Ще один фактор на користь використання лазерного зв'язку – це неможливість прослуховування каналу.

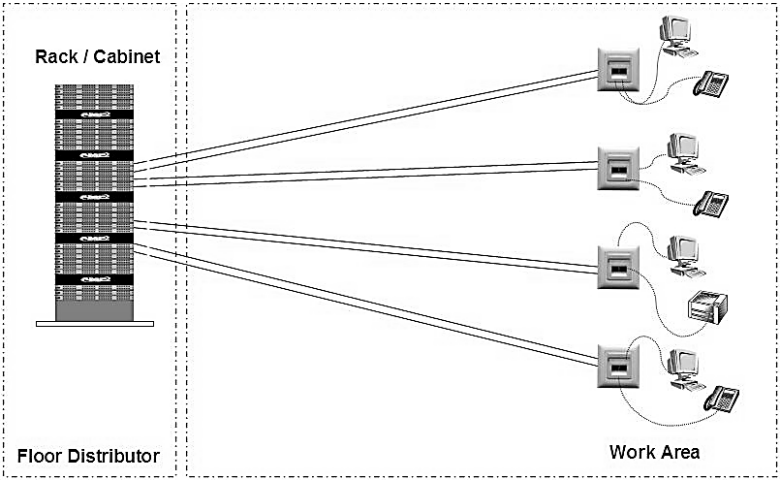
Системи FSO пропонуються в двох модифікаціях залежно від діапазону довжин хвиль: 780 – 850 нм та 1520 – 1600 нм. Системи FSO з довжиною хвилі 780 – 850 нм надійні, економічно доцільні і придатні для більшості додатків, у тому числі для мереж 1 Гбіт/с Ethernet. Системи атмосферної оптичної лінії зв'язку з довжиною хвилі 1520 – 1600 нм підходять для передачі даних із більш високою потужністю і на великі відстані. Є багато статей про вплив атмосферних явищ на бездротові засоби зв'язку, у тому числі, про вплив туману на робочі параметри систем FSO. Відзначимо, що там, де відстань між точками доступу менше 500 м (типова довжина лінії зв'язку ЛОМ між будинками кампусу), немає ніяких видимих відмінностей між цими двома технологіями, незалежно від оптичної щільності повітря. Однак треба пам'ятати те, що системи, які працюють на довжинах хвиль 1520 – 1600 нм можуть коштувати в кілька разів дорожче, ніж системи з довжиною хвиль від 780 до 850 нм. Канал на обладнанні FSO, який в ясну погоду працює зі швидкістю 24 Мбайт/с, буде передавати дані під час негоди зі швидкістю до 18 – 12 Мбайт/с.

3.2 Розробка архітектури ЛОМ

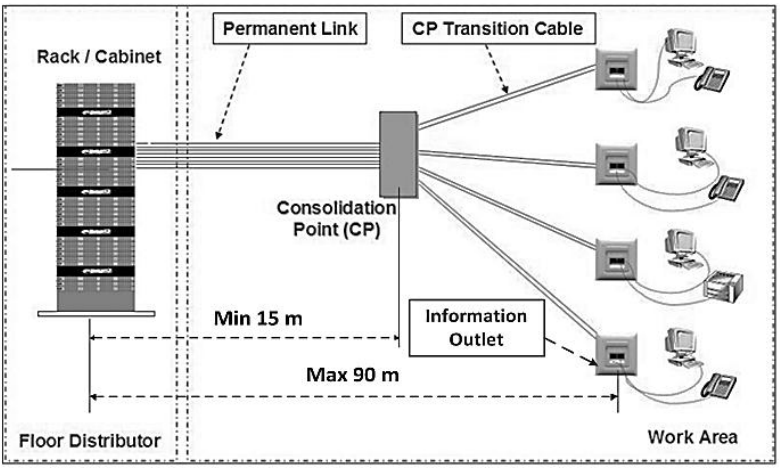
Більшість сучасних кабельних мереж інсталюють за принципами структурованих кабельних систем (СКС). Для кабельних мереж виділяють два основні типи архітектури мереж за принципами СКС: централізовану й розподілену. Згідно з американським стандартом EIA-TIA-568 СКС має два функціональні елементи: горизонтальні і вертикальні кабелі [1]. А міжнародні та європейські стандарти розділяють СКС на вісім функціональних елементів (табл. 1.1, 1.2, Б.1).

