційні панелі (якщо використовується 4-коннектор на модель горизонтальної підсистеми) потім панелі горизонтальної підсистеми, над якими розміщуються панелі відображення портів телефонної станції. Саму верхню частину конструктиву займає оптична полиця із заведеними в неї волоконно-оптичних кабелями магістральних підсистем.

При використанні двох телекомунікаційних шаф здебільшого застосовуються ті самі принципи, що й при монтажі в одній шафі, при цьому обладнання рекомендується розміщати симетрично (рис 8.2.).

Монтажна шафа 19" 42U

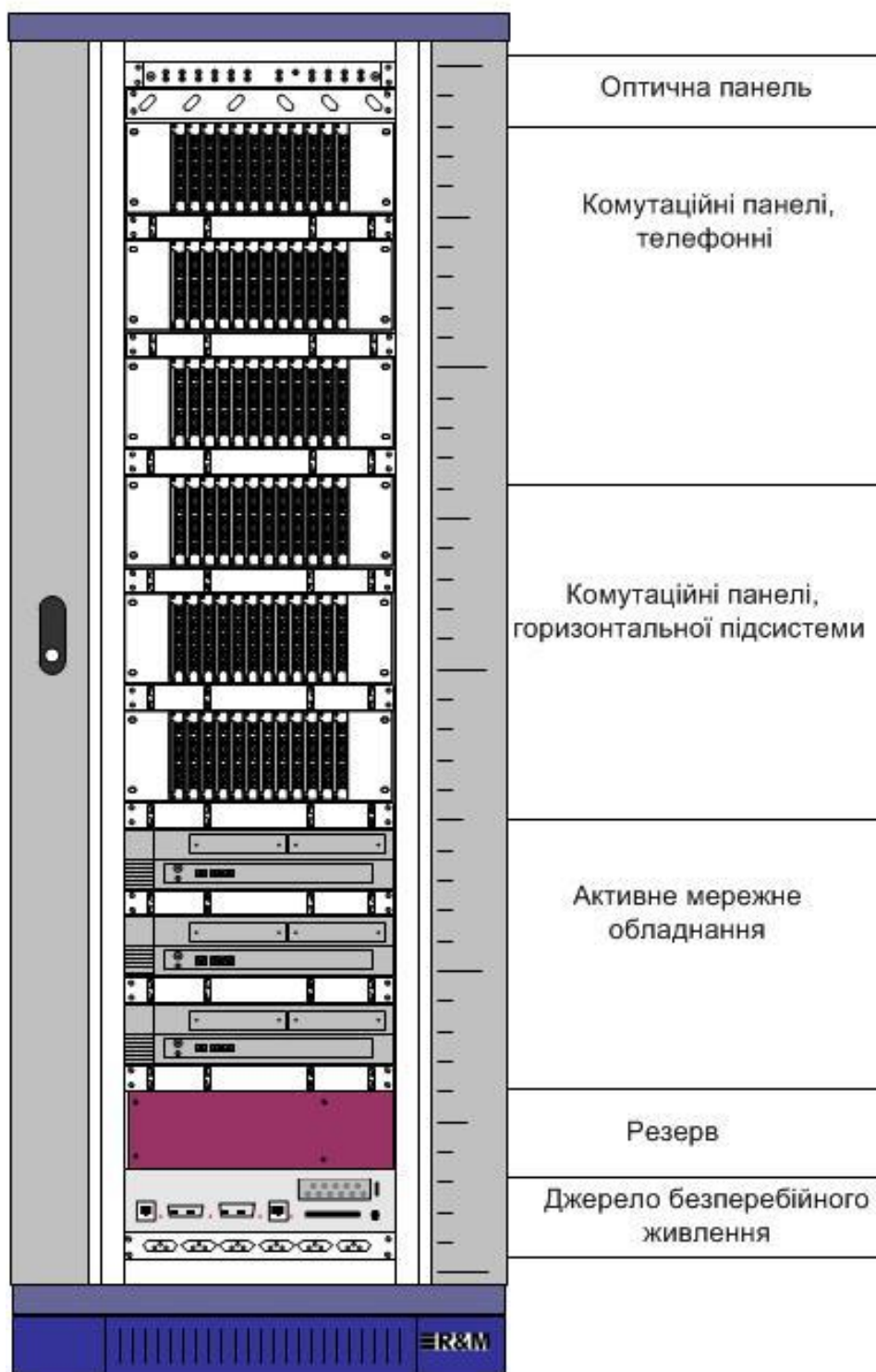


Рисунок 8.1 – Розміщення обладнання в телекомунікаційній шафі

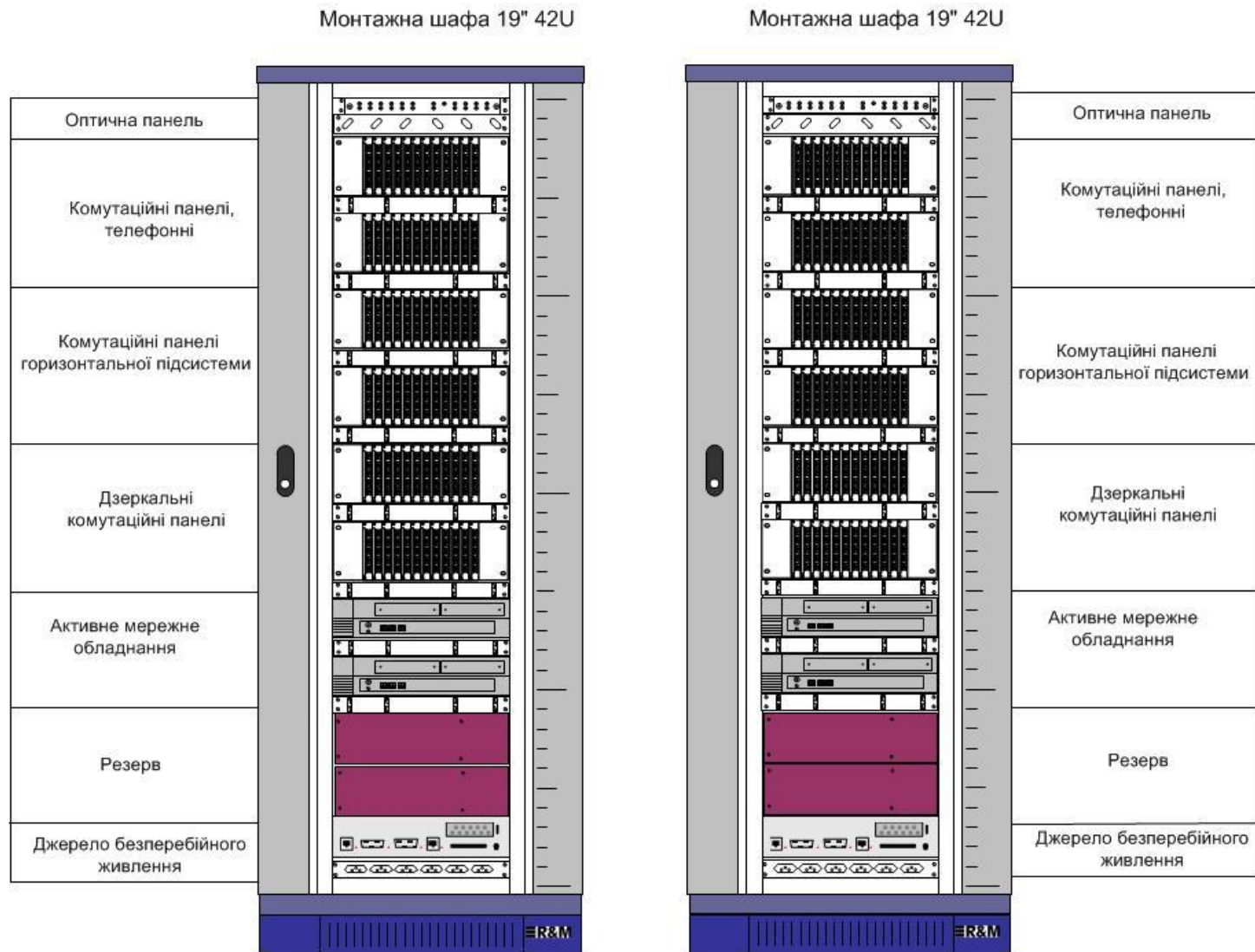


Рисунок 8.2 – Розміщення обладнання у двох телекомунікаційних шафах

Для оцінки висоти 19-дюймового монтажних конструктивів, використовуються дані за числом робочих місць у горизонтальній підсистемі й конструктивні особливості комутаційних панелей (табл. 8.3).

Таблиця 8.3. – Розрахунок висоти монтажних конструктивів

Тип підсистеми	Тип обладнання	Необхідна висота	Примітки
Горизонтальна підсистема	Комутаційна панель на 16 портів	2 U	Панель 1U + 1U на організатор
	Комутаційна панель на 24 порти	2 U	Панель 1U + 1U на організатор
	Комутаційна панель на 48 портів	4 U	Панель 3U + 1U на організатор
	Комутаційна панель на 60 портів	4 U	Панель 3U + 1U на організатор
Магістральні підсистеми	Оптична панель на 12 волокон	2 U	Панель 1U плюс 1U на організатор
	Оптична панель на 24 волокна	2 U	Панель 1U плюс 1U на організатор
	Комутаційна панель на 24 порту	2 U	Панель 1U + 1U на організатор (для телефонії)
	Комутаційна панель на 48 портів	4 U	Панель 3U плюс 1U на організатор (для телефонії)
	Панель на 60 портів (використовуються порти RJ-11)	3 U	Панель 2U + 1U на організатор (для телефонії порти)
Підсистема активного обладнання	Поверховий комутатор на 24 порти	1 U	
	Сервер	1U	
	ДБЖ	3 U	Розташовується в нижній частині шафи
	Вентиляторна полиця	1U	Розташовується на самому верху шафи

8.4 Розрахунок елементів маркування

Великі обсяги обладнання найрізноманітнішого призначення, яке затрачують на створення СКС, змушують здійснювати маркування всіх елементів як у процесі будівництва СКС, так і при здачі системи в експлуатацію. Елементи маркування відносяться до підсистеми адміністрування СКС (більш докладно див. розділ 9), тому вимоги з маркування елементів СКС визначаються у стандартах (ISO/IEC 14763–1 і TIA/EIA–606), які описують підсистему адміністрування. Відповідно до вимог стандартів елемент маркування повинен містити основні й додаткові маркувальні дані, що характеризують елемент, при цьому кількість маркувальних даних повинна бути мінімальною і забезпечувати нормальну експлуатацію. Крім того, маркування повинно наноситися безпосередньо на елемент і бути доступним для огляду й читання в процесі монтажу й експлуатації. До елементів, які необхідно маркувати відносяться:

- кабелі;
- комутаційне обладнання;
- кінцеві та комутаційні шнури;
- розетки;
- нерознімні з'єднувачі різного призначення;
- кабельні канали (лотки, стояки, короби);
- елементи заземлення.

Стандарти допускають використання, як клейових етикеток, так і маркерів зі змінними написами (маркувальних вставок). Елементи маркування, які застосовуються на етапі створення СКС, прийнято *називати технологічними*. Їхнє використання суттєво прискорює й спрощує процес монтажу. Маркери, установлені на окремі компоненти СКС перед здаванням їх в експлуатацію, називаються *фінішними*. Наявність фінішного маркування є необхідною умовою нормального адміністрування СКС. У складі багатьох виробів СКС (панелі, розетки й т. ін.) вже є штатні елементи маркування.

Переважна більшість комутаційних панелей СКС та інформаційних розеток, установлюваних у технічних приміщеннях різного рівня та на робочі місця користувачів, мають штатні елементи маркування. Функціональні можливості цих елементів дозволяють здійснювати нормальне фінішне маркування в процесі створення й наступної експлуатації СКС. Необхідність використання додаткового технологічного маркування виникає тільки в процесі будівництва під час прокладання лінійних кабелів. Крім того, додатковими елементами фінішного маркування, як правило, забезпечуються кінцеві та комутаційні шнури, які використовуються в технічних приміщеннях. У процесі складання технічного проекту виконується розрахунок кількості елементів додаткового маркування, які потім використовуються для створення технологічного й фінішного маркування тих компонентів СКС, які не мають елементів штатного маркування. Обов'язково необхідно маркувати наступні елементи, які не мають елементів штатного маркування:

- кінцеві шнури й комутаційні шнури в технічних приміщеннях;
- лінійні кабелі горизонтальної й магістральної підсистем;
- інформаційні розетки (без елементів штатного маркування) у робочих приміщеннях користувачів.

Для виконання маркування використовуються клейові етикетки й самоламінуючі маркери. Постачання цього різновиду елементів маркування здійснюється на аркушах паперу стандартного формату. Величина витрати компонентів маркування, різних видів визначається наступними факторами:

- типом маркування (технологічна або фінішна);
- правилами маркування стосовно до окремого компонента (в одній або декількох точок) і кількістю цих компонентів;
- кількістю елементів маркування на стандартному аркуші.

Крім того, може знадобитися деяка кількість маркерів (у формі етикеток) для виконання маркування інших елементів, що не відносяться безпосередньо до тракту передавання сигналів. Їхня кількість повністю визначається особливостями конкретного проекту. Таким чином, розрахунок числа

елементів маркування конкретного типу зводиться до визначення їхньої загальної кількості з діленням на число елементів на стандартному аркуші з наступним округленням результату вверх до найближчого цілого. Інформація, необхідна для обчислення витрат елементів маркування, наведена в табл. 8.4.

Таблиця 8.4 – Розрахунок елементів маркування

Вид компонента СКС	Тип маркування	Вид маркування	Витрата	Можлива кількість маркерів на аркуші
Горизонтальний кабель	Технологічна	Самоламініуючий маркер	2 – на перекид	64
	Фінішна	Самоламініуючий маркер	2 – на перекид	50
Магістральний кабель	Технологічна	Самоламініуючий маркер	2 – на перекид	22
	Фінішна	Самоламініуючий маркер	2 – на перекид	22
Кінцеві, кросові й комутаційні шнури	Фінішна	Самоламініуючий маркер	2 – на шнур	50
Монтажні шнури	Фінішна	Самоламініуючий маркер	1 – на шнур	50
Розеткові модулі IP	Фінішна	Етикетка	1 – на парт	290

Очевидно, що залежно від виробника, число елементів маркування на одному стандартному аркуші буде змінюватися. Тому при визначенні необхідного числа елементів маркування це необхідно враховувати й при розрахунках, використовувати відповідні значення числа елементів маркування на одному стандартному аркуші.

