

Міністерство освіти і науки України  
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

**І. М. Журавська**

# **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

**Навчальний посібник**



Миколаїв – 2016

УДК 004.732  
ББК 32.97я73  
Ж 912

*Рекомендовано вченою радою Чорноморського державного університету ім. Петра Могили (протокол № 1 від 11.09.2014).*

*Гриф надано вченою радою Чорноморського державного університету імені Петра Могили (протокол № 2 від 08.10.2015).*

**Рецензенти:**

**Коваленко І. І.**, *д-р техн. наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Національного університету кораблебудування ім. С. О. Макарова;*

**Рудницький В. М.**, *д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри системного програмування Черкаського державного технологічного університету;*

**Фісун М. Т.**, *д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського державного університету ім. Петра Могили.*

**Ж 912 Журавська І. М.**

Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж : [навчальний посібник] / І. М. Журавська. – Миколаїв : Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2016. – 396 с.

ISBN 978-966-336-345-5

Навчальний посібник містить рекомендації щодо виконання та оформлення документації під час проектування сегментів сучасних локальних обчислювальних мереж (ЛОМ). Детально розглянуто питання побудування мереж за технологією Ethernet згідно з вимогами до структурованих кабельних систем (СКС). Приділено увагу поєднанню сегментів ЛОМ в єдину мережу за допомогою бездротових технологій, проектуванню окремого електроживлення та стабілізації напруги в ЛОМ. Розглянуто особливості монтажу різних проектних рішень. Наведено приклади проектної та робочої документації відповідно до вимог нормативних документів України в ІТ-галузі. Розглянуто вимоги до оформлення курсової роботи з цієї тематики.

Призначено для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються відповідно до напрямів підготовки галузей знань 0403 «Системні науки та кібернетика» та 0501 «Інформатика і обчислювальна техніка».

УДК 004.732  
ББК 32.97я73

© Журавська І. М., 2016  
© ЧДУ ім. Петра Могили, 2016

ISBN 978-966-336-345-5

# ЗМІСТ

(узагальнений)

|  |            |
|--|------------|
| <b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....</b>   | <b>13</b>  |
| <b>ПЕРЕДМОВА .....</b>   | <b>19</b>  |
| <b>1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ. ВИХІДНІ ДАНІ .....</b>   | <b>22</b>  |
| 1.1 Загальні вимоги та завдання проектування ЛОМ.....  | 22         |
| 1.2 Нормативні документи для проектування ЛОМ.....   | 25         |
| 1.3 Вибір програмного середовища при оформленні<br>документації ЛОМ.....   | 27         |
| 1.4 Створення плану приміщення .....   | 28         |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>32</i>  |
| <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>33</i>  |
| <b>2 ПЕРЕЛІК ТА ВМІСТ ОBOB'ЯЗКОВИХ РОЗДІЛІВ<br/>ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА СТВОРЕННЯ ЛОМ .....</b>                              | <b>34</b>  |
| 2.1 Вимоги до технічного завдання.....   | 35         |
| 2.2 Вимоги до проекту .....  | 47         |
| 2.3 Вимоги до робочої документації.....  | 69         |
| 2.4 Додаткова документація .....   | 82         |
| 2.5 Створення власних шаблонів MS Visio для проектної<br>документації.....   | 83         |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>87</i>  |
| <i>Лабораторна робота № 1. Визначення імен, технічних<br/>характеристик та IP-адрес об'єктів ЛОМ. Складання IP-плану .....</i> | <i>87</i>  |
| <i>Лабораторна робота № 2. Візуалізація логічної структуризації<br/>ЛОМ та її підключення до ГОМ. Створення DMZ.....</i>       | <i>101</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>103</i> |
| <b>3 ВИБІР АРХІТЕКТУРИ ТА СТРУКТУРИ ЛОМ .....</b>  | <b>105</b> |
| 3.1 Вибір стандарту передачі даних на «останньому<br>дюймі» .....  | 106        |
| 3.2 Розробка архітектури ЛОМ .....   | 119        |
| 3.3 Основні правила формування горизонтальної<br>підсистеми .....  | 125        |
| 3.4 Основні правила розрахунку магістральної підсистеми .....  | 126        |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>127</i> |
| <i>Лабораторна робота № 3. Аналіз підключення ЛОМ<br/>до сервісів Інтернет .....</i>   | <i>128</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>134</i> |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>4</b> | <b>ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТА ЛОМ ЗА ПРИНЦИПАМИ СКС .....</b>   | <b>136</b> |
| 4.1      | Основні стандарти та інсталятори зі створення СКС .....  | 136        |
| 4.2      | Добір пасивних компонентів ЛОМ .....   | 137        |
| 4.3      | Вибір активних компонентів ЛОМ .....   | 163        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>171</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 4. Визначення виробників мережевого обладнання .....</i>                                 | <i>173</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>174</i> |
| <b>5</b> | <b>РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ ....</b>   | <b>178</b> |
| 5.1      | Добір IP-камер та визначення їхніх характеристик .....   | 179        |
| 5.2      | Визначення мертвих зон .....   | 180        |
| 5.3      | Отримання монтажною таблиці IP-камер .....   | 182        |
| 5.4      | Вибір мережевого сховища .....   | 182        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>186</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 5. Розрахунок системи відеоспостереження .....</i>                                       | <i>186</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>188</i> |
| <b>6</b> | <b>МОНТАЖ КОМПОНЕНТІВ СКС .....</b>  | <b>190</b> |
| 6.1      | Монтаж оптоволоконних компонентів .....  | 190        |
| 6.2      | Термінування кабелю «вита пара» .....  | 194        |
| 6.3      | Монтаж кабельних трас .....  | 212        |
| 6.4      | Монтажні роботи в серверній кімнаті .....  | 221        |
| 6.5      | Монтаж обладнання в житлових або робочих приміщеннях .....   | 229        |
| 6.6      | Заземлення та грозозахист портів активного обладнання. Запобігання електромагнітним завадам .....                | 230        |
| 6.7      | Візуалізація результатів монтажу .....   | 232        |
| 6.8      | Підготовка до адміністрування СКС .....  | 234        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>237</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 6. Обстеження та розширення кабельного сегмента ЛОМ на базі кабелю «вита пара» .....</i> | <i>237</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>239</i> |
| <b>7</b> | <b>МАРКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛОМ.....</b>   | <b>241</b> |
| 7.1      | Загальні принципи та вимоги до маркування кабелю, комунікаційних розеток, комунікаційних панелей.....            | 241        |
| 7.2      | Технології та обладнання для маркування елементів СКС....  | 250        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>255</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>255</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>8 ОТРИМАННЯ СЕРТИФІКАТА СКС .....</b>  | <b>257</b> |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>259</i> |
| <i>Лабораторна робота № 7. Тестування кабельних систем ЛОМ.....</i>   | <i>260</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>263</i> |
| <b>9 ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗДРОВОВИХ СЕГМЕНТІВ ЛОМ ....</b>  | <b>264</b> |
| 9.1 Обґрунтування рішення про використання<br>Wi-Fi-технології .....  | 264        |
| 9.2 Помилки монтажу під час розгортання мережі Wi-Fi.....   | 266        |
| 9.3 Залежність пропускнуої здатності бездротового каналу<br>підключення клієнтів до ЛОМ від режимів роботи<br>Wi-Fi-точок доступу ..... | 269        |
| 9.4 Дальність роботи Wi-Fi-обладнання.....  | 274        |
| 9.5 Впровадження в ЛОМ перспективних бездротових<br>технологій.....   | 276        |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>278</i> |
| <i>Лабораторна робота № 8. Аналіз радіоефіру та налагодження<br/>Wi-Fi-каналів бездротового обладнання ЛОМ .....</i>                    | <i>279</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>281</i> |
| <b>10 ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТІВ ЛОМ НА БАЗІ<br/>ІСНУЮЧИХ У БУДИНКАХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ .....</b>   | <b>283</b> |
| 10.1 PLC-технологія .....   | 283        |
| 10.2 HPNA-технологія .....  | 287        |
| 10.3 HCNA-технологія .....  | 288        |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>290</i> |
| <i>Лабораторна робота № 9. Побудування та експлуатація<br/>ЛОМ, що розгорнута за технологією PLC.....</i>                               | <i>290</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>293</i> |
| <b>11 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОТРИМАННЯ НОРМ ОХОРОНИ<br/>ПРАЦІ, ПТБ ТА ППБ.....</b>   | <b>295</b> |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>298</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>299</i> |
| <b>12 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ<br/>ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ НАПРУГИ ЛОМ.....</b>   | <b>300</b> |
| 12.1 Вибір системи безперебійного електроживлення .....   | 302        |
| 12.2 Вибір стабілізатора ЛОМ.....   | 307        |
| 12.3 Вибір компонентів системи електроживлення ЛОМ .....  | 308        |
| 12.4 Приклад розрахунку параметрів електроживлення,<br>стабілізації та ДБЖ для захисту ЛОМ .....  | 314        |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>321</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>321</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>13 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....</b>                                 | <b>323</b> |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>                                   | <i>332</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>332</i> |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>  | <b>334</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>   | <b>335</b> |
| <b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК .....</b>  | <b>346</b> |
| <i>Додаток А Програмні додатки для вимірювання відстані для<br/>ОС Android.....</i> | <i>349</i> |
| <i>Додаток Б Основні стандарти з СКС.....</i>                                       | <i>351</i> |
| <i>Додаток В Орієнтовні ціни на монтаж елементів СКС .....</i>                      | <i>356</i> |

# ЗМІСТ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>ПЕРЕДМОВА .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ. ВИХІДНІ ДАНІ .....</b>  | <b>22</b> |
| 1.1 Загальні вимоги та завдання проектування ЛОМ.....   | 22        |
| 1.2 Нормативні документи для проектування ЛОМ.....  | 25        |
| 1.3 Вибір програмного середовища при оформленні<br>документації ЛОМ.....                            | 27        |
| 1.4 Створення плану приміщення .....  | 28        |
| 1.4.1 Нанесення розмірів на креслення .....   | 30        |
| 1.4.2 Графічні позначення на кресленнях матеріалів<br>будівлі .....                                 | 31        |
| <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>32</i> |
| <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>33</i> |
| <b>2 ПЕРЕЛІК ТА ВМІСТ ОBOB'ЯЗКОВИХ РОЗДІЛІВ<br/>ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА СТВОРЕННЯ ЛОМ .....</b>   | <b>34</b> |
| 2.1 Вимоги до технічного завдання.....  | 35        |
| 2.1.1 Склад загальних відомостей .....  | 35        |
| 2.1.2 Призначення та мета створення ЛОМ.....  | 36        |
| 2.1.3 Характеристика об'єктів, поєднаних у ЛОМ .....  | 36        |
| 2.1.3.1 Розміщення та функції об'єктів.....   | 36        |
| 2.1.3.2 Визначення ступеня захисту об'єктів (ІР-коду).....  | 38        |
| 2.1.4 Вимоги до ЛОМ .....   | 41        |
| 2.1.5 Склад та зміст робіт зі створення ЛОМ .....   | 43        |
| 2.1.6 Порядок контролю та прийому ЛОМ.....  | 45        |
| 2.1.7 Вимоги до складу й змісту робіт з підготовки<br>ЛОМ до вводу в дію.....                       | 45        |
| 2.1.8 Вимоги до документування.....   | 46        |
| 2.1.9 Джерела розробки .....  | 47        |
| 2.2 Вимоги до проекту .....   | 47        |
| 2.2.1 Розробка плану розміщення обладнання. Умовні<br>графічні позначення об'єктів ЛОМ.....         | 47        |
| 2.2.2 Розробка функційної та структурної схем ЛОМ.<br>Умовні графічні позначення ліній зв'язку..... | 51        |
| 2.2.3 Інженерні рішення щодо протипожежних заходів .....  | 56        |
| 2.2.4 Схема улаштування електрообладнання.....  | 57        |
| 2.2.5 Розробка специфікації на обладнання.....  | 59        |
| 2.2.6 Розробка кошторису на проектування та монтаж ЛОМ.....   | 63        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.3      | Вимоги до робочої документації.....  | 69         |
| 2.3.1    | Розробка траси прокладання кабелів. Умовні графічні позначення.....  | 69         |
| 2.3.2    | Комплектація телекомунікаційної шафи .....   | 72         |
| 2.3.3    | Складання кабельного журналу.....  | 75         |
| 2.3.4    | Складання IP-плану .....   | 78         |
| 2.4      | Додаткова документація .....   | 82         |
| 2.5      | Створення власних шаблонів MS Visio для проектноі документації.....  | 83         |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>87</i>  |
|          | <i>Лабораторна робота № 1. Визначення імен, технічних характеристик та IP-адрес об'єктів ЛОМ. Складання IP-плану .....</i> | <i>87</i>  |
|          | <i>Лабораторна робота № 2. Візуалізація логічної структуризації ЛОМ та її підключення до ГОМ. Створення DMZ.....</i>       | <i>101</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>103</i> |
| <b>3</b> | <b>ВИБІР АРХІТЕКТУРИ ТА СТРУКТУРИ ЛОМ .....</b>  | <b>105</b> |
| 3.1      | Вибір стандарту передачі даних на «останньому дюймі».....  | 106        |
| 3.1.1    | Кабельні технології.....   | 107        |
| 3.1.1.1  | Технології Ethernet .....  | 107        |
| 3.1.1.2  | Технології xDSL .....  | 108        |
| 3.1.1.3  | Технології HomePlug.....   | 111        |
| 3.1.1.4  | Технології HomePNA та HomeCNA.....   | 113        |
| 3.1.2    | Бездротові технології.....   | 114        |
| 3.1.2.1  | Технології, що базуються на використанні радіочастот .....   | 115        |
| 3.1.2.2  | Технології, що базуються на використанні світла ...  | 117        |
| 3.2      | Розробка архітектури ЛОМ .....   | 119        |
| 3.2.1    | Централізована архітектура мережі .....  | 119        |
| 3.2.2    | Розподілена архітектура мережі .....   | 122        |
| 3.2.3    | Ієрархічна модель Cisco.....   | 123        |
| 3.3      | Основні правила формування горизонтальної підсистеми .....   | 125        |
| 3.4      | Основні правила розрахунку магістральної підсистеми .....  | 126        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>127</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 3. Аналіз підключення ЛОМ до сервісів Інтернет .....</i>   | <i>128</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>134</i> |
| <b>4</b> | <b>ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТА ЛОМ ЗА ПРИНЦИПАМИ СКС .....</b>   | <b>136</b> |
| 4.1      | Основні стандарти та інсталятори зі створення СКС.....   | 136        |
| 4.2      | Добір пасивних компонентів ЛОМ .....   | 137        |
| 4.2.1    | Добір кабелю .....   | 137        |



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.2.1.1  | Параметри волоконно-оптичних ліній зв'язку .....                                       | 138        |
| 4.2.1.2  | Основні параметри кабелю «вита пара» .....   | 142        |
| 4.2.1.3  | Комбінований кабель Sommer Cable MonoCAT ...   | 152        |
| 4.2.1.4  | Коаксіальний кабель.....   | 152        |
| 4.2.2    | Розрахунок типорозмірів короба або труби за допомогою інтерактивного калькулятора..... | 153        |
| 4.2.3    | Перевірка заповнювання короба або труби за допомогою інтерактивного калькулятора.....  | 154        |
| 4.2.4    | Добір конекторів для термінування кабелю .....   | 155        |
| 4.2.4.1  | Конектори для термінування оптоволоконного кабелю .....                                | 155        |
| 4.2.4.2  | Конектори для термінування кабелю «вита пара».....                                     | 159        |
| 4.2.5    | Добір розеток та патч-панелей.....   | 161        |
| 4.3      | Вибір активних компонентів ЛОМ .....   | 163        |
| 4.3.1    | Основні характеристики активного мережевого обладнання.....                            | 163        |
| 4.3.2    | Автовизначення полярності кабелю MDI та MDIX.....                                      | 164        |
| 4.3.3    | Основні типи активного мережевого обладнання.....                                      | 164        |
| 4.3.3.1  | Комутатори .....   | 164        |
| 4.3.3.2  | Маршрутизатори.....  | 167        |
| 4.3.3.3  | Міжмережеві екрани .....   | 169        |
| 4.3.3.4  | Обладнання РНУ-рівня .....   | 169        |
| 4.3.3.5  | Інше обладнання .....  | 171        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>                                      | <i>171</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 4. Визначення виробників мережевого обладнання .....</i>       | <i>173</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>174</i> |
| <b>5</b> | <b>РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ....</b>                                      | <b>178</b> |
| 5.1      | Добір IP-камер та визначення їхніх характеристик .....                                 | 179        |
| 5.2      | Визначення мертвих зон .....   | 180        |
| 5.3      | Отримання монтажною таблиці IP-камер .....   | 182        |
| 5.4      | Вибір мережевого сховища.....  | 182        |
| 5.4.1    | Обчислення розміру нестиснутого кадру.....   | 182        |
| 5.4.2    | Обчислення розміру стиснутого кадру.....   | 183        |
| 5.4.3    | Розрахунок обсягу відеоархіву.....   | 184        |
| 5.4.4    | Розрахунок обсягу NAS у програмі IP Video System Design Tool .....                     | 184        |
| 5.4.5    | Добір моделі мережевого сховища .....  | 185        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>                                      | <i>186</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 5. Розрахунок системи відеоспостереження .....</i>             | <i>186</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>188</i> |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>6</b> | <b>МОНТАЖ КОМПОНЕНТІВ СКС .....</b>  | <b>190</b> |
| 6.1      | Монтаж оптоволоконних компонентів .....  | 190        |
| 6.1.1    | Зварювання оптичних волокон .....  | 190        |
| 6.1.2    | Механічне з'єднання оптичних волокон.....  | 192        |
| 6.1.3    | З'єднання за допомогою сплайса.....  | 193        |
| 6.2      | Термінування кабелю «вита пара».....   | 194        |
| 6.2.1    | Кольорова послідовність провідників<br>(схеми термінування).....   | 194        |
| 6.2.1.1  | Кольорові схеми T568A та T568B.....  | 194        |
| 6.2.1.2  | Термінування прямих (патч-кордів) та<br>перехресних кабелів .....  | 195        |
| 6.2.2    | Монтажний інструмент для термінування кабелю<br>«вита пара» .....  | 196        |
| 6.2.3    | Конектори для термінування кабелю «вита пара».....   | 200        |
| 6.2.4    | Послідовність дій під час обтиску та загальні<br>рекомендації .....  | 204        |
| 6.2.5    | Термінування «витої пари» в модулі, у розетки<br>та патч-панелі .....  | 208        |
| 6.3      | Монтаж кабельних трас .....  | 212        |
| 6.3.1    | Підключення кабелю від ISP.....  | 213        |
| 6.3.2    | Монтаж кабелю в коробах.....   | 215        |
| 6.3.3    | Монтаж кабелю над фальшстелею .....  | 218        |
| 6.3.4    | Монтаж абонентських розеток .....  | 220        |
| 6.4      | Монтажні роботи в серверній кімнаті .....  | 221        |
| 6.4.1    | Організація серверного та кросового приміщень .....  | 221        |
| 6.4.2    | Монтаж телекомунікаційної шафи.....  | 224        |
| 6.5      | Монтаж обладнання в житлових або робочих<br>приміщеннях .....  | 229        |
| 6.6      | Заземлення та грозозахист портів активного<br>обладнання. Запобігання електромагнітним завадам .....                 | 230        |
| 6.7      | Візуалізація результатів монтажу .....   | 232        |
| 6.8      | Підготовка до адміністрування СКС .....  | 234        |
|          | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>  | <i>237</i> |
|          | <i>Лабораторна робота № 6. Обстеження та розширення<br/>кабельного сегмента ЛОМ на базі кабелю «вита пара» .....</i> | <i>237</i> |
|          | <i>Тестові запитання.....</i>  | <i>239</i> |
| <b>7</b> | <b>МАРКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛОМ.....</b>   | <b>241</b> |
| 7.1      | Загальні принципи та вимоги до маркування кабелю,<br>комунікаційних розеток, комунікаційних панелей.....             | 241        |
| 7.1.1    | Маркування компонентів телекомунікаційної шафи....   | 243        |

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 7.1.2     | Маркування кабелів .....  | 244        |
| 7.1.2.1   | Маркування магістральних кабелів .....  | 244        |
| 7.1.2.2   | Маркування кабелів у робочих приміщеннях .....  | 245        |
| 7.1.3     | Маркування обладнання в робочих приміщеннях .....   | 246        |
| 7.1.4     | Маркування портів розеток .....   | 247        |
| 7.1.5     | Маркування оптоволоконних роз'ємів .....  | 249        |
| 7.2       | Технології та обладнання для маркування елементів СКС.....  | 250        |
| 7.2.1     | Термотрансферне маркування .....  | 250        |
| 7.2.1.1   | Друк на вінілових маркерах та аналогах .....  | 250        |
| 7.2.1.2   | Друк на термозбіжних трубках .....  | 251        |
| 7.2.1.3   | Друк на поліуретанових бирках .....   | 253        |
| 7.2.2     | Крапльоструменевий метод маркування .....   | 253        |
| 7.2.3     | Лазерне маркування .....  | 254        |
|           | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>255</i> |
|           | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>255</i> |
| <b>8</b>  | <b>ОТРИМАННЯ СЕРТИФІКАТА СКС .....</b>  | <b>257</b> |
|           | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>259</i> |
|           | <i>Лабораторна робота № 7. Тестування кабельних систем ЛОМ.....</i>   | <i>260</i> |
|           | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>263</i> |
| <b>9</b>  | <b>ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕГМЕНТІВ ЛОМ ....</b>  | <b>264</b> |
| 9.1       | Обґрунтування рішення про використання<br>Wi-Fi-технології .....  | 264        |
| 9.2       | Помилки монтажу під час розгортання мережі Wi-Fi .....  | 266        |
| 9.3       | Залежність пропускну здатності бездротового каналу<br>підключення клієнтів до ЛОМ від режимів роботи<br>Wi-Fi-точок доступу ..... | 269        |
| 9.4       | Дальність роботи Wi-Fi-обладнання .....   | 274        |
| 9.4.1     | Фактори, що впливають на дальність роботи<br>Wi-Fi-обладнання .....   | 274        |
| 9.4.2     | Розрахунок дальності зв'язку під час використання<br>Wi-Fi-обладнання фірми D-Link .....  | 275        |
| 9.5       | Впровадження в ЛОМ перспективних бездротових<br>технологій .....  | 276        |
|           | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>278</i> |
|           | <i>Лабораторна робота № 8. Аналіз радіоефіру та налагодження<br/>Wi-Fi-каналів бездротового обладнання ЛОМ .....</i>              | <i>279</i> |
|           | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>281</i> |
| <b>10</b> | <b>ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТІВ ЛОМ НА БАЗІ<br/>ІСНУЮЧИХ У БУДИНКАХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ .....</b>  | <b>283</b> |
| 10.1      | PLC-технологія .....  | 283        |
| 10.2      | HPNA-технологія .....   | 287        |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 10.3  | HCNA-технологія .....   | 288        |
|   | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>290</i> |
|   | <i>Лабораторна робота № 9. Побудування та експлуатація</i>                                  |            |
|   | <i>ЛОМ, що розгорнута за технологією PLC .....</i>  | <i>290</i> |
|   | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>293</i> |
| <br><b>11 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОТРИМАННЯ НОРМ ОХОРОНИ</b>      |   |            |
|   | <b>ПРАЦІ, ПТБ ТА ППБ.....</b>   | <b>295</b> |
|   | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>298</i> |
|   | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>299</i> |
| <br><b>12 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ</b>        |   |            |
|   | <b>ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ НАПРУГИ ЛОМ .....</b>  | <b>300</b> |
| 12.1  | Вибір системи безперебійного електроживлення .....  | 302        |
| 12.2  | Вибір стабілізатора ЛОМ .....   | 307        |
| 12.3  | Вибір компонентів системи електроживлення ЛОМ .....   | 308        |
| 12.3.1  | Вибір автоматичних вимикачів для<br>сегментів ЛОМ .....                                     | 309        |
| 12.3.2  | Вибір розподільчих електрощитів для<br>сегментів ЛОМ .....                                  | 312        |
| 12.4  | Приклад розрахунку параметрів електроживлення,<br>стабілізації та ДБЖ для захисту ЛОМ ..... | 314        |
|   | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>321</i> |
|   | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>321</i> |
| <br><b>13 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....</b> |   |            |
|   | <i>Контрольні питання для самоперевірки .....</i>   | <i>332</i> |
|   | <i>Тестові запитання.....</i>   | <i>332</i> |
| <br><b>ВИСНОВКИ.....</b>                                |   |            |
| <br><b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>                       |   |            |
| <br><b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК .....</b>                    |   |            |
|   | <i>Додаток А</i> Програмні додатки для вимірювання відстані для<br>ОС Android.....          | 349        |
|   | <i>Додаток Б</i> Основні стандарти з СКС.....   | 351        |
|   | <i>Додаток В</i> Орієнтовні ціни на монтаж елементів СКС .....                              | 356        |

---

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

---

|         |   |
|---------|---|
| АВ      | – автоматичний вимикач  |
| АВДТ    | – автоматичний вимикач диференційного струму<br>(рос. «току»)                         |
| АОЛЗ    | – атмосферні оптичні лінії зв'язку (англ. «FSO»)                                      |
| АТС     | – автоматична телефонна станція   |
| ВДТ     | – візуальний дисплейний термінал  |
| ВОК     | – волоконно-оптичний кабель   |
| ВОЛЗ    | – волоконно-оптична лінія зв'язку   |
| ГОСТ    | – міждержавний стандарт у СНД   |
| ГОСТ Р  | – державний стандарт Російської Федерації   |
| ДБЖ     | – джерело безперебійного живлення   |
| ДБН     | – Державні будівельні норми   |
| ДСанПіН | – Державні санітарні норми та правила   |
| ДСТУ    | – Державний стандарт України  |
| ЕОМ     | – електронна обчислювальна машина   |
| ЕП      | – ескізний проект   |
| ЄСКД    | – Єдина система конструкторської документації<br>(рос. «ЕСКД»)                        |
| ІЧ      | – інфрачервоний зв'язок (англ. «Іr»)  |
| КДЗС    | – комплект деталей захисту зварного стику   |
| КМОП    | – комплементарна логіка на транзисторах метал-оксид-напівпровідник (англ. «CMOS»)     |
| КСВЕ    | – кабельна система виділеного електроживлення   |
| КСЗЕ    | – кабельна система загального електроживлення   |
| ЛОМ     | – локальна обчислювальна мережа (англ. «LAN»)   |
| МЕК     | – Міжнародна електротехнічна комісія (англ. IEC)                                      |
| НД      | – нормативний документ  |
| ПВХ     | – полівінілхлорид (англ. «PVC»)   |
| ПЕОМ    | – персональна електронна обчислювальна машина   |
| ПЗ      | – програмне забезпечення  |
| ПЗВ     | – пристрій захисного вимкнення електроживлення,<br>який реагує на диференційний струм |
| ПЗЗ     | – прилад із зарядовим зв'язком (англ. «CCD»)  |
| ПК      | – персональний комп'ютер (англ. «PC»)   |

|           |   |
|-----------|---|
| ПП        | – периферійний пристрій   |
| ПУЕ       | – Правила улаштування електроустановок                                  |
| РД        | – робоча документація   |
| РП        | – робочий проект  |
| СЗД       | – система зберігання даних  |
| СКБД      | – система керування базою даних   |
| СКС       | – структурована кабельна система (англ. «SCS»)                          |
| СНД       | – Співдружність незалежних держав                                       |
| СПДБ      | – Система проектної документації для будівництва                        |
| СКУД      | – система контролю та управління доступом                               |
| ТБ та ППБ | – технічна безпека та протипожежна безпека                              |
| ТД        | – точка доступу (англ. «AP»)  |
| ТЗ        | – технічне завдання   |
| ТК        | – точка консолідації (англ. «CP»)                                       |
| ТП        | – технічний проект  |
| ТР        | – телекомунікаційна розетка   |
| ТфЗК      | – телефонна лінія загального користування (англ. «PSTN»)                |
| УкрСЕПРО  | – українська національна система сертифікації продукції (робіт, послуг) |
| ЦОД       | – центр обробки даних, дата-центр                                       |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

---

|               |   |
|---------------|---|
| AFNOR         | – Французька асоціація зі стандартизації (фр. «Association Francaise de Normalization»)                                 |
| ANSI          | – American National Standards Institute (укр. «Американський національний інститут зі стандартизації»)                  |
| AP            | – Access Point (укр. «точка доступу»)   |
| APS           | – Active Pixel Sensors  |
| ARJ           | – Augmented Registered Jack   |
| AVR           | – Automatic Voltage Regulation  |
| BS, BSI       | – British Standards Institution (укр. «Британська організація зі стандартизації»)                                       |
| BS EN         | – Стандарт EN, викладений англійською мовою   |
| CEN           | – European Committee for Standardization (укр. «Європейський комітет зі стандартизації»)                                |
| CENELEC       | – European Committee for Electrotechnical Standardization (укр. «Європейський комітет електротехнічної стандартизації») |
| CCA           | – Copper Clad Aluminium   |
| CCD           | – Charge-Coupled Device (укр. «ПЗЗ»)  |
| CCS           | – Copper Clad Steel   |
| CIDR          | – Classless Inter-Domain Routing  |
| CMOS          | – Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (укр. «КМОП»)   |
| CP            | – Consolidation Point (укр. «точка консолідації»)   |
| CP Transition | – Consolidation Point Transition Cable  |
| Cable         | (укр. «транзитні лінії»)  |
| DIN           | – Німецький інститут зі стандартизації (нім. «Deutsches Institut fur Normung»)  |
| DIN EN        | – стандарт EN, викладений німецькою мовою   |
| DNS           | – Domain Name System  |
| DSL           | – Digital Subscriber Line   |
| E             | – Ethernet  |
| EF            | – Entrance Facility (telecommunications)  |
| EIA           | – Energy Information Administration   |
| EN            | – European Standard (укр. «Європейський стандарт, прийнятий CEN, CENELEC або ETSI»)                                     |
| ER            | – Equipment Room (укр. «серверне приміщення, апаратна»)   |
| IETF          | – Internet Engineering Task Force (укр. «Інженерна рада Інтернету»)   |
| ETSI          | – European Telecommunications Standards Institute (укр.   |

|          |   |
|----------|---|
|          | «Європейський інститут стандартизації телекомунікацій»)                                     |
| IDC      | – Insulation Displacement Contact   |
| IPMI     | – International Project Management Institute  |
| IrDA     | – Infrared Data Association   |
| ISM      | – Industry, Science, Medicine   |
| FC       | – Fast Connectors (Optical Fiber Connector, укр. «конектори швидкого монтажу»)              |
| FE       | – Fast Ethernet   |
| FSO      | – Free Space Optics (укр. «АОЛЗ»)   |
| FTP      | – Foiled Twisted Pair (укр. «фольгована вита пара»)   |
| GB       | – китайський стандарт, прийнятий організацією SAC   |
| GBIC     | – GigaBit Interface Converter   |
| GE, GbE  | – Gigabit Ethernet  |
| GG       | – GigaGate  |
| GPL      | – General Public License  |
| HC       | – Horizontal Cabling (укр. «горизонтальне кабелювання», рос. «горизонтальное каблирование») |
| HCNA     | – HPNA на коаксіальному кабелі  |
| HPNA     | – Home Phoneline Networking Alliance, HomePNA   |
| IANA     | – Internet Assigned Numbers Authority   |
| IDC      | – Insulation-Displacement Connection  |
| IEC      | – International Electrotechnical Commission (укр. «МЕК», рос. «МЭК»)                        |
| IEEE     | – Institute of Electrical and Electronics Engineers   |
| IP       | – Internet Protocol   |
| IP Code  | – Ingress Protection Rating (укр. «ступінь захисту корпусу пристрою»)                       |
| IPMI     | – International Project Management Institute  |
| IPTV     | – Internet Protocol Television  |
| ISM      | – Industrial, Scientific and Medical (укр. «для промислових, наукових і медичних цілей»)    |
| ISO      | – International Organization for Standardization  |
| ISP      | – Internet Service Provider   |
| JIS, JSA | – Japanese Standards Association (укр. «Японська асоціація зі стандартизації»)              |
| LAN      | – Local Area Net (укр. «ЛОМ»)   |
| LC       | – Lucent Connectors (Optical Fiber Connector)   |
| Li-Fi    | – Light Fidelity  |
| LSZH     | – Low Smoke Zero Halogen (LS, LS0H)   |
| MDI      | – Medium Dependent Interface  |



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

|              |   |
|--------------|---|
| MDIX         | – Medium Dependent Interface with Crossover   |
| MDU          | – Multiple Distribution Unit  |
| MM           | – Multi Mode (Optical Fiber)  |
| MPLS         | – Multiprotocol Label Switching   |
| MUTOA        | – Multi User Telecommunication Outlet Assembly<br>(укр. «багатокористувальницька телекомунікаційна розетка»)  |
| N            | – Neutral (укр. «нейтральний провідник»)  |
| NAT          | – Network Address Translation (укр. «трансляція мережевих адрес з публічних у локальні та навпаки»)   |
| NIST         | – National Institute for Standards and Technology<br>(укр. «Національний інститут стандартів і технологій США (при урядовому департаменті торгівлі)») |
| NVP          | – Nominal Velocity of Propagation   |
| PAN          | – Private Aerial Net  |
| PDU          | – Power Distribution Unit   |
| PE провідник | – Protective Earthing (укр. «захисний провідник» – у системах електроживлення)  |
| PE           | – (укр. «поліетилен» – у зовнішніх оболонках кабелю «вита пара»)  |
| PiMF         | – Pairs in Metal Foil   |
| PLC          | – Power Line Communication  |
| PMI          | – Project Management Institute  |
| PoE          | – Power over Ethernet   |
| PSTN         | – Public Switched Telephone Network<br>(укр. «ТфЗК», рос. «ТфОП»)   |
| PVC          | – Poly Vinyl Chloride (укр. «ПВХ»)  |
| RF           | – Radio Frequency   |
| RJ           | – Registered Jack   |
| SAC          | – Standardization Administration of China   |
| SC           | – Subscriber Connector (Optical Fiber Connector)  |
| SCS          | – Structured Cabling System (укр. «СКС»)  |
| ScTP         | – Screened Twisted Pair   |
| SFP          | – Small Form-factor Pluggable   |
| SFTP         | – Shielded Foiled Twisted Pair (укр. «екранована фольгована «вита пара»»)   |
| SM           | – Single Mode (Optical Fiber)   |
| SMB          | – Small Medium Business   |
| SOHO         | – Small Office Home Office  |

|       |  |
|-------|--|
| ST    | – Straight Tip (Optical Fiber Connector)   |
| STP   | – Shielded Twisted Pair  |
| TIA   | – Telecommunications Industry Association  |
| TC    | – Telecommunications Closet (укр. «телекомунікаційна шафа»)                      |
| TR    | – Telecommunications Room (укр. «телекомунікаційна шафа» або «серверна кімната») |
| UFIR  | – Ultra Fast Infrared  |
| UPS   | – Uninterruptible Power Supply (укр. «ДБЖ»)                                      |
| UTP   | – Unshielded Twisted Pair  |
| VFIR  | – Very Fast Infrared   |
| VLC   | – Visible Light Communication (Li-Fi)  |
| VLSM  | – Variable Length Subnet Masking   |
| VoD   | – Video on Demand  |
| VPN   | – Virtual Private Network  |
| VLAN  | – Virtual Local Area Net   |
| WA    | – Work Area (укр. «робоче місце»)  |
| WAN   | – Wide Area Net  |
| WDS   | – Wireless Distribution System   |
| Wi-Fi | – Wireless Fidelity  |
| WISP  | – Wireless Internet Service Provider   |

---

## ПЕРЕДМОВА

---

Проектування і монтаж комп'ютерної мережі необхідно починати із з'ясування всіх функціональних завдань, які вони повинні виконувати, а також із вибору необхідних для цього топології мережі, протоколів та середовища передачі даних. Отримана інформація дасть можливість правильно вибрати найкращу технологію передачі даних у мережі, а отже, і дібрати необхідне обладнання для створення мережі.

