

ЛЕКЦІЯ 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.

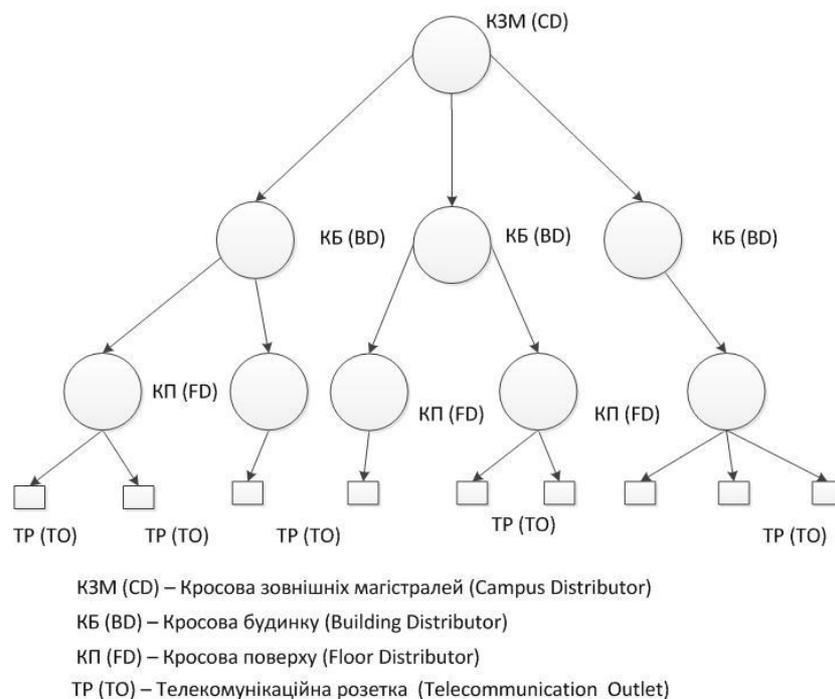
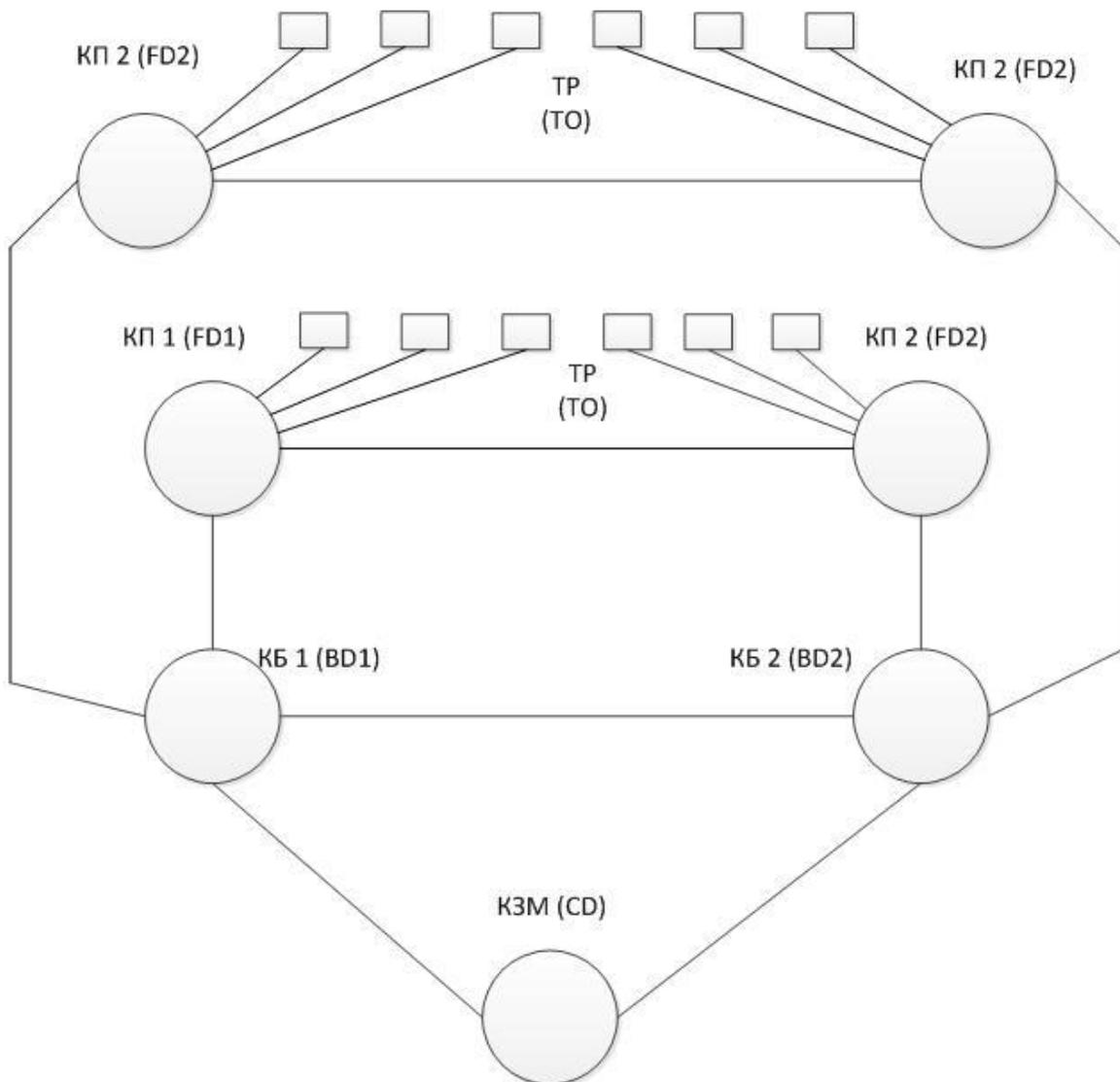