3.2.1 Централізована архітектура мережі

Централізована архітектура (Collapsed backbone), як правило, складається з горизонтальної підсистеми без ієрархічних рівнів у магістралі і без організації крос-з'єднань магістральної або горизонтальної підсистем (рис. 3.8). При централізованій архітектурі довжина каналу, згідно з вимогами стандартів, не повинна перевищувати 300 метрів.



а)



б)

Рисунок 3.8 – Архітектура горизонтальної підсистеми:
а – традиційний варіант горизонтальної підсистеми;
б – архітектура зонового кабелювання

У традиційному варіанті горизонтальної підсистеми кожна телекомунікаційна розетка (ТР) встановлюється на робочому місці і безпосередньо під'єднується за допомогою лінійного кабелю до комутаційної панелі в розподільному вузлі поверху. Складність цієї

класичної архітектури полягає в тому, що в цьому варіанті кабелювання з самого початку необхідно знати, скільки портів на робочих місцях планується, і відразу ж має бути визначено, де ці порти на робочих місцях повинні бути встановлені. Крім цього, у сучасних офісних приміщеннях велика кількість користувачів переміщається з одного місця на інше або до виконання того чи іншого завдання залучаються нові співробітники. Такі офіси називаються офісами з вільним плануванням (Open Office). Саме для них у стандарті EIA/TIA-568-B передбачається зонове кабелювання (Zone Cabling).

Головна відмінність зонового кабелювання від традиційного полягає у використанні в горизонтальній архітектурі точки консолідації (ТК, англ. Consolidation Point – CP), яка термінує всі паралельно спрямовані лінії від телекомунікаційної шафи для заздалегідь визначених офісних зон з відповідними з'єднувачами (зазвичай це модульний роз'єм RJ-45 для «витої пари»). Від ТК (зонального кроса) розходяться так звані транзитні лінії (CP-кабель, англ. Consolidation Point Transition Cable – CP Transition Cable) вже безпосередньо на робочі місця в цій робочій зоні (рис. 3.8, б). За допомогою такого рішення можна в короткий термін забезпечити потребу в нових або змінювати розташування робочих місць. ТК (реалізовані зазвичай за допомогою комутаційних панелей або багатопортових ТР) повинні бути встановлені в добре продуманих місцях, таких як за фальшстелею, під фальшпідлогою або прикріплені до стін.

Транзитний CP-кабель – це кабель, що термінований з однієї сторони модульною вилкою RJ-45, а з іншої сторони – модульним роз'ємом RJ-45 [54].

Необхідно зазначити, що для постійної та транзитної ліній використовується кабель з суцільним провідником (один дріт, англ. «solid»). Між телекомунікаційною розеткою та мережевим периферійним пристроєм використовуються патч-корди з багатожильного кабелю (тобто один провідник складається з багатьох дротів, англ. «stranded»).

Архітектура Collapsed backbone доцільна для організації ЛОМ в межах одного будинку, але не підходить для організації мережі між будинками. Навіть, якщо будівлі знаходяться зовсім поруч, заводити всі сегменти мережі на один центральний вузол представляється абсолютно непрактичним – ускладнюються і кабельні роботи та посилюються вимоги до центральних пристроїв.

Тому для організації ЛОМ в кампусах у межах декількох будівель частіше використовують розподілену або гібридну архітектуру.

3.2.2 Розподілена архітектура мережі

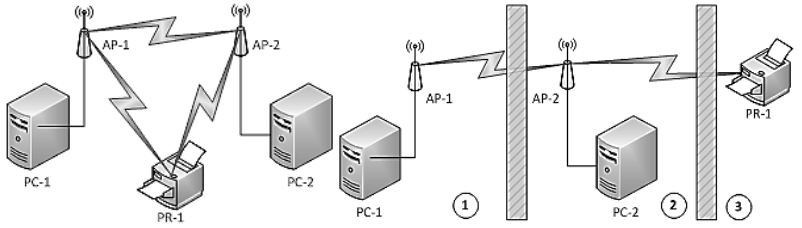
За розподіленої архітектури (Distributed backbone) кожен сегмент мережі являє собою окрему самостійну підмережу. При проходженні пакетів між сегментами вони повинні подолати як мінімум один маршрутизатор. Отже, сервери можуть бути розсереджені по ЛОМ і підключені до відповідних мережевих сегментів так, що їхнім основним користувачам не загрожують затримки, що вносяться маршрутизаторами.