Контрольні питання

1. Що відноситься до додаткових компонентів СКС?
2. Що таке декоративний короб?
3. Які завдання вирішуються при розрахунку декоративних коробів?
4. Для чого призначені зовнішній, внутрішній і плоский кути?
5. Для чого призначені монтажні конструктиви?
6. Що таке юніт?
7. За якими принципами розміщаються монтажні конструктиви в технічних приміщеннях?
8. Які елементи СКС необхідно маркувати?
9. Що таке технологічне маркування?
10. Що таке фінішне маркування?
11. Що таке елемент штатного маркування?

Розділ 9 ПІДСИСТЕМА АДМІНІСТРУВАННЯ СКС

9.1 Загальні положення

Підсистема адміністрування відноситься до вторинних підсистем СКС і визначає подальший ступінь зручності та ефективності управління СКС. Підсистема адміністрування СКС – це система управління всіма елементами СКС, і в першу чергу кабелями та з'єднаннями. Вона дає можливість однозначно ідентифікувати елементи СКС за типом, місцем розташування, використанням та іншим критеріями.

Під адмініструванням СКС у загальному випадку розуміють способи й засоби управління цією системою протягом усього строку її експлуатації. Правильне адміністрування СКС забезпечує її безперебійну та якісну роботу, знижує час відновлення працездатності у випадку аварій і т. ін. Завдяки даній підсистемі обслуговуючий персонал СКС має можливість підтримувати СКС у робочому стані й оперативно реагувати на аварійні ситуації. Підсистема адміністрування дає можливість:

- чітко й швидко визначати точки термінування кабельних трас будь-якого рівня;
- чітко й швидко визначати маршрут (шлях) проходження кабельної траси;
- чітко й швидко визначати необхідний порт комутаційної панелі або інформаційної розетки;
- безпомилково виконувати комутацію;
- відзначати зроблені зміни в процесі експлуатації СКС.

Підсистема адміністрування є однією з важливих частин СКС, і описана в наступних стандартах СКС:

1. ISO/IEC 14763-1: Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration (Інформаційні технології.

Створення й експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 1. Адміністрування”).

2. TIA/EIA-606: Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings («Стандарт на адміністрування телекомунікаційної інфраструктури комерційних будинків»).

Ці стандарти регламентують і описують процес адміністрування СКС, визначають її елементи та правила створення. У відповідності зі стандартами система адміністрування СКС складається із сукупності записів, які документують місце розташування всіх компонентів СКС і унікальних ідентифікаторів, які повинні бути привласнені всім цим компонентам.

Можна сказати, що підсистема адміністрування – це база даних записів для відстеження поточного стану СКС. Ця база даних складається з ряду елементів, які визначені стандартом:

- ідентифікатор (identifier) – унікальний набір інформації, що дає можливість однозначно відрізнити конкретний компонент СКС від інших (у найпростішому випадку ідентифікатор це номер);

- позначка (label) – наклейка або бирка, якими позначений компонент СКС, і на якому зазначений ідентифікатор цього компонента;

- кабелепровід (pathway) – кабельний канал будь-якого типу, обраний для реалізації СКС (стояк, декоративний короб, лоток, кабельний колектор і т.д.);

- запис (record) – сукупність усієї доступної інформації про конкретний компонент СКС;

- посилання (link) – посилання забезпечують логічні зв'язки між окремими записами БД системи адміністрування;

- простір (space) – приміщення, в якому здійснюється окінцювання кабелів підсистем СКС і розміщується обладнання (кросова, апаратна, телекомунікаційний шафа й ін.);

– наряд на виконання роботи (work order) – сукупність інформації, що фіксує всі зміни й операції, які повинні бути виконані з тим або іншим компонентом СКС.

Також до складу бази даних можуть входити й інші елементи. На рисунку 9.1 наведена структура підсистеми адміністрування відповідно до рекомендацій стандарту ISO/IEC 14763.

9.2 Елементи підсистеми адміністрування

Ідентифікатори

Кожний компонент, що відноситься до кабельної системи, включаючи кабельні канали й технічні приміщення, повинен мати ідентифікатор. Найпростішим прикладом ідентифікатора може бути унікальний номер інформаційної розетки. Додатково ідентифікатор може показувати її місце розташування, тип та іншу інформацію. Ідентифікатори привласнюються кожному елементу кабельної системи. Основним призначенням даного компонента БД адміністрування є забезпечення відповідності між певним компонентом СКС і тим записом, в який включені його характеристики. Стандарти визначають, що ідентифікатор – це набір будь-яких зручних для користувача літерно-цифрових символів. Побудова схеми ідентифікації елементів кабельної системи повинна здійснюватися таким чином, щоб однотипні елементи мали однакові унікальні ідентифікатори.

Стандарт ISO/IEC 14763-1 рекомендує для ідентифікатора використовувати п'ять літерно-числових полів:

- поле 1 (не менше 5 символів) – визначає будинок або його координати на плані території;
- поле 2 (не менше 7 символів) – визначає кімнату або її координати в будинку;
- поле 3 (не менше 4 символів) – найменування компонента;
- поле 4 – номер порту на активному пристрої;
- поле 5 – специфічні дані про компонент.

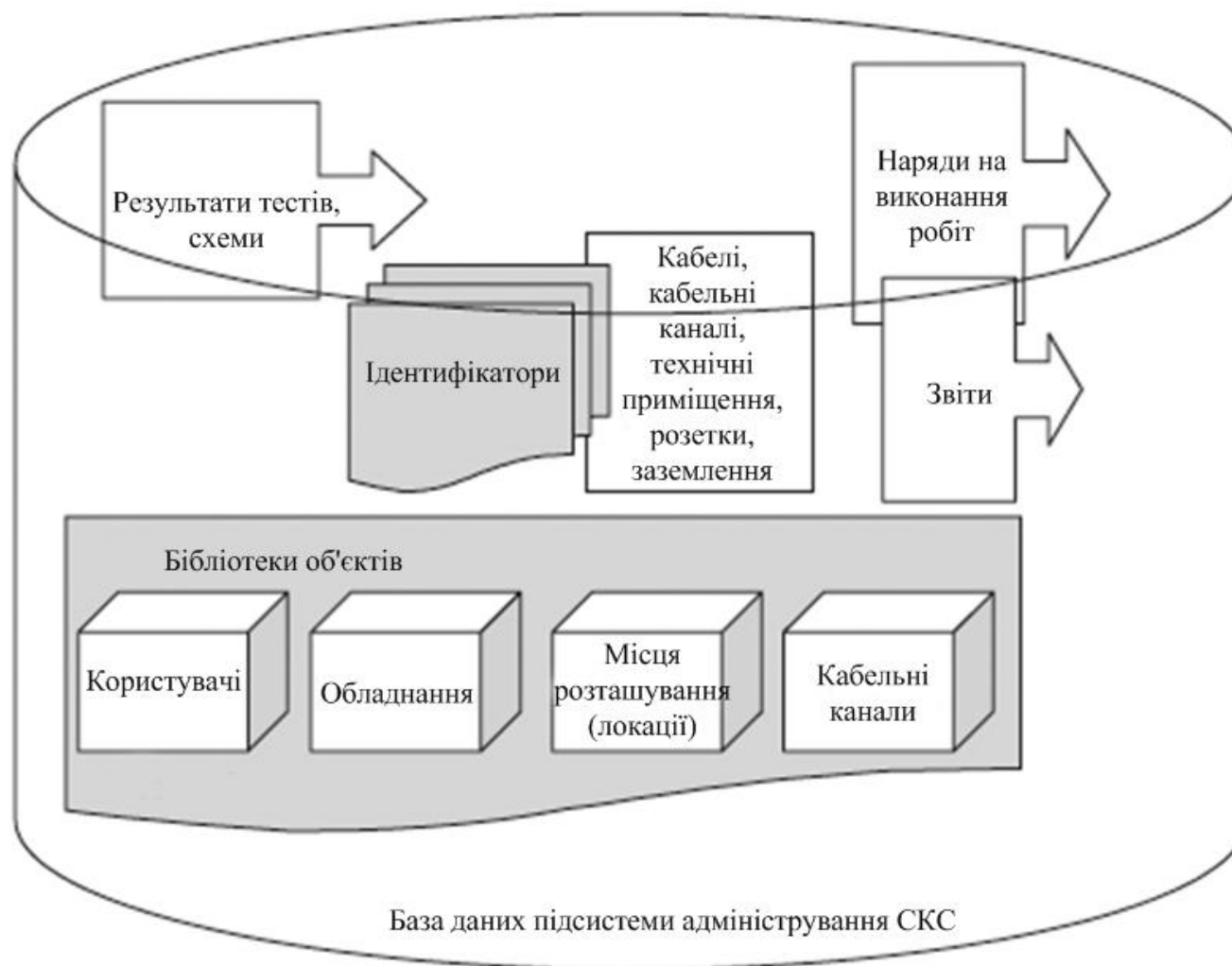


Рисунок 9.1 – Схема підсистеми адміністрування СКС

Записи

Запис являє собою впорядкований набір даних про характеристики того елемента СКС, якому вона відповідає. Запис є складовим елементом БД, тому він складається за заздалегідь заданим шаблоном. Основу запису становить ідентифікатор, що повинен бути сформований так, щоб точно вказувати на запис. Записи щодо компонентів СКС повинні бути зв'язані один з одним через ідентифікатори та містити дату їхнього внесення. Запис може містити поля чотирьох типів:

- обов'язкова інформація;
- обов'язкові посилання;
- додаткова інформація;
- додаткові посилання.

Обов'язкові поля містять мінімальний набір інформації, без якої нормальне адміністрування СКС неможливо. Додаткові поля містять інформацію, що робить процес адміністрування СКС більш зручним. Всі зміни в обов'язковому порядку фіксуються (необхідно оновити ті записи, які відносяться до елементів СКС, що були оновлені).

Стандарт визначає, що в обов'язковому порядку необхідно вести записи для наступних елементів:

- для кабелів – вказується тип кабелю й оболонки, число пар або волокон, точки окінцювання, довжина, електромагнітні характеристики (загасання, смуга частот), ідентифікатор і т. ін.;
- для розеток – ідентифікатор, тип, місце установки, число портів;
- для розподільних пристроїв – ідентифікатор, призначення, тип, місце розташування, число доступних і використовуваних кабелів, зв'язки з ідентифікаторами кабелів, кабельних каналів;
- для кабельних каналів – ідентифікатор, тип каналу, конструкція й розміри, механічні характеристики, точки відводів, тип заземлення;

- для технічних приміщень (просторів) – ідентифікатор, тип приміщення, місце розташування, розміри й площа, тип обладнання встановленого у приміщенні;
- для вимірів – результати вимірів параметрів ліній і каналів, дата вимірів, прилади;
- для креслень і нарядів на роботу – план поверху, що показує місце розташування інформаційних розеток, розподільних пристроїв, кабельних каналів, переліки й графіки робіт з вказівкою термінів і відповідальних осіб;
- для активного обладнання – ідентифікатор, тип пристрою, число портів, призначення, і т. ін.

Посилання

Посилання забезпечують логічні зв'язки між окремими записами БД системи адміністрування. Наявність посилань дозволяє виконувати перехід від одного запису до іншого. Посилання записуються у спеціально виділені поля записів. Так, наприклад, посилання запису для тракту горизонтальної підсистем може містити ідентифікатор ІР і комутаційну панель, до яких даний кабель підключений. Ідентифікатор інформаційної розетки може містити посилання на комутаційну панель і порт, до якого вона підключена

Кожний елемент СКС повинен бути відзначений чіткими ідентифікаторами, що легко читаються (маркування можливе або за допомогою позначки, або наноситься безпосередньо на сам елемент). Американський стандарт забороняє здійснювати маркування позначок вручну, вони повинні бути надруковані на принтері (забезпечує легкість прочитування).

Креслення

Креслення використовують для графічного зображення елементів СКС, відображення їхнього розміщення на планах будинку. Креслення використовуються на різних стадіях проектування, інсталяції й експлуатації СКС. Зазвичай в кресленнях указують схеми розміщення елементів СКС

усередині, певного об'єкта (наприклад, розташування ІР у робочих приміщеннях), траси прокладання кабелів і т. ін. Американський стандарт виділяє шість типів креслень (табл. 9.1) для СКС.

Таблиця 9.1 – Класифікація креслень СКС

№ пп.	Позначення	Опис
1	T ₀	Загальний план СКС – показує розташування будинків і схему організації зовнішньої магістралі
2	T ₁	Поверхові плани будинків – показують схеми організації горизонтальної підсистеми, розміщення технічних приміщень і т. ін.
3	T ₂	Детальні схеми робочих зон поверху, що обслуговуються, показують розміщення ІР, траси прокладання декоративних коробів і т. ін.
4	T ₃	Плани технічних приміщень (розміщення телекомунікаційних шаф)
5	T ₄	Схеми розташування комутаційних панелей у конструктивах, схеми комутації
6	T ₅	Додаткові схеми, графіки, креслення

Крім креслень при адмініструванні СКС застосовуються зведені таблиці. Найбільше часто використовуються наступні типи зведених таблиць:

- кабельний журнал – містить перелік ідентифікаторів кабелів, їхні типи та точки підключення;
- журнал кабельних трас – описує кабельну трасу СКС «від порту до порту» активного обладнання, містить перелік елементів, що складають канал;
- таблиця системи заземлення – містить опис всіх контурів і шин заземлення;
- таблиця з'єднань – описує всі схеми комутації, виконані в межах певного технічного приміщення (шафи, стійки).

Звіти

Звіти створюються на базі інформації, що міститься в базі даних. Звіт може бути сформований у вигляді списку, таблиці, діаграми, різних форм і т. ін. Звіти використовуються для оперативного моніторингу й визначення поточного стану СКС, усунення неполадок, також можуть допомогти при складанні плану розвитку СКС. Також звіти використовуються для моніторингу якості роботи обслуговуючого персоналу СКС.

9.3 Система кольорового кодування

Для спрощення процесу адміністрування стандарти визначають кольорове кодування інформаційних портів і з'єднувальних шнурів (патч-кордів). Застосування кольорового кодування дозволяє помітно збільшити ефективності сприйняття структури кабельної системи навіть на інтуїтивному рівні, а також робить різні креслення й інші документи більше читабельними та інформативними. У табл. 9.2 наведена схема кольорового кодування відповідно до американського стандарту. Обов'язковою умовою використання схеми кольорового кодування в магістральних підсистемах СКС є те, що будь-який магістральний кабель СКС повинен з'єднувати порти (панелі) позначені однаковими кольорами.