Рисунок 3.1 – Структурна схема СКС



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.



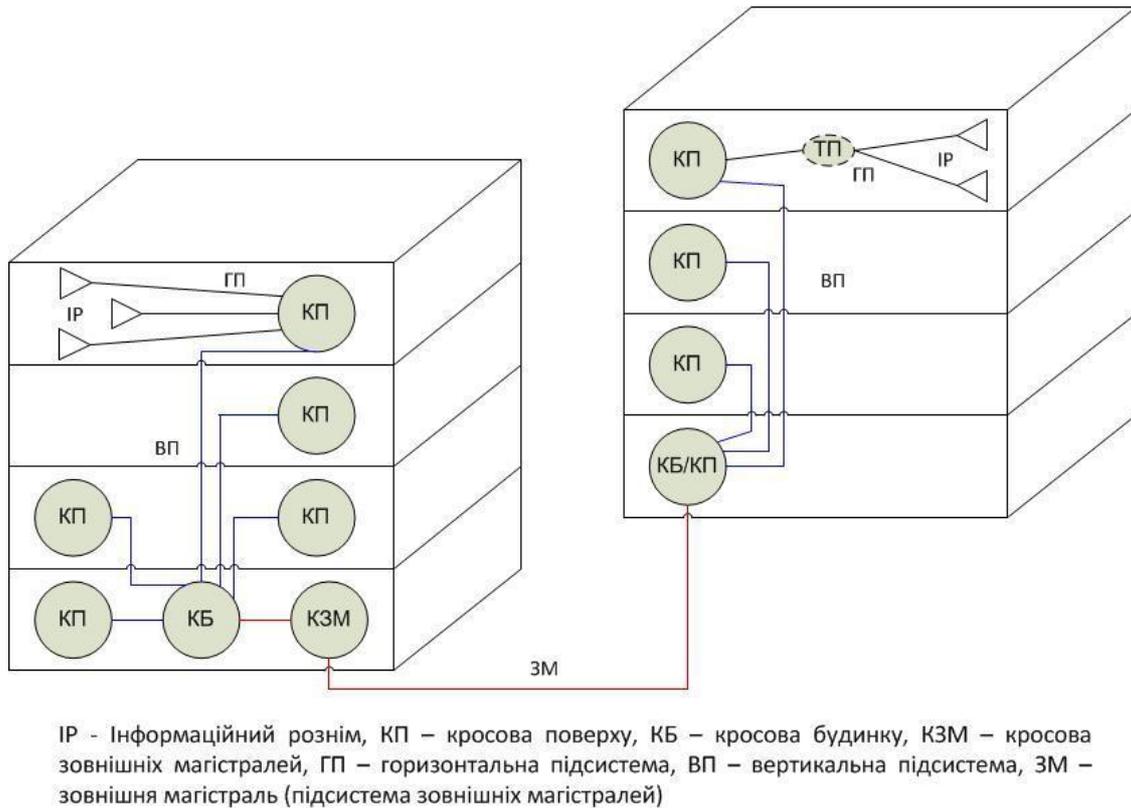


Рисунок 3.3 – Загальна структура СКС

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 сигналізація 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.