Проектування локальної обчислювальної мережі (ЛОМ; англ. Local Area Network – LAN) – найважливіша частина роботи, яку необхідно виконати до монтажу та інсталяції мережі. В основу проектування мережі закладаються її основні характеристики: масштабованість, керованість, продуктивність, довговічність [75]. Тільки в такому випадку можна забезпечити всім працівникам спільну роботу з документацією та з додатками, наявними на серверах, надати як спільний доступ до всіх внутрішньомережевих сервісів, так і одночасний доступ користувачів до ресурсів глобальної обчислювальної мережі (ГОМ, англ. Wide Area Network – WAN).

Проектування ЛОМ передбачає складання докладної схеми майбутньої мережі, а також кошторису, в якому будуть враховані витрати на необхідне устаткування та необхідні роботи.

Після етапу проектування виконується монтаж мережі. Згідно з проектом відбувається прокладка кабелів, охоплюються всі пристрої, які необхідно задіяти в мережі – комп'ютери, периферійні пристрої (принтери, сканери, багатофункціональні пристрої MFU та ін.), телефони, системи відеоспостереження, охоронна і пожежна сигналізація. Виконується монтаж необхідного обладнання. У разі використання бездротових мереж, заснованих на технології Wi-Fi, необхідність у прокладці кабелів відпадає, виконується лише налаштування Wi-Fi-мережі.

Найчастіше для забезпечення інформаційного обміну підприємства в цілому виконується впровадження структурованої кабельної системи (СКС, англ. Structured Cabling System – SCS) як необхідного технічного фундаменту для побудови інформаційних і автоматизованих систем. СКС дозволяє звести в єдину систему безліч інформаційних сервісів різного призначення (локальні обчислювальні і телефонні мережі, електромережі, системи безпеки, відеоспостереження, сигналізації й т. п.).

Для підключення до сегмента ЛОМ нестационарних робочих місць (користувачів з ноутбуками й т. п.), а також за необхідності організувати в кампусі організації Wi-Fi-сегменти ЛОМ між кількома будинками (які

перебувають на досить великій відстані один від одного), або в іншій ситуації, коли неможливо створити проводову інфраструктуру (віддалені офіси, навчальні корпуси і т. п.), до складу ЛОМ включають бездротові сегменти.

У запропонованому навчальному посібнику розглянуто методику проектування та особливості монтажу ЛОМ, що працюють за технологією Ethernet, з урахуванням правил побудовання СКС. Наведено рекомендації щодо включення до корпоративної ЛОМ бездротових сегментів. Посібник також містить приклади виконання та оформлення документації згідно з вимогами чинних в Україні нормативних документів. Наведені методичні рекомендації та приклади проектною документації можуть бути оформлені під час навчального процесу у вигляді курсової роботи з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для студентів спеціальностей галузей знань 0403 «Системні науки» і 0501 «Інформатика та обчислювальна техніка» [60].

Навички, які отримує студент під час проектування сегмента ЛОМ та опанування навичок монтажу мережевих компонентів, необхідні в подальшій професійній діяльності фахівця з інформаційних технологій.

Робота студентів із проектуванням комп'ютерних мереж не ставить перед собою завдання наскрізного проектування з детальним виготовленням усіх документів, необхідних для фізичного побудовання мережі будь-якого рівня. Але з метою опанування всіх необхідних на різних етапах проектування та монтажу ЛОМ навичок доцільним вважається ознайомлення з вимогами та виконання будь-якої частини з абсолютно всіх складових документації, передбаченої відповідними нормативними документами.

Під час вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі» перед студентами стоять такі основні завдання:

- вибирати конфігурацію комп'ютерної мережі;
- обирати тип і структуру комп'ютерної мережі;
- проектувати комп'ютерні мережі;
- розгортати комп'ютерні мережі;
- проводити підготовку комп'ютерної мережі до адміністрування та експлуатації.

Розмір розділів цього навчального посібника не є відображенням важливості того чи іншого етапу проектування та монтажу комп'ютерних мереж. Більш глибоко та ретельно написаний той матеріал, якому приділяється менша увага під час лекцій та лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерні мережі».

Сьогодні комп'ютерні мережі є необхідним підґрунтям бізнесу, освіти, державного управління та домашніх комунікацій.

Основою інформаційної інфраструктури сучасного підприємства є СКС, що дозволяє звести в єдину систему безліч інформаційних сервісів

різного призначення (локальні обчислювальні і телефонні мережі, електромережі, системи безпеки, відеоспостереження, сигналізації та ін.). Вимоги щодо організації ЛОМ з обов'язковим побудуванням СКС є не тільки побажанням технічних фахівців, а виставляються і в комерційних, і в державних урядових організаціях [110].

Найчастіше СКС використовує як передавальне середовище неекрановану або екрановану виту пару категорії 5Е, 6 та 6А, а також одномодовий і багатомодовий волоконно-оптичний кабель.

Виділяють такі стандарти, які на сьогодні надають найбільш повну інформацію про те, як правильно виконати монтаж СКС:

- міжнародний ISO/IEC 11801:2002 Information Technology. Generic Cabling for Customer Premises;
- європейський CENELEC EN 50173-3:2008 Information Technology. Generic Cabling Systems;
- американський ANSI/EIA/TIA-568-C Commercial Building Telecommunications Wiring Standard (February 2009);
- російський ГОСТ Р 53246-2008 (дата введення 2010-01-01).

Оскільки в Україні станом на 01 вересня 2013 р. немає прийнятих національних нормативних документів, при проектуванні СКС звичайно керуються вимогами вищезазначених документів, віддаючи перевагу європейським стандартам.

Навчальний посібник містить витяги з державних [39-45], між-державних [25-29] стандартів, пояснень до них та приклади оформлення структурних елементів проекту ЛОМ. При проектуванні, монтажі, підготовці до адміністрування та експлуатації ЛОМ рекомендується спиратися на вітчизняні державні стандарти, відомчі і галузеві нормативні документи, також на технічні умови і норми проектування фірм-виготівників обладнання та накопичений досвід системних інтеграторів у галузі проектування комп'ютерних мереж [63].

У цьому навчальному посібнику використовуються терміни та визначення понять, які наведені в Законі України «Про телекомунікації» [106], стандартах Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК; англ. акронім<sup>1)</sup> IEC – International Electrotechnical Commission), Міжнародної організації зі стандартизації (англ. акронім ISO), російських ГОСТ, національних ДСТУ та словниках, інших нормативних документах за фаховою направленістю у галузі інформаційних технологій.

Терміни, що використовуються в навчальному посібнику, відповідають за тлумаченням аналогічним термінам англійською та російською мовами [23; 96].

---

<sup>1)</sup> Акронім – аббревіатура, що складається з початкових літер або звуків слів твірного словосполучення [40].

---

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ. ВИХІДНІ ДАНІ

---

## 1.1 Загальні вимоги та завдання проектування ЛОМ

Набуття практичних навичок проектування сегментів ЛОМ повинно супроводжуватись оформленням необхідної документації відповідно до вимог і правил, установлених Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), іншими чинними нормативно-технічними документами [25-27; 43; 44].

У межах навчального посібника не розглядається підключення ЛОМ до міської (глобальної) мережі. Таким чином, не розглядаються технології «останньої милі» підключення до оператора зв'язку (провайдера послуг Інтернет), оренда «темного» оптоволокна, прокладання власного кабелю або встановлення бездротових систем між будівлями кампусу. Предметом розгляду є сукупність основних технологій «останнього дюйму», які на теперішній час використовуються в локальних мережах для доставки інформаційних послуг безпосередньо на робоче місце абонентам.

Однак вбачається, що наданий план є частковим планом від усього будинку, який також може бути багатоповерховим, тобто необхідно передбачити засоби підключення зовнішніх каналів (точку входу до будівлі), місце розташування серверної кімнати (англ. Telecommunications Closet – TC або Telecommunications Room – TR), магістральне підключення сегмента ЛОМ, що проектується, до ресурсів серверів (комунікаційного обладнання), розташованих у будівлі (інших будівлях кампусу), можливо, на інших поверхах. Таке підключення повинно бути відображено на структурній схемі, яка додається до проекту. Доцільно передбачити встановлення на поверсі з сегментом ЛОМ телекомунікаційної шафи.

Кількість і розташування комп'ютерів та іншого обладнання, яке може бути підключеним до ЛОМ (мережеві принтери, побутова техніка з комп'ютерними портами, торгівельне обладнання, комунікаційне обладнання тощо), у кожному приміщенні визначається проєктантом самостійно, зважаючи на вимоги нормативно-правових документів та призначення приміщень [15; 38; 86].

При проектуванні ЛОМ виконуються нижченаведені завдання [51]:

а) вибір мережевої технології (або декількох технологій);

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

- б) вибір топології мережевих з'єднань;
- в) визначення переліку необхідного активного і пасивного мережевого обладнання і типу кабельної системи, складання специфікації;
- г) розробка схеми кабельної розводки та розміщення робочих станцій, серверів та іншого мережевого обладнання;
- д) розрахунок параметрів електроспоживання і стабілізації живлячої напруги та визначення переліку необхідного обладнання;
- е) опрацювання та опис необхідних правил техніки безпеки (ПТБ) та протипожежної безпеки (ППБ) при експлуатації ЛОМ відповідно до норм чинного законодавства;
- ж) визначення переліку необхідних інструментів та видаткових матеріалів для монтажу ЛОМ, розрахунок їхньої вартості, складання специфікації та кошторису.

За результатами виконання роботи передбачається складання розрахунково-пояснювальної записки, зміст та вимоги до якої наведено в розділах цього навчального посібника.

До складу розрахунково-пояснювальної записки входять:

- вступна частина (титул, завдання, анотація, зміст, перелік скорочень);
- основна частина (технічне завдання, проект, робоча документація);
- заключна частина (висновки з вказанням методів та засобів, використаних для виконання проектної документації; перелік посилань).

Етапи життєвого циклу СКС:

- надання Замовником технічних вимог або технічного завдання;
- розробка проектної документації;
- монтажні роботи;
- здача робіт;
- експлуатація;
- модернізація.

Фірма, яка пропонує свої послуги з проектування і монтажу СКС та ЛОМ, згідно з Ліцензійними умовами провадження господарської діяльності в будівництві, пов'язаної зі створенням об'єктів архітектури та Переліком робіт провадження господарської діяльності у будівництві, пов'язаної зі створенням об'єктів архітектури [78], повинна мати право виконувати роботи за підрозділами розділу 5.00.00 МОНТАЖ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ:

- 5.01.07 Електропостачання, електрообладнання і електроосвітлення;
- 5.01.09 Зв'язку, сигналізації, радіо, телебачення, інформаційних.

Тобто при проектуванні комп'ютерної мережі інстальатор повинен одночасно проектувати також й електричну мережу.

Таку ліцензію наведено на рис. 1.1. На рис. 1.1 та надалі з копій документів вилучені назви фірм-інстальаторів СКС, тому що такі копії надані з навчальною метою, а не задля реклами вказаних фірм.

Отримання сертифіката та гарантії на СКС можливе, якщо фірма-виконавець ЛОМ має сертифікат інстальатора (рис. 1.2) структурованих кабельних систем (фірми R&M, AMP Netconnect, Molex PN, Vinet, Panduit, Legrand або ін.) з повноваженнями здійснювати проектування, встановлення систем, а також надавати розширену гарантію на СКС на 10-25 років.

На жаль, частка сертифікованих проектів в Україні на теперішній час складає менше 20 % [95]. Це можна пояснити недостатніми знаннями фахівців усіх етапів та складових проектів ЛОМ. Ця проблема потребує вирішення майбутніми спеціалістами на стадії навчання наскрізних задач проектування, монтажу, випробувань та оформлення документації з побудування ЛОМ. Також необхідно приділяти достатню увагу вивченню, перевірці чинності та застосуванню державних стандартів, інших нормативних документів та нормативно-правових актів у галузі комп'ютерних мереж [46; 63].



*Рисунок 1.1 – Зразок ліцензії системного інтегратора*



*Рисунок 1.2 – Сертифікат інстальатора СКС*



## 1.2 Нормативні документи для проектування ЛОМ

Поки в Україні немає обов'язкових державних вимог щодо застосування тих чи інших стандартів для проектування ЛОМ; інсталювальники і споживачі СКС можуть використовувати ті або інші документи на свій вибір і перевагу [63].

В основних міжнародних та європейських стандартах (табл. 1.1) розглядаються основні принципи побудови мереж, їхня структура і мінімальна конфігурація, вимоги до окремих кабельних ланцюгів, до введення в дію, процедура приймання та інші корисні відомості.

*Таблиця 1.1 – Область застосування стандартів на СКС*

| Специфікація стандарту | Міжнародні                               | Європейські                              |
|------------------------|--|--|
| Конструкція            | ISO/IEC 11801                            | EN 50173                                 |
| Проектування           | ISO/IEC TR 14763-2                       | EN 50174-1<br>EN 50174-2<br>PrEN 50174-3 |
| Інсталяція             | ISO/IEC TR 14763-2<br>ISO/IEC TR 14763-3 | EN 50174-1<br>EN 50174-2<br>PrEN 50174-3 |
| Експлуатація           | ISO/IEC 14763-1                          | EN 50174-1                               |

Залежно від предметної області (галузі діяльності) підприємства, для якого виконується зазначений проект, в Україні повинні бути використані різні нормативні документи (табл. 1.2). Чинність нормативних документів (НД) можна перевірити у Професійній нормативно-правовій бібліотеці «НОРМАТИВ ПРО», де розміщений Перелік чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів станом на 1 січня 2014 року [53], або в базі нормативних документів НД ДП «УкрНДНЦ» [21].

*Таблиця 1.2 – Стандарти і нормативні документи щодо СКС, які використовують в Україні*

| Проектування  | Монтаж   | Експлуатація  | Пожежна безпека, заземлення   |
|---|--|---|---|
| 1. ВБН В.2.2-45-1-2004 Держкомзв'язку України. Проектування телекомунікацій. Лінійно-кабельні споруди | 1. ВСН 600-81 Інструкція по монтажу сооружений и устройств связи, радиовещания и телевидения | 1. КНД 45-093-97 Тимчасове керівництво з експлуатації ВОЛЗ міських телефонних мереж | 1. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва |
| 2. ДБН А.2.2-4-2003 Положення про авторський нагляд за будівництвом                                   | 2. ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва                                       | 2. КНД 45-117-99 Інструкція щодо аварійно-відновлювальних                           | 2. ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки     |

## І. М. Журавська

| Проектування  | Монтаж  | Експлуатація  | Пожежна безпека, заземлення  |
|---|---|---|--|
| будинків і споруд   |   | робіт на волоконно-оптичних лініях зв'язку  | та методи випробування   |
| 3. ДБН А.2.2-3-2012 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва                                   | 3. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства  | 3. КНД 45-189-2003 Керівництво з експлуатації лінійно-кабельних споруд місцевих мереж зв'язку | 3. ГОСТ 464-79 Заземления для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радио-трансляционных узлов проводного вещания и антенн систем коллективного приема телевидения. Нормы сопротивления |
| 4. ВСН 205-84 Інструкція по проектуванню електроустановок систем автоматизації технологічних процесів   | 4. ГОСТ 23594-79 Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Маркировка        |   | 4. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ)  |
| 5. ДСТУ Б А.2.4-40:2009 Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах | 5. КНД 45-141-99* Керівництво щодо будівництва лінійних споруд волоконно-оптичних ліній зв'язку |   |  |
| 6. ДСТУ Б А.2.4-42:2009 Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Робочі креслення                               |   |   |  |

Як рекомендації при проектуванні та монтажі СКС можна використовувати положення ГОСТ Р 53246-2008 «СКС. Проектирование основных узлов системы. Общие требования» та ГОСТ Р 53245-2008 «СКС. Монтаж основных узлов системы. Методы испытаний» [30].

Деталізований перелік міжнародних стандартів із СКС та гармонізованих з ними вітчизняних НД наведено в додатку Б.

### **1.3 Вибір програмного середовища при оформленні документації ЛОМ**

Нині найчастіше застосовуються програмні продукти платформи Microsoft:

- для розрахунків використовуються можливості MS Excel;
- для оформлення звіту як текстової документації та складових курсової роботи як проектної документації використовується MS Word;
- для виконання графічної частини та креслень використовується MS Visio та MS Paint.

У разі використання програмних продуктів цієї фірми необхідно зазначити використану версію MS Office та вказати її ринкову вартість на час виконання роботи (в національній валюті та у. о.) з посиланням на джерело інформації.

Але платформа Microsoft (незважаючи на розповсюдженість зазначених програмних продуктів) не є єдиним можливим вибором.

Позитивних результатів можна також досягти при використанні відповідних складових пакетів OpenOffice.org (вільно розповсюджуваний варіант Sun StarOffice), GNOME Office, Corel Designer Technical Suite та ін.

Для того, щоб перевести в електронну форму креслень приміщень, де розгортається ЛОМ, може бути використаний Autodesk AutoCAD [118], Microsoft Visio, Dia або інший графічний редактор.

На сьогодні достатньо популярною є система робочого 2D-проекування (креслення) nanoCAD (розроблена російською компанією «ЗАО «Нанософт»»). Існує комерційний варіант програми (нп., nanoCAD 4.0) та відповідний йому за функціями безкоштовний варіант (нп., nanoCAD free 3.7). Обидва варіанти підтримують формат DWG, який фактично є основним форматом CAD-систем.

Для використаного ПЗ треба зробити висновки щодо конвертаційних форматів (растрових та векторних) максимально можливого розміру відображення створених зображень приміщень із ЛОМ (у метричних одиницях).

З вільно розповсюджуваних пакетів, найбільш близьких за функціональністю до векторного графічного редактора MS Visio, можна виділити безкоштовний кросплатформений редактор схем та діаграм Dia (частина GNOME Office, яка може бути встановлена незалежно від офісного пакету). Dia дозволяє експортувати та зберігати діаграми у формати SVG (Scalable Vector Graphics), PNG (Portable Network Graphics), JPEG (Joint Photographic Experts Group) та у формат VDX, сумісний із Microsoft XML for Visio Drawing.

Необхідно зазначити, для виконання яких завдань був використаний кожний програмний продукт, та вказати перед назвою самого продукту фірму-виробника цього продукту, наприклад: **Autodesk 3DStudio Max 2009, MS Visio 2013.**

Крім того, для кожного програмного продукту обов'язково зазначається його ціновий статус.

На теперішній час для ПЗ найчастіше застосовуються такі цінові статуси:

- а) OnlySale (необхідно вказати актуальну вартість продукту);
- б) ShareWare (необхідно вказати обмеження на використання та поширення продукту);
- в) GPL та FreeWare.

Наприклад, вартість ліцензованого пакету програм MS Office 365 Professional Plus 1400 грн, а термін використання – 1 рік з можливістю продовження ліцензії.

## **1.4 Створення плану приміщення**

Для створення плану приміщення можна відсканувати звичайні плани евакуації або витяги з техпаспорта на будівлю. Оцифрований план знадобиться для виконання розрахунків, розробки проекту і робочої документації.

Також план та креслення приміщень можуть бути розроблені на підставі безпосереднього («польового») вимірювання розмірів існуючих приміщень. Такі вимірювання можуть бути виконані як із застосуванням звичних будівельних інструментів (рулетка, рівень, лазерний далекомір та ін.), так і програмним шляхом. Наприклад, останнім часом з'явилась велика кількість програм під ОС Android, за допомогою яких можна визначати відстані від девайса до якого-небудь предмета, обчислювати висоту або площу приміщення, будівлі тощо. На сьогодні таких програм уже кілька десятків, інформацію про найбільш популярні з них наведено в додатку А (табл. А.1).

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Вибрати і завантажити такий додаток-далекомір можна (у більшості випадків безкоштовно) через Інтернет-магазин Google Play Store [3]. Платні версії мають більш розширений функціонал, наприклад, для самостійного калібрування додатка користувачем, якщо вимірювання неточне.

На плани поверхів відповідно до ДСТУ Б А.2.4-7:2009 наносять [41]:

- а) координаційні осі будинку;
- б) розміри, що визначають відстань між координаційними осями і прорізами, товщину стін і перегородок, інші необхідні розміри на розсуд автора проекту;
- в) лінії розрізів проводять, як правило, з таким розрахунком, щоб у розріз попадали прорізи вікон, зовнішніх воріт і дверей (рис. 1.3);
- г) позиції (марки) елементів будинків (споруд), заповнення прорізів воріт і дверей (крім тих, що входять до складу щитових перегородок), сходів тощо.

Допускається позиційне позначення прорізів воріт і дверей вказувати в кружках діаметром 5 мм;

- д) позначення вузлів і фрагментів планів;
- е) назва приміщень (технологічних ділянок), їхні площі, категорії за вибухопожежною і пожежною небезпекою (крім житлових будинків).

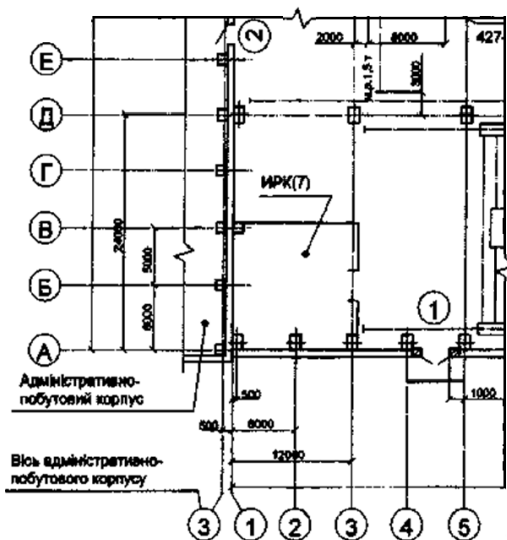


Рисунок 1.3 – Позиційне позначення прорізів на плані будівлі за ДСТУ Б А.2.4-7:2009

Площі проставляють у нижньому правому куті приміщення (технологічної ділянки) і підкреслюють.

Допускається найменування приміщень (технологічних ділянок), їхні площі і категорії наводити в експлікації згідно з формою ДСТУ Б А.2.4-7:2009 (рис. 1.4).

| Номер приміщення | Найменування | Площа, м <sup>2</sup> | Кат.* приміщення |
|------------------|--------------|-----------------------|------------------|
| 15               | 130          | 20                    | 20               |

Примітка: \*Категорія з вибухопожежної та пожежної небезпеки

*Рисунок 1.4 – Форма експлікації приміщень за ДСТУ Б А.2.4-7:2009*

У цьому випадку на планах замість найменування приміщень (технологічних ділянок) проставляють їхні номери.

На плані також треба вказати висоту приміщень, міжповерхові шахти (стояки) – силові і слабкострумові.

### **1.4.1 Нанесення розмірів на креслення**

Нанесення розмірів на будівельних кресленнях виконується за ДСТУ ГОСТ 2.307-2013 ЄСКД. Нанесення розмірів і граничних відхилів [44].

Креслення починають із креслення плану будівлі в масштабі 1:100 (рис. 1.5) або 1:200, фрагменти планів розміщення окремих служб – у масштабі 1:50 або 1:20.

На будівельних кресленнях замість стрілок зазвичай застосовують засічки на перетині розмірних і виносних ліній, при цьому розмірні лінії повинні виступати за крайні виносні лінії від 1 до 3 мм. Засічки у вигляді товстих основних ліній довжиною 2 – 4 мм проводять під кутом 45° до розмірної лінії.

На вільному місці, бажано ближче до правого нижнього кута плану кожного приміщення, проставляється його площа, вирахована з точністю до 0,01 кв. м. Цифра, що визначає площу приміщення, підкреслюється товстою лінією (цифра пишеться шрифтом № 3, 5).

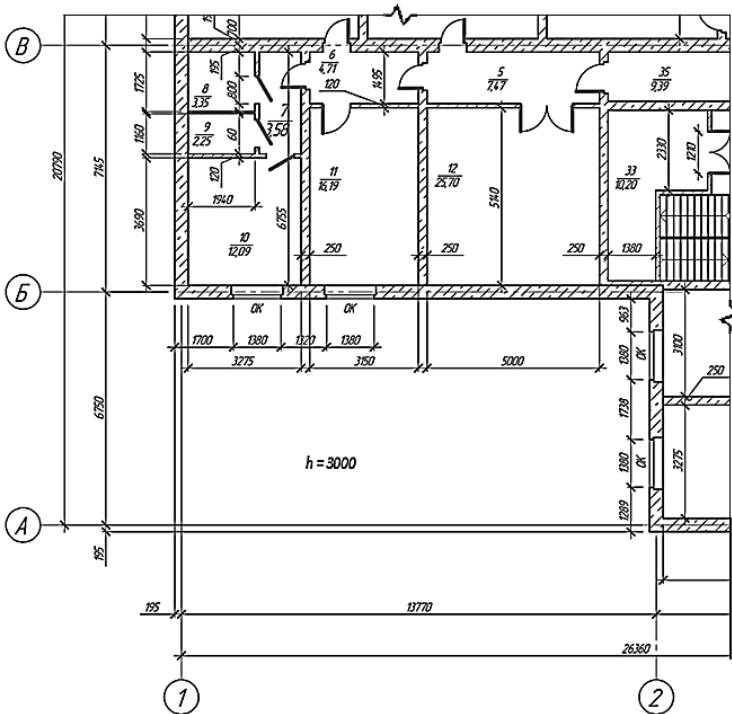


Рисунок 1.5 – Правила нанесення лінійних розмірів та площ на кресленнях

При нестачі місця для засічок їх можна замінювати чітко нанесеними точками.

Розміри, як і на машинобудівних кресленнях, зазначаються в міліметрах (без позначення одиниці вимірювання), але наносяться у вигляді ланцюжка.

### 1.4.2 Графічні позначення на кресленнях матеріалів будівлі

У перерізах на кресленнях будівлі, де прокладається ЛОМ, використовуються графічні позначення матеріалів, наведені в табл. 1.3 [26].

*Таблиця 1.3 – Графічні позначення матеріалів на кресленнях приміщень*

| <b>Матеріал</b>   | <b>Позначення</b>   |
|---|---|
| 1. Метали та тверді сплави  |  |
| 2. Неметалеві матеріали, у тому числі волокнисті монолітні і плиткові (пресовані), за винятком зазначених нижче |  |
| 3. Деревина   |  |
| 4. Камінь природний   |  |
| 5. Кераміка і силікатні матеріали для кладки  |  |
| 6. Бетон  |  |
| 7. Скло та інші світлопрозорі матеріали   |  |

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке технології «останнього дюйму»?
2. Які етапи життєвого циклу СКС?
3. Чи є інсталяція СКС ліцензійним видом діяльності?
4. Які роботи належать до монтажу інженерних мереж?
5. Які міжнародні та міждержавні організації займаються стандартизацією СКС?
6. Яке програмне забезпечення використовується для креслення ЛОМ?
7. За якими ціновими статусами випускається ПЗ?
8. Які дані треба зазначити на плані будівлі для розгортання ЛОМ?
9. Що обов'язково зазначається в експлікації приміщень для розрахунку кількості встановлених об'єктів ЛОМ?
10. В якому масштабі виконується креслення будівлі для розгортання ЛОМ?
11. Навіщо на кресленнях будівлі зазначається матеріал стін?



**Тестові запитання**

1. *Оберіть акронім, що позначає Міжнародний союз електро-зв'язку:*

- а) IAB;
- б) ISO;
- в) ITU;
- г) OSI.

2. *Оберіть акронім, що позначає Інститут інженерів електро-техніки і електроніки:*

- а) ETSI;
- б) IEEE;
- в) ANSI;
- г) IETF.

3. *Скорочення WAN використовується для позначення:*

- а) глобальних обчислювальних мереж;
- б) локальних обчислювальних мереж;
- в) міських обчислювальних мереж.

4. *Мережі підрозділяються на:*

- а) локальні мережі (LAN);
- б) мережі мегаполісів (MAN);
- в) глобальні мережі (WAN);
- г) міські мережі (GAN).

5. *Розміри на кресленнях будівлі для розгортання ЛОМ наносяться в:*

- а) мм;
- б) см;
- в) дюймах.

6. *За яким масштабом виконуються креслення будівлі для розгортання ЛОМ:*

- а) 1:100;
- б) 1:200;
- в) 1:20;
- г) 1:50.

---

## **2 ПЕРЕЛІК ТА ВМІСТ ОBOB'ЯЗКОВИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА СТВОРЕННЯ ЛОМ**

---

На теперішній час у нашій країні не існує стандарту, який визначав би СКС як технічний об'єкт, а також відсутні правила її проектування. Тому проектні роботи з реалізації системи ведуться з використанням найбільш близьких керівних матеріалів. Одним із таких нормативних документів є ДБН А.2.2-3-2012 «Склад та зміст проектної документації для будівництва», зважаючи на те, що системні інтегратори СКС для проведення зазначеного виду діяльності повинні отримувати ліцензію Держбуду України (див. рис. 1.1).

У ДБН А.2.2-3-2012 визначені такі стадії проектування [35]:

- техніко-економічне обґрунтування (ТЕО);
- техніко-економічний розрахунок (ТЕР);
- ескізний проект (ЕП);
- проект (П);
- робочий проект (РП);
- робоча документація (Р).

Оскільки кількість осіб, які постійно перебувають на території ЛОМ, можна оцінювати як 50 – 300, то за Прикладом В.7 додатка В і критеріями табл. А.1 додатка А ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» приміщення з ЛОМ можна визначити, як об'єкт III категорії складності об'єкта проектування, і згідно з п. 4.8.2 ДБН А.2.2-3-2012 проектування сегмента ЛОМ можна здійснювати в дві стадії:

1. Проект (П);
2. Робоча документація (Р).

Крім того, зважаючи на те, що ЛОМ є автоматизованою системою, обов'язковим є попереднє складання технічного завдання (ТЗ) за ГОСТ 34.602-89 [28]. Проектна, кошторисна документація і виконавська повинні відповідати чинним стандартам (див. табл. 1.1).

Стадії проектування ЛОМ альтернативно можуть бути визначені згідно з ГОСТ 34.201-89:

1. Технічне завдання (ТЗ);
2. Ескізний проект (ЕП);

3. Технічний проект (ТП);
4. Робоча документація (РД).

У будь-якому випадку першою стадією є ТЗ на створення автоматизованої системи відповідно до вимог ГОСТ 34.602-89 [28].

Зважаючи на навчальну, а не комерційну мету проектування, деякі складові зазначених стадій у роботах студентів (лабораторних, курсових та ін.) можуть бути надані у скороченому вигляді, сумішені в єдиний документ або випущені (якщо є деталізацією основних типів документів та не мають самостійного значення).

### **2.1 Вимоги до технічного завдання**

У технічному завданні відповідно до вимог ГОСТ 34.602-89 [28] повинна бути відображена така інформація:

- загальні відомості;
- призначення та мета створення ЛОМ;
- характеристика об'єктів, поєднаних у ЛОМ;
- вимоги до ЛОМ;
- склад та зміст робіт зі створення ЛОМ;
- порядок контролю та прийняття ЛОМ;
- вимоги до складу й змісту робіт з підготовки ЛОМ до вводу в дію;
- вимоги до документування;
- джерела розробки.

Із прикладами розроблених та узгоджених із замовниками технічних завдань можна ознайомитись на сайтах інсталяторів України [57].

#### **2.1.1 Склад загальних відомостей**

У загальних відомостях зазначається орієнтовний замовник (галузь діяльності) проекту ЛОМ, основні характеристики будівлі (висота приміщення, матеріал та товщина стін і перегородок, конструкція стелі і підлоги тощо). Наприклад, «Висота приміщення 3,0 м. Товщина зовнішніх стін становить 390 мм, а товщина перегородок – 250 мм. Матеріал стін та перегородок зроблені з цегли. Висота приміщення становить 3500 мм. Вікна у всіх приміщеннях знаходяться на відстані 1200 мм від підлоги».

Усі основні розміри та площі наносяться на план приміщення (див. рис. 1.3). Інформація про приміщення будівлі подається в окремій таблиці (експлікації). Приклад наведено в табл. 2.1.