Таблиця 9.2 – Схема кольорового кодування відповідно до американського стандарту TIA/EIA-606

№ з/п.	Кольори	Застосування
1	Синій	Горизонтальна підсистема
2	Білий	Внутрішня магістральна підсистема (вертикальна) – передача даних
3	Сірий	Внутрішня магістральна підсистема (вертикальна) – телефонія
4	Коричневий	Підсистема зовнішніх магістралей
5	Жовтий	Обладнання додаткових сервісів, наприклад пожежної або охоронної сигналізації

Продовження таблиці 9.2

№ з/п.	Кольори	Застосування
6	Пурпурний	Підсистема активного мережного обладнання (дзеркальні комутаційні панелі відображення портів міні-АТС, комутатора й т. ін.)
7	Зелений	Точки підключення до зовнішніх сервісів
8	Жовтий	Зона демаркації (наприклад, обладнання та кабелі, які належить зовнішньому провайдеру послуг)

Стандарт не рекомендує використовувати для кольорового маркування червоні кольори – звичайно вони застосовуються для тих портів комутаційної панелі, на які термінуються кабелі аварійної сигналізації. Також стандарти додатково описує кольорове маркування для корпусів оптичних рознімів і розеток (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 – Кольорове маркування корпусів оптичних вилок, розеток і рознімів

№ з/п.	Тип розніму	Кольори корпусу	
		міжнародний стандарт	американський стандарт
1	Багатомодовий	бежевий/чорний	бежевий
2	Одномодовий	світла-синій	блакитний
3	Одномодовий з поверхнею APC (кутовий фізичний контакт)	зелений	—

9.4 Схеми побудови ідентифікаторів і записів

Формування ідентифікаторів

Як індекси, використовувані в ідентифікаторі для кодування всіх елементів СКС, стандартами рекомендується застосовувати літери латинського алфавіту та цифри (табл. 9.4). Ідентифікатор будь-якого компонента СКС повинен бути інтуїтивно зрозумілий. Індекс, який здійснює маркування, являє собою код, кожна позиція якого описує один з можливих елементів ієрархічної

структури СКС. З метою підвищення зручності читання при створенні складного ідентифікатора рекомендується використовувати розділювачі, у якості яких використовуються крапки, тире, скісні лінії або дужки (див. табл. 9.4).

Таблиця 9.4 – Символи, які використовуються для створення ідентифікаторів

№ з/п.	Символ	Опис
1	c	<i>Кампус</i> c = ах літерно-числовий індекс для ідентифікації кампуса, наприклад 1А
2	b	<i>Будинок</i> b = ах літерно-числовий індекс для ідентифікації будинку, наприклад 1У
3	fs	<i>Простір (кросова поверху)</i> f (Floor) = xx числовий індекс для ідентифікації поверху s (Space) = aa літерний індекс для ідентифікації простору (КП), наприклад 01АА
4	fs–an	<i>Кабельні тракти горизонтальної підсистеми</i> a (Panel) = aa літерний індекс для ідентифікації комутаційної панелі, n (Port) = xxx числовий індекс для ідентифікації порту комутаційної панелі, наприклад 01АА–АА123
5	fs ₁ /fs ₂ – n	<i>Кабельні тракти внутрішньої магістралі</i> fs ₁ = одна сторона кабелю; fs ₂ = друга сторона кабелю; n = xx числовий індекс (номер) кабелю в пучку (джгуті), наприклад 01АА/02АА–12
6	fs ₁ /fs ₂ – n.d	<i>Пара або волокно у внутрішній магістралі</i> fs ₁ = одна сторона кабелю; fs ₂ = друга сторона кабелю; n = xx числовий індекс (номер) кабелю в пучку (джгуті); d = xx числовий індекс (номер) пари в кабелі наприклад 01АА/02АА–12.1
7	fs – TMGB	<i>Головна шина телекомунікаційного заземлення</i> TMGB (Telecommunications main grounding busbar), наприклад 01АА–TMGB
8	fs – TGB	<i>Шина телекомунікаційного заземлення</i> TGB (Telecommunications grounding busbar), наприклад 01АА–TGB

Продовження таблиці 9.4

№ з/п.	Символ	Опис
9	$[b_1 - fs_1]/[b_2 - fs_2] - n$	Кабельний тракт підсистеми зовнішніх магістралей b1 (building) = будинок з одного боку кабелю; b2 = будинок з іншого боку кабелю; n = xx числовий індекс (номер) кабелю в пучку (джгуті), наприклад [2A-01AA]/[1C-02AA]-33
10	$[b_1 - fs_1]/[b_2 - fs_2] - n.d$	Пара або волокно в зовнішній магістралі [b1-fs1]/[b2-fs 2]-n = кабельний тракт зовнішньої магістралі; d = xx числовий індекс (номер) пари в кабелі наприклад [2A-01AA]/[1C-02AA]-33.4

На рис. 9.2 і 9.3 показані приклади нанесення ідентифікаторів на інформаційну розетку й на кабель горизонтальної підсистеми.

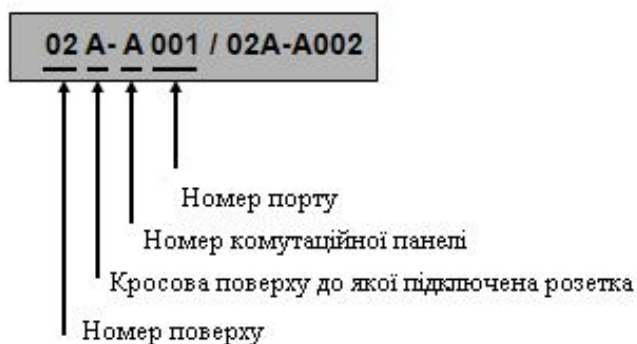


Рисунок 9.2 – Приклад нанесення ідентифікатора на IP

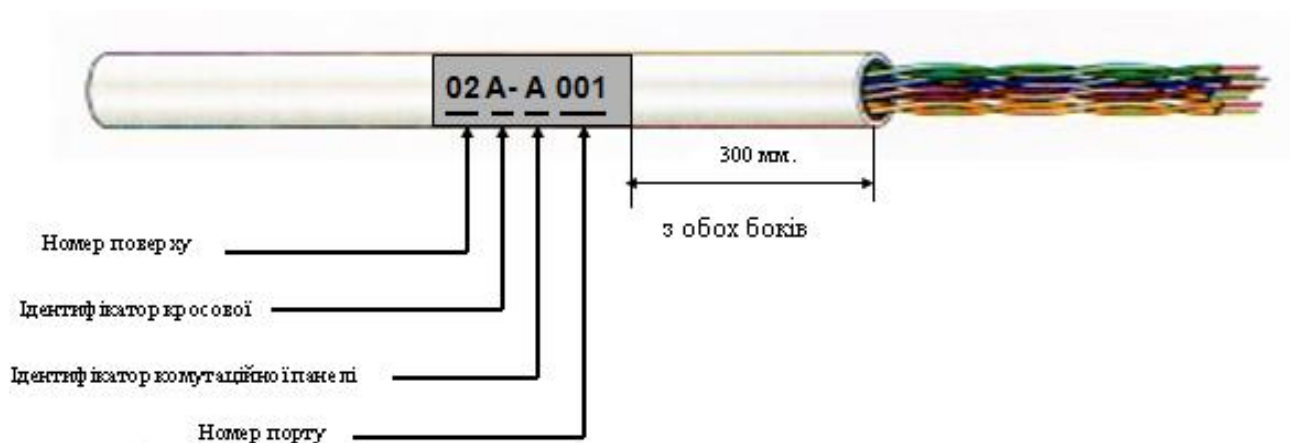


Рисунок 9.3 – Приклад нанесення ідентифікатора на кабель горизонтальної підсистеми

Формування записів

Підсистема адміністрування СКС може містити безліч записів, які відносяться до різних елементів СКС, проте відповідно до американського стандарту єдиним обов'язковим типом запису є запис для базової лінії горизонтальної підсистеми (записи щодо інших елементів СКС можуть бути відсутніми). Запис, що описує базову лінію горизонтальної підсистеми повинен містити наступну інформацію:

- ідентифікатор базової лінії;
- тип кабелю;
- місце розташування інформаційної розетки;
- довжина кабелю;
- тип комутаційного обладнання;
- додаткова інформація (тип установки розетки, ПІБ користувача підключеного за даною лінією й т. ін.).

Міжнародний стандарт висуває більш жорсткі вимоги до формату й типу записів адміністративної підсистеми. У відповідності зі стандартом ISO/IEC 14763-1 адміністративна підсистема СКС в обов'язковому порядку повинна містити записи щодо наступних елементів:

- кабелі всіх підсистем СКС;
- інформаційних розеток;
- комутаційного обладнання в технічних приміщеннях;
- кабельних каналах;
- технічних приміщеннях (просторах)
- активного мережного обладнання.

Запис складається з обов'язкових полів і додаткових (опціональних).

Для кожного з кабелів будь-якої підсистеми СКС запис повинна містити наступну обов'язкову інформацію:

- ідентифікатор розташування кінців кабелю;
- тип середовища кабелю;
- ємність кабелю (кількість пар або волокон).

Опціональна частина запису може містити наступну інформацію:

- марка кабелю та тип оболонки;
- довжину кабелю;
- кількість непідключених пар або пар, що вийшли з ладу, волокон;
- дані щодо загасання, параметрів перехідних впливів і т. ін.;
- категорію кабелю;
- наявність екрана;
- місце заземлення;
- посилання на відповідні ідентифікатори технічних приміщень,

комутаційних панелей, розеток і кабельних каналів.

До складу запису про інформаційну розетку додається наступна основна та опціональна інформація:

- категорія модулів розетки;
- тип волокна (багатомодове або одномодове);
- наявність або відсутність екрана;
- кількість і розташування робочих контактів розеточного модуля (у тих

ситуаціях, коли задіяні не всі контакти рознімного з'єднувача);

- ідентифікатор порту й кабелю, до якого підключена розетка;
- посилання на відповідні ідентифікатори просторів, комутаційних панелей, розеток і кабельних каналів.

До складу запису про комутаційне обладнання додається наступна інформація:

- загальна кількість наявних і використовуваних кабелів, а також їх пар та волокон;
- тип комутаційного обладнання;
- кількість портів;
- посилання на відповідні ідентифікатори кабелів, кабельних каналів і просторів;
- посилання на зображення фронтального боку монтажного конструктиву з установленими в ньому панелями комутаційного обладнання.

Запис про кабельний канал може мати наступну інформацію:

- тип кабельного каналу;
- матеріал, з якого виготовлений (метал або пластик);
- габаритні розміри, несуча здатність;
- ідентифікатор;
- довжина;
- місце розташування;
- посилання на записи кабелів, які використовують даний конкретний канал;
- інформація про заземлення (для металевих каналів).

Записи про технічні приміщення (простори) містять наступну інформацію:

- місце розташування;
- габаритні розміри;
- ідентифікатор;

– дані з обладнання, що розташовується в даному конкретному технічному приміщенні або просторі;

– тип простору.

Запис про активне мережне обладнання може містити у собі:

– тип активного обладнання;

– модель;

– кількість портів;

– ідентифікатор;

– призначення порту;

– ідентифікатор порту;

– місце установки пристрою;

– місце знаходження інформаційної розетки;

– серійний номер і дату інсталяції.

У табл. 9.5 і 9.6 наведені приклади записів для кабельного тракту горизонтальної підсистеми й для технічного приміщення.

Таблиця 9.5 – Приклад запису для тракту горизонтальної підсистеми

Ідентифікатор тракту (Horizontal Link ID)	Тип кабелю (Cable Type)	Місце розташування IP (TO Location)	Тип, категорія модуля (TO connector Type)	Довжина тракту (Cable length)	Тип комутаційної панелі (Patch Panel Type)	Запис про тех. обслуговування (Service record)
02A-A001	4-pair, UTP cat 6, LSFR0H	02A-A022	Cat 6 UTP 568 A	48 m	Global 48 UTP	Terminated 18/03/2010 Tested 25/03/2010

Таблиця 9.6 – Приклад запису для технічного приміщення СКС

Ідентифікатор (Space ID)	Тип технічного приміщення (Space Type)	Місце розташування (Space Location)	Код доступу (Key or access card)	Відповідальний (Contact person)	Години доступу (Access hours)
02A	TR	2C-13H	1234	Mike Pervoy	8.00 am – 8.00 pm

Стандарт ISO/IEC 14763–1 рекомендує також включати до складу підсистеми адміністрування записи про креслення, наряд на роботу, а також про результати вимірів параметрів базових ліній і трактів.

Узагальнюючи вимоги стандартів до підсистеми адміністрування СКС, можна сказати, що дана підсистема задовольняє вимогам стандартів у випадку якщо:

- для кожного елемента СКС створений ідентифікатор;
- кожний елемент має позначку, що містить ідентифікатор; позначка повинна бути довговічною, доступною та легко читатися;
- для кожного компонента зроблено запис, а всі записи об'єднані в базу даних;
- вид запису відповідає стандарту за формою й змістом;
- записи оновлюються відразу після того, як була зроблена зміна у структурі СКС.

Контрольні питання

1. Для чого призначена підсистема адміністрування СКС?
2. Які стандарти описують підсистему адміністрування СКС?
3. Назвіть основні елементи підсистеми адміністрування СКС.
4. Що таке ідентифікатор?
5. Що таке запис, з яких полів вона складається?
6. Які типи креслень застосовуються в СКС?
7. Для чого призначені звіти?
8. Що таке кольорове кодування?
9. Яким чином формуються ідентифікатори підсистеми адміністрування СКС? Наведіть приклади.
10. Яким чином формуються записи підсистеми адміністрування СКС? Наведіть приклади.

Розділ 10 ТЕСТУВАННЯ ТА ВИМІРИ В СКС

10.1 Загальні положення

Процес тестування СКС є фінальним етапом її створення. Саме на цьому етапі здійснюється підтвердження того, що СКС створено відповідно до вимог стандартів і спроможна забезпечити надійну роботу всієї інформаційної мережі підприємства. Вимоги до процедур тестування СКС описані в додатку В стандарту ISO/IEC 11801.

Комплекс вимірів параметрів електричних і оптичних компонентів структурованої кабельної системи, а також змонтованих на їх основі ліній, призначений для визначення стану СКС, попередження ушкоджень та накопичення статистичних даних, використовуваних при розробці заходів щодо підвищення надійності СКС. Тестування та виміри виконуються в наступних випадках:

- у процесі виробництва окремих компонентів (вихідний контроль) і в процесі інсталяції компонентів (вхідний контроль);
- при визначенні відповідності СКС вимогам стандартів (сертифікації);
- при проведенні приймально-здавальних випробувань СКС;
- під час експлуатації кабельної системи при виконанні профілактичних, аварійних і контрольних перевірок.