Основна перевага такої архітектури – надійність міжмережевого обміну. Наявність великої кількості маршрутизаторів забезпечує при виході з ладу одного з них безперебійну роботу всіх сегментів, за винятком сегмента, який безпосередньо підключений до маршрутизатора, що відмовив.

Однак архітектура розподіленої мережевої магістралі веде до зниження загальної продуктивності мережі.

Розподілена архітектура традиційно застосовується для побудування кабельної системи в багатоповерхових будинках і в кампусах, а також під час розгортання бездротових сегментів ЛОМ.

Так, наприклад, використання розподіленої архітектури Wi-Fi-мережі дозволяє організувати друк на спільний для об'єктів ЛОМ (комп'ютерів PC-1 та PC-2) високошвидкісний Wi-Fi-принтер (рис. 3.9). Для цього можна розгорнути бездротовий сегмент на основі двох точок доступу AP-1 та AP-2 (рис. 3.9, а). Збільшення радіусу дії бездротової мережі та встановлення принтера в окремому приміщенні (рис. 3.9, б) можливо, якщо AP-2 буде працювати в режимі повторювача (repeator). У такому разі є можливість не втратити Wi-Fi-сигнал при проходженні через бетонні стіни, як показано на рис. 3.9, б.



а) *б)*

Рисунок 3.9 – Бездротова мережа на основі двох точок доступу за розподіленою архітектурою: а – малий радіус друку; б – збільшений радіус друку

Якщо застосувати принципи побудування ЛОМ, що наведено на рис. 3.9, до офісу, то в ролі комп'ютерів PC-1 і PC-2 можуть виступати кабельні сегменти мережі. Тоді обидві точки доступу (AP-1 та AP-2) повинні функціонувати в режимі бездротових мостів, для того щоб вони з'єднали один із одним два зазначених сегмента мережі бездротовим чином.

3.2.3 Ієрархічна модель Cisco

Розробляючи загальну структуру ЛОМ, доцільно закладати в проектування ієрархічну модель, розроблену компанією Cisco. За цією моделлю в ЛОМ треба виділити щонайменше три ієрархічні рівні (рис. 3.14), на кожному з яких виконуються специфічні мережеві функцій:

– рівень ядра (Core layer), який має забезпечувати високу продуктивність, надійність і відмовостійкість;

– рівень дистрибуції (Distribution layer), який має забезпечувати взаємодію між ядром мережі та рівнем доступу, розподіл типів трафіку, обмеження доступу, маршрутизацію;

– рівень доступу (Access layer), на якому має забезпечуватись:

1) підключення користувачів до мережі;
2) висока щільність портів за невеликої ціни за порт;
3) наявність швидкісних каналів для підключення до комутаторів рівня дистрибуції;
4) контроль доступу на канальному рівні;
5) підтримка VLAN;
6) класифікація трафіку.

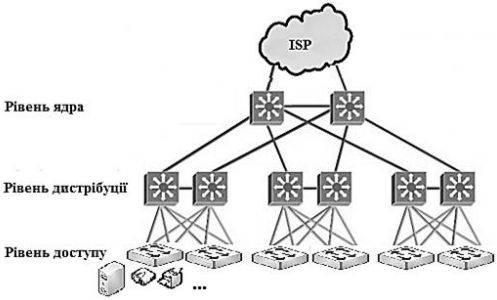


Рисунок 3.14 – Ієрархічна модель Cisco

Рівень доступу найчисельніший, тому на нього припадає основна частина витрат і покладається основна частина завдань забезпечення безпеки.

Розділення мережі на рівні необхідне також для правильного добору обладнання, яке розроблене виробником для вирішення завдань певного рівня. При цьому виробники мережевого обладнання зазвичай анонсують придатність кожної моделі або серії свого обладнання для використання на певному рівні ієрархії мережі, часто із зазначенням того, для мереж якого саме масштабу (SOHO, SMB, Enterprise) рекомендується використовувати таке обладнання.