*Таблиця 2.1 – Інформація про приміщення (експлікація)*

| <b>Номер приміщення</b> | <b>Призначення приміщення</b> | <b>Площа, кв. м</b> |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1                       | Кабінет директора             | 13,03               |
| 2                       | Кабінет секретаря             | 14,07               |
| 3                       | Приймальне приміщення         | 32,32               |
| 4                       | Серверна кімната              | 6,84                |
| 5                       | Складське приміщення          | 27,14               |
| 6                       | Коридор                       | 31,68               |
| 7                       | Крита автостоянка             | 148,67              |

## **2.1.2 Призначення та мета створення ЛОМ**

У цьому розділі ТЗ вказується необхідність обміну даними в мережі передачі даних (зазначається тип інформації, що передається), необхідність доступу до ресурсів мережі Інтернет.

Крім того, необхідно вказати на можливість подальшого нарощування мережі для створення єдиного інформаційного простору на території (підключення інших мереж).

Сучасний рівень комп'ютерних мереж найчастіше передбачає отримання клієнтом TriplePlay-послуг (доступ до високошвидкісного Інтернету, до цифрового телебачення та до телефону) через єдину лінію зв'язку, а також забезпечення інших сервісів у мережі передачі даних (відеоспостереження, сигналізація тощо). Таким чином, ідеться про створення мультисервісної мережі, яка забезпечить не тільки передачу різноманітного трафіку, але й єдиний білінг усіх послуг від одного телекомунікаційного оператора.

## **2.1.3 Характеристика об'єктів, поєднаних у ЛОМ**

### **2.1.3.1 Розміщення та функції об'єктів**

У цьому розділі перелічуються види та кількість персональних комп'ютерів (ПК), ноутбуків, периферійних та інших пристроїв, для підключення яких повинні бути передбачені або кабельні порти ЛОМ, або належним чином розрахована пропускна спроможність бездротового обладнання.

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

Також наводяться умови експлуатації об'єктів ЛОМ (площа та об'єм приміщення на кожний стаціонарний та нестаціонарний об'єкт автоматизації і характеристики навколишнього середовища, в яких повинні працювати зазначені об'єкти).

Необхідно також дотримуватись відповідних відстаней між комп'ютерною технікою.

Згідно з ДСанПІН 3.3.2.007-98 при розміщенні робочих столів з ВДТ слід дотримувати такі відстані:

а) між бічними поверхнями ВДТ 1,2 м;

б) відстань від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ – 2,5 м.

Кількість робочих місць (портів СКС та нестаціонарних об'єктів), а також склад та необхідні терміни для виконання монтажних робіт визначаються проєктантом самостійно з урахуванням вимог нормативних документів та специфіки призначення ЛОМ [10; 11; 20; 21].

На сьогодні існує два основні підходи до питання розрахунку кількості портів. Перший із них ґрунтується на поточних витратах – проєкт розробляється з урахуванням нинішнього навантаження на мережу. Другий підхід передбачає розширення мережі, для цього в ньому закладаються декілька надлишкових портів. Такий підхід більш витратний, але в майбутньому він дає можливість без яких-небудь проблем у декілька разів збільшити навантаження на всю мережу навіть у разі значного розширення штату співробітників. Тому переважно застосовується саме другий підхід.

Загальноофісні норми площі та об'єму на одне робоче місце з ПК (у т. ч. для учнів навчальних закладів) відповідно до ДСанПІН 3.3.2.007-98 мають бути: площа – не менше 6,0 кв. м, об'єм – не менше 20,0 куб. м [38].

Для закладів, які надають послуги з комп'ютерної ігрової діяльності дітям, площа на одне ігрове місце зменшується до 4,5 кв. м [86].

Відповідно, площа серверного приміщення (англ. Tele-communications Rooms –TR) також повинна бути не менше 6 кв. м для підприємств більшості видів діяльності [38; 72].

Для закладів охорони здоров'я згідно зі стандартом ANSI/TIA-1179 «Healthcare Infrastructure Standard» [15; 77] мінімальний розмір телекомунікаційних приміщень складає 12 кв. м, що значно перевищує аналогічні вимоги в офісних будівлях інших видів діяльності.

Із характеристик об'єктів, поєднаних у ЛОМ (робочих станцій, серверів, АТС й т. ін.), обов'язково вказується, яким чином вони розміщуються (в одній або в декількох будівлях, по скільки яких об'єктів на яких поверхах та в яких приміщеннях – якщо такі

визначені). Такі відомості можуть бути узагальнені, наприклад, в таблицю за зразком табл. 2.2.

*Таблиця 2.2 – Розташування об'єктів ЛОМ у приміщеннях*

| Номер приміщення | ІР-камери | ПК       | Принтери | Комутатори | Точки доступу | ІР-телефони | Проектор | ТШ        |  |
|------------------|-----------|----------|----------|------------|---------------|-------------|----------|-----------|--|
| 1                | 1         | 2        | 1        | 1          | –             | 2           | –        | –         |  |
| 2                | 1         | 1        | 1        | 1          | –             | 1           | –        | –         |  |
| 3                | 1         | 2        | 1        | 1          | –             | 2           | –        | –         |  |
| 4                | 1         | –        | –        | 1          | –             | 1           | –        | –         |  |
| 5                | 2         | 1        | 1        | 1          | –             | 1           | –        | –         |  |
| 6                | 1         | –        | –        | 1          | 1             | 1           | 1        | –         |  |
| 7                | 2         | –        | –        | –          | –             | –           | –        | –         |  |
| 8                | 1         | –        | –        | –          | –             | –           | –        | –         |  |
| 9                | 1         | –        | –        | –          | –             | –           | –        | 1         |  |
| <b>Сума</b>      | <b>11</b> | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>5</b>   | <b>1</b>      | <b>7</b>    | <b>1</b> | <b>1</b>  |  |
| <b>Разом</b>     |           |          |          |            |               |             |          | <b>36</b> |  |

Також вказують топологію, за якою поєднані об'єкти: «зірка», «кільце», змішана тощо. Зазначається тип кабелю («вита пара» з вказанням категорії, оптоволокно й т. п.) в горизонтальній та магістральній («вертикальній») підсистемах. Крім того, вказують передбачувану технологію середовища передачі даних (Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet/10G Ethernet або ін.).

У сучасних ЛОМ найчастіше в ролі кабелю для з'єднання обладнання з комутаційним обладнанням використовується незахищений кабель «вита пара» (UTP) кат. 5Е (клас D), а для з'єднання комутаційного обладнання між собою та з серверами – ВОК або захищений (shielded) кабель «вита пара» кат. 6А (клас E<sub>A</sub>). Передбачувана технологія середовища передачі даних GbE та Wi-Fi N.

У нових інсталяціях мереж медичних установ стандартом ANSI/EIA/TIA-1179 передбачено використовувати пасивні компоненти CAT. 6А з підтримкою швидкості 10 Гбіт/с [15].

### **2.1.3.2 Визначення ступеня захисту об'єктів (ІР-коду)**

Окремо повинен бути визначений ступінь захисту об'єктів, поєднаних у ЛОМ. Це здійснюється за допомогою ІР-коду (англ. IP Code). IP Code визначає систему кодифікації, що застосовується для позначення ступенів захисту від доступу до небезпечних частин, попадання зовнішніх твердих предметів, води, а також для надання

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

додаткової інформації, пов'язаної з таким захистом. Така інформація наведена у міжнародному стандарті EN/IEC 60529 «Ступені захисту, що забезпечуються оболонками» (англ. Degrees of protection provided by enclosures – IP Code).

В Україні IP Code визначається за міждержавним ГОСТ 14254-96 «Ступені захисту, забезпечувані оболонками» і дає уявлення про пиловологозахищеність обладнання [29].

До коду IP-XY, крім абрєвіатури IP, можуть входити чотири символи. Перший (X) і другий (Y) символи – це цифри, що характеризують можливість проникнення в обладнання зовнішніх твердих предметів і захист від рідини. Третій і четвертий символи – літери, що дають допоміжну інформацію (для спеціального устаткування):

- третій символ (A, B, C, D) характеризує можливість проникнення до небезпечних частин різними предметами (відповідно тильною стороною руки, пальцем, інструментом, дротом);

- четвертий символ (H, M, S, W) надає додаткову інформацію.

Перший елемент коду (X) має сім різних значень (від 0 до 6) та показує, від якого за розмірами твердого тіла передбачений захист обладнання (табл. 2.3).

Другий елемент коду (Y) має дев'ять різних значень (від 0 до 8) та вказує тип і напрям впливу рідини на обладнання, за якого гарантується захист (табл. 2.3). За основу характеристики захисту обрана вода, як рідина, що має найменшу кінетичну в'язкість і не руйнує корпус хімічним шляхом.

*Таблиця 2.3 – Класифікація ступеня захисту (IP Code) за стандартом EN/IEC 60529*

| Перша цифра коду | Захист від дотику  | Захист від попадання чужорідних тіл (маркування)               |   | Друга цифра коду | Захист від попадання води (маркування)                                     |   |
|------------------|--|--|---|------------------|--|---|
|                  |  |  |   |                  |  |   |
| 0                | Захист відсутній   |  | –   | 0                | Захист відсутній   | –   |
| 1                | Захист від дотику великих ділянок тіла зі струмоведучими частинами | Крупні чужорідні тіла діаметром > 50 мм                        |  | 1                | Захист від крапель, що падають вертикально                                 |  |
| 2                | Захист від дотику пальців людини зі струмоведучими частинами       | Захист від попадання середніх чужорідних тіл діаметром > 12 мм |  | 2                | Захист від крапель води, що падають під кутом (не більше 15° до вертикалі) |  |

## І. М. Журавська

| Перша цифра коду | Захист від дотику  | Захист від попадання чужорідних тіл (маркування)  | Друга цифра коду | Захист від попадання води (маркування)                                |
|------------------|--|---|------------------|---|
| 3                | Захист від дотику зі струмоведучими частинами інструмента, дроту й т. п. товщиною > 2,5 мм | Захист від попадання дрібних чужорідних тіл діаметром > 2.5 мм  | 3                | Захист від бризок (у будь-якому напрямку, не більше 60° до вертикалі) |
| 4                | Захист від інструментів, дроту й т. п. товщиною > 1 мм                                     | Захист від попадання чужорідних тіл розміром із зернину і діаметром > 1 мм  | 4                | Захист від бризок води, що летять у всіх напрямках                    |
| 5                | Повний захист  | Захист від пилу; відкладення пилу допускаються, проте його кількість не повинна загрожувати функціонуванню обладнання | 5                | Захист від водяних струменів з форсунки у будь-яких напрямках         |
| 6                | Повний захист  | Пилонепроникний   | 6                | Захист від водяних хвиль  |
|                  |  |   | 7                | При зануренні на глибину < 1 м  |
|                  |  |   | 8                | При тривалому зануренні > 1 м (глибина у м вказується додатково)      |

Якщо об'єкти ЛОМ встановлені у технічних приміщеннях без ризику вертикального попадання води (ПК, комутатори, принтери та ін.), рекомендованим є код ІР30. Для обладнання, встановленого у коридорах, проходах, де є ризик вертикального попадання води (відеокамери, точки доступу тощо), рекомендований код захисту ІР31.



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Об'єкти, що працюють у дуже складних умовах із ризиком розбризкування води у всіх напрямках (вбудовані банкомати, інфоюоски, точки доступу вуличних кафе й т. п.), повинні мати код IP54/55. Для ще більш складних умов добирається обладнання з кодом IP67/68 (вуличні відеокамери, паркомати, смартфони, промислові ноутбуки та комутатори тощо).

Об'єкти ЛОМ із IP66/67/68 мають повністю герметичний корпус (рис. 2.1).

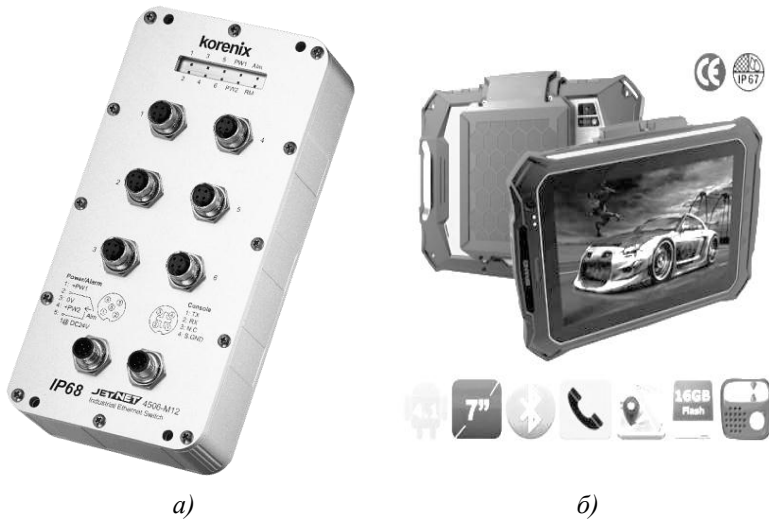


Рисунок 2.1 – Ударостійкі й водонепроникні комутатор Korenix JetNet 4506-M12 (а) з кодом IP68, планшет J-PAD (б) з кодом IP67

Для будь-якого обладнання, яке використовується у медичних установах, стандартом ANSI/EIA/TIA-1179 за необхідний встановлено код IP67.

### 2.1.4 Вимоги до ЛОМ

У вимогах до ЛОМ, що проектується, зазначається, за якими стандартами (міжнародними, європейськими, державними тощо) сформовані основні вимоги, які повинні бути враховані при проектуванні.

Основні вимоги, яких слід дотримуватись при проектуванні СКС, викладені у міжнародному стандарті ISO/IEC 11801, в європейському EN 50173 та в американських стандартах, зокрема ANSI/EIA/TIA 568 «Commercial Building Telecommunications Wiring Standard» і ANSI/EIA/TIA 569 «Commercial Building Standard for Tele-communications Pathways and Spaces».

Також вказується відстань, яка розділяє кабелі передачі даних та електроживлення (силові та слабкострумові кабелі з вказанням рівня напруги), та необхідна відстань від джерел високочастотних перешкод та флуоресцентних ламп:

- 12 см від неекраниваних ліній електроживлення 2 кВА (ANSI/EIA/TIA 569A), або пластикова перегородка повинна розділяти силові і слабкострумові кабелі при прокладанні в пластикових коробах;

- 30 см від ліній з високовольтними наведеннями і флуоресцентних ламп;

- 90 см від ліній живлення від 5 кВА і вище;

- 100 см від ліній живлення трансформаторів, електродвигунів. При цьому допускається перетин кабелів «вита пара» і електроживлення під прямим кутом.

На робочому місці встановлюється телекомунікаційна розетка (ТР), що містить 2 порти (найчастіше роз'єми RJ-45 незалежно від призначення роз'єму – як для телефонного зв'язку, так і для передачі даних через ЛОМ). Вертикальний спуск кабелю до комунікаційної розетки виконується у коробі. Комунікаційні розетки на робочих місцях мають бути вбудовані у короб. Кожний телекомунікаційний роз'єм розетки має бути промаркований відповідним чином. Кожний роз'єм комунікаційної розетки повинен бути забезпечений патч-кордом для підключення персонального комп'ютера, телефону або іншого термінального телекомунікаційного обладнання.

Комутаційний центр складається з комунікаційних шаф висотою до 42U (юнітів), встановлених у серверному приміщенні. Відстань між передніми вертикальними перфорованими стійками має складати 19" (дюймів). Шафа повинна мати ширину 600 мм та глибину 845 мм.

Система безперебійного живлення повинна забезпечувати безперебійну роботу мережевого, телекомунікаційного та серверного обладнання, що розміщуються в телекомутаційній шафі, протягом 20 хвилин при повному зникненні напруги в мережі електроживлення, а також при виході параметрів напруги та/або частоти в електромережі за допустимі межі.

Потужність джерела безперебійного живлення вибирається з розрахунку електроспоживання мережевим обладнанням, серверним обладнанням та запасу 20 % від розрахункової потужності встановленого обладнання в шафі.

Система електроживлення автоматизованих робочих місць повинна являти собою розподільчу електромережу 220 В, 50 Гц, яка підключається до загальної системи електропостачання.

Комп'ютерні силові розетки автоматизованих робочих місць повинні відрізнятися за кольором від побутових або мати відповідне маркування.

Кожне автоматизоване робоче місце повинно мати 2 силові абонентські розетки із заземлювальним контактом.

Також необхідно взяти до уваги й безпеку персоналу, тому під час планування ЛОМ обов'язково враховується пожежна безпека, тобто наявність вогнегасників. Кількість вогнегасників визначають згідно з п. 3.8 норм належності, затверджених МНС України, та з урахуванням сумарної площі цих приміщень [104].

У вимогах до ЛОМ також зазначається розподіл усієї системи на ієрархічно пов'язані підсистеми СКС, а саме:

а) Horizontal Cabling – горизонтальна кабельна підсистема (у межах поверхів будівель);

б) Backbone Cabling – магістральна («вертикальна» між поверхами однієї будівлі та/або підсистема між будівлями) кабельна підсистема, побудована найчастіше на базі ВОК;

в) Work Area (WA) – робоче місце;

г) Telecommunications Closet (TC) – телекомунікаційна шафа (ТШ) або серверне приміщення (з квітня 2008 р. у стандарті ANSI/TIA/EIA-568-B термін «TC» змінений на термін Telecommunications Room (TR, укр. – телекомунікаційне приміщення);

д) Equipment Room (ER) – апаратна (серверна) та ін.

### **2.1.5 Склад та зміст робіт зі створення ЛОМ**

Орієнтовний склад та зміст робіт зі створення ЛОМ наведено в табл. 2.4.

Зазначається також, чи необхідні для обладнання, яке використовується для монтажу певної ЛОМ, сертифікати відповідності УкрСЕПРО, ISO, TUV або ін. (нп., рис. 2.2).

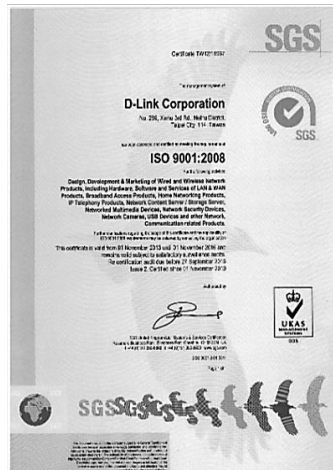
# І. М. Журавська

*Таблиця 2.4 – Перелік та зміст робіт зі створення ЛОМ*

| Номери етапів | Назва етапу   | Тривалість виконання етапу, дні | Бюджет етапу, грн |
|---------------|---|---------------------------------|-------------------|
| 1.            | Закупівля обладнання  | 5                               | 438 953,00        |
| 2.            | Роботи з підготовки об'єкта до монтажних робіт  | 1                               | 2000,00           |
| 3.            | Поставка обладнання   | 2                               | 3000,00           |
| 4.            | Роботи з організації каналів між будівлями, поверхами та кабінетами                   | 2                               | 2200,00           |
| 5.            | Роботи з організації кросових приміщень   | 2                               | 1000,00           |
| 6.            | Роботи з укладки кабелів горизонтальної кабельної підсистеми                          | 2                               | 1682,00           |
| 7.            | Роботи з укладки кабелів магістральної кабельної підсистеми                           | 1                               | 3000,00           |
| 8.            | Монтаж підсистеми робочих місць (монтаж кабель-каналів у кімнатах, установка розеток) | 2                               | 3000,00           |
| 9.            | Продзвонювання й маркування СКС   | 1                               | 1000,00           |
| 10.           | Приймально-здавальні випробування (Сертифікація СКС на категорію)                     | 1                               | 1520,00           |
| 11.           | Оформлення документації   | 2                               | 3000,00           |
| <b>РАЗОМ</b>  |   | <b>21</b>                       | <b>463055,00</b>  |



а)



б)

*Рисунок 2.2 – Сертифікати на продукцію фірми D-Link:  
а – УкрСЕПРО; б – ISO 9001*

Перелік та зміст робіт може бути доповнений календарним планом (з орієнтовною тривалістю та/або датами виконання робіт) і відповідним бюджетом кожного (із зазначенням необхідного для монтажу обладнання).

### **2.1.6 Порядок контролю та прийому ЛОМ**

Побудована ЛОМ піддається випробуванням таких видів:

- попереднє випробування;
- дослідна експлуатація;
- приймальне випробування.

Склад, обсяг і методи попередніх випробувань ЛОМ визначаються документом «Програма та методика випробувань», які розробляються на стадії «Робоча документація».

Під час проведення попередніх випробувань фіксуються виявлені неполадки в Протоколі випробувань. Потім здійснюється усунення виявлених неполадок та перевірка працездатності ЛОМ після усунення неполадок. Після ухвалення рішення про можливість передачі ЛОМ в дослідну експлуатацію складається та підписується Акт приймання ЛОМ в дослідну експлуатацію.

Склад, обсяг і методи дослідної експлуатації ЛОМ визначаються документом «Програма дослідної експлуатації» та розробляються на стадії «Введення в дію». Відповідно до зазначеної програми повторюються всі дії, що виконуються під час проведення попередніх випробувань, до підписання організаціями Замовника і Розробника Акту про завершення дослідної експлуатації ЛОМ.

Склад, обсяг і методи приймальних випробувань ЛОМ визначаються документом «Програма і методика випробувань». Усі зазначені вимоги розробляються на стадії «Введення в дію» з урахуванням результатів проведення попередніх випробувань і дослідної експлуатації.

Після закінчення приймальних випробувань оформлюється Акт завершення робіт.

### **2.1.7 Вимоги до складу й змісту робіт з підготовки ЛОМ до вводу в дію**

У ході створення на об'єкті ЛОМ потрібно виконати роботи з підготовки для введення системи в дію. При підготовці до введення в експлуатацію ЛОМ Замовник повинен забезпечити виконання таких робіт:

- визначити підрозділ та посадових осіб, відповідальних за впровадження та проведення дослідної експлуатації ЛОМ;
- забезпечити присутність майбутніх адміністраторів ЛОМ на заняттях, що проводяться Виконавцем (інсталятором ЛОМ);
- забезпечити відповідність приміщень та робочих місць користувачів системи вимогам, викладених у технічному завданні;
- забезпечити виконання вимог, що пред'являються до апаратних засобів, які будуть входити до складу ЛОМ;
- спільно з Виконавцем (інсталятором ЛОМ) підготувати план розгортання системи на технічних засобах Замовника (власника ЛОМ);
- провести дослідну експлуатацію ЛОМ.

### **2.1.8 Вимоги до документування**

Наприкінці технічного завдання перелічується документація, яка оформлюється при проектуванні сегмента ЛОМ. У такому випадку розглядаються:

- проект;
- робоча документація.

Проектна, кошторисна документація і виконавська документація повинна відповідати чинним стандартам щодо оформлення. Як альтернативний замість ДБН А.2.2-3-2012 [35] при створенні проектної документації на ЛОМ може бути використаний міждержавний ГОСТ 34.201-89 «Види, комплектність та позначення документів при створенні автоматизованих систем» [28], чинний в Україні.

Документація проекту повинна включати: пояснювальну записку технічного проекту; відомість документів; структурну схему кабельної системи; функційну схему кабельної системи; специфікацію устаткування та матеріалів; графік виконання робіт; програму й методику іспитів.

Експлуатаційна документація повинна включати: таблиці комутації серверного приміщення; схеми розміщень устаткування в комутаційних приміщеннях; схеми компонування комутаційного устаткування в шафах і стійках; схеми підключення кабелів на патч-панелях; інструкцію до експлуатації кабельної системи; схеми прокладки кабельних трас (також в електронному вигляді); таблиці магістральних з'єднань; таблиці кабелів; кабельні журнали та ін.

Необхідно передбачити можливість змін до технічного завдання, проекту і до робочої документації (на окремих аркушах змін наприкінці комплекту документації).

### **2.1.9 Джерела розробки**

Технічне завдання розробляється на основі договору між Замовником та Виконавцем (інсталятором ЛОМ), а також з урахуванням вимог стандартів і нормативних документів, що використовують у СКС (див. табл. 1.1).

### **2.2 Вимоги до проекту**

Проект (П) є першою стадією проектування. Проект розробляється для визначення технічних, технологічних, інженерних рішень об'єкта, кошторисної вартості тощо. До нього входить:

а) пояснювальна записка з принциповими рішеннями щодо телекомунікаційного обладнання, обладнання кондиціонування повітря, електрообладнання, інженерні рішення щодо протипожежних заходів пояснювальна записка повинна бути викладена якомога стисло;

б) структурна схема ЛОМ;

в) план розташування основного комп'ютерного, телекомунікаційного та іншого обладнання у приміщеннях (до робочих креслень додаються використані умовні графічні позначення);

г) інженерні рішення щодо протипожежних заходів;

д) схема улаштування електрообладнання;

е) специфікація на обладнання;

ж) кошторисна вартість побудування сегмента ЛОМ.

#### **2.2.1 Розробка плану розміщення обладнання. Умовні графічні позначення об'єктів ЛОМ**

Згідно з вимогами ДСТУ Б А.2.4-42:2009 «Телекомунікації, проводові засоби зв'язку. Робочі креслення» [43] плани розміщення обладнання виконують, як правило, на поверхових планах будівель у масштабі 1:100 або 1:200, фрагменти планів розміщення окремих служб – у масштабі 1:50 або 1:20. Ескізи таких планів проектанту ЛОМ (студенту) видають разом із технічним завданням (із завданням на курсову роботу).

Обладнання на планах розміщення наносять у вигляді спрощеного контурного зображення у масштабі креслення. Позначення обладнання вказують усередині контуру або на лінії виносу. Допускається надавати обладнанню цифрове позначення з розшифруванням його назви на цьому ж кресленні.






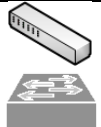



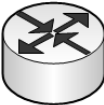

На планах указують координаційні осі будівлі, відстані між ними, суміжні приміщення, відстані між рядами обладнання, відстані від обладнання до будівельних конструкцій, проєктоване та існуюче обладнання, вводи лінійних, станційних кабелів та кабелів живлення, отвори, підлогові канали, металоконструкції для прокладки кабелів, відмітки чистої підлоги для нових приміщень, а для існуючих приміщень – номер поверху та висоту приміщень [34].

План розміщення обладнання виконується на основі накресленого згідно з ДСТУ Б А.2.4-7:2009 плану приміщення (див. рис. 2.3).

З плану приміщення вилучаються внутрішні розміри (залишають лише габаритні зовнішні розміри приміщення) та площі приміщень. У кожному приміщенні на плані в кружках діаметром 5 мм залишають номери приміщень.













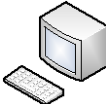
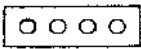






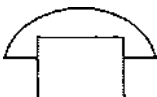


Для позначення активного мережевого обладнання на плані розміщення обладнання використовуються умовні графічні позначення (піктограми, «іконки») або за ДСТУ Б А.2.4-40:2009, або згідно з нотацією компанії Cisco, або з шаблонів MS Visio. Основні з них наведено в табл. 2.5.

*Таблиця 2.5 – Умовні графічні позначення, що використовуються для позначення мережевих пристроїв*



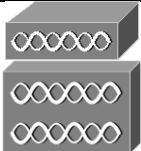



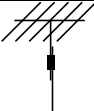




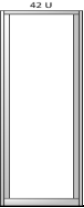



| Найменування  | Зображення (піктограми, icons)  |   |   |
|---|---|---|---|
|   | за ДСТУ Б А.2.4-40:2009   | за нотацією Cisco   | у MS Visio  |
| Концентратор Hub (small group)  |    |    |    |
| Комутатор Ethernet (Switch for small group) (L2)  |  |  |   |
| Комутатор із розширеною функціональністю (any transport L2 over L3, tonel Ethernet over ATM/IP) |  |  |   |
| Маршрутизатор IP (Router) L3-L4   |  |  |  |



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Найменування                                      | Зображення (піктограми, icons)  |   |   |
|---|---|---|---|
|   | за ДСТУ<br>Б А.2.4-40:2009  | за нотацією<br>Cisco  | у MS Visio  |
| Шлюз (Gateway)                                    |    |    |    |
| Голосовий шлюз                                    |    |   |   |
| База даних  |    |    |    |
| Персональний комп'ютер (ПК/PC)                    |    |    |    |
| Клієнтський термінал                              |    |    |    |
| Модем кабельний                                   |    |    |   |
| Модем xDSL  |   |   |   |
| Радіотермінал (РТ)                                |  |  |   |
| Телефонний апарат аналоговий. Загальне зображення |  |  |  |

## І. М. Журавська

| Найменування                                 | Зображення (піктограми, icons)   |   |   |
|--|--|---|---|
|  | за ДСТУ<br>Б А.2.4-40:2009   | за нотацією<br>Cisco  | у MS Visio  |
| Клієнтський<br>IP-телефон                    |   |    |   |
| Точка доступу<br>(одно- та<br>дводіапазонна) |  |    |    |
| Ноутбук                                      |  |    |    |
| Антенa                                       |  |    |    |
| Міст   |  |    |    |
| Шафа<br>телекомунікаційна                    |  |   |   |
| Провайдер (ISP)                              |  |  |  |

Кожна піктограма повинна мати власне літерно-цифрове позначення, унікальне у межах приміщення або у межах будівлі. Правила складання позначень наведено в розділі 7. Фрагмент плану розміщення обладнання наведено на рис. 2.3.





## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Також на схемі вказують комутаційне обладнання і обладнання маршрутизації та функційні з'єднання між обладнанням із зазначенням стандартів передачі даних.

Структурна схема СКС в графічному вигляді відображає приміщення і розміщення пристроїв, що складають мережу. Правильно складена структурна схема СКС містить інформацію про розташування окремих одиниць комп'ютерного та комутаційного обладнання, розташування комутаційних та монтажних шаф, окремих підмереж і т. п.

На відміну від функційної схеми, що відображає логічну структуру СКС, з урахуванням особливостей складових елементів та їхніх параметрів, структурна схема СКС орієнтована насамперед на проведення будівельно-монтажних робіт з прокладання мережі.

У тих випадках, коли планується локальна мережа в невеликій організації, структурна схема мережі СКС може бути поєднана з функційною. У разі великих мереж таке поєднання неприпустимо, оскільки логічна структура, що зазначається на функційній схемі (див. рис. 2.4), може бути більш простою, ніж фізична структура мережі і навпаки.

Відповідно до вимог п. 9.1 ДСТУ Б А.2.4-42:2009 на структурній схемі СКС вказують тип і категорію підсистем проектованої 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 проєктованих.

На структурній схемі ЛОМ показують усе обладнання, наведене на плані розміщення обладнання, та позначаються лінії зв'язку, які з'єднують зазначене обладнання в єдину мережу.

Для каналів зв'язку використовують лінії з позначеннями (табл. 2.6), які не повторюють позначення стандартів.

Таблиця 2.6 – Умовні графічні позначення каналів зв'язку та елементів побудови СКС

| Найменування   | Позначення              |            |
|--|-------------------------|------------|
|  | за ДСТУ Б А.2.4-40:2009 | в MS Visio |
| Інтерфейси технології Ethernet:                          |                         |            |
| а) Ethernet 10 Мбіт/с вита пара (10Base-T)               | E                       |            |
| б) Fast Ethernet 100 Мбіт/с вита пара (100Base-TX)       | FEt                     |            |
| в) Fast Ethernet 100 Мбіт/с оптичне волокно (100Base-FX) | FEf                     |            |

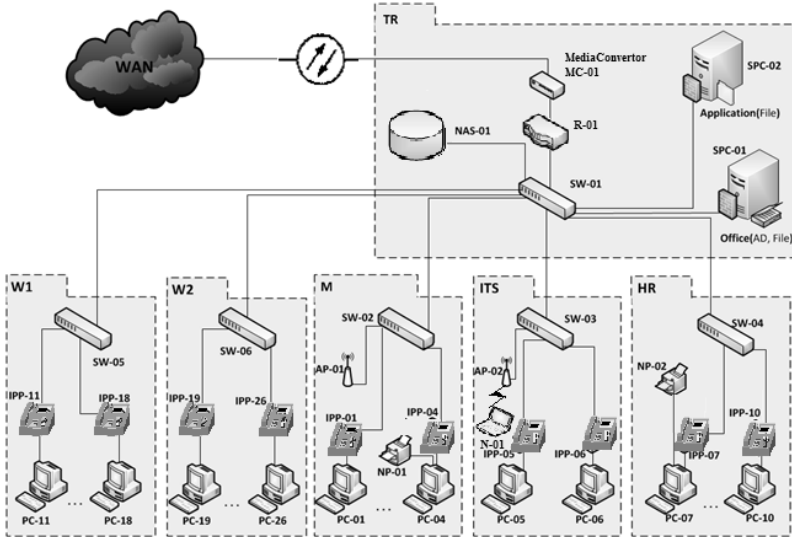
| Найменування  | Позначення              |                               |
|---|-------------------------|-------------------------------|
|   | за ДСТУ Б А.2.4-40:2009 | в MS Visio                    |
| г) Gigabit Ethernet 1000 Мбіт/с оптичне волокно багатомодове, 850 нм (1000Base-SX)            | GbEs                    |                               |
| д) Gigabit Ethernet 1000 Мбіт/с оптичне волокно одномодове, 1310 нм, L = 5 км (1000Base-LX)   | GbEl                    |                               |
| е) Gigabit Ethernet 1000 Мбіт/с, оптичне волокно одномодове, 1310 нм, L = 80 км (1000Base-ZX) | GbEz                    |                               |
| є) Gigabit Ethernet 1000 Мбіт/с, вита пара (1000Base-T)                                       | GbEt                    |                               |
| Аналогова фізична двопроводова лінія зв'язку  |                         | за створеним власним шаблоном |
| Аналогова фізична трипроводова лінія зв'язку  |                         | за створеним власним шаблоном |
| Оптоволоконна лінія (наводять швидкість передачі STM-N або довжину хвилі $\lambda_N$ )        |                         |                               |
| Лінія передавання по коаксіальному кабелю   |                         | за створеним власним шаблоном |
| Абонентський радіодоступ  |                         |                               |
| Цифрова абонентська лінія, симетрична («вита» пара)   |                         | за створеним власним шаблоном |

Але достатньо складно при розробці структурних схем «вручну» користуватись умовними графічними позначеннями ліній зв'язку, наведеними в табл. 2.6. Крім того, такі позначення (крім бездротового зв'язку) відсутні в MS Visio, Autodesk AutoCAD, Dia та ін. Зважаючи на це, зазвичай для кабельних ліній зв'язку використовують основну лінію із зазначенням на ній технології передачі даних (див. табл. 2.6).