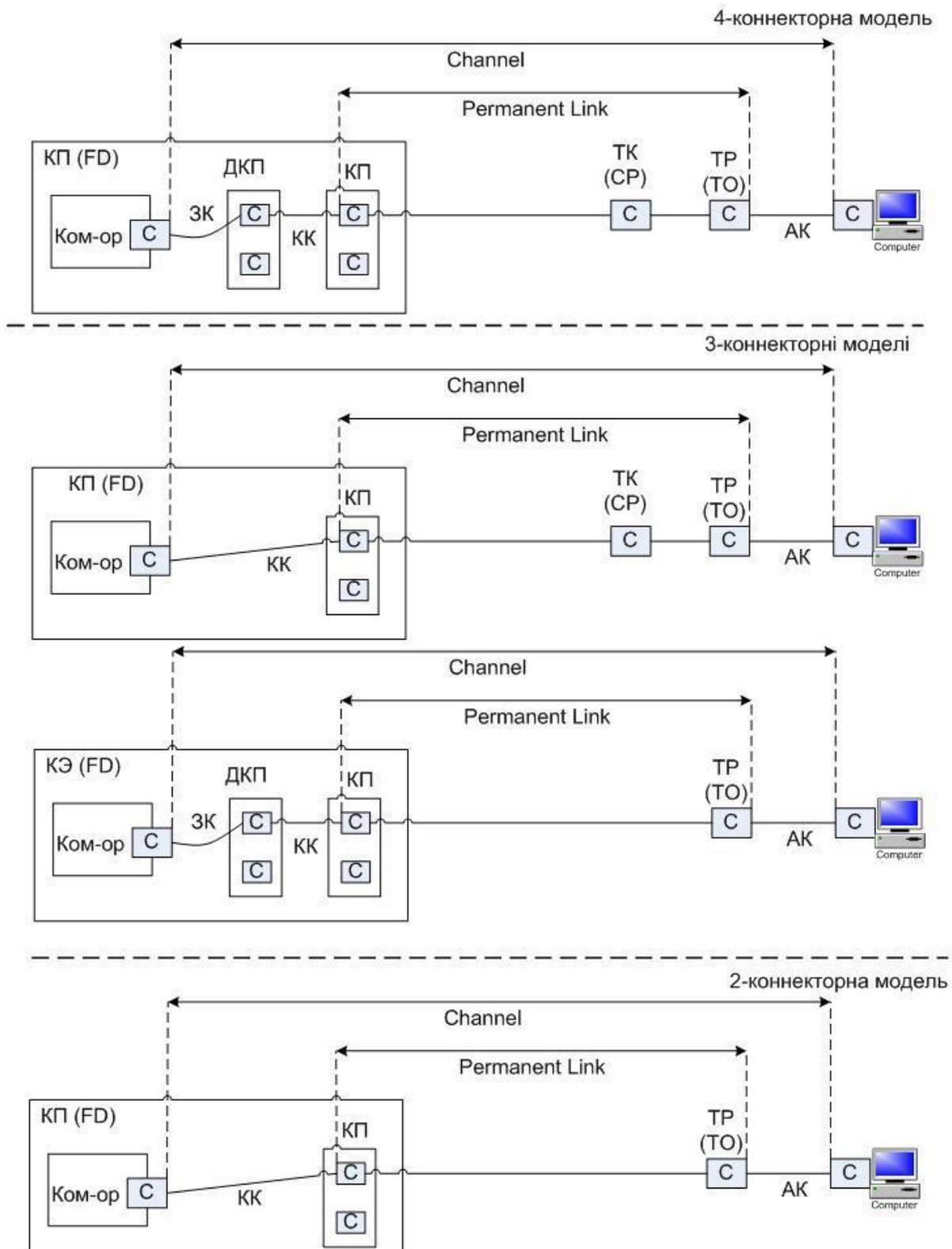
Стандарт визначає, як основну модель горизонтальної підсистеми СКС 4-коннекторну модель (тобто модель, яка містить чотири точки комутації), крім 4-коннекторної моделі стандарт передбачає можливість використання 3- і 2-коннекторних моделей. Як точка комутації в 4-коннекторній моделі використовується комутаційна 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 названих 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. Кророві підрозділяються на кророву зовнішніх магістралей (КЗМ), кророву будинку (КБ) і кророві 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 (кророва зовнішніх магістралей/апаратна), одного на будинок (кророва будинку) і одного на поверх (кророва 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 крорових будинку або крорових 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 кроровій 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.