Метою вимірів, виконуваних у процесі *вхідного/вихідного контролю*, є перевірка якості виготовлення й відповідності параметрів окремих компонентів вимогам стандартів.

Приймально-здавальні виміри проводяться приймальними комісіями для перевірки якості виконання робіт і відповідності параметрів ліній і трактів змонтованої СКС стандартам та іншим нормативним документам.

Експлуатаційні виміри проводяться технічним персоналом у процесі поточної експлуатації СКС. Їх прийнято ділити на профілактичні, аварійні й контрольні.

Профілактичні виміри виконуються з метою виявлення й усунення виникаючих у процесі експлуатації відхилень параметрів від установлених норм. Правила проведення профілактичних вимірів визначаються стандартами та інструкціями. Періодичність вимірів цього виду залежить від умов експлуатації, стану контрольованих об'єктів і вимог з підтримки експлуатаційної готовності.

Аварійні виміри проводяться з метою визначення характеру й місця ушкоджень кабельних ліній. Основною метою цих вимірів є виявлення характеру ушкодження та знаходження його місця. Головними вимогами до аварійних вимірів є висока швидкість визначення характеру ушкодження й точність визначення його місця.

Контрольні виміри здійснюються після закінчення ремонтних і аварійних робіт. Їхньою метою є визначення якості виконання ремонтно-відбудовних робіт. Контрольні виміри містять у собі весь комплекс перевірок параметрів ліній і виконуються за правилами й методиками, прийнятим для приймально-здавальних вимірів.

При тестуванні СКС необхідно вимірювати досить велику кількість параметрів, які діляться на три групи:

- обов'язкові – дані параметри обов'язкові до вимірів, а їхні значення вимірюються за будь-якого виду вимірів;
- не обов'язкові (інформаційні) – дані параметри вимірюються за необхідності або на вимогу замовника;
- розрахункові – дані параметри не вимірюються, а розраховуються на базі інших вимірюваних параметрів.

Результати всіх проведених тестів і вимірів в обов'язковому порядку фіксуються й заносяться в базу даних адміністративної підсистеми СКС.

10.2 Документування результатів вимірів

Основною формою звітності про проведені виміри різних видів є протокол і паспорт кабельних трас, які передаються Замовникові.

У *протоколі* фіксується інформація про дату, час і місце проведення вимірів, об'єкті випробувань із вказівкою його унікального ідентифікатора, використану методику виміру й вимірювальних приладів (у тому числі їхньої моделі, серійного номера й версії програмного забезпечення), а також результати тестування. Цей документ підписується фахівцями, що проводили виміри із вказівкою їхньої посади, і затверджується Замовником і Виконавцем.

У *паспорті* траси вказується:

1. Номер або умовна позначка траси.
2. Початковий і кінцевий пункти траси.
3. Довжина траси.
4. Вимірювані параметри кабельних ліній.

У *паспорті* кабельної траси на базі мідних електричних симетричних кабелів обов'язково наводиться інформація про загасання й величину перехідного загасання на ближньому кінці (NEXT), інші параметри вказуються за узгодженням із Замовником. До паспорта кабельної траси на базі мідного кабелю можуть додатково додаватися файли результатів тестування.

У паспорті кабельних трас на базі оптичного кабелю додатково зазначається:

- загальне загасання сигналу на робочих довжинах хвиль;
- наявність неоднорідностей та місця їх розташування, загасання, що вноситься ними.

У випадку складання паспорта на траси підсистеми зовнішніх магістралей наводиться схема прокладання кабелю в каналізації та колекторах (при прокладанні кабелю по трубах телефонної каналізації підприємства або міській телефонній мережі).

10.3 Обладнання для тестування й вимірів

Для проведення вимірів може застосовуватися різне обладнання, що відрізняється один від одного функціональними можливостями. У загальному випадку для тестування й вимірів параметрів СКС можуть використовувати обладнання, яке можна поділити на три основні групи (рис. 10.1):

1. Мережні аналізатори (Network Analyzers);
2. Тестери СКС (FTE – Field Test Equipment);
3. Звичайні електричні тестери.



Рисунок 10.1 – Обладнання для тестування підсистем СКС

Мережні аналізатори (не слід плутати їх з аналізаторами протоколів) являють собою еталонне вимірювальне обладнання для діагностики й сертифікації СКС. Ці прилади дозволяють здійснювати тестування всіх параметрів СКС у різному діапазоні частот, і володіють сервісними функціями, пов'язаними зі зберіганням, поданням і печаткою результатів вимірів. Даний тип обладнання ділиться на переносні (для тестування змонтованої СКС) і стаціонарні (для тестування в лабораторних умовах параметрів окремих

елементів СКС). Слід зазначити, що даний тип обладнання має набагато більшу ціну.

Тестери СКС розроблені спеціально для діагностики й тестування безпосередньо на об'єкті монтажу СКС (тобто для виконання польового тестування (field testing)). Часто їх називають кабельними сканерами (Cable Scanners). Тестери СКС є основним інструментом для оперативних вимірів підсистем СКС. Ці пристрої мають набагато менший функціонал порівняно з мережними аналізаторами, але й вони дозволяють здійснювати виміру необхідного мінімуму параметрів кабельних трактів СКС.

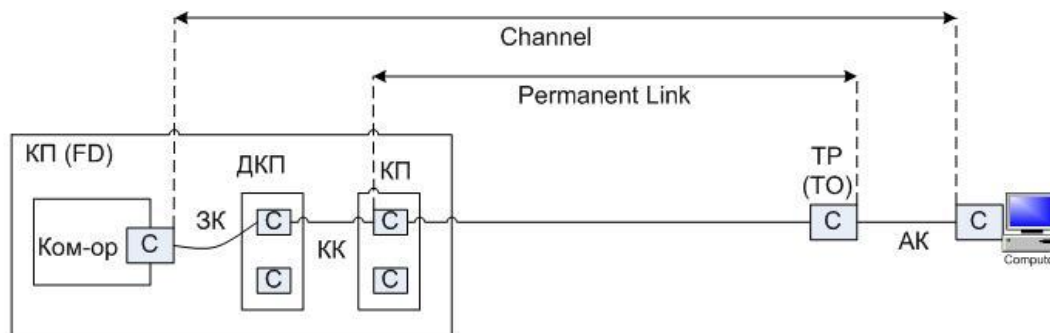
Електричні тестери являють собою прості й широко розповсюджені прилади. Дозволяють вимірювати постійний і змінний струм і напругу, а також активний опір постійного струму. Найбільш довершені пристрої цієї групи додатково контролюють частоту, ємність, температуру, параметри польових і біполярних транзисторів та виконують деякі інші виміри. Їх застосовують для найпростіших діагностичних перевірок типу визначення обривів і коротких замикань у випадку відсутності тестера СКС.

10.4 Тестування СКС на базі мідних кабелів

У загальному випадку стосовно СКС об'єкти тестування можна поділити на дві основні групи: компоненти СКС і змонтовані тракти передавання на базі мідного електричного кабелю типу вита пара. До тестованих електричних компонентів СКС відносяться *кабелі* та *розніми*. Необхідність тестування мідних кабелів як окремого компонента виникає перед початком інсталяції, причому цей процес може бути виконаний безпосередньо на об'єкті монтажу переносними приладами.

Тракт передавання, як об'єкт тестування, може бути представлений або у вигляді базової лінії (Permanent Link), або каналу (рис. 10.2). Таким чином, два основних об'єкта тестування відносяться до горизонтальної підсистеми. Канал визначає шлях передавання сигналу від розніму до розніму активного мережного обладнання та має максимальну довжину 100 метрів. Базова лінія –

це канал без кінцевих шнурів, призначених для підключення мережного обладнання. Вважається, що в процесі проведення вимірів параметрів лінії кінцеві шнури замінюються на еталонні шнури тестуючого обладнання. Через те, що базова лінія є більш постійним елементом СКС (кінцеві шнури, особливо абонентські часто виходять з ладу й замінюються на інші, що приводить до зміни параметрів усього тракту), то здебільшого відбувається тестування саме базової лінії.



КП (FD) – кросова поверху, Ком-ор – комутатор, С – з'єднання (connection), КП – комутаційна панель, ДКП – дзеркальна комутаційна панель, ЗК – з'єднувальний кабель, КК – комутаційний кабель, ТР (ТО) телекомунікаційна розетка, АК – абонентський кабель.

Рисунок 10.2 – Канал і базова лінія

Тракти СКС тестуються в наступних випадках:

1. Перевірка наявності зв'язку (Acceptance testing). Це найпростіший тест, що може виконуватися для ліній, спроектованих відповідно до вимог стандарту й змонтованих з компонентів, що також відповідають цим вимогам. Виконується при здачі СКС в експлуатацію.

2. Проблеми зі зв'язком (Trouble shooting). Цей тест виконується у випадку втрати або збоїв зв'язку, тобто в процесі експлуатації СКС.

3. Тест лінії на відповідність вимогам ISO/ IEC 11801 (Compliance testing). Він виконується для перевірки відповідності електричних характеристик лінії вимогам певного класу (рекомендується створювати сучасні СКС відповідно до вимог класу E і вище). Цей тест виконується при проведенні сертифікації СКС.

У табл. 10.1 наведено перелік параметрів, які необхідно вимірювати при проведенні тих або інших вимірів.

Таблиця 10.1 – Перелік параметрів, які необхідно вимірювати при проведенні тестування СКС на базі мідного кабелю

Назва тесту	Перевірка наявності зв'язку	Проблеми зі зв'язком	Тест на відповідність вимогам стандарту ISO/IEC 11801
Довжина лінії	Обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Зворотні втрати RL	Не обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Втрати введення IL	Не обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Перехідне загасання на ближньому кінці – NEXT	Обов'язково	Обов'язково	Обов'язково
Сумарне перехідне загасання на ближньому кінці PSNEXT	Розрахунок	Розрахунок	Розрахунок
Захищеність ACR	Обов'язково	Обов'язково	Обов'язково
Сумарна захищеність PSACR	Розрахунок	Розрахунок	Розрахунок
Нормоване перехідне загасання на дальньому кінці ELFEXT	Не обов'язково	Обов'язково	Обов'язково
Сумарне нормоване перехідне загасання на дальньому кінці PSELFEXT	Розрахунок	Розрахунок	Розрахунок
Хвильовий опір	Не обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Затримка сигналу PD	Обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Перекіс затримки DS	Обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково
Опір постійному струму DCLR	Обов'язково	Обов'язково	Обов'язково
Опір екрана постійному струму	Не обов'язково	Не обов'язково	Обов'язково

Продовження таблиці 10.1

Назва тесту	Перевірка наявності зв'язку	Проблеми зі зв'язком	Тест на відповідність вимогам стандарту ISO/IEC 11801
Правильність розведення провідників пар за контактами модульного розніму (Wire map).	Обов'язково	Обов'язково	Обов'язково
Цілісність провідників, екрана, короткі замикання й обриви	Обов'язково	Обов'язково	Обов'язково

При оцінці результатів тестування необхідно враховувати, що канали й базові лінії забезпечують роботу певних класів застосувань і поділяються на категорії 3, 5, 6, 6А, 7, 7А й оцінка параметрів здійснюється за тими значеннями, які характерні для відповідної категорії. У загальному випадку діє правило, що базова лінія або канал мають категорію, яка відповідає категорії найгіршого елемента лінії (якщо всі елементи мають категорію 6, а один із елементів категорії 5, то загальна категорія каналу або базової лінії буде 5).

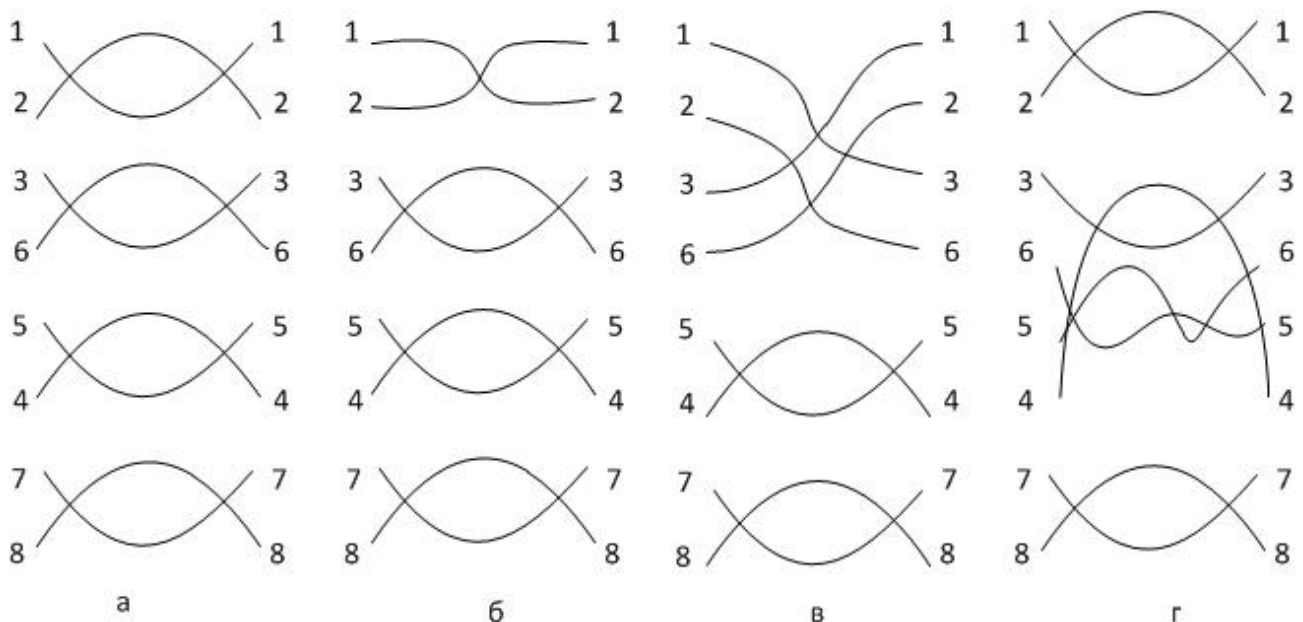
У правильно змонтованому каналі або базовій лінії провідники витих пар повинні підключатися до контактів кінцевих модульних рознімів із тими самими номерами, тобто так само, як у прямих кінцевих і комутаційних шнурах. Приклад правильного підключення провідників пар відповідно до схеми показаний на рис. 10.3а, там же зображені типові помилки, що допускаються монтажниками при установці модульних рознімів. Всі помилки в розведенні модульних рознімів можуть бути розділені на три основні групи:

1. Реверсування пари (Reversed Pair) (рис. 10.3 б) виникає в тих ситуаціях, коли на різних сторонах кабельної лінії взаємно змінюються номери контактів модульного розніму, до яких підключаються пари. Це веде до зміни полярності сигналу на приймальному боці.