З урахуванням вищенаведеного структурна схема ЛОМ набуває вигляду:

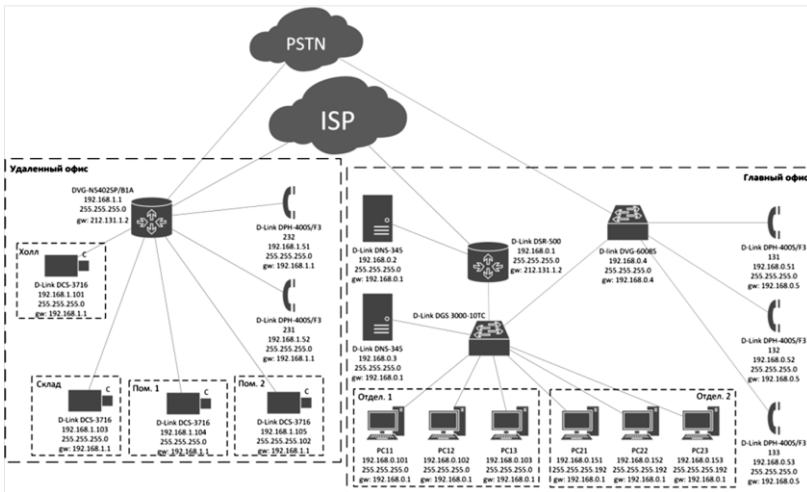
- а) створена в MS Visio версій з XP по 2010 (рис. 2.5, а);
- б) створена в MS Visio версій з 2013 (рис. 2.5, б);
- в) створена у кросплатформеному редакторі діаграм Dia (рис. 2.5, в).

# Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж



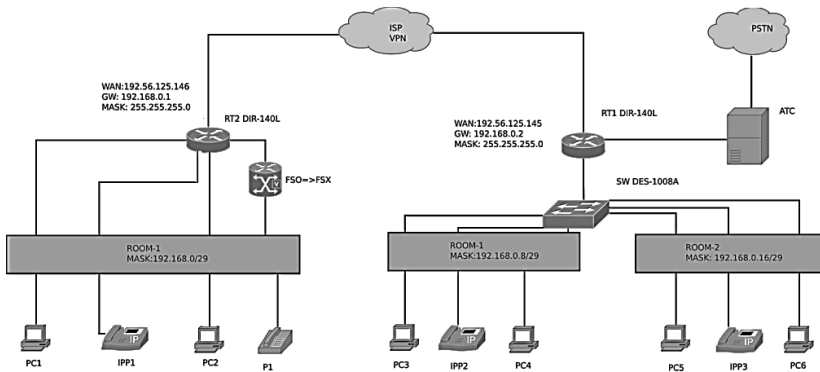
а)

Рисунок 2.5 – Структурна схема ЛОМ: а – виконана в MS Visio версії з XP по 2010; б – виконана в MS Visio версії з 2013; в – виконана в редакторі Dia



б)

Рисунок 2.5, аркуш 2



в)

Рисунок 2.5, аркуш 3

### 2.2.3 Інженерні рішення щодо протипожежних заходів

Виникнення пожеж може вивести з ладу на тривалий час будь-яку установу чи її обладнання, що може призвести до значних економічних збитків.

Тому державними нормативами передбачено, що у всіх приміщеннях з серверами та робочими місцями, обладнаними ЕОМ, повинні бути встановлені переносні вуглекислотні вогнегасники [36]. Норми належності вогнегасників розглянуто в розділі 11.

Приміщення, в яких розміщуються робочі місця операторів сервера загального призначення, обладнуються системою автоматичної пожежної сигналізації та засобами пожежогашіння відповідно до вимог НАПБ Б.06.004-2005, ДБН В.2.5-13-98 [36].

Проходи до засобів пожежогашіння мають бути вільними.

Розміщення вогнегасників наноситься на план приміщення окремо від комп'ютерного та мережевого обладнання. Позначення вогнегасників різних моделей повинно бути внесене до переліку умовних графічних позначень проекту ЛОМ. Приклад розміщення вогнегасників наведено на рис. 2.6.



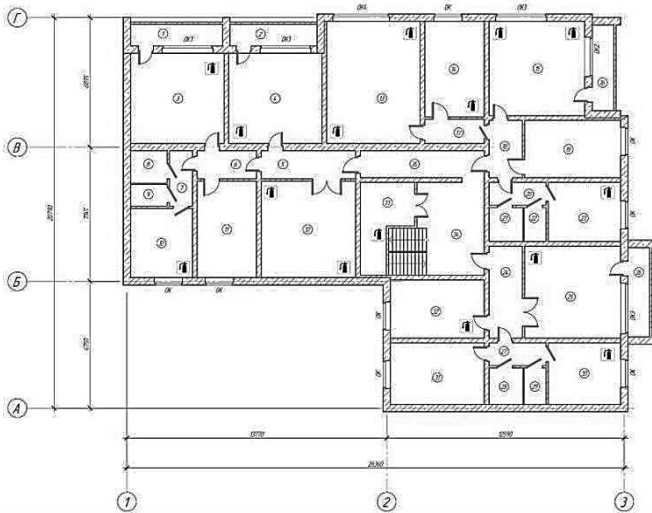


Рисунок 2.6 – План розміщення вогнегасників

### 2.2.4 Схема улаштування електрообладнання

Система електроживлення ЛОМ складається з нижчезазначених підсистем:

- кабельна система виділеного електроживлення (КСВЕ);
- кабельна система загального електроживлення (КСЗЕ).

КСВЕ (яка використовується для електроживлення системних блоків, моніторів, комунікаційного обладнання тощо) на рівні групової мережі відокремлена від КСЗЕ (використовується для електроживлення принтерів, ксероксів, сканерів тощо).

КСВЕ є системою, захищеною стабілізатором напруги та джерелом безперебійного живлення (ДБЖ, англ. Uninterruptible Power Supplies – UPS).

Вбачається, що на одну групу автоматичних вимикачів (АВ, ВА) у розподільчому щиті (РЩ) встановлюється комплект розеток, який складається з:

- двох інформаційних розеток СКС з двома роз'ємами RJ-45 на кожній (знизу);
- трьох силових розеток КСВЕ червоного кольору з механічним блокуванням (ліворуч);

– двох силових розеток КСЗЕ білого кольору з механічним блокуванням (праворуч).

Комплект розеток СКС, КСВЕ і КСЗЕ доцільно встановлювати безпосередньо в короб.

Кабелі від електричних розеток проведені в накладний електричний щит і підключені на автомати. Для захисту від перевантажень або короткого замикання диференційний вимикач (ВД) послідовно підключається до запобіжника або автоматичного вимикача ВА верхнього рівня (рис. 2.7).

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та обладнання для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ виконується як окрема групова трипроводова мережа, шляхом прокладання фазового (буква *L*), нульового робочого (буква *N*) та нульового захисного провідників (букви *PE*). Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів [37].

Стандарти на маркування кольору ізоляції провідника:

- а) жовто-зелений (у вигляді поздовжніх або поперечних смуг однакової ширини, які чергуються) – завжди заземлення;
- б) блакитний (синій) – завжди нуль;
- в) інші кольори (білий, чорний, коричневий та ін.) – фази.

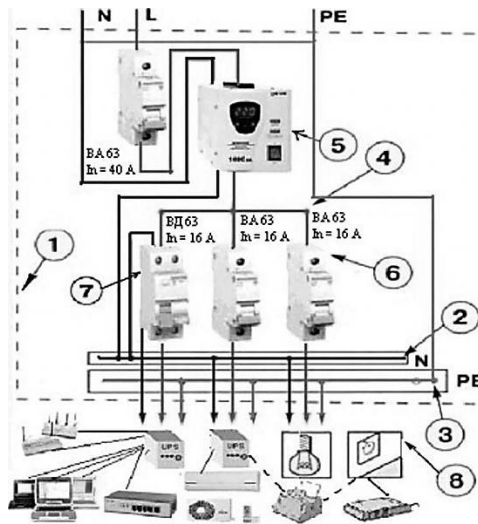


Рисунок 2.7 – Підключення обладнання ЛОМ до однофазної електромережі через АВ та стабілізатор:

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

- 1 – корпус щита розподільчого;
- 2 – з'єднувальні елементи нульових робочих провідників ( $N$  – «нейтраль»);
- 3 – з'єднувальний елемент затискачів нульових робочих провідників, а також провідника урівнення потенціалів ( $PE$  – «шина заземлення»);
- 4 – з'єднувальний елемент входних виводів захисних апаратів групових кіл ( $L$  – «фаза»);
- 5 – стабілізатор напруги;
- 6 – автоматичний вимикач загального призначення;
- 7 – диференційний автоматичний вимикач (типу  $A$ );
- 8 – корпус щита розподільчого.

Структуру трифазного електропостачання в ЛОМ наведено на рис. 2.8.

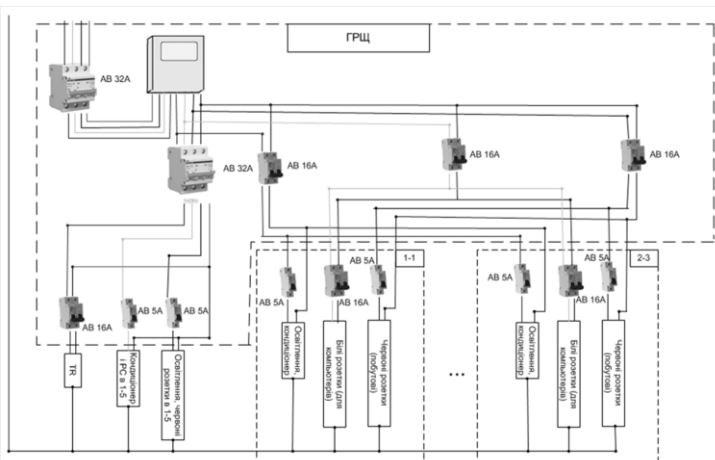


Рисунок 2.8 – Структура трифазного електропостачання в ЛОМ

Розрахунок системи електроживлення та вибір її компонентів наведено в розділі 12.

### 2.2.5 Розробка специфікації на обладнання

До специфікації включається все мережеве обладнання, комплектуючі, інструменти для монтажу зазначеного обладнання, додаткове обладнання для забезпечення стабільної роботи ЛОМ – зліва направо згідно з виконаними кресленнями ЛОМ.

## І. М. Журавська

Крім назви, в специфікації вказується одиниця виміру вказаного елемента та необхідна кількість зазначених у специфікації елементів. У другій графі специфікації наводиться «перев'язка» зі структурною схемою ЛОМ, розробленою у ЛРЗ. Тобто в окремій графі специфікації наводять літерні позначення активного обладнання, наведеного на структурній схемі рис. 3.1.

Складання специфікації рекомендується виконувати за формою, наведеною у табл. 2.7.

*Таблиця 2.7 – Специфікація на ЛОМ*

| № з/п | Позн. | Найменування  | Од. вим. | К-сть | Прим.      |
|-------|-------|---|----------|-------|------------|
| 1     | C1    | IP Камера D-Link DCS-2132L  | шт.      | 14    |            |
| 2     | C3    | IP Камера D-Link DCS-2310L  | шт.      | 5     |            |
| 3     | C2    | IP-камера D-Link DCS-7010L  | шт.      | 2     |            |
| 4     |       | Блок вентиляторний Asus 4 fun 19", 1U   | шт.      | 5     |            |
| 5     |       | Блок освітлення RAX-LU 19", 1U  | шт.      | 1     |            |
| 6     |       | Блок силових розеток ТЕКО-БР19-5.0.0.1 19", 1U  | шт.      | 2     |            |
| 7     |       | Викрутка хрестова Modeco 2x100 мм   | шт.      | 5     |            |
| 8     |       | Вогнегасник вуглекислотний, ВВК ОУ-7, 7 кг  | шт.      | 8     |            |
| 9     |       | Дальномір лазерний з кутоміром Bosch GLM 250 VF Professional  | шт.      | 1     |            |
| 10    |       | Джерело безперебійного живлення Aros Sentinel XR 8000 RackMount 19", 2U, 8 кВт                            | шт.      | 1     |            |
| 11    |       | Драбина Krause Corda 3x6 м  | шт.      | 1     |            |
| 12    |       | Дриль електричний двошвидкісний реверс Skil 6545 MA   | шт.      | 2     |            |
| 13    |       | Дюбель-цвяхи 6x60, 200 шт.  | уп.      | 3     |            |
| 14    |       | Автомат електричний SH201-B5, 5А  | шт.      | 14    |            |
| 15    |       | Автомат електричний SH201-B25, 25А  | шт.      | 21    |            |
| 16    |       | Заглушка торцева Т-ПЛАСТ 20x20 мм   | шт.      | 50    |            |
| 17    |       | З'єднувач Т-ПЛАСТ 20x20 мм  | шт.      | 50    |            |
| 18    |       | Інструмент ударний для термінування кабелю «вита пара» в розетки RJ45 PT01 Tons (Maxxtro)                 | шт.      | 2     |            |
| 19    |       | Кабель F/UTP CAT 6, 500 м   | уп.      | 1     |            |
| 20    |       | Кабель силовий 3х-проводовий ВВГ 1кV 3x1,5  | м        | 150   | освітлення |
| 21    | S     | Сервер SERVER Intel 2*XEON 7330 2.4GHz, 16Gb Ram FB DIMM/2 HotSwapx73Gb HDD-15K/SAS RAID/DVD-RW/2x19", 2U | шт.      | 2     |            |
| 22    |       | Стабілізатор напруги Lider PS 10000W-50, 10 кВт, 6U   | шт.      | 1     |            |
| 23    |       | Стабілізатор напруги Volter СНІТТ 22 ПТ, 22 кВт, 9U   | шт.      | 1     |            |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| № з/п | Позн. | Найменування   | Од. вим. | К-сть | Прим. |
|-------|-------|--|----------|-------|-------|
| 24    | ТС    | Стійка телекомунікаційна Євроформат Alfacube 19", 42U            | шт.      | 1     |       |
| 25    | TR    | Стійка телекомунікаційна, навісна 19", 4U, 550 мм                | шт       | 6     |       |
| 26    |       | Стяжка кабельна 3x100, 100 шт.                                   | уп.      | 3     |       |
| 27    | TV    | Телевізор Samsung UE-50F6650, 50", Ethernet 10/100, IEEE 802.11n | шт.      | 2     |       |
| 28    | PR    | Термопринтер Godex EZ-DT2 plus, USB2.0, RS232                    | шт       | 1     |       |
| 29    |       | Тестер кабельний UTP RJ-45 HANLONG KDCTB6005                     | шт.      | 1     |       |
| 30    | AP    | Точка доступу Wi-Fi N Netgear R6300-100PES                       | шт.      | 4     |       |
| 31    |       | Труба гофрована d40 мм   | м        | 5     |       |
| 32    |       | Шурупи KOELNER 6x60, 1000 шт.                                    | шт.      | 2     |       |
| 33    | R     | Роутер Asus RT-AC56U, IEEE 802.11 a/b/g/n/ac                     | шт.      | 1     |       |
| 34    | MC    | Медіаконвертор 10GbE XFP/XFP, RS-232                             | шт.      | 1     |       |
| ...   | ...   | ...  | ...      | ...   | ...   |

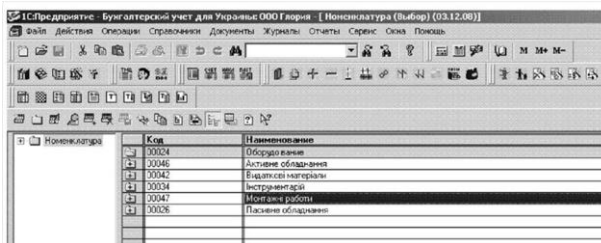
Графа «Позначення» табл. 2.7 заповнюється тільки для активного обладнання ЛОМ, наведеного на структурній схемі ЛОМ.

Досить ефективним можна назвати досвід створення специфікації на обладнання та роботи з монтажу ЛОМ у програмі «1С:Предприятие» або в іншому ПЗ, у середовищі якого ведеться база активного і пасивного обладнання, мережевих аксесуарів та інших складових СКС.

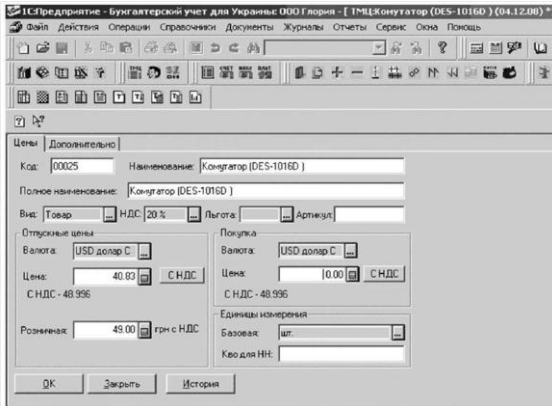
Послідовність дій зі створення специфікації та кошторису на обладнання і роботи з монтажу ЛОМ у програмі «1С:Предприятие» може виглядати таким чином:

а) створюється власна база даних обладнання та послуг (тобто, монтажних робіт) в окремих підрозділах розділу «Обладнання» (рис. 2.9, а);

б) створюються облікові картки на кожну одиницю обладнання (рис. 2.9, б).



a)



б)

Рисунок 2.9 – Створення специфікації ЛОМ в середовищі «ІС:Предприятие»: а – перелік видів обладнання; б – облікова карта на активне обладнання

У кожному розділі власної бази даних програми «ІС:Предприятие» для кожної одиниці обладнання, комплектуючих, видаткових матеріалів та інструментарію для побудування ЛОМ заповнюють окремі дані (назва, валюта, ставка ПДВ і т. п.). Наприклад, у підрозділі «Активне обладнання» створюють облікові картки на кожну модель комутаційного обладнання (див. рис. 2.9, б).

Підрозділ «Пасивне обладнання» може виглядати таким чином (рис. 2.10):

| Код   | Наименование                                       |
|-------|--|
| 00024 | Обладнання   |
| 00026 | Пасивне обладнання                                 |
| 00033 | Вила паре UTP, Cat 5                               |
| 00032 | З'єднувач 25 x 16мм, Marshall Tufflex (TC2)        |
| 00029 | Конектор UTP RJ-45, Cat 5                          |
| 00028 | Короб 25мм x 16мм                                  |
| 00030 | Плоский кут 25мм x 16мм                            |
| 00031 | Плоский кут 25мм x 16мм                            |
| 00027 | Розетка комп'ютерна настінна RJ-45 1порт (8P8C) CA |

Рисунок 2.10 – Заповнення розділу «Пасивне обладнання ЛОМ» у програмі «ІС:Предприятие»

### 2.2.6 Розробка кошторису на проектування та монтаж ЛОМ

Кошторис складається на основі специфікації із зазначенням цін на кожен позицію, та, на відміну від специфікації, у кошторисі перелік обладнання доцільно згрупувати за такими розділами:

- **активне обладнання.** Під цією назвою мається на увазі обладнання, яке має деякі інтелектуальні функції, тобто маршрутизатор, комутатор («світч») і так далі, є активним мережевим обладнанням. До активного обладнання також належить усе інше комутаційне обладнання, що потребує окремого електроживлення (концентратори, точки доступу, телекомунікаційні шафи тощо), навіть якщо воно не наділене інтелектуальними властивостями;

- **пасивне обладнання.** До пасивного мережевого обладнання належить обладнання, що не наділене інтелектуальними особливостями та не потребує окремого електроживлення, наприклад, кабельна система, абонентські розетки та відповідні конектори до них (RJ-45, RJ-11 тощо), патч-панель і т. п. Також до пасивного обладнання можна зарахувати стійки;

- **мережеві аксесуари** (короба та лотки для укладки кабелю, різноманітні кути для з'єднання коробів – пласкі, з'єднувальні, торцеві заглушки тощо);

- **інструменти для монтажу ЛОМ** (кліщі обтискові, польовий тестер – кабельний аналізатор, ватерпас або рівень лазерний, рулетка, дріль, викрутка, ящик для інструментів тощо);

- **видаткові матеріали** (шурупи, дюбеля, стяжки нейлонові для кабелю, засоби маркування кабелів та обладнання і т. п.)

- **додаткове обладнання** (вогнегасник, кронштейн для вогнегасника, кондиціонер, стабілізатор, джерело безперебійного живлення, мережевий фільтр, комплектуючі для системи електропостачання: розетки силові, автоматичні вимикачі, розподільчі шафи тощо).

Назви елементів ЛОМ наводяться у першій графі таблиці з вирівнюванням наліво та починаються з іменника (українською мовою) в однині. Після назви в цій же графі вказуються основні технічні характеристики елемента ЛОМ (інтерфейси, стандарти передачі даних, розміри, кількість дрібних елементів або довжини кабелю в упаковці тощо). Якщо розміри елементів наведено в міліметрах, то скорочення «мм» можна опускати.

Одиниці виміру та кількість розташовуються посередині графи, а ціни та вартість – з вирівнюванням по правому краю (для швидкого зорового розподілу великих та малих сум) з двома знаками після коми.

## І. М. Журавська

Рекомендується вказувати виробника обладнання та парт-номери обладнання за каталогом виробника або продавця, а також наводити поряд зовнішній вигляд обладнання. Наявність зовнішнього вигляду та парт-номера в подальшому полегшить пошук детальних характеристик та опису обладнання.

Приклади часткових кошторисів наведено в табл. 2.8-2.13.

Наприкінці підраховується повна сума вартості елементів ЛОМ, інструментів та додаткового обладнання для інсталяції ЛОМ з усіх таблиць.

Таблиця 2.8 – Активне обладнання

| № з/п, назва  | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть    | Вартість, грн |
|---|------------|-----------|----------|---------------|
| Комутатор D-Link DES-1005P, 5x10/100  | шт.        | 281,00    | 1        | 281,00        |
| Маршрутизатор D-Link DIR-615/A 1x10/100 Мбіт/с WAN, 4xRJ-45 10/100BASE-TX LAN | шт.        | 165,00    | 1        | 165,00        |
| <b>РАЗОМ:</b>   |            |           | <b>2</b> | <b>446,00</b> |

Таблиця 2.9 – Пасивне обладнання

| № з/п, назва  | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть    | Вартість, грн  |
|---|------------|-----------|----------|----------------|
| Кабель «вита пара», F/UTP, cat.5e 305 м                 | уп.        | 1543,00   | 1        | 1543,00        |
| Конектор RJ-45 UTP (100 шт.)                            | уп.        | 58,00     | 1        | 58,00          |
| Розетка телекомунікаційна 2-портова RJ-45, UTP, cat. 5e | шт.        | 24,21     | 2        | 48,42          |
| Патч-панель 19" 16-портова, UTP cat. 5e 1U              | шт.        | 132,00    | 1        | 132,00         |
| <b>РАЗОМ:</b>   |            |           | <b>5</b> | <b>1781,42</b> |

Таблиця 2.10 – Мережеві аксесуари

| № з/п, назва   | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть     | Вартість, грн |
|--|------------|-----------|-----------|---------------|
| Короб кабельний 22x10 ДКС ТСМ, довжина однієї штуки коробу 2 м | шт.        | 2,30      | 4         | 9,20          |
| Заглушка торцева 22x10, ДКС LM                                 | шт.        | 2,27      | 4         | 9,08          |
| Кут плоский 90° 22x10, ДКС                                     | шт.        | 2,60      | 4         | 10,40         |
| Кут зовнішній 90° 22x10, ДКС                                   | шт.        | 2,52      | 4         | 10,08         |
| Кут внутрішній 90° 22x10, ДКС                                  | шт.        | 3,28      | 4         | 13,12         |
| Трійник плоский 22x10x10, ДКС ІМ                               | шт.        | 2,94      | 1         | 2,94          |
| <b>РАЗОМ:</b>  |            |           | <b>21</b> | <b>54,82</b>  |

Таблиця 2.11 – Додаткове обладнання

| № з/п, назва                              | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть | Вартість, грн |
|---|------------|-----------|-------|---------------|
| Вогнегасник вуглекислотний ОУ-5 (ВВК-3,5) | шт.        | 256,08    | 2     | 512,16        |



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| № з/п, назва   | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть    | Вартість, грн  |
|--|------------|-----------|----------|----------------|
| Кондиціонер AUX ASW-H12A4/EABR. Розмір приміщення 55 м <sup>2</sup>  | шт.        | 3685,20   | 1        | 3685,20        |
| Підставка під вогнегасник вуглекислотний ОУ-5 (ВВК-3,5)  | шт.        | 84,00     | 2        | 168,00         |
| Фільтр-подовжувач мережевий SVEN Classic 5-5M 5 м. 7 розеток із заземленням (5xCEE 7/4, 1xCEE 7/16, 1xCEE 7/17), макс. навантаження 10 А | шт.        | 68,00     | 1        | 68,00          |
| <b>РАЗОМ:</b>  |            |           | <b>7</b> | <b>4433,36</b> |

Таблиця 2.12 – Видаткові матеріали

| № з/п, назва  | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть    | Вартість, грн |
|---|------------|-----------|----------|---------------|
| Леза змінні для ножа канцелярського з сегментованим лезом 18 мм Axent 6702 (10 шт.) | уп.        | 5,35      | 1        | 5,35          |
| Батарейки пальчикові Sony Plus AA 1.5 В LR6 (2 шт.)                                 | уп.        | 11,30     | 1        | 11,30         |
| Бур SDS-PLUS Kress Набір бурів turbo bk5 (5 штук, розміром 5,6,8,10,12 X 100/160)   | уп.        | 169,00    | 1        | 169,00        |
| Набір свердел по бетону Makita D-05175 (5 штук, діаметр 4,5,6,8,10)                 | уп.        | 45,00     | 1        | 45,00         |
| Набір насадок біт BOSCH EXTRA HART 16 шт.   | уп.        | 253,00    | 1        | 253,00        |
| Ножі-ставки змінні HT-44KR для HL-SW2   | шт.        | 44,00     | 1        | 44,00         |
| Дюбель з шурупом 6x60 (100 шт.)   | уп.        | 14,00     | 1        | 14,00         |
| Дюбель з шурупом 8x80 (100 шт.)   | уп.        | 34,78     | 1        | 34,78         |
| <b>РАЗОМ:</b>   |            |           | <b>8</b> | <b>576,43</b> |

Таблиця 2.13 – Інструменти

| № з/п, назва  | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть | Вартість, грн |
|---|------------|-----------|-------|---------------|
| Кримпер модульний Pro'sKit CP-373, 4P/6P/8P                               | шт.        | 122,00    | 1     | 122,00        |
| Інструмент для розшивки кабелю в патч-панель (або розетку) ударний HL-SW2 | шт.        | 63,75     | 1     | 63,75         |
| Викрутка хрестова D03P180 Jonnesway, PH#1x80, 160                         | шт.        | 21,48     | 1     | 21,48         |
| Рулетка S&R 5 м   | шт.        | 56,00     | 1     | 56,00         |
| Дальномір лазерний з кутоміром Bosch GLM80 Professional 80 м              | шт.        | 2318,00   | 1     | 2318,00       |
| Рівень Карго Spirit 779 (779-40-400) 400 мм                               | шт.        | 76,00     | 1     | 76,00         |
| Ніж канцелярський з сегментованим лезом 18 мм Axent 6702                  | шт.        | 13,95     | 1     | 13,95         |

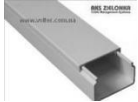





## І. М. Журавська

| № з/п, назва   | Од. виміру | Ціна, грн | К-сть     | Вартість, грн  |
|--|------------|-----------|-----------|----------------|
| Перфоратор Metabo KHE 2650                               | шт.        | 1999,00   | 1         | 1999,00        |
| Дриль двошвидкісний з реверсом Rebir IE-1305A            | шт.        | 1043,00   | 1         | 1043,00        |
| Драбина алюмінієва універсальна, робоча висота до 3,98 м | шт.        | 900,00    | 1         | 900,00         |
| Ящик для інструменту Stanley Auto Latch 635 x 292 x 316  | шт.        | 264,00    | 1         | 264,00         |
| <b>РАЗОМ:</b>  |            |           | <b>11</b> | <b>6877,18</b> |


**ВСЬОГО: 14169,21 грн**

Іноді для повнішого інформування Замовника проекту ЛОМ щодо статей витрат доцільно включати в таблиці кошторису зовнішній вигляд обладнання та комплектуючих (табл. 2.14). Якщо одиниця виміру метричних характеристик міліметри, зазвичай позначення «мм» випускають.

*Таблиця 2.14 – Мережеві аксесуари (із зовнішнім виглядом)*

| № з/п, назва                         | Зовнішній вигляд  | Од. вим. | Ціна, грн | Кількість | Сума, грн |
|--------------------------------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. Короб ПВХ 18x13 МКЕ Акс білий     |    | м        | 5,52      | 5         | 27,60     |
| 2. Ковпачок на RJ-45                 |    | шт.      | 0,65      | 10        | 6,50      |
| 3. Кут внутрішній 90 LV 18x13        |   | шт.      | 4,16      | 2         | 8,32      |
| 4. Кут плоский 90 LV 18x13           |  | шт.      | 4,93      | 1         | 4,93      |
| 5. Заглушка торцева 18x13            |  | шт.      | 7,64      | 2         | 9,28      |
| 6. Стяжка кабельна 2,5x100 (100 шт.) |  | уп.      | 6,20      | 1         | 6,20      |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| № з/п,<br>назва  | Зовнішній<br>вигляд   | Од.<br>вим. | Ціна,<br>грн | Кількість | Сума,<br>грн   |
|--|---|-------------|--------------|-----------|----------------|
| 7. Стяжка кабельна<br>2х120 (100 шт.)                            |  | уп.         | 9,90         | 1         | 9,90           |
| 8. Шафа настінна 19",<br>6U, (365х600х650)<br>мет. двері, Exalan |  | шт.         | 2125,00      | 1         | 2125,00        |
| <b>РАЗОМ:</b>  |   |             |              | <b>23</b> | <b>2197,73</b> |

Крім елементів, які перелічені у специфікації, до кошторису включаються роботи з монтажу ЛОМ, які бажано розписувати за позиціями; це допоможе при зміні обсягів робіт оцінити їхню реальну кінцеву вартість.

Монтажні роботи можна поділити на такі етапи:

- монтаж кабельних каналів, лючків, стійок;
- прокладка кабелю;
- установка інформаційних і електричних розеток;
- організація комутаційного центру;
- маркування елементів мережі.

Орієнтовні ціни на монтаж СКС на сучасному ринку телекомунікацій України наведено в додатку В [57].

Під кожним розділом кошторису розраховується вартість цієї групи кошторису. Наприкінці кошторису зазначається загальна сума всіх складових елементів ЛОМ та вартість монтажних-налагоджувальних робіт. Валютою кошторису обов'язково повинна бути національна (грн). Якщо додатково використовується інша валюта (євро, долари США й т. ін.), доцільно у електронному файлі проекту створити макрос із поновленням курсу цієї валюти до гривні за НБУ (наприклад, з веб-сайтів [bank.gov.ua](http://bank.gov.ua), [tables.finance.ua](http://tables.finance.ua), [fin.biz.ua](http://fin.biz.ua) або ін.) та автоматичним перерахунком відповідних сум.

Створювати кошторис доцільно у будь-якому табличному процесорі – як інсталюваному (MS Excel, Open Office Calc, StarOffice Calc, Lotus 1-2-3, Corel Quattro Pro або ін.), так і в онлайнному (Google Spreadsheets, EditGrid, Zoho Sheet та ін.). Доречним є також використання програмного середовища «ІС:Предприятие» й т. п. («БАС-Предприятие», «Турбо Бухгалтер», «Турбо 9», «Инфо-Бухгалтер», «Квинт», «Парус» тощо).

## І. М. Журавська

Якщо облік компонентів ЛОМ ведеться у середовищі «ІС:Предприятие», то кошторис може виглядати так, як наведено на рис. 2.11.

| № | Товар  | Од. | Кількість | Ціна без ПДВ | Сума без ПДВ |
|---|--|-----|-----------|--------------|--------------|
| 1 | Компютер (PC-3 800)                            | шт  | 1,00      | 26,50        | 26,50        |
| 2 | Короб картонний настанови RJ-45 Трор (8P8C) CA | шт  | 12,00     | 8,30         | 99,60        |
| 3 | Короб 25мм x 10мм                              | шт  | 17,00     | 0,03         | 1,02         |
| 4 | Концентр (RJ-45) Cat 5                         | шт  | 30,00     | 3,30         | 162,20       |
| 5 | Концентр 2x1 на 10мм. Matrix (RJ45) (PC2)      | шт  | 1,00      | 7,90         | 7,90         |
| 6 | Вита пара UTP Cat 5                            | шт  | 850,00    | 3,42         | 500,50       |
| 7 | Лінійний модуль 10мм                           | шт  | 2,00      | 2,80         | 14,20        |
| 8 | Лінійний модуль 25мм (RJ-45) дошка, реверс     | шт  | 1,00      | 302,12       | 302,12       |
| 9 | Лінійний модуль 25мм (RJ-45) дошка             | шт  | 1,00      | 11,90        | 11,90        |

*Рисунок 2.11 – Кошторис на створення ЛОМ у середовищі «ІС:Предприятие»*

Заповнення облікових карток на обладнання та складання кошторису можливо як у національній валюті (грн), так і в іншій валюті, наприклад, у доларах США (рис. 2.12).

| № | ТМН  | Партія               | Квант. | Ед. | К. | Цена  | Сума б/с | Сума - НДС | Сума + НДС | Остаток |
|---|--|----------------------|--------|-----|----|-------|----------|------------|------------|---------|
| 1 | Компютер (PC-3 800)                            | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 40,83 | 40,83    | 40,83      | 81,66      | 0       |
| 2 | Короб картонний настанови RJ-45 Трор (8P8C) CA | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 1,24  | 12,40    | 12,40      | 24,80      | 0       |
| 3 | Короб 25мм x 10мм                              | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 20,23 | 20,23    | 20,23      | 40,46      | 0       |
| 4 | Концентр (RJ-45) Cat 5                         | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 0,54  | 21,96    | 21,96      | 43,92      | 0       |
| 5 | Концентр 2x1 на 10мм. Matrix (RJ45) (PC2)      | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 0,28  | 2,80     | 2,80       | 5,60       | 0       |
| 6 | Вита пара UTP Cat 5                            | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 0,48  | 72,00    | 72,00      | 144,00     | 0       |
| 7 | Лінійний модуль 10мм                           | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 0,28  | 1,96     | 1,96       | 3,92       | 0       |
| 8 | Лінійний модуль 25мм (RJ-45) дошка, реверс     | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 54,17 | 54,17    | 54,17      | 108,34     | 0       |
| 9 | Лінійний модуль 25мм (RJ-45) дошка             | Партія по ушкодженню | 1,000  | шт  |    | 1,00  | 11,90    | 11,90      | 23,80      | 0       |

*Рисунок 2.12 – Ведення обліку складових ЛОМ в доларах США у програмі «ІС:Предприятие»*

### **2.3 Вимоги до робочої документації**

Робоча документація (Р) – це заключний етап проектування, що складається з деталізованих і доведених до робочого місця документів. Стадія Р розробляється для безпосереднього виконання будівельно-монтажних робіт.