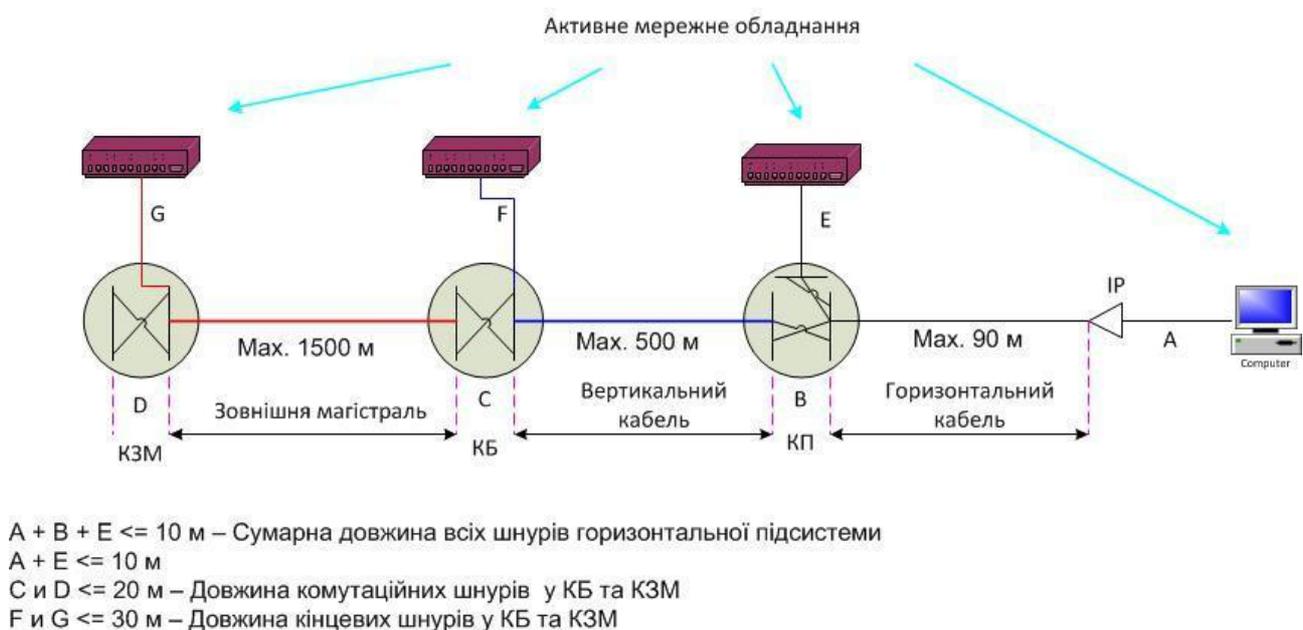


Рисунок 3.6 – Максимальні довжини кабелів і шнурів СКС у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801

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
<p><i>Примітки:</i></p> <p>C – довжина кабельного тракту до точки консолідації;</p> <p>F – сумарна довжина патч-кордів (абонентський кабель, комутаційний кабель, з'єднувальний кабель);</p> <p>X – коефіцієнт втрат при підключенні патч-кордів (X= 1,5 для неекранованого кабелю та X= 1,5 для екранованого кабелю);</p> <p>Y – коефіцієнт втрат при підключенні точки консолідації (X= 1,5 для неекранованого кабелю та X= 1,5 для екранованого кабелю)</p>			

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 *топологію 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.