2. Переставлення пар (Transposed Pairs) (рис. 10.3в) в даному випадку розуміється підключення на іншому боці кабельної лінії будь-якої пари не до

своїх контактів, а до контактів однієї із трьох інших пар. Переставлення пар практично завжди приводить до втрати зв'язку і тому легко виявляються на ранніх етапах тестування або тестової експлуатації змонтованої СКС.

3. Розподіл пар (Split Pairs) (рис. 10.3г) відбувається в тих випадках, коли до контактів модульних рознімів, призначених для підключення однієї пари, підключаються провідники, що фізично відносяться до різних пар, тобто вони не перевиті між собою. Розподіл пар супроводжується різким погіршенням електричних характеристик кабелю за рахунок зростання загасання й падіння перехідного загасання.



а – правильне підключення, б -реверсування, в – переставлення, г – розподіл.

Рисунок 10.3 – Помилки при підключенні провідників до контактів

Всі інші види помилок являють собою комбінацію названих вище. Деякі моделі мережних аналізаторів мають можливість графічного відображення фактичної схеми розведення витих пар на контакти кінцевих рознімів. За зовнішнім виглядом зображення можна легко виявити допущену при розведенні помилку та її тип.

10.5 Тестування СКС на базі оптичних кабелів

Процедури тестування оптичних ліній і каналів СКС, описані в міжнародному стандарті ISO/IEC TR 14763–3. При тестуванні СКС на базі оптичних елементів в обов'язковому порядку необхідно вимірювати й тестувати наступні параметри:

- довжину ліній і каналів;
- цілісність оптичних волокон ;
- затримку сигналу;
- загасання;
- зворотні втрати.

Цілісність волокон можна визначати будь-яким доступним вимірювальним приладом, починаючи від будь-якого джерела світла та закінчуючи оптичними рефлектометрами. Довжина ліній визначається рефлектометром. Затримка розраховується на підставі визначеної довжини та значення показника заломлення (вказується виробником кабелю). Звичайно, у нормальних умовах затримка сигналів в оптичному волокні становить не більше 5 нс/м.

Стандарт визначає, які оптичні компоненти необхідно тестувати, до них відносяться:

1. Кабелі. Тестування кабелів відбувається безпосередньо на етапі вхідного контролю перед початком прокладання . Залежно від трудомісткості прокладання тестування кабелів та їх волокон може бути вибіркоvim або повним. Для кабелів, що прокладаються у середині будинків, можна застосовувати вибіркоvim контроль, для кабелів зовнішнього прокладання рекомендується 100% вхідний контроль усіх волокон.

2. Рознім. Вхідний контроль рознімів перед їх монтажем можна не проводити, проте необхідно контролювати рівень внесеного загасання після устанoвлення розніму.

3. Нерознімні зварні або механічні оптичні з'єднувачі. Усередині будинків необов'язково контролювати рівень загасання, внесеного кожним установленим з'єднувачем оптичних волокон. Загасання оптичних з'єднувачів, встановлених у зовнішніх прохідних і роздільних муфтах, необхідно контролювати відразу після їх монтажу перед герметизацією муфт.

4. Лінії зв'язку. Волоконно-оптичні лінії зв'язку являють собою змонтовані оптичні лінії, що включають у себе кабель і всю супутню кабельну інфраструктуру (муфти, розніми, оптичні з'єднувачі й т. ін.), крім кінцевих шнурів. Тестування характеристик оптичних ліній зв'язку виробляється на етапі приймально-здавальних випробувань кабельної системи, а також у випадку проблем зі зв'язком на етапі експлуатації.

5. Канали. Канал являє собою волоконно-оптичну лінію з кінцевими з'єднувальними шнурами. Оптичні параметри каналу характеризують його якість від розніму до розніму. Основним параметром каналу вважається значення загасання. Норми на значення загасання в каналах різних підсистем наведені в табл. 10.2.

Таблиця 10.2 – Значення загасання для каналів на базі оптичного кабелю

Підсистема	Клас	Категорія	Довжина каналу, м	Загасання, дБ			
				одномодове		багатомодове	
				1310 нм	1550 нм	850 нм	1300 нм
Горизонтальна	OF-300	OM1, OM4, OS1, OS2	300	1,8	1,8	2,55	1.95
Внутрішня магістраль	OF-500	OM1, OM4, OS1, OS2	500	2,0	2,0	3,25	2,25
Зовнішня магістраль	OF-100	OS1, OS2	2000	3,5	3,5	8,5	4,5
	OF-100	OS1, OS2	5000	4,0	4,0	-	-

Основними вимірювальними приладами, застосовуваними в процесі будівництва та експлуатації волоконно-оптичних підсистем СКС, є оптичний рефлектометр і тестер. Обидва типи приладів контролюють фізичну цілісність тракту поширення сигналу та величину загасання на робочих довжинах хвиль.

Рефлектометр частіше використовується в процесі будівництва й під час проведення аварійних вимірів для пошуку обривів і виявлення внутрішніх дефектів окремих волокон. Виміри оптичним тестером здійснюють після завершення будівництва й виконання контрольних вимірів рефлектометром, а також у процесі проведення регламентних робіт. Оптичний тестер дозволяє переконатися в правильності підключення окремих вилок до розеток роз'ємних з'єднувачів усередині комутаційного пристрою й відсутності перехрещування світловодів.

10.6 Сертифікація СКС

Сертифікація та надання гарантій на СКС являє собою важливий етап про який при проектуванні СКС не можна забувати, і до кошторису капітальних витрат на побудову СКС обов'язково повинен включатися пункт про сертифікацію.

Сертифікація можлива, якщо СКС змонтована вповноваженим інсталятором або інтегратором, тільки в цьому випадки на неї може поширюватися фірмова гарантія.

Сертифікація СКС – це гарантія того, що ваша мережа буде працювати впродовж усього терміну гарантії. Це означає, що будь-яке обладнання й програмне забезпечення будуть працювати в межах вашої мережі, що СКС буде забезпечувати необхідну швидкість передавання й інші характеристики для всіх підтримуваних протоколів (застосувань). Сертифікація також надає можливість подальшого співробітництва з фірмою інтегратором, негайне вирішення проблем, виникаючих при експлуатації СКС. Компанія інтегратор після установки СКС здійснює її тестування, і за результатами тестування фірма виробник сертифікує СКС і надає гарантію.

Виробники СКС надають три види гарантійних зобов'язань:

- базова гарантія (ще називають *гарантія на компоненти*);
- системна гарантія (або *розширена*);
- гарантія роботи застосувань.

Гарантія на компоненти

Гарантія на компоненти або базова гарантія – означає, що жоден компонент кабельної системи не має виробничих дефектів і при використанні за призначенням відповідно до технічних умов всі вони витримують певний термін з моменту покупки. Термін гарантії становить від 5 до 20 років залежно від виробника й виду продукції. Умови отримання базової гарантії є придбання компонентів по офіційних каналах (в офіційних дилерів) у порядку встановленому виробником обладнання.

Системна гарантія

Розширена або системна гарантія – надається на спроектовану та установлену відповідно до вимог стандартів СКС. Тобто характеристики СКС відповідають або перевищують вимоги стандартів. В залежності від виробника компонентів термін дії даної гарантії становить 20-25 років..

Основні принципи отримання даної гарантії наступні: застосування тільки компонентів дозволених для використання в СКС даного типу, довжини кабельних трактів, каналів, шнурів повинні відповідати вимогам стандартів, система повинна бути спроектована та побудована тільки персоналом, який пройшов відповідне навчання. Всі наступні зміни повинні вироблятися також тільки сертифікованим персоналом, за винятком переключення кінцевих і комутаційних шнурів.

Гарантія роботи застосувань

Гарантія роботи застосувань – під даним видом гарантії розуміється здатність правильно змонтованої та інсталюваної СКС підтримувати роботу тих або інших застосувань. Гарантії цього виду діляться на дві категорії. Перша категорія заснована на списку застосувань, які не підтримуються даною СКС. Друга категорія припускає підтримку роботи будь-яких застосувань, апаратура якого спроектована для роботи з СКС тієї або іншої категорії.

Документом, що підтверджує наявність у СКС гарантії того або іншого виду, є сертифікат виробника. До сертифіката прикладається пакет документів, які можуть містити план СКС, структуру СКС, результати тестування й т. ін.

При сертифікації СКС виявляється клас системи, при цьому діє загальний закон, установлюваний стандартом – *змонтована кабельна система класифікується відповідно до найгірших робочих характеристик компонента системи*. Тобто якщо вся СКС побудована на базі обладнання категорії 6, але при цьому є один патчкорд категорії 5, то за результатами тестування та сертифікації всій системі буде привласнена категорія 5 і видано відповідний сертифікат.

Додатково, слід відзначити, що значна кількість виробників компонентів СКС проводить додаткову сертифікацію своєї продукції на відповідність вимогам з технічного захисту інформації. Наявність такого сертифікату означає, що продукція відповідає усім вимогам до забезпечення технічного захисту інформації і може бути застосована для забезпечення технічного захисту інформації.

10.7 Обладнання для сертифікації СКС

Процес сертифікації СКС – це один з важливих процесів життєвого циклу СКС, який надає гарантію успішної роботи СКС. Сертифікація дозволяє визначити чи відповідають характеристики СКС вимогам і нормам стандарту. Під час проведення сертифікації СКС відбувається тестування значної кількості різноманітних параметрів. Як ми вже зазначали у розділі 10.3, для тестування СКС частіше за все використовують кабельні тестери. Під час сертифікації кабельний тестер дозволяє вимірювати та обчислювати параметри СКС і формувати звіт про результат тестування. У цьому підрозділі розглянуто кабельні тестери найбільш популярних виробників, а саме:

- Fluke Networks.
- Psiber.
- Greenlee (Datacom).

Кожен з цих виробників має досить значну низку різних моделей кабельних тестерів для сертифікації СКС, однак далі ми розглядатиме моделі, які набули найбільшу популярність і розповсюдженість в Україні.

Кабельний тестер Fluke DTX 1800/1200

Обладнання цієї серії – це універсальна платформа для тестування та сертифікування СКС на базі мідних та волоконно-оптичних кабелів. На рис. 10.4 наведено зовнішній вигляд кабельного тестеру Fluke DTX 1800.

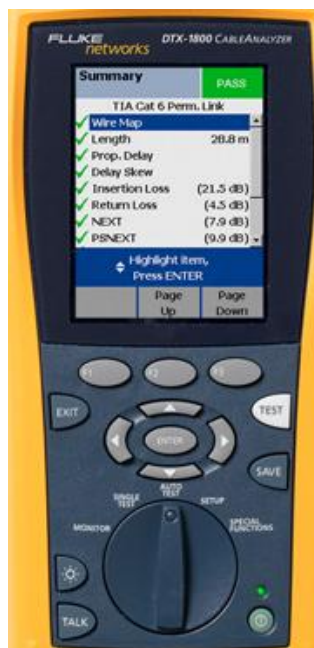


Рисунок 10.4 – Кабельний тестер Fluke DTX 1800

Fluke DTX 1800/1200 дозволяє точно визначати місце і причину пошкодження кабельної лінії, має графічний інтерфейс з підтримкою декількох мов та надає можливість отримувати миттєві звіти щодо сертифікації СКС. Кабельний тестер Fluke DTX 1800/1200 здатний:

- тестувати кабельні лінії СКС на базі мідних і волоконно-оптичних кабелів;
- тестувати СКС на базі мідний кабелів категорій 6A та 7;

- здійснювати тестування у автоматичному режимі (час проведення тесту становить 9 с для мідних кабелів і 12с для волоконно-оптичних кабелів);
- проводити діагностику пошкоджень у кабелі;
- зберігати результати тестування на зовнішній носій інформації та у вбудовану пам'ять (до 500 результатів).

Fluke DTX 1800/1200 має:

- частотний діапазон до 900 МГц;
- великий кольоровий дисплей;
- порт USB для підключення зовнішніх носіїв інформації та зв'язку зі стаціонарними комп'ютерами;
- акумулятор, який забезпечує час роботи у продовж 12 годин;
- комплект змінних волоконно-оптичних модулів для тестування оптичних волокон;
- ергономічний дизайн.

Кабельний тестер Psiber WireXpert WX4500

Кабельний тестер Psiber WireXpert WX4500 - це кабельний тестер нового покоління, який надає можливість здійснювати тестування кабельних трактів СКС на базі мідних і волоконно-оптичних кабелів.

Psiber WireXpert WX4500 дозволяє точно визначити місце та причину пошкодження кабельної траси, має якісний кольоровий дисплей та ударостійкий корпус із захистом від проникання вологи та пилу.

Кабельний тестер Psiber WireXpert WX4500 (рис. 10.5) має наступні функціональні характеристики та надає можливість:

- тестування кабельних ліній СКС на базі мідних і волоконно-оптичних кабелів;
- тестування СКС на базі мідний кабелів категорій 6А та 7;
- здійснювати тестування у автоматичному режимі (час проведення тесту становить 9с для мідних кабелів і 12с для волоконно-оптичних кабелів);

- здійснювати тестування на відповідність стандартам TIA -568-C.2 і TIA 1152 (кат. 5/5e/6/6A/7), ISO/IEC 11801 і EN 50173 (класи C, D, E, EA, F, FA);
- проводити тестування для застосувань 40G і 100G Ethernet;
- проводити діагностику пошкоджень у кабелі;
- зберігати результати тестування на зовнішній носій інформації та у вбудовану пам'ять (до 2000 результатів);
- частотний діапазон до 1600 МГц;
- великий кольоровий дисплей;
- порт USB для підключення зовнішніх носіїв інформації та зв'язку зі стаціонарними комп'ютерами;
- акумулятор, який забезпечує час роботи у продовж 8 годин;
- комплект змінних волоконно-оптичних модулів для тестування оптичних волокон;
- ергономічний дизайн.



Рисунок 10.5 – Кабельний тестер Psiber WireXpert WX4500

Кабельний тестер Greenlee (Datacom) LANcat System6

Кабельний тестер Greenlee (Datacom) LANcat System6 (рис. 10.6), у порівнянні з вище розглянутими, має меншу функціональність. Він дозволяє проводити сертифікацію СКС лише на відповідність категоріям 5/6/6А.



Рисунок 10.6 – Кабельний тестер Greenlee (Datacom) LANcat System6

Кабельний тестер Greenlee (Datacom) LANcat System6 дозволяє здійснювати тестування параметрів кабельних ліній СКС в ручному та автоматичному режимах і надає можливість:

- тестувати кабельні лінії СКС на базі мідних кабелів у частотному діапазоні до 250 МГц (тестування волоконно-оптичних кабелів можливо лише за умов використання додаткового зовнішнього модулю, який підключається до кабельного тестера);
- тестувати параметри кабельної лінії (ACR, PSACR, NEXT, FEXT, ELFEXT, PSELFEXT і т. ін.);
- проводити діагностику пошкоджень у кабелі;

– зберігати результати тестування на зовнішній носій інформації та у вбудовану пам'ять (до 800 результатів).