До складу Р повинні входити:

- робочі креслення, які розробляються згідно з вимогами нормативних документів (траси прокладання кабелів по кожній підсистемі СКС тощо);
- позначення і правила маркування розеток, кабелів тощо;
- ескіз монтажу кабелів у різних роз'ємах;
- схема підключення кабельної проводки;
- таблиця кабельних з'єднань;
- плани розміщення обладнання в шафах або стійках;
- програма і методика випробування СКС.

Із прикладом робочої документації можна ознайомитись на форумі про СКС і АСУ [20].

#### **2.3.1 Розробка траси прокладання кабелів. Умовні графічні позначення**

Згідно з ДСТУ Б А.2.4-42:2009 у складі основного комплекту робочих креслень СКС розробляють [43]:

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

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:

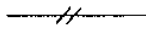
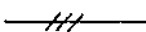
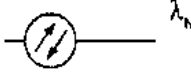








- траси прокладання кабелів СКС по приміщеннях будівлі;
- місця розташування комутаційного обладнання;
- місця вводу кабелів у приміщення чи будівлю;
- марки (типи) та ємність кабелів, що прокладаються;
- спосіб прокладання кабелів;
- типи конструктивних елементів.

Кожному кабелю надається своє позначення, яке вказується в місцях розгалуження трас. Маркування кабелів на трасі повинно відповідати журналу кабельних з'єднань.



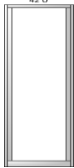

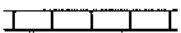
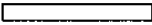
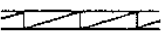

На планах указують координаційні осі будівлі, відстані між ними, суміжні приміщення, відстані від обладнання до будівельних конструкцій, проєктоване обладнання, кабелі, вводи кабелів СКС та кабелів живлення, отвори, підлогові канали, конструктивні елементи для прокладання кабелів, відмітки чистої підлоги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

Умовні графічні позначення кабелів, жолобів та розеток використовуються з ДСТУ Б А.2.4-40:2009 або MS Visio (табл. 2.15). Приклад виконання фрагмента траси прокладання кабелів СКС горизонтальної підсистеми наведено на рис. 2.13.

*Таблиця 2.15 – Умовні графічні позначення елементів СКС у робочій документації*

| Найменування  | Позначення  |   |
|---|---|---|
|   | за ДСТУ<br>Б А.2.4-40:2009  | у MS Visio  |
| Аналогова фізична двопроводова лінія зв'язку  |    |   |
| Аналогова фізична трипроводова лінія зв'язку  |    |   |
| Оптоволоконна лінія (наводять швидкість передачі STM-N або довжину хвилі $\lambda_N$ )  |    |  |
| Лінія передавання по коаксимальному кабелю  |    |   |
| Абонентський радіодоступ  |    |  |
| Цифрова абонентська лінія, симетрична («вита» пара)   |    |   |
| Розетка абонентська   |   |   |
| Розетка телекомунікаційна однопортова   |  |   |
| Розетка телекомунікаційна багатопортова (наводять ідентифікаційний номер телекомунікаційної розетки або портів мережевого обладнання) |  |   |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Найменування   | Позначення  |   |
|--|---|---|
|  | за ДСТУ<br>Б А.2.4-40:2009  | у MS Visio  |
| Наприклад:<br>Телекомунікаційна розетка<br>двопортова: Т, D – тип під'єднаних<br>мереж (Т – телефонна мережа,<br>D – цифрова мережа);<br>4 – номер поверху;<br>5 – номер кімнати;<br>12 – номер розетки;<br>1, 2 – номери портів | <br><b>T4.05.12.1</b><br><b>D4.05.12.2</b> |   |
| Шафа телекомунікаційна   |    |  |
| Коробка розподільна<br>телекомунікаційна   |    |   |
| Жолоб повітряний для прокладання<br>кабелів:<br>а) відкритий   |    |   |
| б) закритий  |    |   |
| Жолоб під фальшпідлогою, над<br>фальшстелею  |    |   |
| Коробка підпідлогова: наводять тип<br>(ПК) та розміри (Н)  |    |   |

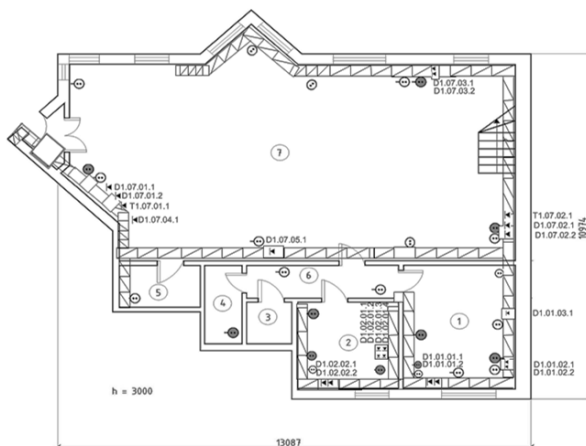


Рисунок 2.13 – Фрагмент траси прокладання кабелів СКС

### 2.3.2 Комплектація телекомунікаційної шафи

Телекомунікаційні шафи та стійки стали практично стандартним рішенням при проектуванні та інсталяціях СКС у виробничих та офісних будівлях.

Розміри телекомунікаційних шаф (ТШ) вимірюються в трьох різних одиницях: юнітах, дюймах та міліметрах.

Висота телекомунікаційної шафи вказується в умовних монтажних одиницях, тобто в «юнітах» (1U = 44,45 мм або 1,75 дюйма). Правильніше, це не висота шафи, а кількість обладнання висотою 1U, яке можна встановити в телекомунікаційну шафу. Тому, якщо в специфікації, в прайс-листах виробників телекомунікаційної шафи зустрічається цифра з додаванням літери «U», наприклад, «42U», то це означає, що в таку телекомунікаційну шафу можна змонтувати 42 одиниці пристроїв заввишки 1U. Примітно, що 1U в точності дорівнює російському «вершку».

Висота телекомунікаційної шафи, що встановлюється в дата-центрі (центрі обміну даних – ЦОД), не повинна бути вище 2,4 м (тобто шафа не повинна бути більше 47U). У серверних приміщеннях виробничих та інших підприємств не використовуються шафи вище ніж 42U. Для офісу традиційно обирається шафа заввишки від 7U до 14U зі скляними дверцятами. Існують найрізноманітніші телекомунікаційні шафи, але обов'язково потрібно зробити запас по ємності (у юнітах).

За шириною звичайно використовують 21-, 19-, 14- та 10-дюймові шафи (стійки) в офісному та антивандальному виконанні. Найбільш розповсюджене обладнання шириною 19" для монтажу у шафу або стійку (Rack Mount).

19 дюймів (19") – це відстань між парами направляючих (екструдерами, монтажними рейками), до яких кріпиться активне і пасивне устаткування. Промисловими стандартами чітко регламентовані відстані між отворами на направляючих, для того щоб можна було без проблем встановити і закріпити 19"-ве обладнання в шафу або стійку за «вушки» (з'ємні кронштейни).

Шафи телекомунікаційні (стійки) ще називають рековими шафами або рековими стійками. Слово «рек» – це професійний жаргонізм, утворений від англійського слова «rack» ([ræk] – стійка, штатив, рама, підставка). Обладнання, яке має стандартне кріплення і ширину, називають пристроєм «rack mount» (обладнання, яке можна змонтувати в стандартну шафу або стійку).

ТШ мають різну глибину, яка може варіюватися від 400 до 1300 мм. У стандарті ANSI/EIA/TIA-942 є рекомендація щодо глибини – глибина



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

шафи має бути на 150 мм більшою, ніж глибина вмонтованого обладнання.

Усередині шафи (стійки) встановлюються:

- комутатор (switch) із кількістю портів відповідно до кількості робочих станцій (з можливістю розширення мережі) та серверів у ЛОМ;

- розподільна панель (патч-панель) із кількістю портів аналогічно з комутатором. Саме на патч-панель і зводитимуться всі лінії від робочих станцій і серверів, під патч-панелями добре мати органайзери. На це витрачаються безцінні юніти, проте СКС надає акуратності та завершеності;

- панель (блок) силових розеток: за кількістю обладнання, що підключається в шафі, плюс запас 1-2 розетки на панелі;

- сервери;

- джерела безперебійного живлення (англ. Uninterruptible Power Supply – UPS);

- стабілізатор.

У верхніх юнітах встановлюють розеткові модулі (англ. Power Distribution Unit – PDU) для розподілу електроживлення та вентиляційні модулі, зазвичай заввишки 1U. Крім того, у верхній частині ТШ встановлюється обладнання з оптичними портами. Річ у тім, що навіть невелика частинка пилу, яка може потрапити на поверхню оптичного адаптера, модуля або конектора, може призвести до погіршення технічних параметрів кабельної лінії і навіть до втрати з'єднання. Встановлюючи обладнання з оптоволоконними сполученнями зверху, ми тим самим зменшуємо ймовірність запилення оптичних модулів. Також зменшується вірогідність пошкодження обладнання через те, що хтось може щось упустити.

Патч-панелі з портами RJ-45 прийнято вносити вище 6-го юніта шафи на рівні очей або трохи нижче для полегшення термінування витих пар в IDC-блоки кросів та в подальшому для зручності комутації витої пари на кросовому полі обслуговуючим персоналом.

Активне обладнання, що використовується для організації комп'ютерної мережі, зазвичай розташовується в шафі нижче патч-панелей.

Треба не забувати про використання горизонтальних і вертикальних організаторів, які розміщують рівномірно між патч-панелями, кросами і активним обладнанням. Зазвичай встановлюється мінімум один організатор через кожні 2U обладнання, щоб уникнути сильних перегинів патч-кордів (комутаційних шнурів).

Реальне електроспоживання сервера не повинно перевищувати 100 Вт на один юніт.

У нижні 6-9-юнітові шафи рекомендовано встановлювати найважче обладнання; до нього належать блоки безперебійного живлення UPS, важкі мережеві комутатори, масивні пристрої зберігання даних.

Розташування масивного обладнання в нижній частині ТШ надає їй додаткову стійкість. Якщо ж винести важке обладнання вгору, утворюється сильний перевертальний момент, і навіть фіксація ТШ до підлоги не забезпечить потрібного захисту.

Невикористані юніти обов'язково закривають порожніми панелями (заглушками) для запобігання змішування і рециркуляції холодного і гарячого повітря в ТШ.

Приклад розміщення комутаційного обладнання в телекомунікаційній стійці, що знаходиться в ТС (приміщення № 4), наведено на рис. 2.14.

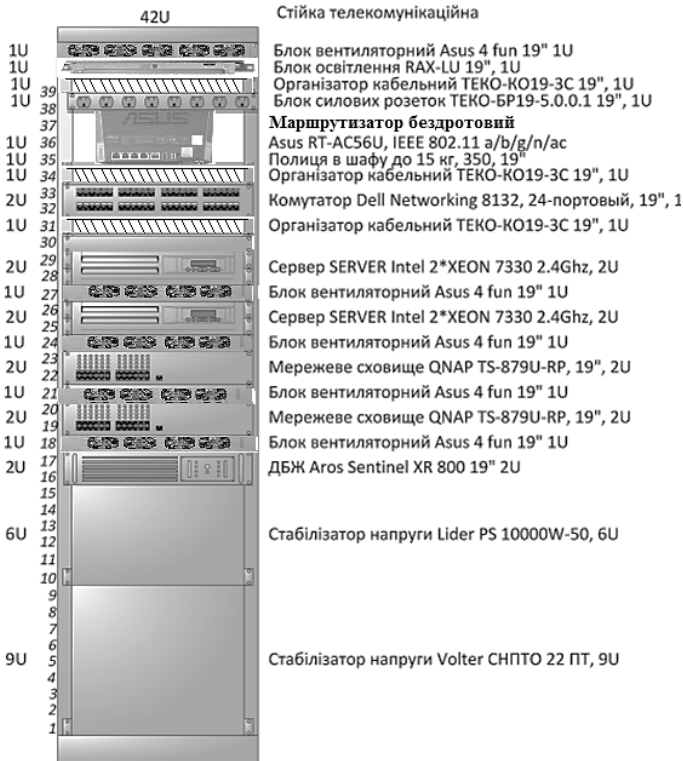


Рисунок 2.14 – Приклад комплектації та розташування обладнання у телекомунікаційній шафі (стійці)

### 2.3.3 Складання кабельного журналу

Форма кабельного журналу може відповідати формі № 7 ГОСТ 21.613-88 (рис. 2.15), але цей стандарт, як і всі інші міждержавні стандарти групи «Система проектної документації для строительства (СПДС)», станом на 01.04.2014 не є чинним в Україні [21].

| Обозначение кабеля, провода | Трасса         |       | Участок трассы кабеля, провода            | Кабель, провод |                        |          |           |                        |          |
|-----------------------------|----------------|-------|---|----------------|------------------------|----------|-----------|------------------------|----------|
|                             | Начало         | Конец |   | По проекту     |                        |          | Проложено |                        |          |
|                             |                |       |   | Марка          | Кол. число сечений жил | Длина, м | Марка     | Кол. число сечений жил | Длина, м |
| РКВ01                       | Дп 01, марка 1 | ТВ 41 | К12-ФВК12-ФВ<br>ТВ 26/6, 27/3, 56/1, 67/1 | ПВ1            | 2, 1х2,5               | 22,5     |           |                        |          |
| РКВ02                       | Дп 01, марка 2 | ТВ 41 | К12-ФВК12-ФВ<br>ТВ 26/6, 27/3, 56/1, 67/1 | ПВ1            | 2, 1х2,5               | 22,5     |           |                        |          |
| РКВ03                       | Дп 01, марка 3 | ТВ 41 | К12-ФВК12-ФВ<br>ТВ 26/6, 27/3, 56/1, 67/1 | ПВ1            | 2, 1х2,5               | 22,5     |           |                        |          |
| РКВ04                       | Дп 01, марка 4 | ТВ 41 | К12-ФВК12-ФВ<br>ТВ 26/6, 27/3, 56/1, 67/1 | ПВ1            | 2, 1х2,5               | 22,5     |           |                        |          |

*Рисунок 2.15 – Форма кабельного журналу за ГОСТ 21.613-88*

У той же час, в Україні чинний міждержавний ГОСТ 2.413-72 «ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа», в п. 5.3 якого наведено форму таблиці з'єднань. Тому форма таблиці кабельних з'єднань ЛОМ до прийняття відповідних національних документів із СКС може бути такою ж та містити графи з назвами:

- Провідник;
- Поз.;
- Початок (звідки йде кабель);
- Кінець (куди надходить кабель);
- Довжина;
- Примітки.

Розміри граф таблиці вказаним стандартом не регламентуються. У форму, наведену в цьому стандарті, допускається включати інші графи.

Наприклад, кабельний журнал ЛОМ може виглядати, як наведено в табл. 2.16.

*Таблиця 2.16 – Таблиця кабельних з'єднань*

| № кабелю | Початок (пристрій) |                              |                                  | Кінець (пристрій) |                      |                            | Марка кабелю | Довжина кабелю, м |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|--------------|-------------------|
|          | № приміщення       | № світлу, точки консолідації | № порту патч-панелі (обладнання) | № приміщення      | № розетки (пристрою) | № порту розетки (пристрою) |              |                   |
| 1.       | TR                 |                              | 10                               | 7                 | D1.07.05.1           | 1                          | U/UTP Cat.5e | 8                 |
| 2.       | TR                 |                              | 11                               | 7                 | C1-1                 | 1                          | U/UTP Cat.5e | 3                 |

## І. М. Журавська

| № кабелю | Початок (пристрій) |                               |                                  | Кінець (пристрій) |                      |                            | Марка кабелю               | Довжина кабелю, м |
|----------|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
|          | № приміщення       | № свігачу, точки консолідації | № порту патч-панелі (обладнання) | № приміщення      | № розетки (пристрою) | № порту розетки (пристрою) |                            |                   |
| 3.       | TR                 |                               | 12                               | 7                 | C1-3                 | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 8                 |
| 4.       | TR                 |                               | 13                               | 5                 | C1-6                 | 1                          | F/UTP Cat.5e               | 12                |
| 5.       | TR                 |                               | 14                               | 7                 | C1-7                 | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 15                |
| 6.       | TR                 |                               | 15                               | 7                 | CW-1                 | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 15                |
| 7.       | TR                 |                               | 16                               | –                 | –                    | –                          | –                          | –                 |
| 8.       | 7                  | D1.07.02                      | 2                                | 7                 | PC1-3                | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 3                 |
| 9.       | 7                  | D1.07.03                      | 1                                | 7                 | PC1-4                | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 3                 |
| 10.      | 7                  | D1.07.01                      | 2                                | 7                 | PC2-1                | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 3                 |
| 11.      | 7                  | D1.07.04                      | 1                                | 7                 | WF1-1                | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 3                 |
| 12.      | 7                  | D1.07.05                      | 1                                | 7                 | TV1-1                | 1                          | U/UTP Cat.5e               | 2                 |
| 13.      | 7                  | T1.07.01                      | 1                                | 7                 | P1-2                 | 1                          | BBГ 3x1,5                  | 3                 |
| 14.      | 7                  | T1.07.02                      | 1                                | 7                 | P1-1                 | 1                          | BBГ 3x2,5                  | 3                 |
| 15.      | 1                  | 1-PC1-1                       | 1                                | 6                 | 6-X1-1               | 1                          | USB type A -<br>USB type B | 5                 |
| 16.      | 1                  | 1-PC1-2                       | 1                                | 6                 | 1-M1-2               | 1                          | USB type A -<br>USB type B | 5                 |
| 17.      | 7                  | 7-PC2-1                       | 1                                | 7                 | 7-MF-1               | 1                          | USB type A -<br>USB type B | 5                 |

Для сегментів ЛОМ, де для передачі даних використовується також технологія PLC, у кабельний журнал додаються кабелі електроживлення (рис. 2.16). Згідно з вимогами нормативних документів, у системах передачі даних може використовуватись тільки трипроводовий мідний кабель, наприклад, ВВГ 3x2.5.

У кінці кабельного журналу підсумовується загальний метраж за кожним типом кабелю (табл. 2.17).

Таблиця 2.17 – Узагальнені розрахунки використання кабелів у ЛОМ

| <b>Всього:</b>          |            |     |
|-------------------------|------------|-----|
| U/UTP кат.5e            | 4x(2x0,51) | 124 |
| ВВГ                     | 3x1,5      | 576 |
| ВВГ                     | 3x2,5      | 553 |
| USB type A – USB type B |            | 55  |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

ТАБЛИЦЯ КАБЕЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ

| № кабелю | ПОЧАТОК (Інструції)         |  |                    | КИНЕЦЬ (Інструції)       |           |                                     | Тип кабелю | Довжина кабелю |
|----------|-----------------------------|--|--------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------------|------------|----------------|
|          | Назва (№ шари, призначення) | Назва (№ порт-рокет, точки консолідації) | № порта порт-рокет | № призначення / простору | № розетки | № порта розетці, точки консолідації |            |                |
| 1        | 3                           | A3.01                                    | -                  | 3                        | PC3.01    | 1                                   | UTP cat 5e | 5              |
| 2        | 3                           | A3.01                                    | -                  | 3                        | PS.06     | 2                                   | ВВГЗж2,5   | 5              |
| 3        | 3                           | A3.02                                    | -                  | 3                        | PC3.02    | 1                                   | UTP cat 5e | 5              |
| 4        | 3                           | A3.02                                    | -                  | 3                        | PS.05     | 2                                   | ВВГЗж2,5   | 5              |
| 5        | 3                           | A3.03                                    | -                  | 3                        | MF.03.01  | 1                                   | UTP cat 5e | 5              |
| 6        | 3                           | A3.03                                    | -                  | 3                        | SC.07     | 1                                   | ВВГЗж2,5   | 5              |
| 7        | 3                           | A3.04                                    | -                  | 3                        | С3.01     | 1                                   | UTP cat 5e | 5              |
| 8        | 3                           | A3.04                                    | -                  | 3                        | ST.01     | 1                                   | ВВГЗж2,5   | 5              |
| 9        | 3                           | A3.05                                    | -                  | 3                        | AP3.01    | 1                                   | UTP cat 5e | 5              |
| 10       | 3                           | A3.05                                    | -                  | 3                        | ST.02     | 1                                   | ВВГЗж2,5   | 5              |

Рисунок 2.16 – Кабельний журнал для ЛОМ за технологіями Ethernet та PLC

Інші приклади кабельних журналів, що складені для телекомунікаційної шафи та для системи відеоспостереження, наведено відповідно в табл. 2.18 та табл. 2.19.

Таблиця 2.18 – Кабельний журнал для телекомунікаційної шафи

| № заявки з/п  | ID кабелю | Функція призначення кабелю | Початок траси  |                | Кінець траси        |           |              | Довжина кабелю L, м | Кабель, провід |           |                            |
|---|-----------|----------------------------|----------------|----------------|---------------------|-----------|--------------|---------------------|----------------|-----------|----------------------------|
|   |           |                            | ID комут. шафи | ID патч-панелі | № порта патч-панелі | № поверху | № приміщення |                     | № розетки      | Тип       | К-ть жил та площа перетину |
| Патч-панель ПІ-01 (24 порти), шафа ПШ1 (1 поверх) + Wi-Fi |           |                            |                |                |                     |           |              |                     |                |           |                            |
| 1.  | 1.1.01    | універс. порт СКС          | ШК1            | ПІ-01          | 1                   | 1         | 1.1.01       | 19,0                | UTP кат.5e     | 4(2x0,51) |                            |
| 2.  | 1.1.02    | універс. порт СКС          | ШК1            | ПІ-01          | 2                   | 2         | 1.1.02       | 30,6                | UTP кат.5e     | 4(2x0,51) |                            |
| 3.  | 1.1.03    | універс. порт СКС          | ШК1            | ПІ-01          | 3                   | 2         | 1.1.03       | 26,8                | UTP кат.5e     | 4(2x0,51) | Зв'язок з шафою 2          |
| ...   |           |                            |                |                |                     |           |              |                     |                |           |                            |

Таблиця 2.19 – Кабельний журнал для системи відеоспостереження

| Позначення кабелю, проводу | Початок                            | Кінець                             | Траса   |                      |     |    |           |           |          | Кабель, провід |                            |            |             |                            |            |   |   |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|----------------------|-----|----|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------------|------------|-------------|----------------------------|------------|---|---|
|                            |                                    |                                    | в трасі | Ділянка траси кабелю |     |    |           |           |          | за проектом    |                            |            | прокладений |                            |            |   |   |
|                            |                                    |                                    |         | в трубах             |     |    | по опорах | в будівлі | по спор. | Марка          | К-ть жил та площа перетину | Довжина, м | Марка       | К-ть жил та площа перетину | Довжина, м |   |   |
|                            |                                    |                                    |         | АЦ                   | ПНД | м  |           |           |          |                |                            |            |             |                            |            | д | м |
| 2001                       | В/камера N1 в будівлі КПП          | Вхід УЗЛ N1 в приміщення серверної | 0       | -                    | 8   | 32 | 8         | -         | 0        | 30             | 10                         | РК         | 75-4-361 ф  | 40                         |            |   |   |
| 2002                       | В/камера N2 на огорожі             | Вхід УЗЛ N1 в приміщення серверної | 8       | 100                  | 8   | -  | 0         | -         | 0        | 50             | 6                          | РК         | 75-4-361 ф  | 64                         |            |   |   |
| 2004                       | В/камера N4 на опорі освітлення N1 | Вхід УЗЛ N1 в приміщення серверної | 14      | 100                  | 4   | 40 | 15        | -         | 6        | 4              | 9                          | РК         | 75-4-361 ф  | 33                         |            |   |   |

### 2.3.4 Складання IP-плану

Кількість хостів у підмережі визначається як:

$$N = 2^{32-N} - 2, \quad (2.1)$$

де  $N$  – довжина маски. Чим довше маска, тим менше в ній хостів.

З цієї обставини, зокрема, випливає, що максимальною довжиною маски підмережі з хостами є  $N = 30$ . Саме мережі /30 найчастіше використовуються для адресації на point-to-point-лінках між маршрутизаторами.

В організації немає сенсу залишати величезні запаси IP-адрес (наприклад, /21 за CIDR згідно з RFC 1517 [12], тобто  $2^{11} = 2048$  адрес або 8 підмереж /24), як для мережі провайдера, або, тим більше, /20 (4096 IP-адрес або 16 підмереж /24), як для сегмента MAN. Цілком раціональним є виділення 1024 IP-адрес, тобто 4 підмережі /24, яким відповідає маска /22.

Таким чином, у мережі (навіть найменшого підприємства) зазвичай має бути кілька IP-підмереж (2+) і маршрутизатор (точніше фایрвол, але в такому контексті можна вважати ці слова синонімами), який маршрутизує і контролює трафік між підмережами.

Наступний крок – розбиття підмереж на більш дрібні підмережі. Наприклад, мережу 192.168.8.0/21 можна розбити на 2 підмережі /22, чотири підмережі /23, вісім /24 і т. д. Загальне правило, як нескладно здогадатися, таке:

$$K = 2^{X-Y}, \quad (2.2)$$

де  $K$  – кількість підмереж із довжиною маски  $X$ , що поміщуються в підмережі з довжиною маски  $Y$ .

Тобто,  $K = 2^{24-21} = 2^3 = 8$  (підмереж /24 міститься у мережі /21).

Розглянемо складання IP-плану для плану розміщення обладнання, наведеного на рис. 2.3. У робочих приміщеннях, де працюють окремі VLAN, достатньо формування IP-плану розміром /28 (тобто, 14 хостів). Для цього можна використовувати піддіапазони IP-адрес (рядок «range» на рис. 2.17), визначені за допомогою IP-калькулятора [6].

На рис. 2.18 наведено фрагмент IP-плану для приміщень № 31, 32 та для телекомунікаційної шафи ТС, яка розміщена у приміщенні № 33.

На рис. 2.18 видно, що для ПК з IP-адресою 192.168.100.165/28 маска підмережі 255.255.255.240. Усі інші пристрої, що знаходяться з PC32.03 в одній підмережі, мають IP-адреси у діапазоні 192.168.100.161 – 192.168.100.174.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

← → Яндекс ip-calculator.ru ☆ Перекласти ▾

**IP Калькулятор**

Адрес (хост или сеть)  / Битов или маска (24 или 255.255.255.0)

Address: 192.168.100.165 C0.A8.64.A5 11000000.10101000.01100100.1010 | 0101  
 Bitmask: 28 11111111.11111111.11111111.1111 | 0000  
 Netmask: 255.255.255.240 FF.FF.FF.F0 11111111.11111111.11111111.1111 | 0000  
 Wildcard: 0.0.0.15 00.00.00.0F 00000000.00000000.00000000.0000 | 1111  
 Network: 192.168.100.160 C0.A8.64.A0 11000000.10101000.01100100.1010 | 0000  
 HostMin: 192.168.100.161 C0.A8.64.A1 11000000.10101000.01100100.1010 | 0001  
 HostMax: 192.168.100.174 C0.A8.64.AE 11000000.10101000.01100100.1010 | 1110  
 Broadcast: 192.168.100.175 C0.A8.64.AF 11000000.10101000.01100100.1010 | 1111  
 Hosts: 16

Right byte range for 0-15, 16-31, 32-47, 48-63, 64-79, 80-95, 96-111, 112-127,  
 netmask 255.255.255.240: 128-143, 144-159, 160-175, 176-191, 192-207, 208-223, 224-239, 240-255

Рисунок 2.17 – Визначення характеристик підмережі за допомогою IP-калькулятора

Аналогічні піддіапазони /28 наведено в рядку «range» (див. рис. 2.17). Один із них (192.168.100.0 – 192.168.100.15) використаний для адресації серверного та комутаційного обладнання в ТС (див. рис. 2.14).

|                    |         |                    |           |
|--------------------|---------|--------------------|-----------|
| 192.168.100.14.6   |         | 192.168.100.16.9   | C32.01    |
| 192.168.100.14.7   |         | 192.168.100.17.0   | MFU32.01  |
| 192.168.100.14.8   |         | 192.168.100.17.1   | K32.01    |
| 192.168.100.14.9   |         | 192.168.100.17.2   | K31.01    |
| 192.168.100.15.0   |         | 192.168.100.17.3   | SPS31.01  |
| 192.168.100.15.1   |         | 192.168.100.17.4   |           |
| 192.168.100.15.2   |         | 192.168.100.17.5   |           |
| 192.168.100.15.3   |         | Приміщення 33 (ТС) |           |
| 192.168.100.15.4   |         | 192.168.100.0/28   |           |
| 192.168.100.15.5   |         | 192.168.100.1      | R.TC.01.1 |
| 192.168.100.15.6   |         | 192.168.100.2      | R.TC.01.2 |
| 192.168.100.15.7   |         | 192.168.100.3      |           |
| 192.168.100.15.8   |         | 192.168.100.4      |           |
| 192.168.100.15.9   |         | 192.168.100.5      | MC.TC.01  |
| Приміщення 31, 32  |         | 192.168.100.6      | NAS.TC.01 |
| 192.168.100.160/28 |         | 192.168.100.7      |           |
| 192.168.100.16.1   | PC32.01 | 192.168.100.8      |           |
| 192.168.100.16.2   |         | 192.168.100.9      | S.TC.01   |
| 192.168.100.16.3   | PC32.02 | 192.168.100.10     | S.TC.02   |
| 192.168.100.16.4   |         | 192.168.100.11     | S.TC.03   |
| 192.168.100.16.5   | PC32.03 | 192.168.100.12     |           |
| 192.168.100.16.6   |         | 192.168.100.13     |           |
| 192.168.100.16.7   | PC32.04 | 192.168.100.14     |           |
| 192.168.100.16.8   |         | 192.168.100.15     |           |

Рисунок 2.18 – Фрагмент IP-плану для обладнання у приміщеннях № 31, 32 та ТС

З рис. 2.18 видно, що для приміщень 31, 32, які знаходяться поряд у будівлі та можуть бути здані в оренду під окремий офіс, складений спільний IP-план на 16 IP-адрес мережі класу С (або за CIDR – безкласовою адресацією, – /28), що дозволяє підключити 14 мережевих пристроїв.

Маркування пристроїв здійснено за табл. 2.20.

*Таблиця 2.20 – Маркування обладнання в IP-плані*

| <b>Тип обладнання</b> | <b>Номер приміщення</b> | <b>Номер обладнання</b> | <b>Номер порту обладнання</b> |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| <i>PC</i>             | <i>32.</i>              | <i>04.</i>              | <i>–</i>                      |
| <i>R</i>              | <i>ТС.</i>              | <i>01.</i>              | <i>2</i>                      |
| <i>S</i>              | <i>ТС.</i>              | <i>03.</i>              | <i>–</i>                      |

Номер мережі 192.168.100.160, широкомовна адреса (broadcast) – 192.168.100.175.

У приміщеннях № 31 – 32 передбачено 4 робочі місця, комп'ютерам (PC) яких привласнено 4 x IP-адреси та зарезервовані 4 вільні IP-адреси (послідовні з IP-адресами PC) для підключення переносних пристроїв (ноутбуків, планшетів тощо). Таке резервування обґрунтоване, тому що в приміщеннях відсутній Wi-Fi-зв'язок для підключення мобільних пристроїв. Інакше зарезервовані IP-адреси можуть бути використані для розвитку IP-телефонії або для підключення аналогових телефонів через відповідний шлюз.

Адреси 192.168.100.169 – 192.168.100.173 привласнені периферійному обладнанню (кондиціонерам К, багатофункціональному пристрою MFU, відеокамері С та ін.). Адреса 192.168.100.174 зарезервована на розвиток сегмента ЛОМ.

З фрагмента IP-плану видно (див. рис. 2.18), що телекомунікаційна шафа ТС знаходиться у приміщенні № 33. Для обладнання, встановленого у ТС, складено окремий IP-план на 16 IP-адрес мережі класу С (або за CIDR /28), що дозволяє підключити 14 портів комунікаційних пристроїв та серверів.

Номер мережі 192.168.100.0, широкомовна адреса (broadcast) – 192.168.100.15.

За необхідністю розбиття на різні підмережі (рис. 2.19) може бути здійснене за допомогою онлайн-калькулятора [16].

У процесі розподілу IP-адрес у ЛОМ треба враховувати відповідність між «білою» IP-адресою (видається провайдером) та «сірими» IP-адресами, які системний адміністратор мережі розподіляє власноруч, керуючись стандартами RFC.