Розглянемо, наприклад, добір обладнання для ЛОМ підприємства, у штаті якого немає IT-фахівців. У такому разі все комутаційне обладнання має керуватись віддалено. Крім того, доцільно на рівні доступу дібрати комутатори, які відповідають стандарту IEEE802.3az Energy Efficient Ethernet, споживають менше електроенергії за невеликого обсягу трафіку та на відстані користувача від комутатора до 20 м (з автовизначенням довжини кабелю), а також відключають електроживлення неактивних портів.

За такими умовами логічні функції як рівня ядра мережі, так і рівня дистрибуції за ієрархічною моделлю може суміщати комутатор DGS-3620 (рис. 3.15), рекомендований фірмою D-Link для використання на рівнях L2/L3/L4 мереж великих підприємств і підприємств малого і середнього бізнесу (англ. Small & Medium Business – SMB). Він надає широкий набір функцій безпеки, зберігає списки контролю доступа (англ. ACL) та аутентифікацію користувачів 802.1x, а також використовується як пристрій рівня доступу для під'єднання бездротового сегмента.

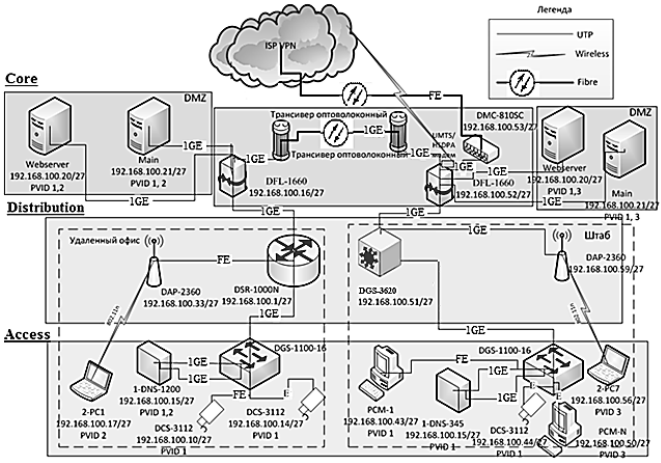


Рисунок 3.15 – Структурна схема ЛОМ, складена за ієрархічною моделлю

На рівні доступу передбачено використати комутатори DGS-1100, призначені для підприємств SMB. Ці комутатори належать до EasySmart та можуть віддалено керуватися за допомогою утиліти SmartConsole або через веб-інтерфейс. Комутатори цієї серії відповідають стандарту IEEE802.3az, підтримують технологію D-Link Green, яка дозволяє скоротити споживання електроенергії залежно від статусу з'єднання і довжини кабелю. Комутатор DGS-1100-16 підтримує технологію Surveillance VLAN, яка є ідеальним рішенням для організації відеоспостереження. Surveillance VLAN – це новітня технологія, що забезпечує відеоспостереження і централізовану передачу даних через один комутатор DGS-1100, скорочуючи таким чином витрати, пов'язані з придбанням додаткового устаткування.

3.3 Основні правила формування горизонтальної підсистеми

СКС поділяється на підсистеми:

- горизонтальна підсистема (поверху);
- вертикальна підсистема (будинку);
- підсистема кампусу (комплексу будівель).

Горизонтальна підсистема розподіляє трафік з внутрішньої магістралі по локальним лініям. Горизонтальна підсистема СКС включає:

- горизонтальні кабелі;
- розподільчі панелі;
- комутаційні з'єднання розподільчих пунктів поверху;
- точки консолідації;
- телекомунікаційні роз'єми.

Підсистема кампусу створюється для побудування магістральних мереж зв'язку між розташованими на одній території будівель.

На теперішній час в горизонтальному сегменті СКС домінує швидкість 100 Мбіт/с (за технологією Fast Ethernet – FE), а впровадження гігабітних швидкостей поки що не стимулюється реальною потребою, незважаючи на бажання вендорів та оснащення комп'ютерного обладнання гігабітними мережевими адаптерами.

Гігабітні швидкості (технологія Gigabit Ethernet – GE) застосовуються переважно в магістралі, для підключення серверів і потужних робочих станцій. Це зумовлено достатньо повільним зниженням вартості портів за стандартами 10GbE й 10GbaseT. Крім того, в цих стандартах поки що не підтримується технологія PoE.