Тестер Greenlee (Datacom) LANcat System6 має порт USB для підключення зовнішніх носіїв інформації та зв'язку зі стаціонарними комп'ютерами, а також акумулятор, який забезпечує час роботи у продовж 8 годин.

Оптичний кабельний тестер Fluke DTX-CLT CertiFiber

Fluke DTX-CLT CertiFiber забезпечує тестування СКС на базі волоконно-оптичних кабелів. Fluke DTX-CLT CertiFiber (рис. 10.7) створений на базі Fluke DTX 1800 та дозволяє виконати базову сертифікацію СКС на базі волоконно-оптичних кабелів відповідно до вимог стандартів TIA/EIA-568-C і ISO 14763-3.



Рисунок 10.7 – Оптичний кабельний тестер Fluke DTX-CLT CertiFiber

Оптичний кабельний тестер Fluke DTX-CLT CertiFiber надає можливість:

- здійснювати тестування у автоматичному режимі (час проведення тесту становить 12с);
- проводити діагностику пошкоджень у кабелі;
- зберігати результати тестування на зовнішній носій інформації та у вбудовану пам'ять (до 500 результатів).

Fluke DTX-CLT CertiFiber має:

- кольоровий дисплей;
- порт USB для підключення зовнішніх носіїв інформації та зв'язку зі стаціонарними комп'ютерами;
- акумулятор, який забезпечує час роботи у продовж 12 годин;
- комплект змінних волоконно-оптичних рознімів;
- вбудований модуль визначення обриву волокна.

Контрольні питання

1. Для чого призначене тестування та виміри в СКС?
2. Які типи вимірів застосовуються в СКС?
3. Які параметри вимірюються при тестуванні елементів СКС?
4. Яким чином документуються результати вимірів?
5. Що фіксується в протоколі вимірів?
6. Що таке паспорт кабельної траси?
7. Яке технічне обладнання використовується для проведення тестування та вимірів у СКС?
8. Які об'єкти, і в яких випадках тестуються в СКС, що створені на базі мідних кабелів?
9. Які параметри необхідно вимірювати при проведенні тестування СКС на базі мідного кабелю ?
10. Які параметри необхідно вимірювати при проведенні тестування СКС на базі оптичного кабелю?
11. Що таке сертифікація СКС?
12. Які типи гарантій надають виробники СКС?

Розділ 11 СКС ДЛЯ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ

11.1 Загальні положення

Центр обробки даних (ЦОД) – це спеціалізоване приміщення, де розміщуються потужні сервери (системи обробки та зберігання даних), мережне обладнання, що забезпечує обмін даних з зовнішнім системами, а також інженерні системи, що забезпечують життєдіяльність ЦОД, безпеку і захист інформації.

Головною задачею ЦОДів є забезпечення працездатності систем зберігання та обробки інформації (серверів), які містять ключові керівні та інформаційні данні установ та підприємств. ЦОД повинен забезпечити швидку обробку цих даних та доступ до них у режимі 24/7 (двадцять чотири години у добу/сім днів на тиждень).

Структура ЦОД складається з декількох складових частин, а саме:

- інформаційної інфраструктури, що забезпечує виконання головних функції ЦОДу - оброблення та зберігання інформації;
- телекомунікаційної інфраструктури, що забезпечує взаємозв'язок елементів ЦОД та передавання даних між ЦОДом і користувачами;
- інженерної інфраструктури, що забезпечує функціонування інформаційної та телекомунікаційної інфраструктур ЦОД.

Для функціонування сучасного мережного та телекомунікаційного устаткування необхідно забезпечити відповідні умову, через це інженерна інфраструктура ЦОДу повинна включати до свого складу наступні технічні системи:

1. Система кондиціонування та вентиляції – забезпечує необхідний температурно-вологий режим.
2. Система електроживлення – забезпечує безперебійне електроживлення активного обладнання ЦОДу.

3. Система безпеки – забезпечує контроль доступу до приміщень, об'єктів та елементів ЦОД.

Головним показником, який характеризує ЦОД є доступність. Доступність показує - скільки часу (у відсотках) протягом року ЦОД знаходиться у працездатному стані. Сьогодні, існує чотири класи ЦОДів за показником доступності, а саме:

- клас Tier I – доступність 99,671% на рік;
- клас Tier II – доступність 99,179% на рік;
- клас Tier III – доступність 99,982% на рік;
- клас Tier IV – доступність 99,995% на рік.

Сучасні ЦОД, в більшості випадків, відносяться до класу Tier IV, це означає, що ЦОД може знаходитися у непрацездатному стані не більше 26 хвилин протягом року.

В залежності від площини, кількості систем зберігання та обробки інформації (серверів), споживчої потужності ЦОД поділяються на декілька класів (табл.11.1).

Таблиця 11.1 – Класифікація ЦОД

Клас ЦОД Параметр	Серверна стійка	Серверна кімната (апаратна)	Малій ЦОД	Середній ЦОД	Великий ЦОД
Площа, м ²	5	20	150	600	6000
Кількість серверів, од	4	19	130	500	5500
Споживча потужність, кВт	1,9	11	105	550	5700

11.2 Стандарти проектування СКС ЦОД

Центр Обробки Даних – це складний об'єкт, від стану якого залежить працездатність установ та організації, які розміщують свої данні у ЦОД. Сьогодні всі питання, які стосуються проектування, експлуатації та тестування

ЦОД чітко визначені в низці стандартів. Стандарти визначають структуру та параметри ЦОД. Як і у випадку з СКС, існує три стандарти, які визначають вимоги до ЦОД, а саме:

- *Американський стандарт* – TIA-942. «Telecommunications Infrastructure Standard for DataCenters» (Телекомунікаційна інфраструктура Центрів Обробки Даних).

- *Міжнародний стандарт* – ISO/IEC 24764. «Information technology – Generic cabling systems for Data Centres» (Інформаційні технології. Структурована кабельна система для Центрів Обробки Даних).

- *Європейський стандарт* – EN 50173-5. «Information technology – Generic cabling systems. Part 5: Data centres» (Інформаційні технології. Структуровані кабельні системи. Частина 5: Центри Обробки Даних).

Першим було розроблено і опубліковано американський стандарт TIA-942. На відміну від міжнародного та європейського, він охоплює більш широке коло питань пов'язаних з організацією ЦОД, а саме:

- загальний підхід до проектування ЦОД;
- структуру та архітектуру СКС у ЦОД;
- вимоги до приміщень у яких планується розмістити ЦОД;
- проектування систем охолодження та енергопостачання ЦОД;
- організація системи кабельних каналів ЦОД;
- організація резервування та планування рівнів надійності ЦОД.

Міжнародний та європейський стандарти, на відміну від американського стандарту, є більш вузькими і розглядають питання присвячені лише побудові СКС ЦОД. У цих стандартах розглядаються наступні аспекти:

- структура, ієрархія та функціональні елементи СКС у ЦОД;
- інтерфейси СКС;
- вимоги до каналів на базі мідних та волоконно-оптичних кабелів;
- вимоги до патч-кордів;
- вимоги до маркування та ідентифікації компонентів СКС;

- вимоги до організації резервування;
- вимоги до організації заземлення.

У табл. 11.1 наведено різниця між стандартами з точки зору повноти опису особливостей проектування ЦОД

Таблиця 11.1 – Різниця між стандартами з точки зору повноти опису особливостей проектування ЦОД

Характеристика ЦОД	ISO/IEC 24764	EN 50173-5	TIA-942
Структура ЦОД	+	+	+
Організація кабельних трас	+	+	+
Резервування	+	+	+
Заземлення	+	+	+
Рівні надійності (доступність)	-	-	+
Адміністрування	+	+	+
Система електроживлення	-	-	+
Система пожежної безпеки	визначаються додатковими стандартами	визначаються додатковими стандартами	+
Система кондиціонування	-	-	-
Система освітлення	-	-	-
Вимоги до кліматичного режиму	-	-	-
Вимоги до організації кабельних каналів	+	+	+
Вимоги до організації системи звукопоглинання	-	-	+
Вимоги до обладнання приміщень (висота, конструкція стін, дверей і т. ін.)	визначаються додатковими стандартами	визначаються додатковими стандартами	+

Разом з усіма зазначеними вище питаннями, всі три стандарти визначають типи фізичного середовища передавання інформації, які можна використовувати для побудови СКС ЦОД, а саме:

- мідні кабелі категорій 6A, 7, 7A, на базі яких утворюються канали класів EA, F та FA;
- волоконно-оптичний кабель на базі багатомодових оптичних волокон класу OM3 та OM4;
- волоконно-оптичний кабель на базі одномодових оптичних волокон класу OS1 та OS2.

Також стандарти встановлюють, що для організації ЦОД обов'язковим є використання тільки наступних інтерфейсів (рознімів) – RJ45, MPO та LC.

11.3 Топологія СКС ЦОД

У даному розділі буде розглянута архітектура СКС ЦОД та її складові елементи. Даний аспект розрізняється у міжнародному (європейському). Вузли топологічної структури СКС є приміщення, де розташовується активне обладнання ЦОДу (машинні зали), апаратні й кросові.

Міжнародний стандарт передбачає ієрархічну структуру СКС ЦОД. На рис. 11.1 та рис. 11.2 зображено загальну та ієрархічну структурні схеми топології СКС ЦОД відповідно до міжнародного стандарту ISO/IEC 24764.

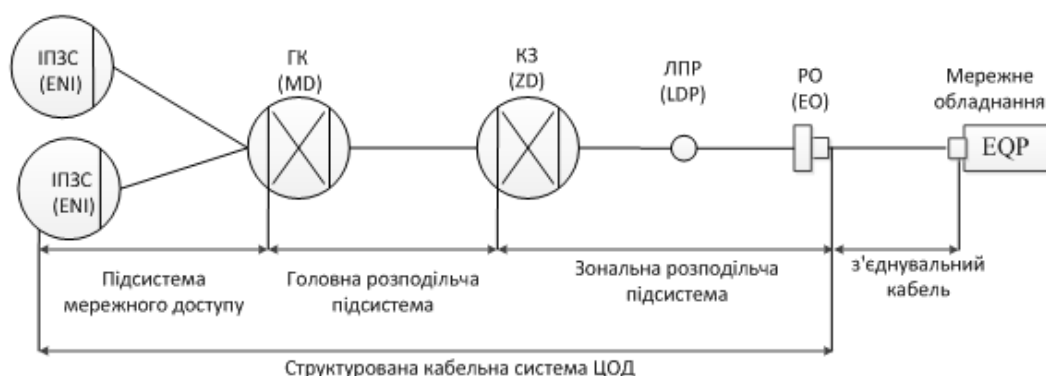


Рисунок 11.1 – Загальна структура СКС ЦОД відповідно до міжнародного стандарту

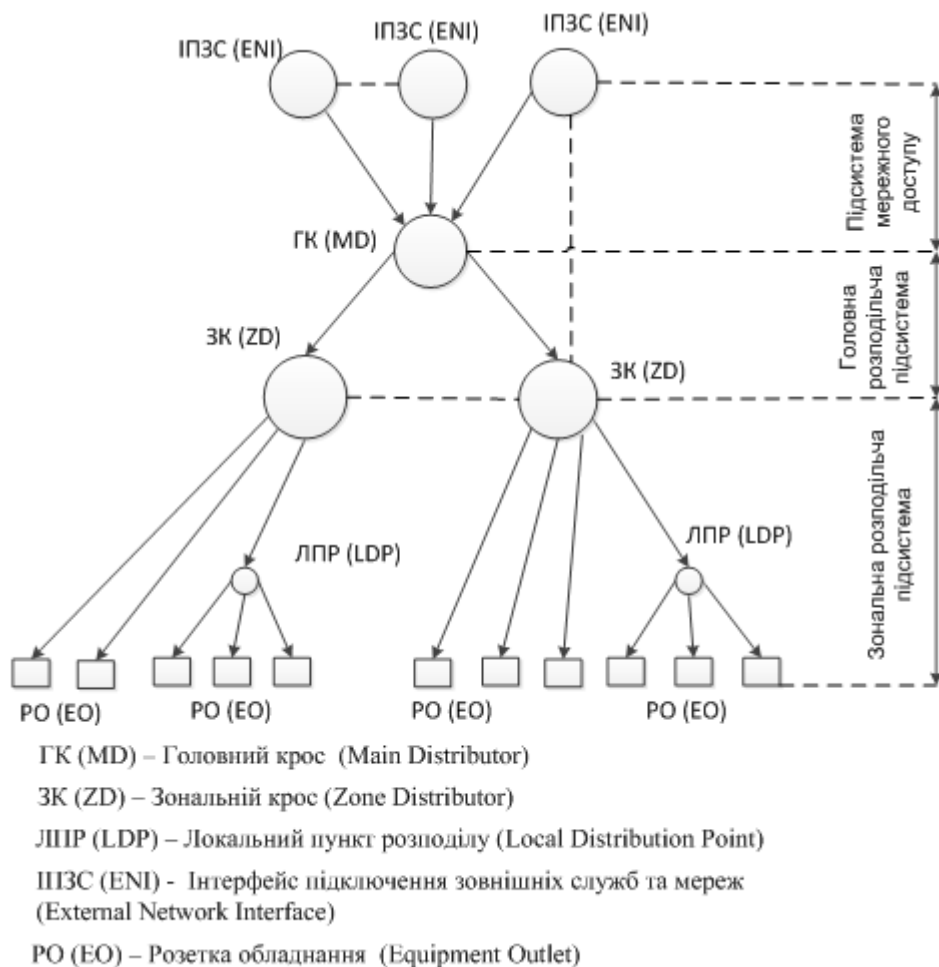


Рисунок 11.2 – Ієрархічна структура СКС ЦОД відповідно до міжнародного стандарту

Підключення зовнішніх служб та мереж до ЦОДу здійснюється за допомогою інтерфейсів ENI (External Network Interface). Фізично ці елементи розташовані, як правило, у окремому приміщенні, де встановлено активне мережне обладнання доступу до сервісів провайдера. Зовнішній трафік опрацьовується цим обладнанням та спрямовується у СКС ЦОД. Перша ділянка СКС ЦОД – це головний крос MD (Main Distributor), що забезпечує взаємодію між декількома приміщеннями (зонами), в яких розташовується активне обладнання ЦОД. До головного кросу, за допомогою кабелів головної розподільчої системи (магістральна підсистема), підключаються кроси

приміщень – зональні кроси ZD (Zone Distributor) до яких підключаються кабелі розподільчої підсистеми зони. Кабелі розподільчої системи зони забезпечують підключення розеток обладнання EO (Equipment Outlet). Між зональним кросом та розеткою обладнання може розташовуватися додатковий елемент, так званий локальний пункт розподілення LDP (Local Distribution Point). Це необов’язковий елемент, який застосовується у випадках коли необхідно реалізувати часте переміщення активного обладнання в середині зони, або постійне підключення нового обладнання. При використанні LDP, він повинен розташовуватися на відстані не менше 15 м від зонального кросу ZD.