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Разбиение выполнено успешно

Исходная сеть: 192.168.100.0/24  
Доступно адресов в исходной сети: 254  
Количество необходимых IP адресов: 138  
Available IP addresses in allocated subnets: 196  
Около 81% доступного адресного пространства исходной сети использовано  
Около 70% адресного пространства разбитой сети использовано

| Название подсети  | Размер | Выделенный размер | Адрес           | Маска | Десятичная маска | Диапазон доступных адресов        | Широковещание   |
|-------------------|--------|-------------------|-----------------|-------|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| ТС                | 14     | 14                | 192.168.100.160 | /28   | 255.255.255.240  | 192.168.100.161 - 192.168.100.174 | 192.168.100.175 |
| Приміщення №11    | 4      | 6                 | 192.168.100.200 | /29   | 255.255.255.248  | 192.168.100.201 - 192.168.100.206 | 192.168.100.207 |
| Приміщення №12    | 20     | 30                | 192.168.100.128 | /27   | 255.255.255.224  | 192.168.100.129 - 192.168.100.158 | 192.168.100.159 |
| Приміщення №33-34 | 6      | 6                 | 192.168.100.192 | /29   | 255.255.255.248  | 192.168.100.193 - 192.168.100.198 | 192.168.100.199 |
| Приміщення №31,32 | 14     | 14                | 192.168.100.176 | /28   | 255.255.255.240  | 192.168.100.177 - 192.168.100.190 | 192.168.100.191 |
| Резерв адрес      | 80     | 126               | 192.168.100.0   | /25   | 255.255.255.128  | 192.168.100.1 - 192.168.100.126   | 192.168.100.127 |

Рисунок 2.19 – Розбиття мережі на підмережі з різними префіксами за CIDR

RFC (Request for Comments, укр. «Запит на коментарі») – серія документів, що публікується співтовариством дослідників і розробників «Інженерна рада Інтернету» (англ. Internet Engineering Task Force, IETF), керуються практичними інтересами, в якій описується набір протоколів та узагальнюється досвід функціонування Інтернет.

Згідно з вимогами RFC 3330, для адресації хостів ЛОМ треба використовувати блоки спеціальних IP-адрес 10/8, 172.16/12 і 192.168/16 [14]. Така нотація відповідно до п. 3 RFC 1918 відповідає діапазонам IP-адрес [13]:

а) 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (prefix 10/8, що відповідає одній неперервній мережі класу А);

б) 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (prefix 172.16/12, що відповідає 16 суміжним мережам класу В);

в) 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (prefix 192.168/16, що відповідає 256 суміжним мережам класу С).

Будь-яке підприємство може використовувати IP-адреси з цих блоків без погодження з IANA або Інтернет-реєстраторами. У результаті ці адреси використовуються на безлічі підприємств. Таким чином, унікальність адрес зберігається тільки в масштабі одного або кількох підприємств, які узгоджено використовують спільний блок IP-адрес. У такій мережі кожен хост може обмінюватися інформацією з будь-яким іншим хостом приватної мережі (англ. Private Arial Net – PAN).

Відповідно до класової моделі IP-адресації [17], існує лише певна кількість мереж кожного класу (пул або простір адрес), і в мережі кожного класу може бути адресовано лише певну кількість мережевих вузлів (табл. 2.21).

*Таблиця 2.21 – Класова адресація IP-мереж*

| Клас          | Початкова адреса пулу | Кінцева адреса пулу | Кількість мереж | Кількість вузлів у мережі |
|---------------|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|
| <b>A</b>      | 1.0.0.0               | 126.255.255.255     | 126             | 16777214                  |
| <b>Резерв</b> | 127.0.0.0             | 127.255.255.255     |                 |                           |
| <b>B</b>      | 128.0.0.0             | 191.255.255.255     | 16384           | 65534                     |
| <b>C</b>      | 192.0.1.0.            | 223.255.255.255     | 2097152         | 254                       |
| <b>D</b>      | 224.0.0.0             | 239.255.255.255     |                 |                           |
| <b>E</b>      | 240.0.0.0             | 247.255.255.255     |                 |                           |

## **2.4 Додаткова документація**

Крім документів, зазначених у пп. 2.1-2.3, додатково розробляються:

- протоколи узгодження (відображають зміни схем прокладки кабелів і розташування обладнання);
- протоколи тестування СКС (документ, необхідний для проведення сертифікації СКС, має вигляд таблиці з вимірами функціональних параметрів ліній і каналів);
- інструкція з експлуатації СКС (рекомендації щодо підтримки працездатного стану СКС, перелік та терміни гарантійного обслуговування СКС).

Існують програмні системи автоматизації проектування структурованих кабельних систем, наприклад, пакет «Експерт-СКС» російської компанії «Експерт-Софт» (рис. 2.20), який працює на платформі Windows [115].



*Рисунок 2.20 – Інтерфейс пакету «Експерт-СКС»*

Проектування СКС у пакеті виконується на вихідному плані. Програма здійснює розстановку робочих місць і шаф (точкових елементів), прокладання трас і кабелів, укладання коробів, розподіл зв'язків, формування міжповерхових переходів і переходів між будівлями. Підсистема компонування шаф дозволяє у візуальному режимі проектувати розподільні шафи.

У результаті розробки СКС-проекту складається така документація:

- архітектурний план(и) з розміщенням усіх розроблених елементів;

- специфікація елементів СКС;

- кабельний журнал;

- відомість кабельних каналів та ін.

Система також має можливість випуску результуючих документів кількома мовами: російською українською, англійською та ін. Отримана документація відповідає стандартам ГОСТ (СНД), ISO (міжнародний), TIA (американський), EN (європейський).

Але слід відзначити, що цей програмний пакет зовсім не враховує вимоги українських нормативних документів щодо проектування кабельних систем, а вітчизняного подібного ПЗ немає.

### 2.5 Створення власних шаблонів MS Visio для проектної документації

Зважаючи на те, що графічний редактор MS Visio є найпоширенішим засобом створення структурних схем, кабельних трас та інших складових проектної документації ЛОМ, деякі труднощі зумовлені тим, що в MS Visio немає шаблонів ліній зв'язку, регламентованих національним ДСТУ Б А.2.4-40:2009 та наведених у табл. 2.6. До таких шаблонів належать кабель «вита пара», коаксіальний кабель та ін. Але засоби MS Visio передбачають створення власних шаблонів.

Розглянемо процес створення власного шаблону лінії для позначення коаксіального кабелю у структурній схемі ЛОМ для з'єднання конвертора (трансивера) та супутникової тарілки. Створення шаблону виконувалось у програмі Microsoft Visio Premium 2010 version 14.0.

Першим кроком необхідно створити так званий набір елементів, який міститиме створюваний шаблон лінії зв'язку: **Фигуры** → **Дополнительные фигуры** і натиснути **Создать набор элементов** (**метрическая система мер**) (рис. 2.21, а).

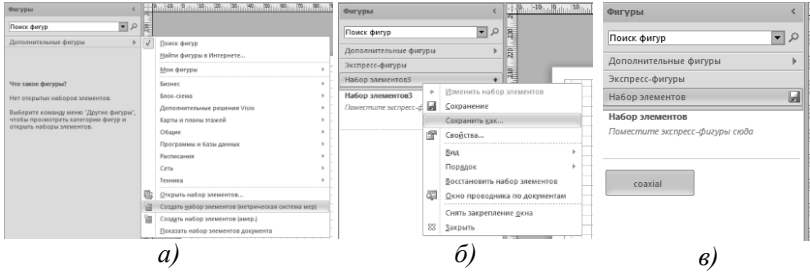


Рисунок 2.21 – Створення (а), збереження (б) та перегляд (в) нового набору елементів у MS Visio

Зберегти у файл створений набір (рис. 2.21, б). Файл набору елементів має розширення *.vss*

Потім необхідно:

- а) викликати контекстне меню в порожній області в наборі елементів та обрати *Создать образец...*;
- б) заповнити поле *Имя*;
- в) натиснути *ОК* у вікні, що з'явилося.

Після цього становиться доступним створений шаблон (рис. 2.21, в).

Тепер необхідно намалювати саму фігуру, для цього треба перейти до режиму редагування шляхом виклику контекстного меню. На створеному елементі треба натиснути *Изменить образец* → *Изменить фигуру образца*. Після цього з'явиться поле для малювання і можна приступати до розробки лінії.

У верхній частині вікна необхідно знайти меню *Главная* → *Сервис* та обрати фігуру-лінію. Потім треба:

- а) провести лінію у полі для редагування;
- б) задати її довжину (наприклад, 27 мм) на панелі *Размер и положение* у лівій нижній частині вікна (рис. 2.22);
- в) збільшити масштаб поля редагування.

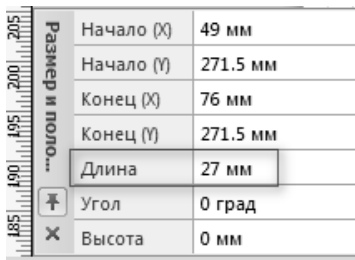


Рисунок 2.22 – Задання параметрів лінії

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Потім необхідно вибрати фігуру (наприклад, «коло») та намалювати його із діаметром 2,5 мм. Після цього треба скопіювати його два рази. У результаті буде отримано 4 фігури: 3 кола і одна лінія (рис. 2.23, а).

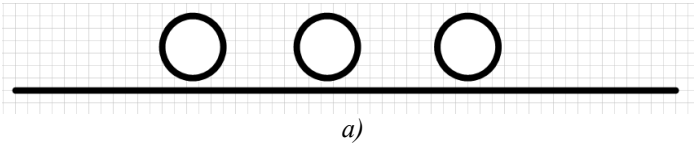


Рисунок 2.23 – Створення (а), вирівнювання (б) та взаєморозміщення (в) фігур «коло» та «лінія»

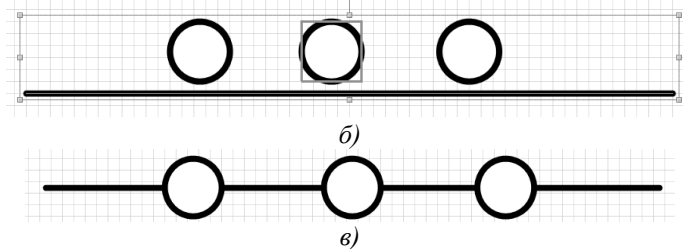


Рисунок 2.23, аркуш 2

Тепер необхідно вирівняти фігури. Для цього треба вибрати з панелі **Главная** → **Сервис** елемент **Указатель**, виділити будь-яке коло, натиснути клавішу **Shift** та лінію. У результаті будуть виділені дві фігури (рис. 2.23, б).

Після цього необхідно натиснути клавішу **F8** – з'явиться вікно **Выравнивание фигур**. Тепер треба виставити вертикальне та горизонтальне вирівнювання «по центру» та натиснути **ОК**. Намальоване коло буде вирівняно по центру лінії.

Тепер треба виділити по черзі кожне коло і вирівняти їх таким чином, щоб вони розташувались по обидва боки центрального кола на однаковій відстані від нього (рис. 2.23, в). Можна скористатися панеллю **Размер и положение** для точнішого їхнього розміщення.

Щоб отримати з використаних примітивів («коло», «лінія») новий шаблон, треба:

а) виділити звичайним прямокутником усі фігури та натиснути **Shift + F3**;

б) у вікні **Линия** встановити товщину в 0 пт (**Линия** → **Толщина** → **Другая**);

в) згрупувати між собою всі намальовані фігури. Для цього треба виділити їх, викликати контекстне меню та натиснути **Группировать**;

- г) натиснути у контекстному меню *Сохранение* або на відповідну піктограму. У результаті отримається нова шаблонна лінія (рис. 2.24);
- д) закрити вікно поля для редагування, оновити зразок.

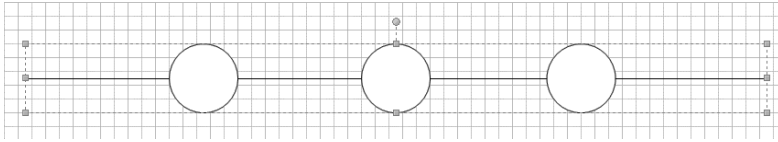


Рисунок 2.24 – Нова шаблонна лінія MS Visio

Наразі створена фігура є повноцінною лінією, яку можна використовувати в побудові структурних схем ЛОМ. Приклад використання такої лінії для з'єднання трансивера та супутникової антени коаксіальним кабелем наведено на рис. 2.25.

Слід зазначити, що, за стандартом ДСТУ Б А.2.4-40:2009, лінія передавання по коаксіальному кабелю позначається хвилястою (див. табл. 2.15).

Власноруч у MS Visio необхідно створити шаблони ліній для позначення практично всіх типів кабелю на структурній схемі ЛОМ: оптоволоконного, коаксіального, витієї пари, дво- та трипровідного кабеля.

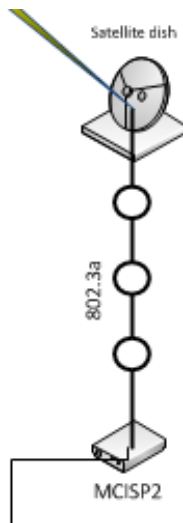


Рисунок 2.25 – З'єднання трансивера та супутникової антени коаксіальним кабелем

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Пояснити використання IP- та MAC-адрес мережевого обладнання.
2. Пояснити, з якими адресами працюють комутатори, а з якими – маршрутизатори.
3. Навести приклади топологій та технологій сучасних локальних та глобальних обчислювальних мереж.
4. Який розмір адресного простору за маскою 255.255.248.0? Пояснити відповідь розрахунком.
5. Записати пул адрес за маскою 255.255.255.240, якщо перша адреса 193.21.204.48 (пояснити відповідь розрахунком).
6. Як визначити належність IP-адреси до класів А, В, С у двійковому вигляді IP-адреси?
7. Навести орієнтовний склад серверів у корпоративній мережі. Пояснити їхні функції.
8. Пояснити, на якому обладнанні з'явиться кадр Ethernet у наданій схемі (див. рис. 3.1), коли комп'ютер L13-12 передає інформацію комп'ютеру Academy.
9. Побудувати netdiagram (граф) логічної структуризації корпоративної мережі, в якій працюють 15 менеджерів із пересувним характером роботи на відстані 3 – 8 км від головного офісу.
10. Пояснити значення та використання термінів: а) DNS; б) FTP; в) Gate.

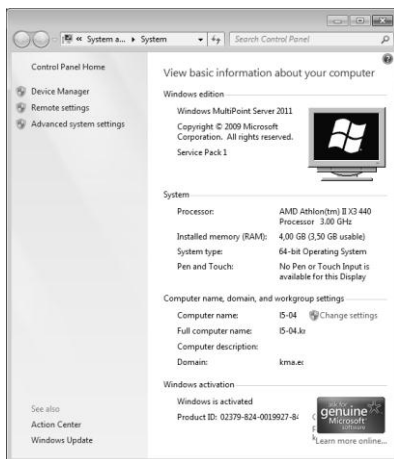
### **Лабораторна робота № 1. Визначення імен, технічних характеристик та IP-адрес об'єктів ЛОМ. Складання IP-плану**

#### **1.1 Визначити символічне ім'я лабораторного ПК та ім'я домену, членом якого є цей ПК**

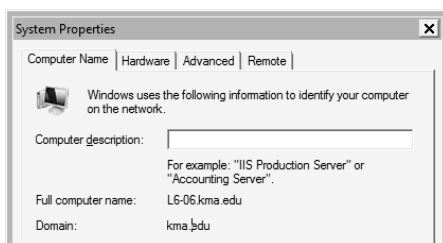
Це завдання необхідно виконати декількома способами.

Символьне ім'я ПК та домену ЛОМ визначається:

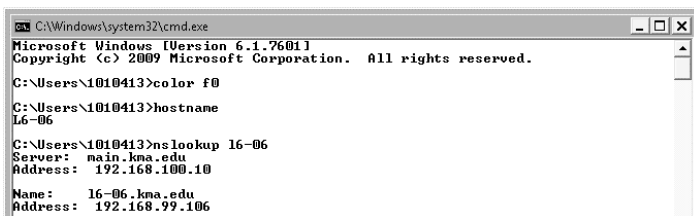
- а) за допомогою апплету *System Properties – Computer Name* (рис. Л1.1, а, б);
- б) з командного рядка за допомогою утиліти *hostname* (рис. Л1.1, б).



а)



б)



в)

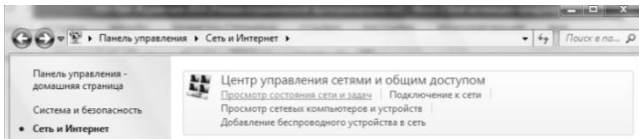
*Рисунок 11.1 – Визначення імен ПК та домену з панелі ОС Windows (а, б) та з командного рядка (в)*

Технічні характеристики підключення лабораторного ПК до ЛОМ університету (IP-адресу ПК, IP-адресу шлюзу, наявність та IP-адресу DHCP-серверу, тип мережевого адаптера, MAC-адресу мережевої карти й т. ін.) потрібно визначити:



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

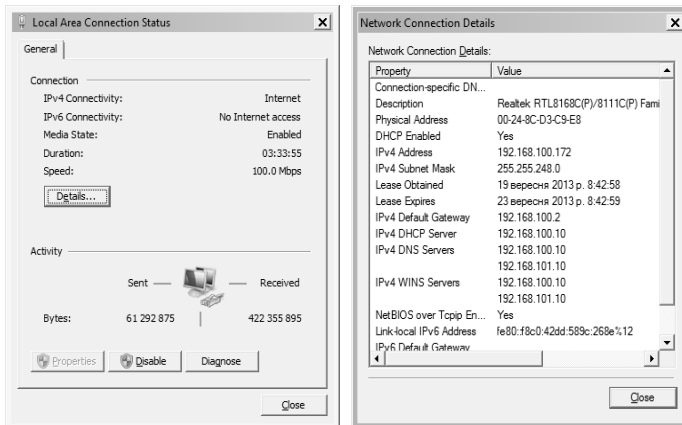
- з аналізу аплету «Подключение по локальной сети» (рис. Л1.2, а, б, в);
- у режимі командного рядка в результаті виконання команди *ipconfig -all* (рис. Л1.3, г).
- з аналізу аплету «Сведения о системе» (рис. Л1.3, д), перетворивши їх у вигляд таблиці (табл. Л1.1).



а)



б)



в)

Рисунок Л1.2 – Аналіз мережевого підключення: а – підключення до Центру управління мережами ОС Windows; б – запуск аплету «Подключение по локальной сети»; в – дані з Центру управління про мережеве підключення; г – дані з режиму командного рядка; д – дані з аплету «Сведения о системе»

```

C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\1010413>ipconfig /all

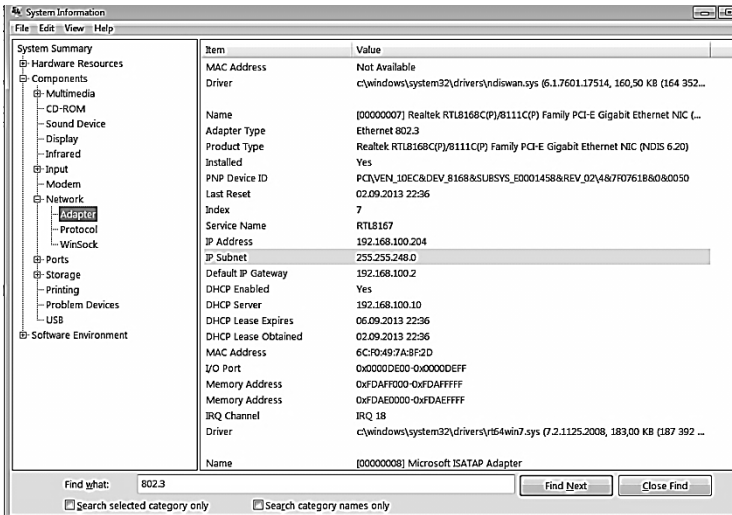
Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : L6-06
Primary Dns Suffix . . . . . : kma.edu
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No
DNS Suffix Search List. . . . . : kma.edu

Ethernet adapter Local Area Connection:

Connection-specific DNS Suffix . :
Description . . . . . : Realtek RTL8168C(P)/8111C(P) Family PCI-E
Gigabit Ethernet NIC (NDIS 6.20)
Physical Address. . . . . : 00-24-8C-D3-C7-56
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.99.106(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.248.0
Lease Obtained. . . . . : 16 вересня 2013 р. 8:55:26
Lease Expires . . . . . : 20 вересня 2013 р. 8:55:28
Default Gateway . . . . . : 192.168.100.2
DHCP Server . . . . . : 192.168.100.10
DNS Servers . . . . . : 192.168.100.10
                        192.168.101.10
Primary WINS Server . . . . . :
Secondary WINS Server . . . . . : 192.168.101.10
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
    
```

е)



д)

Рисунок П1.2, аркуш 2

Для підвищення наочності звіту перед створенням скріншотів із режиму командного рядка рекомендується виконати команду *color f0* для інвертації екрану (див. рис. П1.1, в).

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таблиця Л1.1 – Дані з вікна «Сведения о системе»

|                     |  |
|---------------------|--|
| Name                | [00000007] Realtek RTL8168C(P)/8111C(P) Family PCI-E Gigabit Ethernet NIC (NDIS 6.20)                |
| Adapter Type        | Ethernet 802.3   |
| Product Type        | Realtek RTL8168C(P)/8111C(P) Family PCI-E Gigabit Ethernet NIC (NDIS 6.20)                           |
| Installed           | Yes  |
| PNP Device ID       | PCI\VEN_10EC&DEV_8168&SUBSYS_E0001458&REV_02\4&7F0761B&0&0050  |
| Last Reset          | 02.09.2013 22:36   |
| Index               | 7  |
| Service Name        | RTL8167  |
| IP Address          | 192.168.100.204  |
| IP Subnet           | 255.255.248.0  |
| Default IP Gateway  | 192.168.100.2  |
| DHCP Enabled        | Yes  |
| DHCP Server         | 192.168.100.10   |
| DHCP Lease Expires  | 06.09.2013 22:36   |
| DHCP Lease Obtained | 02.09.2013 22:36   |
| MAC Address         | 6C:F0:49:7A:BF:2D  |
| I/O Port            | 0x0000DE00-0x0000DEFF  |
| Memory Address      | 0xFD AFF000-0xFD AFFFFF  |
| Memory Address      | 0xFD AE0000-0xFD AEFFFF  |
| IRQ Channel         | IRQ 18   |
| Driver              | c:\windows\system32\drivers\rt64win7.sys (7.2.1125.2008, 183,00 KB (187 392 bytes), 10.06.2009 13:35 |

Зазначені відомості з командного рядка також необхідно представити у вигляді таблиці (табл. Л1.2), попередньо скопіювавши їх з командного рядка у вигляді тексту, який потім перетворити у таблицю шляхом «Вставка – Таблица – Преобразовать в таблицу – Разделитель знак табуляции» (рис. Л1.3).

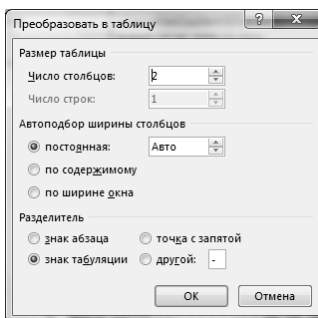


Рисунок Л1.3 – Перетворення тексту в таблицю

Таблиця П1.2 – Відомості щодо мережевого підключення (з командного рядка)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Description              | Realtek RTL8168C(P)/8111C(P) Family PCI-E Gigabit Ethernet NIC (NDIS 6.20) |
| Physical Address         | 00-24-8C-D3-C7-56  |
| DHCP Enabled             | Yes  |
| Autoconfiguration Enable | Yes  |
| IPv4 Address             | 192.168.99.106 (Preferred)   |
| IPv4 Subnet Mask         | 255.255.248.0  |
| Lease Obtained           | 16 вересня 2013 р.   |
| Lease Expires            | 20 вересня 2013 р.   |
| IPv4 Default Gateway     | 192.168.100.2  |
| IPv4 DHCP Server         | 192.168.100.10   |
| IPv4 DNS Servers         | 192.168.100.10, 192.168.101.10   |
| Primary WINS Servers     | 192.168.100.10   |
| Secondary WINS Servers   | 192.168.101.10   |
| NetBIOS over Tcpip       | Enabled  |

Для визначення логічних імен серверів із відомих IP-адрес можна використати утиліту *nslookup* (рис. П1.4) або утиліту *ping* з параметром *-a* (*ping -a*).

```
C:\Users\1010312>nslookup 192.168.101.10
Server:      main.kma.edu
Address:    192.168.100.10

Name:       vdc.kma.edu
Address:    192.168.101.10
```

Рисунок П1.4 – Використання утиліти *nslookup*

## 1.2 Перевірка наявності зв'язку зі шлюзом

Наявність зв'язку зі шлюзом університету, час проходження даних до сервера, час генерації відповіді сервера на запит можна перевірити за допомогою команди *ping* без параметрів (рис. П1.5, а).

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\1010413>ping 192.168.100.2

Pinging 192.168.100.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.100.2: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.100.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

а)

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.100.2: bytes=16384 time=3ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.100.2:
    Packets: Sent = 100, Received = 100, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 3ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

C:\Users\1120208>
    
```

б)

Рисунок ЛІ.5 – Перевірка наявності (а) та якості (б) зв'язку зі шлюзом

Результатом виконання команди *ping* у цьому випадку є відправлення чотирьох пакетів розміром 32 байти за адресою 192.168.100.2 та отримання такої ж кількості в зворотному напрямку (0 % втрат).

### 1.3 Визначення мережевого оточення користувальницького ПК

За допомогою команди *netstat* проаналізуємо активні підключення ПК (рис. ЛІ.9).

```

C:\Users\1010401>netstat

Active Connections

Proto Local Address           Foreign Address         State
TCP    127.0.0.1:1059           L111712:1060           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:1060           L111712:1059           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:1061           L111712:1062           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:1062           L111712:1061           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:1063           L111712:1064           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:1064           L111712:1063           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:28560         L111712:28561           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:28561         L111712:28560           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:28963         L111712:28964           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:28964         L111712:28963           ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:3389     vhl11217:1198           ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:28484   academy:microsoft-ds    ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:28492   main:microsoft-ds       ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:28499   vdc:microsoft-ds        ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:28509   vip:microsoft-ds        ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:28766   chaos2:3128             CLOSE_WAIT
TCP    192.168.100.172:28769   chaos2:3128             CLOSE_WAIT
TCP    192.168.100.172:29043   chaos2:3128             CLOSE_WAIT
TCP    192.168.100.172:41765   chaos:3128              ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41778   main:microsoft-ds       ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41780   chaos:3128              ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41781   chaos:3128              ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41783   chaos:3128              ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41784   chaos2:3128             ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41785   main:epmap              TIME_WAIT
TCP    192.168.100.172:41786   main:49155              ESTABLISHED
TCP    192.168.100.172:41791   main:microsoft-ds       ESTABLISHED
    
```

Рисунок ЛІ.9 – Визначення мережевого оточення ПК

Таким чином, лабораторний ПК підключений до таких серверів ЛОМ, як *academy, main, vdc, chaos2, chaos*.

Для визначення IP-адрес внутрішніх серверів достатньо виконати команду *ping* з вказанням імені серверу (рис. Л1.10).

```
N:\>ping academy

Pinging Academy.kma.edu [192.168.100.1] with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.100.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.100.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

N:\>_
```

*Рисунок Л1.10 – Визначення мережевого оточення ПК*

### **1.4 Перевірка якості зв'язку з серверами ЛОМ**

Якість сигналу можна перевірити за допомогою тестової задачі:

**Задача:** Для тестування якості зв'язку запустити команду *ping* з відповідними параметрами, які забезпечать відправлення 100 запитів по 16 кілобайт на задану IP-адресу з інтервалом очікування в 0,5 секунди.

**Рішення:** Виконаємо команду *ping* з параметром розміру пакету (-l) в 16 кілобайт (рис. Л1.5, б).

Виконаємо команду *ping* з параметром розміру пакету в 20 кілобайт:

```
ping 192.168.100.2 -n 100 -l 20000 -w 500

Ping statistics for 192.168.100.2:
    Packets: Sent = 100, Received = 99, Lost = 1 (1% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 12ms, Average = 4ms
```

Згідно з результатами тестування дійшли 99 пакетів із 100 відправлених, а втрати склали 1 %, тобто мережа працює нормально. Ще збільшимо пакет, який передається до шлюзу:

```
ping 192.168.100.2 -n 100 -l 25153 -w 500

Pinging 192.168.100.2 with 25153 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
...
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.100.2:
    Packets: Sent = 100, Received = 0, Lost = 100 (100% loss)
```

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

**Відповідь:** Для діагностики максимального розміру пакета (надалі – MTU), що може бути опрацьованим встановленою версією ОС Windows, розмір пакетів був збільшений до 25 кілобайт, у результаті чого сигнал був втрачений (100 % втрат). Отже, оптимальним розміром MTU для цієї лінії зв'язку в ЛОМ є 20 кілобайт (за умови підтримки комутаційним обладнанням Jumbo-фреймів).

### 1.5 Визначення, встановлення та перевірка MTU в характеристиках об'єктів ЛОМ

#### 1.5.1 Визначення MTU у кадрах із мережевої карти

Для вирішення тестової задачі необхідно з'ясувати також, який MTU може бути переданим через мережеву карту ПК до сервера без фрагментації. Для цього запускаємо команду *ping* з аналогічними параметрами з додатковим параметром *-f*.

```
ping 192.168.100.2 -n 100 -l 1472 -w 500 -f
```

*Ping statistics for 192.168.100.2:*

*Packets: Sent = 100, Received = 100, Lost = 0 (0% loss),*

*Approximate round trip times in milli-seconds:*

*Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms*

Спроба надіслати пакети, які перевищують розмір допустимих:

```
ping 192.168.100.2 -n 100 -l 1473 -w 500 -f
```

*Pinging 192.168.100.2 with 1473 bytes of data:*

*Packet needs to be fragmented but DF set.*

*Packet needs to be fragmented but DF set.*

*Packet needs to be fragmented but DF set.*

*...*

*Packet needs to be fragmented but DF set.*

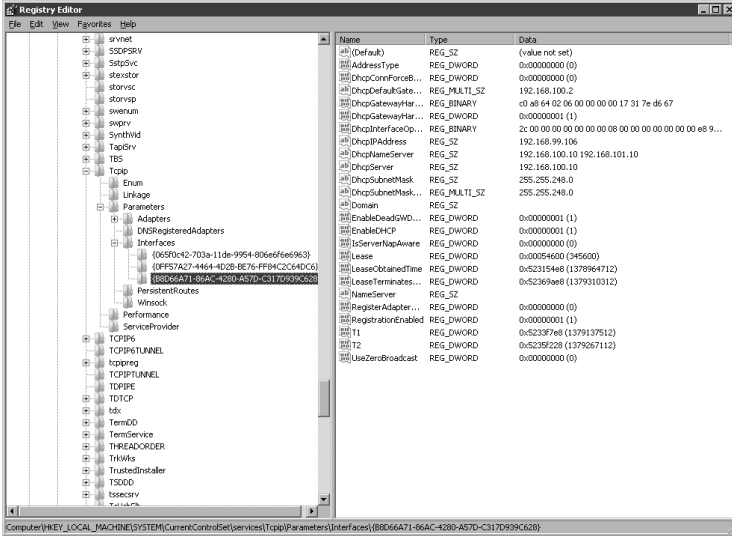
*Ping statistics for 192.168.100.2:*

*Packets: Sent = 100, Received = 0, Lost = 100 (100% loss)*

Згідно з результатами виконання команди *ping*, максимальне значення MTU складає 1472 байтів.

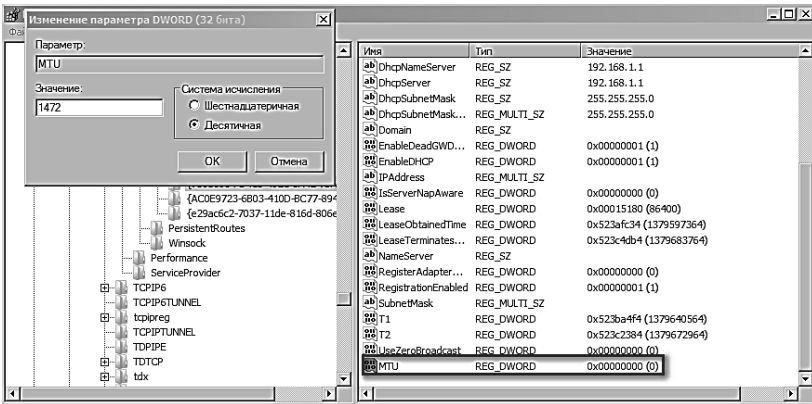
#### 1.5.2 Встановлення MTU у реєстрі ОС

Отримане в попередньому експерименті значення MTU необхідно внести до реєстру ОС. У MS Windows 7 змінити розмір MTU можна у гільці реєстру **HKEY\_LOCAL\_MACHINE** (рис. Л1.6).



а)

Рисунок ПІ.6 – Зміна MTU у реєстрі ОС Windows: пошук необхідної гілки реєстру (а) та відкриття вікна зміни параметра MTU (б)



б)

Рисунок ПІ.6, аркуш 2

Таким чином, зміна MTU була проведена у гілці реєстру **HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip\Parameters\Interfaces**.

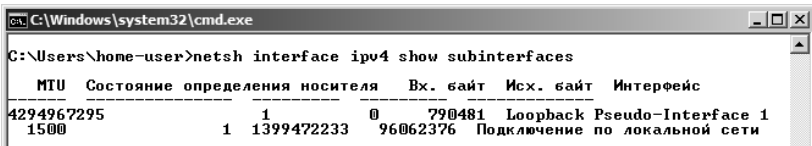


## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Якщо у вказаній гілці реєстру немає параметра MTU, треба додати новий запис з такою назвою та вказати розмір у байтах (рис. Л1.6, б).

### 1.5.3 Встановлення значення MTU для мережевого адаптера

Щоб встановити MTU для мережевого адаптера, необхідно знайти всі мережеві з'єднання за допомогою команди *netsh interface ipv4 show subinterfaces*, яку необхідно виконати в інтерфейсі командного рядка (рис. Л1.7).

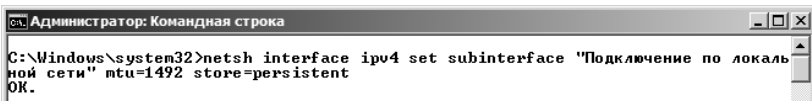


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\home-user>netsh interface ipv4 show subinterfaces

   MTU   Состояние определения носителя   Вх. байт   Исх. байт   Интерфейс
-----
4294967295   1   1399472233   790481   Loopback Pseudo-Interface 1
1500           1   96062376   Подключение по локальной сети
```

Рисунок Л1.7– Визначення мережевих з'єднань ПК

Після цього необхідно виконати команду *netsh interface ipv4 set subinterface "Local Area Connection" mtu=nnnn store=persistent*, де *nnnn* – значення MTU, а у лапках вказується назва мережевого з'єднання, отримана з рис. Л1.7. Результат показано на рис. Л1.8.

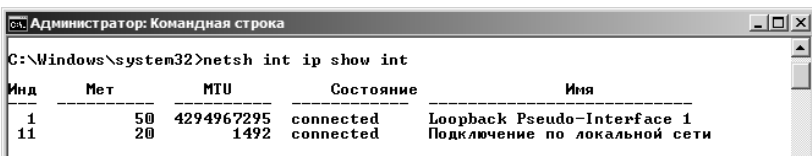


```
Администратор: Командная строка
C:\Windows\system32>netsh interface ipv4 set subinterface "Подключение по локальной сети" mtu=1492 store=persistent
OK.
```

Рисунок Л1.8– Встановлення значення MTU мережевої карти з командного рядка

### 1.5.4 Перевірка встановленого значення MTU

Щоб перевірити, чи дійсно встановилося вказане значення MTU для мережевого адаптера, виконується команда *netsh int ip show int* (рис. Л1.9).



```
Администратор: Командная строка
C:\Windows\system32>netsh int ip show int

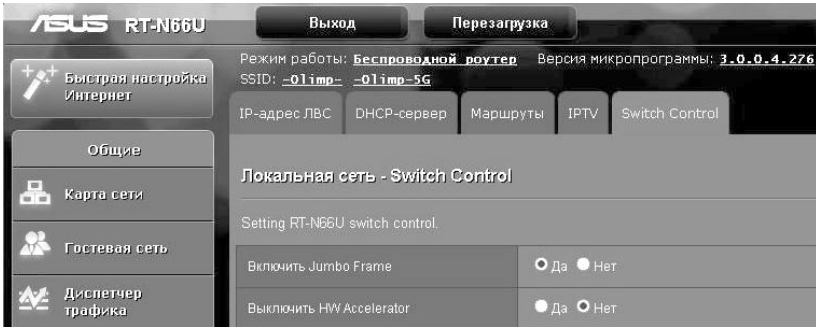
Инд   Мет   MTU   Состояние   Имя
-----
1     50    4294967295   connected   Loopback Pseudo-Interface 1
11    20    1492   connected   Подключение по локальной сети
```

Рисунок Л1.9 – Перевірка встановлення MTU з командного рядка

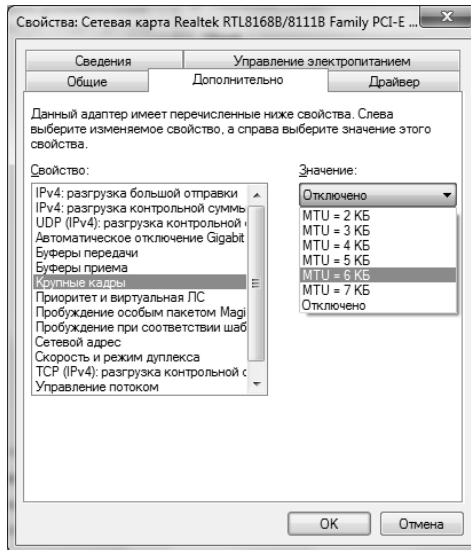
З рис. Л1.9 видно, що значення MTU для вказаного з'єднання змінило своє значення на 1492 байти порівняно з 1500 байтами, зазначеними на рис. Л1.7.

### 1.5.5 Підключення використання Jumbo-frame в ОС та об'єктах ЛОМ

Зміна розміру MTU в ОС має сенс тільки у тому разі, коли всі апаратні засоби підтримують великі кадри (Jumbo-frame). У такому разі необхідно встановити значення такого великого кадру у всіх складових ланці зв'язку: у роутері (рис. П1.10, а), у мережевому адаптері (рис. П1.10, б) та в реєстрі ОС (рис. П1.10, в).

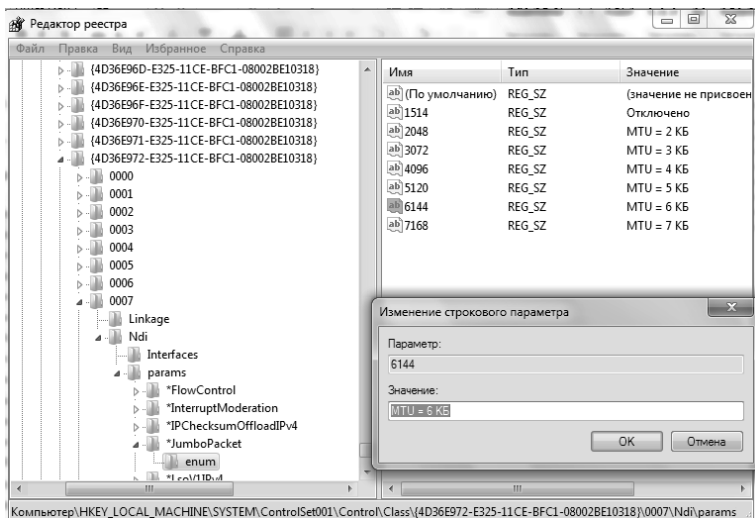


а)



б)

Рисунок П1.10 – Включення використання великих кадрів у роутері (а), у мережевому адаптері (б) та у реєстрі ОС (в)

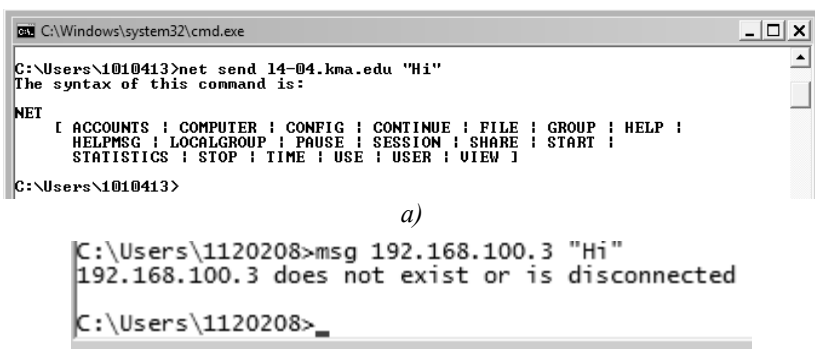


в)

Рисунок П1.10, аркуш 2

### 1.6 Перевірка наявності внутрішньомережевого сервісу пересилки повідомлень

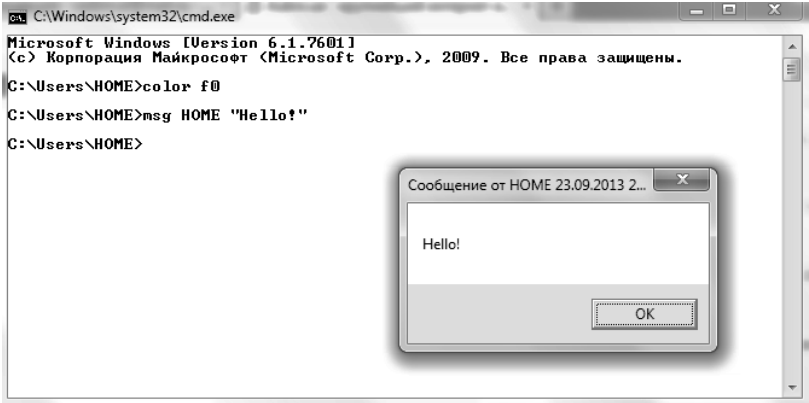
Для пересилки повідомлень між користувачами всередині корпоративної мережі в ОС Windows різних версій може бути використана або служба *net send*, або служба *msg*, або ін. Перевіряємо наявність підключення такого мережевого сервісу (рис. П1.11).



а)

б)

Рисунок П1.11 – Перевірка підключення служб повідомлень *net send* (а) та *msg*: б – служба не підключена, в – служба підключена



в)

Рисунок П1.11, аркуш 2

Таким чином, зазначені служби внутрішньокорпоративних повідомлень у встановленій версії ОС не підключені, користувальницьких прав для їхнього підключення недостатньо, необхідно звернутись до системного адміністратора.

### 1.7 Узагальнення набутих відомостей про ЛОМ

Усі відомості, отримані про корпоративну мережу та мережеве оточення лабораторного ПК, доцільно узагальнити в таблицю (наприклад, табл. П1.3).

Таблиця П1.3 – Узагальнені відомості про ЛОМ

| Функції сервера        | Ім'я сервера     | ІР-адреса сервера |
|------------------------|------------------|-------------------|
| DNS-сервер(и)          | main.kma.edu     | 192.168.100.10    |
|                        | vdc.kma.edu      | 192.168.101.10    |
| ДНСП-сервер            | main.kma.edu     | 192.168.100.10    |
| Файловий(-і) сервер(и) | main.kma.edu     | 192.168.100.10    |
|                        | academy.kma.edu  | 192.168.100.1     |
| Поштовий сервер        | chaos.kma.edu    | 192.168.100.2     |
|                        | chaos.kma.mk.ua  | 217.77.210.90     |
| Шлюз(и)                | chaos.kma.edu    | 192.168.100.2     |
|                        | chaos.kma.mk.ua  | 217.77.210.90     |
|                        | chaos2.kma.edu   | 192.168.100.13    |
|                        | chaos2.kma.mk.ua | 92.242.144.10     |
| Веб-сервер             | web.kma.mk.ua    | 217.77.213.42     |
|                        | web.kma.edu      | 192.168.101.3     |

### **Лабораторна робота № 2. Візуалізація логічної структуризації ЛОМ та її підключення до ГОМ. Створення DMZ**

#### **2.1 Розробка структурної схеми ЛОМ**

Схему логічної структури локальних мереж аудиторій, схему їхнього підключення до серверів інформаційно-комп'ютерного центру (з визначенням символічних імен та IP-адрес власного ПК та серверів, їхнього функціонального призначення) можна розробити за допомогою програми Microsoft Visio або іншого графічного редактора, який передбачає створення організаційних діаграм (або *net*-діаграм).

На тому ж рисунку необхідно зобразити схему підключення ЛОМ університету до ГОМ Інтернет через провайдер «Дикий Сад». Серверну кімнату та площадку провайдера треба візуально відокремити від ЛОМ аудиторій університету (рис. Л2.1). Серед серверів, які обслуговують ЛОМ, необхідно виділити демілітаризовану зону (DMZ).

#### **2.2 Створення шаблонів ліній зв'язку в MS Visio**

Для зображення кабелів різного типу зазвичай використовуються такі лінії (див. табл. 2.15):

- а) тонка суцільна – для кабелю «вита пара»;
- б) жирна суцільна – для оптоволоконного кабелю;
- в) хвиляста – для коаксіального кабелю.

Але необхідно зазначити, що в редакторі MS Visio для ліній, що з'єднують об'єкти, передбачені тільки сполучення довгих та коротких тире і крапок. Тому для зображення інших ліній необхідно створювати власні шаблони ліній, так звані «стенсілси». Послідовність створення шаблонів ліній у MS Visio див. п. 2.5.

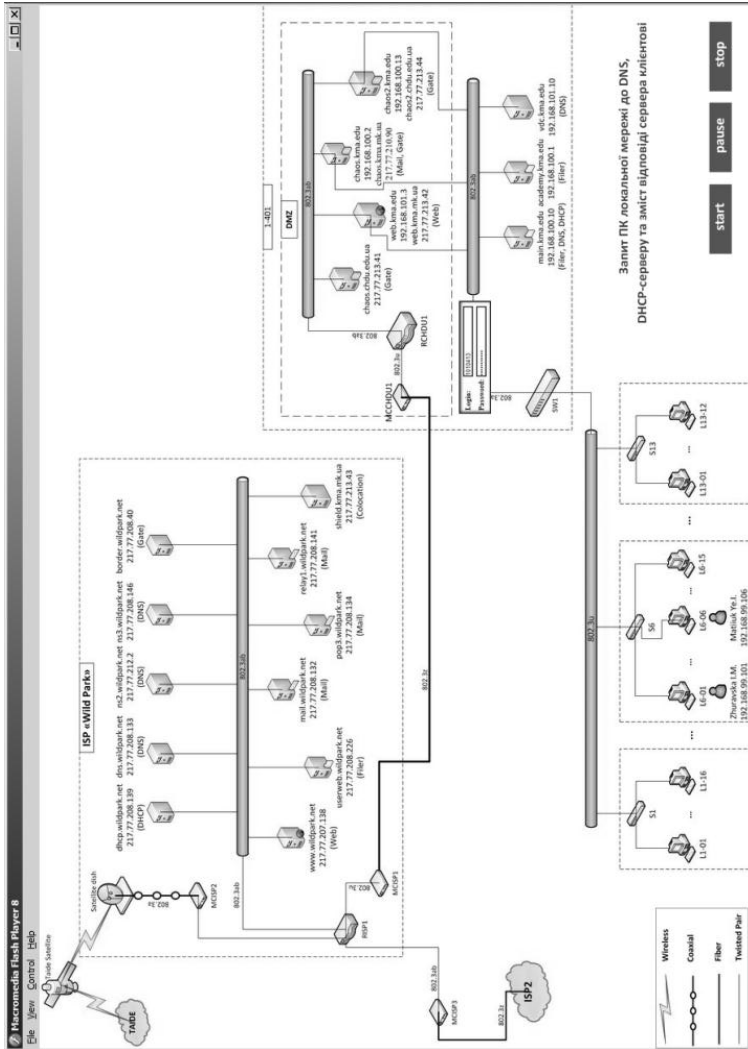


Рисунок Л2.1 – Логічна структуризація ЛОМ

**Тестові запитання**

1. *Комутатор працює з:*
  - а) MAC-адресами;
  - б) IP-адресами;
  - в) ширококомовними адресами.
2. *Максимальний розмір MTU за технологією FE:*
  - а) 272 байти;
  - б) 1500 байт;
  - в) 18 байт.
3. *Фрагменти трас окремих підсистем можуть бути виконані на планах приміщень у масштабі:*
  - а) 1:50;
  - б) 1:200;
  - в) 1:1000.
4. *Якої відстані треба дотримуватись від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ, розміщуючи обладнання ЛОМ у приміщенні:*
  - а) 2,5 м;
  - б) 6,0 м;
  - в) 1,2 м.
5. *Яку площу серверної необхідно передбачити для ЛОМ Інтернет-клубу:*
  - а) 6,0 кв. м;
  - б) 20,0 кв. м;
  - в) 4,5 кв. м.
6. *Максимальна кількість хостів у мережі за протоколом IPv4 не може перевищувати:*
  - а)  $2^{128}$ ;
  - б)  $2^{64}$ ;
  - в)  $2^{32}$ .
7. *Мережа класу C може містити:*
  - а) 254 вузли;
  - б)  $2^{32}$  вузлів;
  - в) 512 вузлів.
8. *Яка з IP-адрес відповідає мережі класу B:*
  - а) 192.168.1.1;
  - б) 192.168.255.253;
  - в) 128.0.0.0;
  - г) 191.255.0.0.

9. Яка з IP-адрес відповідає мережі класу A:

- а) 192.168.1.1;
- б) 192.168.255.255;
- в) 10.0.0.0;
- г) 191.255.0.0.

10. Яка з IP-адрес відповідає мережі класу C:

- а) 192.168.1.0;
- б) 192.168.255.255;
- в) 128.0.0.0;
- г) 191.255.0.0.

11. Яку довжину в бітах може мати IP-адреса:

- а) 64;
- б) 32;
- в) 128;
- г) 1024.

12. Визначте, які IP-адреси не можуть бути призначені вузлам.

*Поясніть, чому такі IP-адреси не є коректними.*

- а) 131.107.256.80;
- б) 222.222.255.222;
- в) 231.200.1.1;
- г) 127.1.0.0.



---

## 3 ВИБІР АРХІТЕКТУРИ ТА СТРУКТУРИ ЛОМ

---

На початку проектування ЛОМ, по-перше, треба з'ясувати місце ЛОМ серед інших мереж за їхньою класифікацією за різними ознаками [22] та взаємозв'язок ЛОМ з меншими та більшими за ієрархією мережами.

Комп'ютерні мережі поділяються залежно від діаметра мережі й типу обладнання, що використовується, на такі види (у дужках вказаний приблизний діапазон швидкостей передачі даних та найпоширеніші сучасні технології, що використовуються):

а) приватні (англ. «PAN», зі швидкостями передачі даних від одиниць мегабіт за секунду до десятків гігабіт за секунду);

б) локальні (англ. «LAN», зі швидкостями передачі даних у межах 100 – 10000 Мбіт/с, побудовані за технологіями Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, PLC, HPNA, HCNA, Wi-Fi, FSO або ін.) – об'єднують комп'ютери в межах декількох будівель одного підприємства (при компактному розташуванні будівель у межах єдиного містечка часто називаються «мережами кампусу»). До локальних також можуть бути віднесені територіально розподілені корпоративні мережі, в яких окремі підрозділи згруповані у VLAN;

в) міські (англ. «MAN», зі швидкостями передачі 2-100 Мбіт/с, побудовані за технологіями xDSL, Wi-Fi, Pre-WiMAX, WiMAX або Fast Ethernet) – канали зв'язку в межах великого міста;

г) регіональні або територіальні (англ. «RAN», зі швидкостями передачі даних у межах 10 Гбіт/с, побудовані за технологіями Metro Ethernet або ін.) – об'єднують комп'ютери за географічною ознакою (адміністративно-територіальним поділом – область, країна, материк тощо);

д) глобальні (англ. «WAN», зі швидкостями передачі даних понад 10 Гбіт/с, побудовані за технологіями Gigabit Ethernet або IP/MPLS) – об'єднують комп'ютери, розташовані в різних країнах та/або частинах світу (Інтернет).

У лініях зв'язку між комп'ютерами та комуруючим обладнанням мереж використовуються два середовища передачі інформації: кабельне (проводове) та бездротове (безпроводове).

У сучасних кабельних ЛОМ найчастіше використовуються [49]:

а) мідний електричний кабель (неекранована та/або екранована «вита пара» – чотирипарний або багатопарний кручений ізольований кабель), де у ролі носія інформації використовується перемінний електричний струм різних частот і форм сигналу;

б) волоконно-оптичний (оптоволоконний) кабель – полий гнучкий провідник-світловод, покритий зсередини відбиваючою речовиною, де як носій даних використовується модульований світловий луч, випромінюваний лазером;

в) кабелі електроживлення, телефонний або коаксіальний телевізійний у разі вибору технологій передачі даних Home Plug або HPNA (HCNA).

Незважаючи на постійний прогрес локальних мереж, кабель «вита пара» (надалі – вита пара) ось уже довгий час по праву залишається основним джерелом трафіку для робочих станцій, ноутбуків (не рахуючи Wi-Fi) та іншої офісної техніки, підключеної до ЛОМ.

У бездротових сегментах ЛОМ як середовище передачі даних використовується повітря, вода, вакуум або інше середовище, яке не затримує електромагнітні хвилі або світловий промінь, що є в такому випадку носієм інформації. Відповідно до необхідної дальності бездротового зв'язку, кількості абонентів ЛОМ та частотного діапазону використовується Wi-Fi, Bluetooth, інфрачервоний зв'язок (ІЧ-зв'язок, англ. IR або IrDA – Infrared Data Association), а також атмосферні оптичні лінії зв'язку (АОЛЗ, англ. «FSO»).

### **3.1 Вибір стандарту передачі даних на «останньому дюймі»**

Усі рішення, призначені для доставки інформаційних послуг безпосередньо на робоче місце абонентам, узагальнюються за єдиною назвою «технології останнього дюйма». Зазвичай їх розділяють на кабельні та бездротові («безпроводові»).

Сучасні ЛОМ виконуються найчастіше як кабельні мережі, враховуючи, що кабельні технології на теперішній час досягають більших швидкостей передачі даних. Але є мережі, в яких недоцільно або неможливо виконувати прокладку кабелю (виставкові об'єкти, медицина, спорт, архітектурні об'єкти тощо). У такому випадку застосовують бездротові технології.

### 3.1.1 Кабельні технології

#### 3.1.1.1 Технології Ethernet

Для невеликих і середніх локальних мереж найбільш привабливий варіант вибору технології Ethernet зі швидкістю передачі даних 1 Гбіт/с – IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z та ін. [92].

Гігабітні швидкості можна отримати з використанням витої пари не нижче CAT. 5E (зворотна сумісність з мережами Fast Ethernet).

Більш високі швидкості – 10 Гбіт/с і вище – на звичайних мідних витих парах будуть доступні на відстанях до 30 м з використанням кабелю «вита пара» категорії 6 і до 100 м за використання витої пари категорій 6A, 7 і вище. Такі швидкості відповідають стандарту 10GBASE-T (офіційна назва IEEE 802.3an).

Порти 10GbE з'являються, наприклад, в комутаторах сімейства OmniSwitch компанії Alcatel-Lucent на рівні моделі OmniSwitch 6850E і вище в ролі опціональних інтерфейсів стекування і висхідного каналу. Технологія 10GbE використовується в основному на межі конвергованих корпоративних мереж середнього і великого розміру для використання на рівні дистрибуції і для побудови ядра малих корпоративних мереж.

Компанія Cisco (разом із дочірньою компанією Linksys) дотримується стратегії переходу на 10GbE за рахунок модернізації знімних модулів, причому в обох родинях комутаторів цієї компанії (Nexus і Catalyst) основна ставка зроблена на багатопортові модулі. Однак набагато ширше в номенклатурі продуктів компанії представлена 10-гігабітна оптика (за стандартом IEEE 802.3ae).

Компанія D-Link також має 10-гігабітні моделі в спектрі своєї продукції. Наприклад, у керованій стековій комутатори рівня L2/2+/3 моделей серії DGS SmartPro з 16 (24, 48) портами 10/100/1000Base-T + 2 портами Gigabit SFP і 2 портами 10G SFP+ може бути встановлено по два SFP-трансивери (нп., DEM-431XT-DD) з 1 портом 10GBASE-SR для багатомодового оптичного кабелю (до 200 – 550 м) або по два SFP-трансивери (нп., DEM-433XT-DD) з 1 портом 10GBASE-ER для одномодового оптичного кабелю (до 10 – 40 км).

Комутатори DXS-3600-16S (8 фіксованих портів SFP+) і DXS-3600-32S (24 фіксованих порти SFP+) мають по одному посадочному місцю для модуля розширення, яким може стати DXS-3600-EM-4XT (модуль розширення з 4 портами 10GBase-T). Але SFP+ все ж краще використовувати для оптики, а не для «мідних» 10GBASE-T/RJ45. Модуль розширення з 2 портами 120G CXP.

Комутатори з портами 10GbE і 40GbE (магістральними висхідними) випускає також компанія Juniper Networks, ZyXEL, Netgear та інші вендори.

Таким чином, нині відбувається проникнення мідних портів 10GBASE-T/RJ45 і підтримка обміну на швидкості 10-гігабітної лінії в сегмент малих та середніх корпоративних мереж (SOHO і SMB-сегменти) на рівень дистрибуції (агрегації). На рівні доступу продовжують лідувати технології 1GbE і 100BASE-TX з кількістю портів 16 – 24 (рис. 3.1).

### Cascading of the network segments

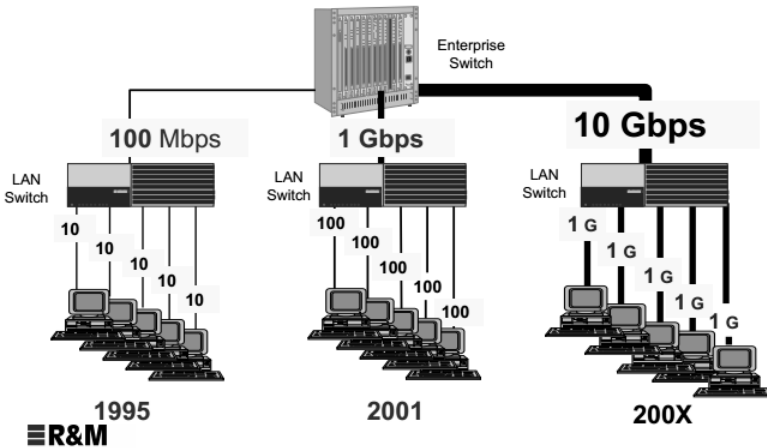


Рисунок 3.1 – Швидкості передачі даних на рівнях доступу та агрегації

#### 3.1.1.2 Технології xDSL

За необхідності забезпечення підключення в ЛОМ територіально розподілених офісів або філій, розташованих на відстані близько 5 – 7 км від центрального офісу, можливе використання SHDSL і ADSL-технологій.

Якщо необхідно зв'язати між собою два сегменти LAN в офісах, які знаходяться на відстані близько 1 км один від одного, можна використати технологію VDSL через VPN-канал провайдера [11]. Ця технологія дозволяє отримати швидкість приблизно 4 Мбіт/с (UpLoad) при загальній швидкості 25 Мбіт/с (21/4 – DownStream/UpStream). На

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

відстані до 200 м сегменти ЛОМ будуть обмінюватись трафіком 100/55 Мбіт/с.

У такому разі використовується вита пара кат. 3 (AWG24 або краще) до 1,6 км (рис. 3.2). У ролі активного мережевого обладнання можна використати конвертор Planet VC-201A Ethernet over VDSL2 або інший конвертор Ethernet/xDSL.

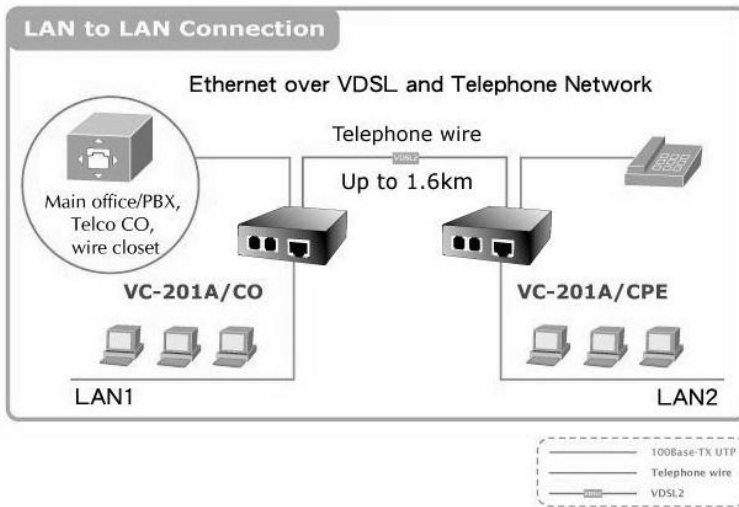


Рисунок 3.2 – Поєднання сегментів ЛОМ за допомогою технології VDSL

Технологія SHDSL вибирається тоді, коли потік даних з офісів або філій повинен бути симетричним (тобто обсяги прийнятої та надісланої інформації приблизно однакові). Типовим прикладом таких офісів можуть бути магазини, адміністративні районні органи, ЖЕК і т. п., в яких передача голосу та відеоконференцв'язок вимагають передачі симетричних потоків даних в обидві сторони. Симетрична передача необхідна і для підключення локальних мереж корпоративних користувачів, які використовують віддалений доступ до серверів з інформацією. Тому, на відміну від інших високошвидкісних технологій (ADSL і VDSL), G.shdsl якнайкраще підходить для організації останньої милі. Так, за максимальної швидкості вона забезпечує передачу 36 стандартних голосових каналів. Тоді як ADSL, де обмежувальним фактором є низька швидкість передачі від абонента до мережі (640 кбіт/с), дозволяє

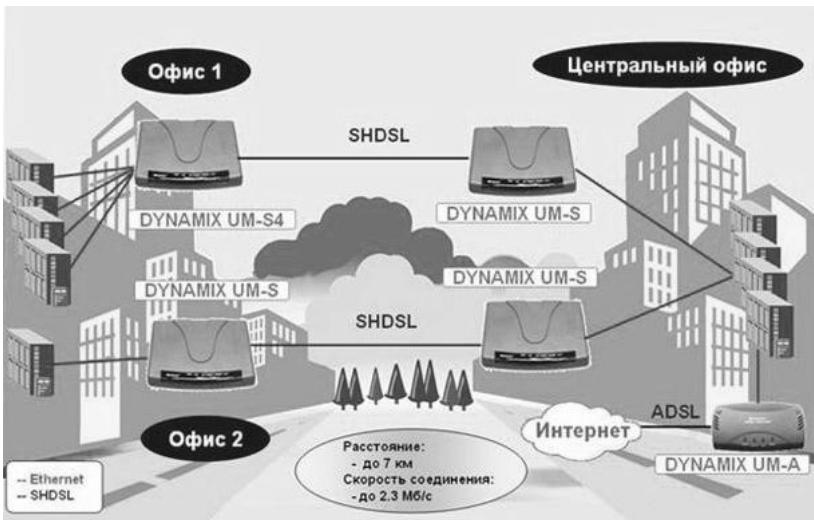
організувати лише 9 голосових каналів, не залишаючи місця для передачі даних.

Середовищем передачі даних для SHDSL-технології є мідна виділена лінія (власна або орендована).

За кількості філій менше 3 – 4 доцільно використовувати в центральному офісі SHDSL-модеми/маршрутизатори.

У цьому випадку в офісах може бути встановлено [88]:

1. SHDSL-модем/маршрутизатор DYNAMIX UM-S4 (див. на рис. 3.3 «Офіс 1»). Цей SHDSL-модем/маршрутизатор забезпечує підтримку до 4 Ethernet портів і дозволяє підключити до 4 комп'ютерів користувачів, що зазвичай достатньо для невеликих офісів і філій сектору SOHO. За умови використання такого SHDSL модему/маршрутизатора безпека забезпечується на досить високому рівні.



2. SHDSL модем/маршрутизатор DYNAMIX UM-S (див. на рис. 3.3 «Офіс 2»). Цей SHDSL модем/маршрутизатор має один порт Ethernet і дозволяє підключити або одного користувача (один комп'ютер), як показано на рисунку, або (з використанням додаткового офісного Ethernet комутатора) забезпечити підключення всіх необхідних комп'ютерів, підключених до корпоративної мережі.

На стороні провайдера послуг може бути встановлено:

1. SHDSL-модеми/маршрутизатори DYNAMIX UM-S (див. на рис. 3.3 «Центральний офіс»). Такий SHDSL-модем/маршрутизатор

має один порт Ethernet і дозволяє підключити одного віддаленого користувача, як показано на рис. 3.3. Концентрація даних виконується на обладнанні центрального офісу.

2. Для корпоративного доступу в Internet з центрального офісу можуть використовуватися DYNAMIX UM-A (1 x LAN) – універсальний ADSL-модем/маршрутизатор з USB і Ethernet-портами і підтримкою Firewall, якщо необхідна швидкість з'єднання з провайдером послуг до 8 Mbps Downstream і 1 Mbps Upstream або більш швидкісні DYNAMIX UM-A Plus – універсальні ADSL 2/2+ модеми/маршрутизатори з Ethernet і USB портом і підтримкою Firewall – зі швидкостями передачі до 24 Mbps Downstream і 1 Mbps Upstream.

Вибір типу модема ґрунтується як на необхідній для цього офісу максимальній швидкості передачі, так і на можливостях Інтернет-провайдера (типу використовуваного їм обладнання: ADSL 2/2+ або ADSL).

В ідеальному варіанті лінія зв'язку повинна бути волоконно-оптичною з двома медіаконвертерами та одномодовим (SMF) кабелем 9/125; тоді швидкість обміну може становити 100 або 1000 Мбіт/с на відстані більш ніж 5,5 км (максимальна для технологій xDSL з використанням мідного кабелю).

### **3.1.1.3 Технології HomePlug**

Під час розгортання ЛОМ виникають ситуації, коли тягнути мережевий кабель буде досить складно, а використовувати Wi-Fi з тих чи інших причин проблематично. У такому випадку доцільним є використання кабелів, уже прокладених у будівлі. Їх зазвичай три: кабель електричної мережі, телефонний кабель та антенний кабель телебачення. Технології передачі даних із використанням зазначених кабельних систем поєднують під загальною назвою PLC-технології (Power Line Communication/Carrier), які стандартизовані за стандартом HomePlug.

IEEE затвердила стандарт під кодом 1901, орієнтований на підключення комп'ютерної техніки, систем трансляції медіаконтенту, «розумних» елементів з використанням кабельної системи електромережі.

Пристрої, розташовані на останній милі, можуть працювати зі швидкістю до 500 Мбіт/с на відстані не більше 1,5 км. Усе це стосується лінії електропостачання з частотою струму не більше 100 Гц.

Порівняльні характеристики специфікацій технології Home Plug, обладнання з яких присутнє на ринку України, наведено в табл. 3.1.

*Таблиця 3.1 – Характеристики специфікацій стандарту HomePlug*

|   | <b>HomePlug 1.0</b>     | <b>HomePlug Turbo</b>               | <b>HomePlug AV</b>  |
|---|-------------------------|-------------------------------------|---|
| Дата прийняття HomePlug Alliance (Каліфорнія) | 26 червня 2001 р.       |                                     | Вересень 2005 р.  |
| Швидкість передачі даних, Мбіт/с              | 14 <sup>1)</sup>        | 85 <sup>2)</sup>                    | 200 <sup>3)</sup> (з грудня 2008 р. – 300 м) <sup>4)</sup>              |
| Дальність передачі, м                         | 10 – 30                 | до 300 м                            | 200 (з жовтня 2010 р. – 500 Мбіт/с)                                     |
| Захист мережі (ключ, довжина ключа)           | DES, 56 біт             | DES 56 біт                          | AES, 128 біт  |
| Максимальна кількість клієнтів одної мережі   | 2 – 16                  |                                     | 64 <sup>5)</sup>  |
| Піднесучі частоти                             |                         | 84 в діапазоні 4,3 – 20,9 МГц       | 1,8 – 30 МГц<br>Використовує 917 несучих частот (тонів) з 1155 можливих |
| Модуляція                                     | OFDM                    | OFDM 256/64/16, DQPSK, DBPSK й ROBO |   |
| Підтримувані операційні системи               | Windows 98SE/ME/XP/2000 |                                     | Будь-яка з TCP/IP   |

На каналному рівні стандарт HomePlug працює з фреймами формату IEEE 802.3, що істотно полегшує інтеграцію PLC-сегментів із сегментами ЛОМ за традиційною технологією Ethernet.

Перевагами технології є також незалежність від кількості залізобетонних перегородок у приміщенні та інших чинників, що впливають на якість поширюваного радіосигналу. Зв'язок можна

<sup>1)</sup> Реальна продуктивність складає 4,5 Мбіт/с, що еквівалентно пропускній спроможності бездротових мереж стандарту 802.11b (Wi-Fi).