На рис. 11.3 наведена структура ЦОД відповідно до американського стандарту TIA-942.

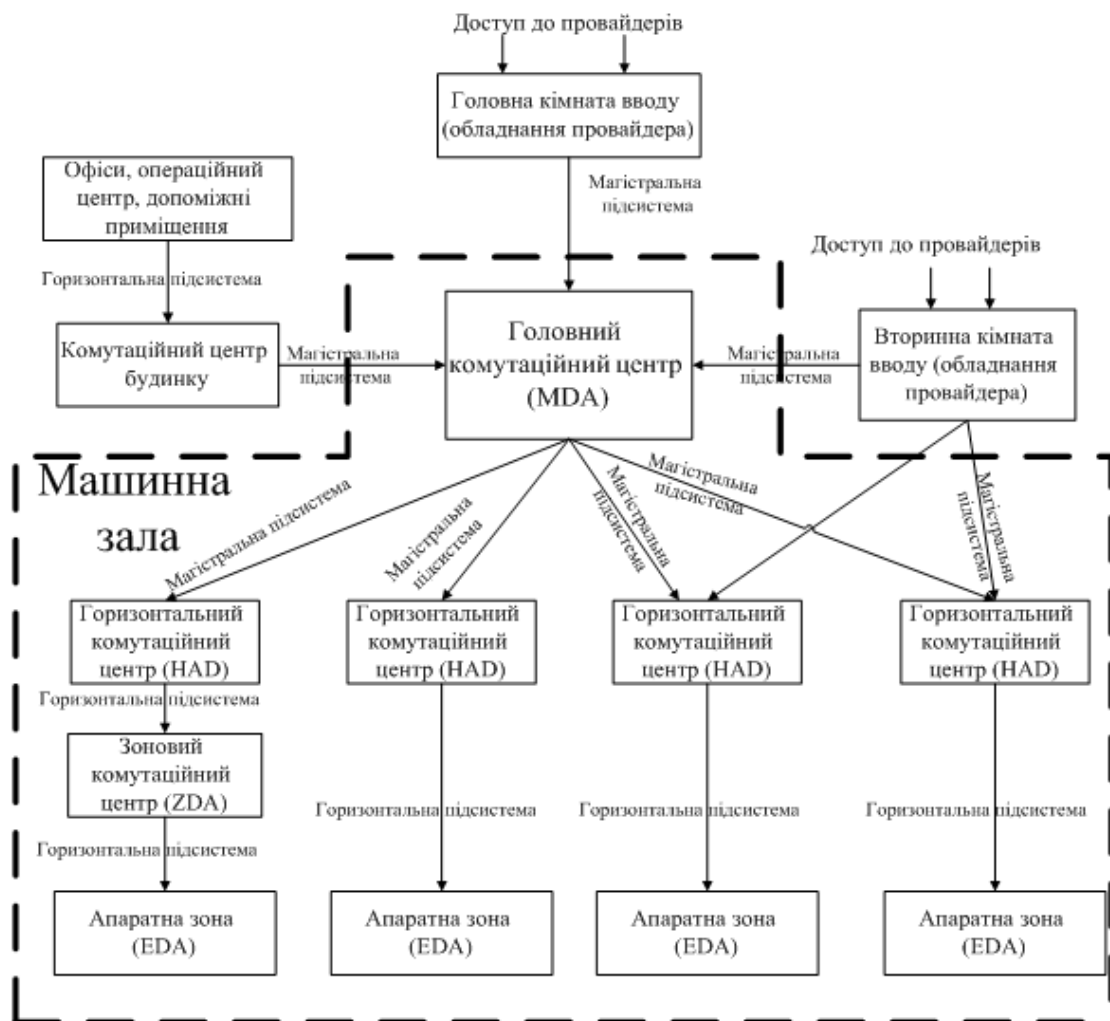


Рисунок 11.3 – Структура ЦОД відповідно до американського стандарту

Американський стандарт виділяє три основних та один додатковий структурні елементи СКС ЦОДу, а саме:

- Головний комутаційний центр MDA (Main Distribution Area).
- Горизонтальний комутаційний центр HDA (Horizontal Distribution Area).
- Апаратна зона EDA (Equipment Distribution Area).
- Зоновий комутаційний центр ZDA (Zone Distribution Area).

В головному комутаційному центрі MDA розташовано головний крос ЦОДу (головний розподільчий центр СКС) і обладнання за яким циркулює основний потік даних. Це місце підключення до зовнішніх мереж та сервісів. Головний комутаційний центр об'єднує декілька горизонтальних центрів та забезпечує їх зв'язок із зовнішніми мережами.

Горизонтальний комутаційний центр HDA (горизонтальна розподільча зона) призначений для підключення та обслуговування декількох апаратних зон EDA.

Апаратна зона EDA – це місто, де розташовується активне мережне обладнання (сервери, системи зберігання інформації і т. ін.) ЦОДу, яке надає послуги клієнтам ЦОД.

Для підвищення гнучкості СКС ЦОД стандарт дозволяє застосовувати додатковий елемент – зоновий комутаційний центр ZDA, який надає можливість швидко підключати/відключати активне обладнання ЦОД та здійснювати реконфігурацію елементів системи.

До окремого телекомунікаційного елементу ЦОД відносять кімнату вводу та комутаційний центр будинку.

Кімната вводу ER (Entrance room) – це приміщення, яке використовується для підключення кабелів СКС ЦОДу до обладнання провайдерів. У цьому приміщенні знаходиться обладнання, яке належить провайдеру. У деяких випадках ЦОД може мати декілька кімнат вводу, наприклад, для підвищення надійності ЦОД.

Комутаційний центр будинку призначено для обслуговування локальної інформаційної мережі ЦОД, яка використовується у процесі технічної експлуатації та обслуговування ЦОД.

Відмінності стандартів один від одного полягають здебільшого у деяких розходженнях у термінології та у переліку припустимої елементної бази для створення СКС ЦОД. У табл. 11.2 наведено відмінності у термінології в міжнародному (європейському) й американському стандартах створення СКС ЦОД.

Таблиця 11.2 – Відмінності у термінології стандартів

ISO/IEC 11801	TIA-942	ISO/IEC 24764 (EN 50173-5)
Розподільник (кросова) кампусу (Campus distributor)	Кімната вводу ER (Entrance room)	Інтерфейс ENI (Equipment Network Interface)
Розподільник (кросова) будинку (Building distributor)	Головний комутаційний центр MDA (Main Distribution Area)	Головний крос MD (Main Distributor)
Розподільник (кросова) поверху (Floor distributor)	Горизонтальний комутаційний центр HDA (Horizontal Distribution Area)	Зональний крос ZD (Zone Distributor)
Телекомунікаційна розетка (Telecommunications Outlet)	Апаратна зона EDA (Equipment Distribution Area)	Розетка обладнання EO (Equipment Outlet)
Точка переходу (Consolidation Point)	Зоновий комутаційний центр ZDA (Zone Distribution Area)	Локальний пункт розподілення LDP (Local Distribution Point)

Контрольні питання

1. Що таке ЦОД? Його призначення ?
2. Назвіть стандарти, які описують процес проектування ЦОД.

3. У чому полягає відмінність між американським та міжнародним (європейським) стандартами побудови ЦОД?
4. Які типи фізичного середовища передавання інформації можливо застосовувати для створення СКС ЦОД?
5. З яких елементів складається структура СКС ЦОД за міжнародним стандартом?
6. Що таке кімната вводу?
7. Для чого застосовують локальний пункт розподілення LDP?
8. Що таке надійність ЦОД?
9. Назвіть класи ЦОД за параметром надійність. В чому полягає різниця між ними?
10. Наведіть класифікацію ЦОД в залежності від площі та числа серверів.

ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ

Міжнародні стандарти

Стандарт	Назва стандарту	Переклад
ISO/IEC 11801:Ed 2.2	Information technology – Generic cabling for customer premises – Edition 2. 2	Інформаційні технології. Структурована кабельна система для приміщень замовника. Редакція 2.2
ISO/IEC 24702:2006	Information technology – Generic cabling – Industrial premises	Інформаційні технології. Структурована кабельна система для промислових приміщень
IEC 61935–1	Testing of balanced communication cabling in accordance with 11801. Part 1: Installed cabling	Тестування симетричних телекомунікаційних кабельних систем в відповідності з ISO/IEC 11801. Частина 1 – Кабельні системи
IEC 61935–2–20 (2008)	Generic cabling systems – Testing of balanced communication cabling in accordance with ISO/IEC 11801. Part 2–20: Patch cords and work area cords – Blank detail specification for class D applications	Структуровані кабельні системи. Тестування симетричних телекомунікаційних кабельних систем в відповідності з ISO/IEC 11801. Частини 2–20. Комутаційні та робочі кабелі. Специфікація для застосувань класу D
ISO/IEC TR 14763–1 (1999)	Information technology. Implementation and Operation of Customer Premises Cabling. Part 1:Administration	Інформаційні технології. Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовника. Частина 1. Адміністрування
ISO/IEC TR 14763–2 (2000)	Information technology. Implementation and Operation of Customer Premises Cabling. Part 2:Planning and Installation.	Інформаційні технології. Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовника. Частина 2. Планування та монтаж
ISO/IEC TR	Information technology.	Інформаційні технології. Створення та

14763–3 (2006)	Implementation and Operation of Customer Premises Cabling. Part 3: Testing of optical fibre cabling	експлуатація кабельних систем приміщень замовника. Частина 3. Тестування оптичних кабелів
ISO/IEC 18010 (2002)	Information Technology: Pathways and Spaces	Інформаційні технології. Кабелепроводи та приміщення

Європейські стандарти

Стандарт	Назва стандарту	Переклад
EN 50173:2007	Information Technology – Generic cabling systems. Part 1. General Requirements(2007) Part 2. Offices premises (2007) Part 3. Industrial premises (2008) Part 4. Homes (2007) Part 5. Data Centers (2007)	Інформаційні технології. Структуровані кабельні системи. Частина 1. Загальні вимоги (2007) Частина 2. Офісні приміщення (2007) Частина 3. Промислові приміщення (2008) Частина 4. Будинки (2007) Частина 5. Центри обробки даних (2007)
EN 50174–1 (2009)	Information Technology – Cabling installation – Part 1. Specification and quality assurance	Інформаційні технології. Монтаж кабельних систем – Частина 1. Специфікація та контроль якості
EN 50174–2 (2009)	Information Technology – Cabling installation – Part 2. Installation planning and practices inside buildings	Інформаційні технології. Монтаж кабельних систем – Частина 2. Планування та практика монтажу в усередині будинків.
EN 50174–3 (2003)	Information Technology – Cabling installation – Part 3. Installation planning and practices external to buildings	Інформаційні технології. Монтаж кабельних систем – Частина 3. Планування та практика монтажу поза межами будинків
EN 60794–1–1	Optical fibre cables – Part 1–1: Generic specification – General (IEC 60794–1–1:1999).	Оптичні кабелі – Частина 1–1: Специфікація СКС– Загальні положення (IEC 60794–1–1:1999)

EN 60794–1–2	Optical fibre cables – Part 1–2: Basic optical cables procedures (IEC 60794–1–2:1999)	Оптичні кабелі – Частина 1–2: Базові механізми оптичних кабелів (IEC 60794–1–2:1999)
EN 60794–1–2	Optical fibre cables – Part 1–2: Telecommunication cables – Sectional specification (IEC 60794–1–3:1998)	Оптичні кабелі – Частина 1–2: Телекомунікаційні кабелі – Специфікація підсистеми (IEC 60794–1–3:1998)
EN 50081–1	Electromagnetic compatibility – Generic emission standard – Part 1: Residential, commercial and light industry	Електромагнітна сумісність. Стандарт випромінювання - Частина 1: житлові, офісні приміщення та легка промисловість
EN 50082–1	Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 1: Residential, commercial and light industry	Електромагнітна сумісність. Стандарт випромінювання. Частина 1: житлові, офісні приміщення та легка промисловість

Американські стандарти

Стандарт	Назва стандарту	Переклад
TIA/EIA–568–C	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard	Стандарт телекомунікаційних кабельних систем комерційних будинків
EIA/TIA–569–B:2004	Commercial Building standards for Telecommunications Pathways and Spaces (January 2004)	Стандарти прокладання телекомунікаційних каналів комерційних будинків (січень 2004)
EIA/TIA–570–B:2004	Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard (April 2004)	Стандарт телекомунікаційних кабельних систем для житлових та малих комерційних будинків (квітень 2002)
TIA/EIA–606–A	The Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building	Стандарт адміністрування телекомунікаційної інфраструктури комерційних будинків

J-STD-607A	Joint Standard. Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications	Загальний стандарт. Вимоги до заземлення та електричних з'єднань телекомунікаційних систем комерційних будинків
ANSI/TIA/EIA-TSB-155	The standard for cabling and component specifications and test procedures to support the operation of IEEE 802.3 10 GBase-T over 100 meters of structured balanced twisted-pair copper cabling	Стандарт специфікації кабелів, компонентів та процедур тестування для роботи з IEEE 802.3 10 GBase-T по кабелях з балансованими мідними парами в каналах довжиною до 100 метрів
TSB-95	Additional Transmission Performance Guidelines for 4-Pair 100-Ω Category 5 Cabling (1999)	Додаткові параметри передавання 4-парних 100 Ом кабелів категорії 5 (1999)
TIA/EIA TSB 67	Transmission Performance Specifications for Field Testing of Twisted-Pair Cabling Systems (October 1995)	Специфікація параметрів передавання симетричних кабельних систем для вимірів у польових умовах (жовтень 1995)
TIA/EIA TSB 72	Centralised Optical Fibre Cabling Guidelines (October 1995)	Керівництво з централізованих оптичних кабельних систем (жовтень 1995)
TIA/EIA TSB 75	Additional Horizontal Cabling Practices for Open Offices (August 1996)	Додаткові вимоги к побудові горизонтальних кабельних систем відкритих офісів (серпень 1996)

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

AWG	American Wire Gauge	Американський калібр (діаметр) проводу
BD	Building distributor	Розподільчий пункт будинку
CD	Campus distributor	Розподільчий пункт кампусу
CATV	Community antenna television cable	Кабель для систем телебачення з загальною антеною колективного використання
CL	Control limited cable	Кабель для систем керування
CM	Communication cable	Кабель для систем зв'язку
CP	Consolidation Point	Точка консолідації
EDA	Equipment Distribution Area	Апаратна зона
EIA	Electronic Industries Association	Асоціація електронної промисловості США
ENI	External Network Interface	Інтерфейс мережного обладнання
Юшибка! Закладка не определена.		
EO	Equipment Outlet	Розетка обладнання
ER	Entrance room	Кімната вводу
FD	Floor distributor	Розподільчий пункт поверху
FPL	Fire protection limited	Кабель для протипожежних систем
FTE	Field Test Equipment	Польовий тестер СКС
HDA	Horizontal Distribution Area	Горизонтальний комутаційний центр
ISO	International Organization for Standardization	Міжнародна організація зі стандартизації
IEC	International Electrotechnical	Міжнародна електротехнічна

	Commission	комісія
LDP	Local Distribution Point	Локальний пункт розподілення
MD	Main Distributor	Головний крос
MDA	Main Distribution Area	Головний комутаційний центр
MUTO	Multi User Telecommunication Outlet	Багатокористувальницька телекомунікаційна розетка
NA	Network Analyzer	Мережевий аналізатор
NFPA	National Fire Protection Association	Національна асоціація з пожежної безпеки
OFC	Conductive optical–fiber	Проводящий волоконно-оптичний кабель
OFN	Nonconductive optical–fiber	Непроводящий волоконно-оптичний кабель
TIA	Telecommunications Industry Association	Асоціація телекомунікаційної промисловості США
TO	Telecommunication Outlet	Телекомунікаційна розетка
ZD	Zone Distributor	Зональний крос
ZDA	Zone Distribution Area	Зононий комутаційний центр
БД	База даних	
БОВ	Багатомодове оптичне волокно	
ВОК	Волоконно-оптичний кабель	
ДБН	Державні будівельні норми	
ДСТУ	Державний стандарт України	
ДУ	Дистанційне управління	
ДБЖ	Джерело безперебійного живлення	
ЕМП	Електромагнітні завади	
ЕМС	Електромагнітна сумісність	
ЕП	Ескізний проект	
ІР	Інформаційна розетка	
КЗМ	Кросова зовнішніх магістралей	

КБ	Кросова будинку
КНД	Керівний нормативний документ
КП	Комутаційна панель
КП	Кросова поверху
ЛОМ	Локально-обчислювальна мережа
НСД	Несанкціонований доступ
ОК	Оптичний кабель
ООВ	Одномодове оптичне волокно
ПК	Персональний комп'ютер
ПЛС	Повітряні лінії зв'язку
ТЗ	Технічне завдання
ТК	Точка консолідації
ТП	Технічний проект
ЦОД	Центр обробки даних

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЗЧИК

A

Acceptance testing.....	221
ACR.....	85
Angled Physical Contact	98
Attenuation	79
AWG.....	21, 22, 57, 74

C

Channel.....	43
Characteristic impedance	76
Compliance testing.....	221
Current Carrying Capacity	91

D

DCLR.....	90
DCOV	91
DCRU	91
Delay Skew.....	89
Distribution cable	65
Duplex cable.....	65

E

ELFEXT	88
Equipment Distribution Area	Див.
Апаратна зона	
Equipment Outlet Див.	Розетка
обладнання	

F

F/UTP	56
FEXT	84

G

General Purpose Cable Див.	Кабель
загального застосування	

H

Horizontal Distribution Area	Див.
Горизонтальний	комутаційний
центр	

I

Insertion Loss...Див.	Втрати введення
-----------------------	-----------------

L

Limited Use Cable Див.	Кабель
обмеженого застосування	
Local Distribution Point.....	Див.
Локальний пункт розподілення	
Loose tube	93
LS0H	58, 59
LSFR0H	59, 214

M

Main Distribution Area	Див.
Головний комутаційний центр	
Main Distributor Див.	Головний крос
MD	

N

NEXT	80
------------	----

O

OI-коефіцієнт..Див.	Кисневий індекс
Oxygen-Index...Див.	Кисневий індекс

P

Permanent Link	43
Physical Contact	98
Plenum Cable.....Див. Plenum-кабель	
Plenum-кабель	69
Plenum-порожнина	69
Propagation Delay	89
PSACR	87
PSELFEXT.....	89
PSFEXT.....	84
PSNEXT	82
PVC	58, 59, 61

R

Return Loss.....Див. Зворотні втрати	
Riser Cable .. Див. Кабель для стояків	

S

SC	14, 15, 16
SF/UTP	56
SFF-конектор.....	98
S-FTP.....	55, 56
Simplex cable	65
Super Physical Contact.....	98

T

Tight buffer.....	93
Trouble shooting.....	221

U

U/UTP.....	56
Ultra Physical Contact.....	98

Y

Y-розгалужувач	19
----------------------	----

Z

Zone Distribution Area Див. Зоновий комутаційний центр	
Zone Distributor Див. Зональний крос	
ZD	

A

Абонентський шнур.....	50
Аварійні виміри.....	217
Американський стандарт СКС20, 22, 23, 50	
Апаратна	46, 47, 124, 125
Апаратна зона	243
Архітектура СКС.....	37
Архітектурна фаза проектування	118

Б

Багатокористувальницька розетка	44
Багатомодове оптичне волокно	33
Базова гарантія	227
Буфер	61

В

Вертикальна підсистема	41, 49, 50
Відкрита стійка.....	132
Внутрішня магістральна підсистема	40, 41
Волоконно-оптична комутаційна панель	18

Волоконно-оптичний коннектор...	15, 17
Волоконно-оптичний пигтейл.....	15
Волоконно-оптичні кабелі..	60, 70, 94
Вторинна магістральна підсистема ...	41
Втрати введення.....	78
Вхідний/вихідний контроль	216
Г	
Гарантія на компоненти Див. Базова гарантія	
Гарантія роботи застосувань	227, 228
Гексагональне укладання	136
Гібридна технологія окінцювання оптичного волокна	102
Головний комутаційний центр.....	243
Головний крос MD	241
Горизонтальна підсистема	40, 41, 48, 195
Горизонтальний комутаційний центр	243
Д	
Декоративні коробка	187
Довжина хвилі.....	62
Допоміжні підсистеми СКС	40, 42, 53
Доступність	237
Е	
Експлуатаційні виміри	216

Елемент маркування.....	196
Епоксидна технологія окінцевання оптичного волокна.....	101
Ескізний проект.....	114
Є	
Європейський стандарт СКС	20
Ємність каналу	136
З	
З'єднувальний модуль RJ- 45	14
Загасання.....	79
Запис	201, 204, 211, 212, 215
Заставні труби.....	148, 156
Затримка сигналу	89
Звіти	207
Зворотні втрати	77
Зовнішня магістральна підсистема	33, 40
Зональний крос ZD	241
Зононий комутаційний центр.....	243
І	
Ідентифікатор	201, 202
Ієрархічна деревоподібна топологія	38
Інтерфейс ENI.....	241
Інформаційна розетка	163
Інформаційний рознім	51
К	
Кабель для стояків	69
Кабель загального застосування....	70

Кабель обмеженого застосування..	70
Кабельна каналізація.....	140
Кабельний канал	134
Кабельні введення	143
Кабельні лотки.....	157
Кампус	38
Канал.....	43, 220, 226
Канал зі знімною кришкою	138
Канали на основі труб.....	137
Категорія.....	24, 28, 30, 36, 212, 214
Категорія 5.....	28
Категорія 5e.....	28
Кисневий індекс.....	67
Кисневий коефіцієнт Див. Кисневий індекс	
Кінцевий шнур.....	50, 172
Клас	30, 31, 32
Клас димоутворення.....	72
Клас доступності	237
Клас застосувань	55
Клас застосувань.....	26, 27, 36
Клас здатності зберігати цілісність ланцюгів	72
Клас корозійної активності	72
Клас оптичних застосувань	32, 94
Клас стійкості до поширення вогню	71
Клас токсичності продуктів горіння	71
Класифікація мідних кабелів.....	55

Клейова технологія окінцевання оптичного волокна.....	102
Коефіцієнт заповнення	139
Коефіцієнта використання	137
Колектор.....	141
Кольорове кодування.....	207
Коміркова підлога	155
Коміркова топологія	39
Комутаційна панель.....	17
Комутаційний шнур.....	50
Контрольні виміри	217
Креслення.....	205
Кросова.....	46, 128
Кросова будинку	127
Кросова зовнішніх магістралей ...	127
Кросова поверху.....	127
Кутовий фізичний контакт.....	98

Л

Локальний пункт розподілення ...	242
----------------------------------	-----

М

Мережний аналізатор	219
Механічна технологія окінцевання оптичного волокна.....	102
Мідний кабель	54, 55
Міжнародний стандарт СКС 20, 32, 94, 211	
Моделі побудови горизонтальної підсистеми	45

Модель горизонтальної підсистеми	44	Пожежна безпека.....	66
Модуль RJ- 45	14	Позначка.....	201
Монтажна шафа.....Див. Шафа		Посилання.....	201, 205
Монтажний конструктив	132	Постійна лінія	43
Н		Приймально-здавальні виміри.....	216
Нерознімні з'єднувачі.....	95	Припустиме значення постійного струму.....	91
О		Протокол траси.....	218
Одномодове оптичне волокно..33, 94		Профілактичні виміри	217
Опір петлі постійному струму	90	Р	
Оптична полка	98	Реверсування пари	223
Організатор	18	Рівень.....	23, 38, 89, 132, 153
П		Робоча документація.....	116
Паспорт траси	218	Розетка обладнання.....	242
Первинна магістральна підсистема	41	Рознімний оптичний з'єднувач	97
Перекис затримок	89	Рукав	148
Перестановка пар.....	223	С	
Перехідне загасання на ближньому кінці.....	80	Сертифікат	229
Перехідне загасання на дальньому кінці.....	84	Сертифікація.....	227
Підвісна стеля	156	Системна гарантія	227, 228
Підпільні канали	153	Слот	147
Підсистема адміністрування 42, 43, 200		Сплایс	95
Підсистема робочого місця42, 167		Стандарт - TIA/EIA-606.....	25
Підсистема устаткування.....	42	Стандарт - TIA/EIA-607.....	25
Підсистеми СКС	40, 41	Стандарт EN 50173	29
Повітряне прокладання.....	142	Стандарт EN 50173-5	238
		Стандарт IEC 61935-1	27
		Стандарт ISO/IEC 1180126, 27, 29, 34, 35, 37, 75, 76, 86, 118, 216, 246	

Стандарт ISO/IEC 18010	27	Телекомунікаційна шафа.....	132
Стандарт ISO/IEC 24764	238	Телефонний крос.....	19
Стандарт ISO/IEC TR 14763-1.....	27	Тестер	220
Стандарт ISO/IEC TR 14763-2.....	27	Технічне завдання	112
Стандарт ISO/IEC TR 14763-3.....	27	Технічний коридор.....	150
Стандарт TIA/EIA-568	24, 26	Технічний проект	115
Стандарт TIA/EIA-568-A	25	Технічні вимоги Див. Технічне	
Стандарт TIA/EIA-568-C.x	25	завдання	
Стандарт TIA/EIA-568-B	25	Технологічне маркування.....	196
Стандарт TIA/EIA-569	23	Технорабочий проект.....	116
Стандарт TIA-942	238	Точка консолідації	44
Стандарт ДСТУ 4809		у	
2007	70	Ульт्रा-фізичний контакт	98
Стандарт ДСТУ Б А.2.4-40		Ф	
2009	35	Фази проектування.....	118
Стандарт ДСТУ Б А.2.4-42		Фальш підлога	155
2009	35	Фізичний контакт	98
Структура СКС	40	Фінішне маркування	196
Структура ЦОД.....	236	Х	
Структурована кабельна система .10,		Хвильовий опір.....	76
13, 20, 26, 29, 37, 104		Ц	
Сумарне перехідне загасання на		Центр обробки даних.....	236
ближньому кінці	82	Ш	
Супер-фізичний контакт	98	Шафа.....	133
Схема побудови ідентифікатора ..	208	Штатні елементи маркування	197
Т		Ю	
Телекомунікаційна розетка	19	Юніт.....	17
Телекомунікаційна фаза			
проектування.....	120		

ЛІТЕРАТУРА

1. ISO/IEC 11801 Information technology – Generic cabling for customer premises – Edition 2. 2.
2. EN 50173– Information Technology – Generic cabling systems.
3. TIA/EIA–568–C Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.
4. ISO/IEC TR 14763–2. Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation.
5. ISO/IEC 14763–1 Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration.
6. ISO/IEC 14763–3 Information technology – Implementation TRT3 and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fiber cabling.
7. Barry J Elliott Designing a structured cabling system to ISO 11801 2nd edition 2002, Published by Wood head Publishing Limited, Abington Hall, Abington Cambridge, England
8. ДСТУ Б А.2.4–40:2009 Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах.
9. ДСТУ Б А.2.4–42:2009 Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Робочі креслення.
10. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування.
11. ГОСТ 34.601–90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Издательство стандартов, 1991.
12. ДБН А.2.2–3–2004 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации для строительства».
13. Семенов А. Б. Структурированные кабельные системы. [5-е изд]/ Семенов А. Б., Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р. М.: Компания АйТи, «ДМК Пресс», 2004, стр. 640с.
14. Семенов А. Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов/ Семенов А. Б. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2003. – 416с.
15. David Barnett, David Groth, Jim McBee Cabling: The Complete Guide to Network Wiring, Second Edition. – SYBEX Inc, 2008 – 733 p.

Навчальний посібник

Р.Ю. ЦАРЬОВ

Л.А. НІКІТЮК

П.І. РЕЗНІЧЕНКО

СТРУКТУРОВАНІ КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ

Видано за авторською редакцією

Комп'ютерне верстання – Кірдогло Т.В.

Видавець і виготовлювач ОНАЗ ім. О.С. Попова
(Свідоцтво ДК № 3633 від 27.11.09)
м. Одеса, вул. Ковальська, 1

Здано в набір 27.12.2013 р. Підписано до друку 24.03.2014 р.
Формат 60/88/8. Обсяг 16,25 друк. арк.
Зам. № 5292. Тираж 300 прим.

Віддруковано у редакційно-видавничому центрі ОНАЗ ім. О.С. Попова
м. Одеса, вул. Ковалевського, 5
тел. 70-50-494
© ОНАЗ, 2014