<sup>2)</sup> Реальна швидкість передачі даних не перевищує 18 Мбіт/с і сильно схильна до впливу перешкод в електромережі.

<sup>3)</sup> Це максимальна пропускна спроможність для цієї технології. Максимальна смуга, виділена для користувача, досягає 80 Мбіт/с. Реальна швидкість (наприклад, передачі відеопотоку) навіть в умовах перешкод складає від 40 до 70 Мбіт/с.

<sup>4)</sup> Середня швидкість передачі даних складає 40 Мбіт/с.

<sup>5)</sup> ПК або ресивер IP-телебачення.



організувати і між сегментами в сусідніх приміщеннях, якщо вони гальванічно не «розв'язані» один від одного по електромережі, тобто PLC-пристрої повинні знаходитись у межах однієї фази розподільчого щитка або однієї трансформаторної підстанції. Інакше за рішеннями компанії D-Link [10] треба включити по одному пристрою на кожен фазу, з'єднати їх через комутатор та поставити міжфазний ретранслятор, наприклад, MPC-1 російського виробництва.

Проте слід враховувати, що використання PLC-технологій перешкоджає слухати радіомовні станції на довгих, середніх і коротких хвилях. У першу чергу несумісне використання HomePlug з такими радіокompаніями, як «Маяк», «Радіо Росії», «Німецька хвиля», «Бі-Бі-Сі» та ін. Тому в різних країнах існують різні регулюючі правила, за якими частина діапазону частот не може бути використана.

З іншого боку, передачі даних за PLC-технологією заважають імпульсні перешкоди (до 1 мікросекунди), джерелами яких можуть бути галогенові лампи, включення і виключення різних потужних електроприладів (пилосмок, фен, дріль та ін. імпульсні прилади з регулюванням швидкості) й т. ін.

Не можна розгортати мережі за PLC-технологією, якщо у будівлі електрична проводка прокладена в основному з алюмінієвого кабелю, а не з мідного. Алюмінієві дроти мають гіршу електропровідність, що призводить до швидшого загасання сигналу.

Найбільш поширене в Україні PLC-обладнання таких вендорів, як D-Link, Dynamix, Linksys, Planet, ZyXEL та ін.

Доцільним на теперішній час вважається використання Powerline-технології під час створення ЛОМ у невеликих офісах (до 10 комп'ютерів) та в офісах, орендованих на нетривалий час. Таким чином, ринковий сегмент HomePlug знаходиться там, де основними вимогами до мережі є простота реалізації, мобільність пристроїв і легка розширюваність, швидке розгортання/згортання мережевого обладнання.

### 3.1.1.4 Технології HomePNA та HomeCNA

HomePNA (HPNA) – технологія передачі даних по телефонних лініях, розроблена Home Phoneline Networking Alliance.

Смуга пропускання сигналу HPNA розташована в межах від 5,5 до 9,5 МГц, що не впливає на роботу ADSL і VDSL-пристроїв і телефонів (рис. 3.4). На рис. 3.4  $W$  – потужність сигналу,  $F$  – частота сигналу.

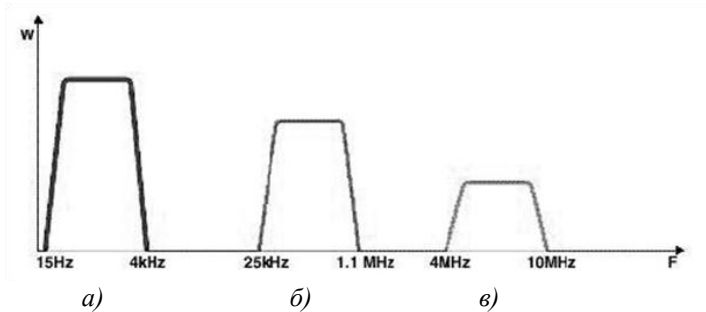


Рисунок 3.4 – Частотний діапазон для телефонії (а), xDSL-обладнання (б) та HomePNA (в)

Технологія HomePNA використовує метод IEEE 802.3 CSMA/CD (Ethernet) доступу до середовища передачі. По суті, технологія HPNA – це мегабітний Ethernet, що працює по телефонних кабелях. Це дозволяє використовувати велику кількість Ethernet-сумісних програм, драйверів, застосунків і устаткування.

Однією з особливостей, що робить технологію HomePNA привабливою для використання у сегментах ЛОМ, є «шинна» топологія, яка передбачає дуже просту організацію мережі за допомогою прямого з'єднання декількох телефонних сегментів один із одним (те ж саме відбувається при підключенні декількох телефонних апаратів до лінії). Таким чином, не потрібно використовувати комутаційне обладнання (концентратори, комутатори тощо) для розширення мережі. Можна також організувати каскадне з'єднання комп'ютерів паралельно до однієї телефонної розетки.

Різновидом технології HomePNA є технологія HomeCNA (HCNA), за якою передача даних здійснюється не по телефонній лінії, а по коаксимальному TV-кабелю.

Технології HomePNA 3.1 (HomeCNA 3.1) дозволяють передавати дані зі швидкістю до 320 Мбіт/с по вже наявному телевізійному кабелю.

Особливості проектування сегментів ЛОМ на базі існуючих у будинках кабелів наведено в розділі 10.

### 3.1.2 Бездротові технології

На «останньому дюймі» у ЛОМ можуть бути розгорнуті сегменти за такими бездротовими технологіями, як IrDA, Bluetooth, Wi-Fi, FSO, Li-Fi (VLC). Досяжні швидкості та максимальна відстань дії

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

бездротових технологій, принцип дії яких заснований на використанні радіохвиль (англ. RF – Radio Frequency) та світла (англ. Opto), наведено у вигляді діаграми Венна на рис. 3.5.

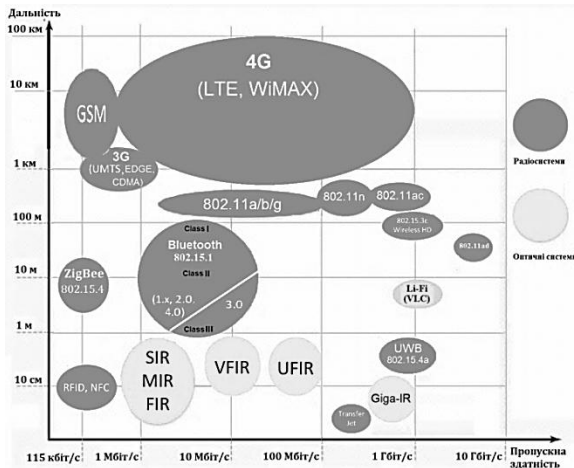


Рисунок 3.5 – Сімейство бездротових технологій

### 3.1.2.1 Технології, що базуються на використанні радіочастот

Сегменти ЛОМ на базі радіотехнологій розгортають для промислових, наукових й медичних застосувань (англ. ISM – Industry, Science, Medicine). У частотному діапазоні 2,4 Гц, який не потребує ліцензування, найчастіше використовують технології Bluetooth та Wi-Fi.

Залежно від класу Bluetooth-пристроїв такі підмережі мають призначення:

а) з використанням Bluetooth класу 1 дальністю 100 м – для підключення віддалених пристроїв (принтерів, проекторів тощо у актових, концертних залах та ін.);

б) з використанням Bluetooth класу 2 дальністю 10 м – для підключення пристроїв для зважування, спортивних тренажерів, медичного обладнання (обстежувального, діагностичного тощо), торговельного обладнання (англ. POS – Point of Sale).

в) з використанням Bluetooth класу 3 дальністю 1 м – для більш конфіденційної передачі даних між мережевими пристроями (мобільними абонентами, принтерами, сканерами та ін.).

Технологія Bluetooth реалізується за mesh-топологією (укр. «комірковою», «ячеїстою») за принципом множинних пікомереж, які взаємодіють між собою за стандартним радіоканалом, де пікомережа завжди включає одну майстер-станцію (на 7 – 255 абонентів, залежно від специфікації Bluetooth-стандарту), яка синхронізує трафік в одній пікомережі і, у той же час, може бути Slave-пристроєм в іншій пікомережі.

Переваги Bluetooth-рішень також у тому, що вони не потребують прямої електромагнітної видимості між учасниками трафіку.

Під час розгортання Bluetooth-сегментів мережі слід також враховувати, що технологію версії 2.0 доцільно застосовувати для невимогливих до швидкості застосувань (до 3 Мбіт/с). Для передачі достатньо великих обсягів інформації планують Bluetooth v. 3.0, який здатний для оптимізації трафіку передавати управління зв'язком стандарту Wi-Fi N. Специфікація стандарту Bluetooth 4.0 є найбільш енергозберігальною завдяки непостійній передачі сигналу. Приймач знаходиться наготові і включається тільки тоді, коли йому подається сигнал з іншого пристрою, в інший час він не діє. Час установа з'єднання – 5 мс, відстань до 100 м, швидкість до 1 Мбіт/с. Забезпечує добру безпеку завдяки 128-бітному шифруванню AES. Активно рекламується для організацій спортивних залів, медичних центрів (лікарняних палат у стаціонарах для вимірювання температури, пульсу та ін. із застосуванням різноманітних датчиків), впровадження автоматизованих технологій видатковимірювання в лічильниках газу, води, тепла.

Досяжні швидкості в мережевих сегментах за Bluetooth-рішеннями – до 24 Мбіт/с за Bluetooth v.3.0, але треба враховувати, що ця версія є дуже енергоспоживною.

На теперішній час технологія Bluetooth може бути використана для підключення до ЛОМ таких об'єктів, як ноутбуки, точки доступу, принт-сервери, мобільні телефони, принтери, комплекти гучного зв'язку для автомобіля, відеокамери та ін., що випускаються з вбудованими Bluetooth-портами.

Для об'єктів ЛОМ, які не мають апаратних бездротових інтерфейсів, можуть бути використані відповідні адаптери («свистки»), які зазвичай підключають на USB-порт пристрою, що треба підключити у бездротовий сегмент ЛОМ.

Найпоширенішою на сьогодні є технологія Wi-Fi (стандарт 802.11).

Якщо є пряма електромагнітна видимість, то за допомогою Wi-Fi-точок доступу з використанням направлених антен можна також об'єднати дві підмережі.

На теперішній час у Wi-Fi-мережі буває необхідно поєднати пристрої як попередніх стандартів (802.11a, 802.11b/g, 802.11n), так і найбільш сучасних (802.11ac, 802.11ad), які не обов'язково підтримують один одного, а також можуть при сумісному використанні втратити всі переваги застосування обладнання новіших специфікацій.

Особливості проектування Wi-Fi-сегментів ЛОМ розглянуто в розділі 11.

### **3.1.2.2 Технології, що базуються на використанні світла**

Технологія інфрачервоного зв'язку (ІЧ-зв'язку) нині знаходить застосування для оперативного конфіденційного бездротового зв'язку між офісними комп'ютерами і пересувними об'єктами (смартфонами, планшетами тощо), а також для зв'язку з периферійним обладнанням у мережі (цифрові фотоапарати, принтери та ін.). Використовується також у системах синхроперекладу під час міждержавних зустрічей з участю представників багатьох країн світу.

Випромінювачем для ІЧ-зв'язку є світлодіод, що має пік спектральної характеристики потужності на довжині хвилі 880 нм. Цей світлодіод при передачі дає конус ефективного випромінювання з кутом близько 30 градусів. У ролі приймача використовують PIN-діоди, які ефективно приймають ІЧ-промені в конусі 15 градусів. Тому застосування такої технології в зоні прямої видимості забезпечує дуже високий рівень конфіденційності передачі даних у мережевому сегменті.

На сьогодні технології ІЧ-зв'язку досягають швидкості передачі даних до 1 Гбіт/с (стандарт Giga-IR), але вбудованими в обладнання найчастіше є ІЧ-порти за стандартами VFIR (Very Fast InfraRed, швидкість 16 Мбіт/с) та UFIR (Ultra Fast Infrared, швидкість 100 Мбіт/с). Впровадження технології Giga-IR набуває актуальності вже при передачі достатньо невеликих обсягів інформації від пересувних абонентів, оскільки час передачі файлу обсягом 100 Мбайт за технологією Bluetooth 2.0 становить близько 5 хв, а за технологією Giga-IR лише близько 1 секунди [2]. У межах будинку за технологією Giga-IR доцільно організовувати обмін інформацією з периферійними пристроями (рис. 3.6).

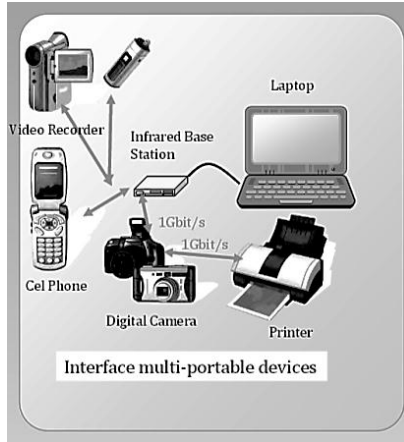


Рисунок 3.6 – Використання технології Giga-IR для обміну інформацією з периферійними пристроями

Технологія з використанням атмосферних оптичних ліній зв'язку (АОЛЗ, англ. Free Space Optics – FSO) в основному призначена для забезпечення двонаправленого безпечного зв'язку з віддаленими сегментами ЛОМ в межах кампусу, якщо між ними або немає прямої електромагнітної видимості (наявні лінії електропередачі, рух електропоїздів і т. п.), або знаходяться природні об'єкти (водойми, скелі тощо), які заважають прокладанню кабельної траси (рис. 3.7).

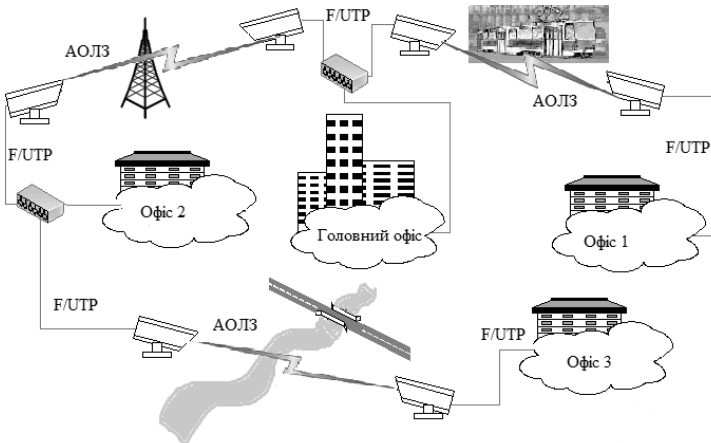


Рисунок 3.7 – Використання АОЛЗ для зв'язку між віддаленими сегментами ЛОМ

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

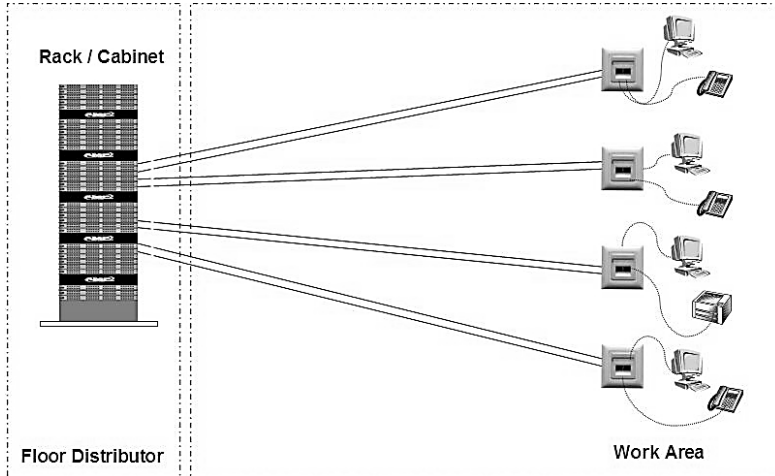
Системи FSO пропонуються в двох модифікаціях залежно від діапазону довжин хвиль: 780 – 850 нм та 1520 – 1600 нм. Системи FSO з довжиною хвилі 780 – 850 нм надійні, економічно доцільні і придатні для більшості додатків, у тому числі для мереж 1 Гбіт/с Ethernet. Системи атмосферної оптичної лінії зв'язку 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**

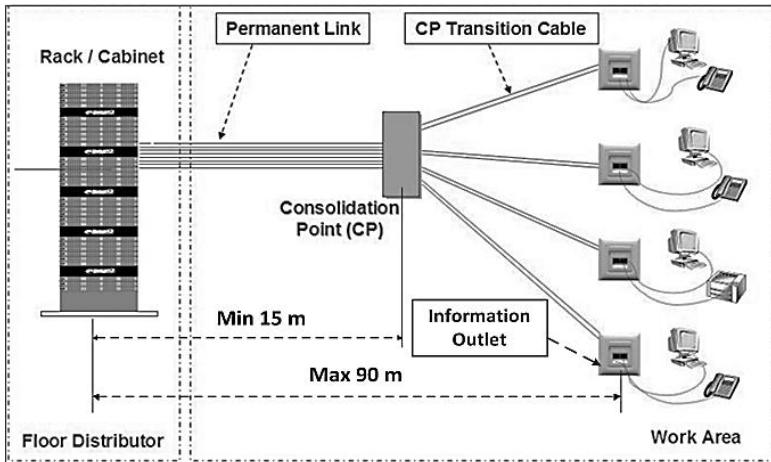
Більшість сучасних кабельних мереж інсталюють за принципами структурованих кабельних систем (СКС). Для кабельних мереж виділяють два основні типи архітектури мереж за принципами СКС: централізовану й розподілену. Згідно з американським стандартом EIA-TIA-568 СКС має два функціональні елементи: горизонтальні 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.



a)



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 переміщується 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 зоновому 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 TP) 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 безперерйну 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 побудовання 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 (repeater). У такому разі є можливість не втратити Wi-Fi-сигнал при проходженні через бетонні стіни, як показано на рис. 3.9, б.

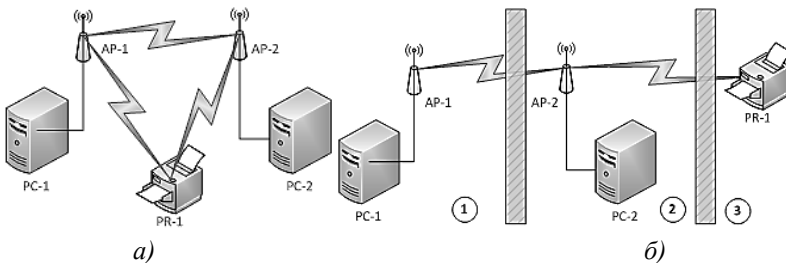


Рисунок 3.9 – Бездротова мережа на основі двох точок доступу за розподіленою архітектурою: а – малий радіус друку; б – збільшений радіус друку

Якщо застосувати принципи побудовання 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 закласти 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 функції:

- 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 каналному рівні;
  - 5) підтримка VLAN;
  - 6) класифікація трафіку.

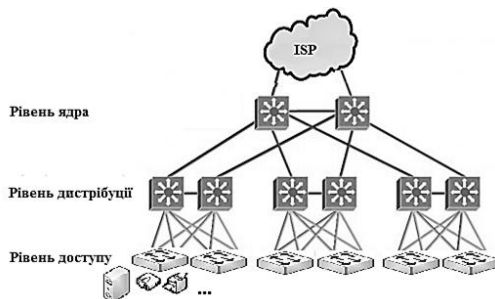


Рисунок 3.14 – Ієрархічна модель Cisco

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 ІТ-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 доступу (англ. ACL) та аутентифікацію користувачів 802.1x, а також використовується як пристрій рівня доступу для під'єднання бездротового сегмента.

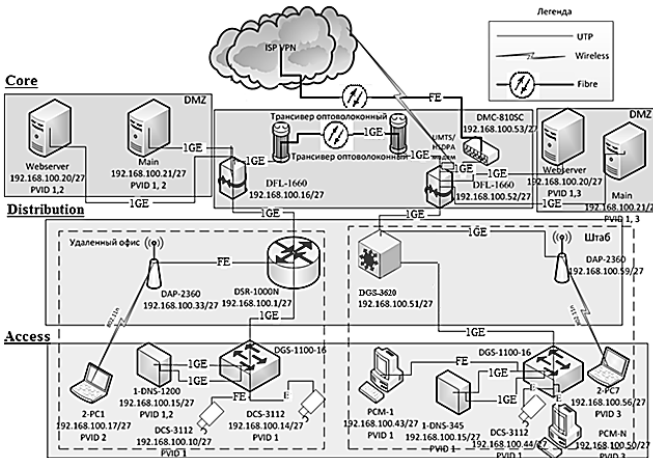


Рисунок 3.15 – Структурна схема ЛОМ, складена за ієрархічною моделлю

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.

Попит на високі швидкості стимулюється розвитком відеосервісів в Інтернет (IPTV, VoD й т. п.) і в корпоративному сегменті (уніфіковані комунікації, відеоконференції, мультимедійне та телевізійне обладнання, яке працює з HDTV тощо).

Для забезпечення трафіку високошвидкісних технологій 17 червня 2010 р. міжнародна організація Ethernet Alliance оголосила про ратифікацію стандарту IEEE 802.3ba-2010, у якому описана єдина архітектура, здатна підтримувати протоколи 40 Gigabit Ethernet (40GbE) та 100 Gigabit Ethernet (100GbE).

Горизонтальна підсистема складається з кабелів категорії не нижче 5Е, патч-панелей на 24 (або більше) порти RJ-45 категорії, яка відповідає категорії кабельної системи, і комутаційних шаф.

Для з'єднання абонентської розетки підсистеми робочого місця СКС з патч-панеллю горизонтальної підсистеми доцільно використовувати FTP-кабелі. Патч-панелі призначені для підключення до них кабелів горизонтальної підсистеми СКС. Комутаційні шафи призначені для установки в них патч-панелей та іншого обладнання.

Під час проектування СКС кожне робоче місце користувача обладнується двопортовою інформаційною розеткою, яка з'єднується з комп'ютером користувача за допомогою патч-корду.

Плануючи кількість робочих місць у приміщенні, необхідно враховувати специфіку діяльності організації та вимоги державних нормативно-правових документів. Так, наприклад, в українських документах регламентована площа на один ПК має бути не менше 6 кв. м [38; 79]. Для ігрових приміщень (залів, кабінетів) в українському законодавстві передбачена площа на одне ігрове місце не менше 4,5 кв. м, а на одну одиницю розмножувальної техніки – не менше 6 кв. м [86]. У той же час, в американських стандартах враховується збільшення вказаної норми при ускладненні обладнання. Так, для установ охорони здоров'я мінімальний розмір телекомунікаційного приміщення складає 12 кв. м [15], що значно перевищує аналогічні вимоги для офісних будівель.

Зважаючи на те, що світовим лідером у галузі мережевих технологій, що базуються на Інтернет-протоколі (IP), є компанія Cisco, у багатьох ресурсах використовуються також піктограми, наведені у довіднику Cisco IOS Software Command Reference (див. табл. 2.5).

### **3.4 Основні правила розрахунку магістральної підсистеми**

Основу магістральної кабельної підсистеми становлять магістральні лінії або магістралі, що з'єднують між собою центри комутації:

головний крос, проміжні кроси і горизонтальні кроси. У цих центрах виконується комутація магістральних ліній одна з одною з утворенням магістральних каналів, які використовуються для розподілу телекомунікаційних сервісів (додатки передачі мови, даних, зображень тощо) до горизонтальної кабельної підсистеми.

Кабелі всіх горизонтальних підсистем розташовують зіркою від розподільних шаф (стійок) або патч-панелей. Самі шафи (стійки) і патч-панелі з'єднуються між собою вертикальними кабелями. Це можуть бути мідні кабелі, але найчастіше при монтажі СКС це оптичні багатомодові (для монтажу в одній будівлі) або одномодові (для монтажу магістралі між будівлями) кабелі.

Довжина магістралі, що сполучає кабелем класу OM обладнання серверного вузла та горизонтальний крос (НС – Horizontal Cabling), не повинна перевищувати 300 м.

Комутаційні центри магістральної кабельної підсистеми можуть бути розміщені в телекомунікаційних (TR), апаратних (ER) або міських вводах (англ. Entrance Facility – EF).

Поки в Україні не прийняті власні стандарти, за якими треба виконувати проектування магістральної СКС, можна керуватись російським ГОСТ Р 53246-2008 [30].

### **Контрольні питання для самоперевірки**

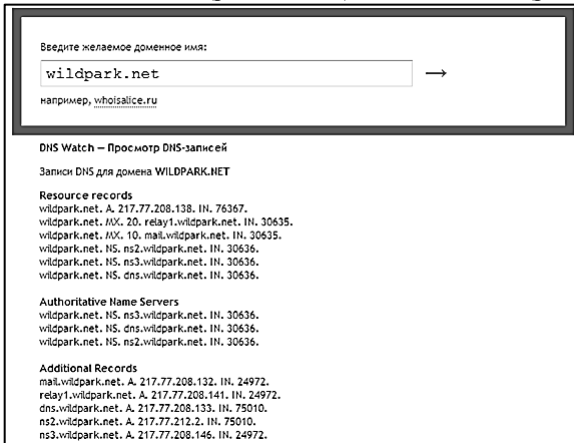
1. Які існують типи технології xDSL?
2. Доповнити запис (записати стандарт в іншій нотації) та вказати тип кабелю:
  - а) IEEE \_\_\_\_\_ або 1000BASE-TX;
  - б) IEEE 802.3u або \_\_\_\_\_BASE-\_\_\_\_\_;
  - в) \_\_\_\_\_ 802.\_\_\_\_\_ або 1000BASE-FX.
3. У чому полягає різниця технологій ADSL і SDSL?
4. Проводи з якого матеріалу використовуються в технологіях Ethernet, xDSL, HomePlug, HPNA?
5. Які рівні входять до складу ієрархічної моделі Cisco?
6. Які бездротові технології базуються на використанні радіочастот?
7. За яким класом необхідно використовувати Bluetooth-обладнання для організації заходів у актовій залі? Для організації круглих столів на 15 персон?
8. Які технології необхідно планувати для розбудови ЛОМ, де циркулює інформація з обмеженим доступом?

Лабораторна робота № 3. Аналіз підключення ЛОМ до сервісів Інтернет

3.1 Аналіз складу серверів провайдера, через які ЛОМ підключена до сервісів Інтернет

Проаналізувати склад серверів провайдера можна, наприклад, за допомогою Інтернет-сервісу *Whois*, розміщеного на будь-якому веб-сайті.

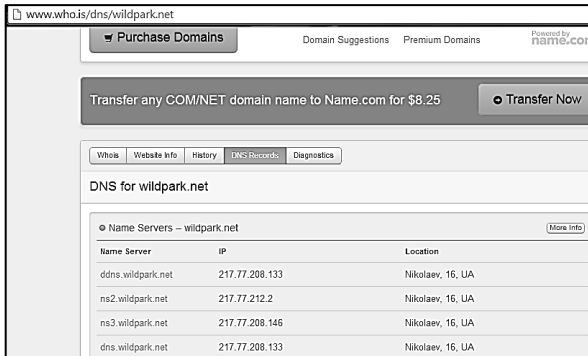
На рис. ЛЗ.1 зображено результати виконання запиту для провайдера «Дикий Сад» (домен *wildpark.net*) на Інтернет-сервісі Whois з веб-сайтів *www.whois-service.ru* (рис. ЛЗ.1, а) та *www.who.is* (рис. ЛЗ.1, б).



а)

Рисунок ЛЗ.1 – Відомості про сервери провайдера:

а – з веб-сайту *www.whois-service.ru*; б – з веб-сайту *www.who.is*



б)

Рисунок ЛЗ.1, аркуш 2



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

З отриманих відомостей необхідно зробити висновки, який сервер є кореневим сервером домену, які сервери виконують функції DNS-серверів, які – поштових серверів і т. п. Для цих серверів треба вказати логічне ім'я та відповідну IP-адресу.

### 3.2 Перевірка доступності DNS-сервера та шлюзу провайдера

Для визначення IP-адрес серверів, які створюють DMZ-зону у корпоративній мережі, до імені такого серверу необхідно додати ім'я зовнішнього домену (рис. ЛЗ.2).

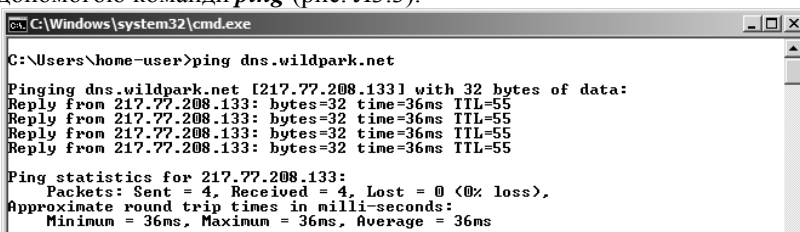
```
C:\Users\Наташа>ping chaos.kma.mk.ua

Обмен пакетами с chaos.kma.mk.ua [217.77.210.90] с 32 байтами данных:
Ответ от 217.77.210.90: число байт=32 время=79мс TTL=55
Ответ от 217.77.210.90: число байт=32 время=76мс TTL=55
Ответ от 217.77.210.90: число байт=32 время=73мс TTL=55
Ответ от 217.77.210.90: число байт=32 время=82мс TTL=55

Статистика Ping для 217.77.210.90:
  Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
  <0% потерь>
Приблизительное время приема-передачи в мс:
  Минимальное = 73мсек, Максимальное = 82 мсек, Среднее = 77 мсек
```

Рисунок ЛЗ.2 – Визначення зовнішньої IP-адреси шлюзу ЛОМ

Доступність DNS-сервера провайдера, час проходження даних до сервера, час генерації відповіді сервера на запит можна перевірити за допомогою команди *ping* (рис. ЛЗ.3).



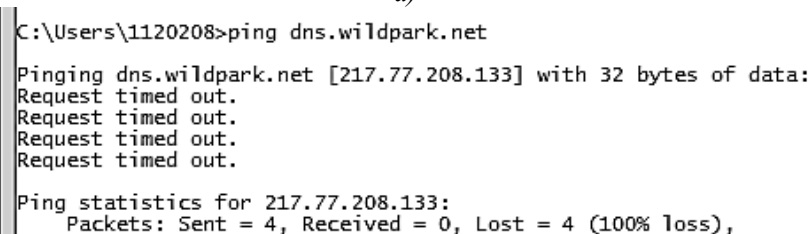
```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\home-user>ping dns.wildpark.net

Pinging dns.wildpark.net [217.77.208.133] with 32 bytes of data:
Reply from 217.77.208.133: bytes=32 time=36ms TTL=55
Reply from 217.77.208.133: bytes=32 time=36ms TTL=55
Reply from 217.77.208.133: bytes=32 time=36ms TTL=55
Reply from 217.77.208.133: bytes=32 time=36ms TTL=55

Ping statistics for 217.77.208.133:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 36ms, Maximum = 36ms, Average = 36ms
```

a)



```
C:\Users\1120208>ping dns.wildpark.net

Pinging dns.wildpark.net [217.77.208.133] with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 217.77.208.133:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

б)

Рисунок ЛЗ.3 – Перевірка доступності DNS-сервера провайдера з домашньої (а) та корпоративної (б) мережі

Якщо користувач отримує доступ до Інтернет через шлюз (проксі-сервер), то в такого користувача немає безпосереднього доступу до DNS-сервера провайдера, і відповіддю цієї діагностики буде IP-адреса DNS-сервера провайдера.

Для визначення імені та IP-адреси шлюзів ЛОМ та провайдера можна застосувати утиліту **tracert**, запустивши її всередині ЛОМ (рис. ЛЗ.4, а) або з приватної (домашньої) мережі (рис. ЛЗ.4, б) відповідно.

```
Tracing route to dns.wildpark.net [217.77.208.133]
over a maximum of 30 hops:

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    chaos.kma.edu [192.168.100.2]
  2  *         *         *         Request timed out.
  3  *         *         *         Request timed out.
  4  *         *         *         Request timed out.
  5  *         *         *         Request timed out.
  6  *         *         *         Request timed out.
  7  *         *         *         Request timed out.
  8  *         *         *         Request timed out.
```

а)

Рисунок ЛЗ.4 – Визначення імені та IP-адреси шлюзу ЛОМ (а), шлюзу провайдера (б)

```
C:\Users\nick>tracert dns.wildpark.net
Трассировка маршрута к dns.wildpark.net [217.77.208.133]
с максимальным числом прыжков 30:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    10.66.0.1
 2  7 ms     1 ms     1 ms     217.77.214.29
 3  1 ms     <1 ms    <1 ms    border.wildpark.net [217.77.208.40]
 4  <1 ms    <1 ms    <1 ms    dns.wildpark.net [217.77.208.133]

Трассировка завершена.
```

б)

Рисунок ЛЗ.4, аркуш 2

Отримані дані доцільно узагальнити в таблицю. Наприклад, для провайдера «Дикий Сад» дані узагальнено в табл. ЛЗ.1.

Таблиця ЛЗ.1 – Імена та IP-адреси серверів ISP «Дикий Сад»

| Функція сервера        | Ім'я сервера         | IP-адреса сервера |
|------------------------|----------------------|-------------------|
| DNS-сервер(и)          | dns.wildpark.net     | 217.77.208.133    |
|                        | ns2.wildpark.net     | 217.77.212.2      |
| DHCP-сервер            | dhcp.wildpark.net    | 217.77.208.139    |
| Файловий(-и) сервер(и) | dc.wildpark.net      | 217.77.208.179    |
|                        | userweb.wildpark.net | 217.77.208.226    |
| Поштовий сервер        | mail.wildpark.net    | 217.77.208.132    |
|                        | pop3.wildpark.net    | 217.77.208.134    |
|                        | relay1.wildpark.net  | 217.77.208.141    |
| Шлюз(и)                | border.wildpark.net  | 217.77.208.40     |
| Веб-сервер             | www.wildpark.net     | 217.77.208.138    |

### 3.3 Визначення швидкості підключення ПК до мережі Інтернет

Швидкість підключення лабораторного ПК, який обстежується, до мережі Інтернет можна визначити, наприклад, за допомогою сервісу <http://speedtest.net/> (рис. ЛЗ.5).

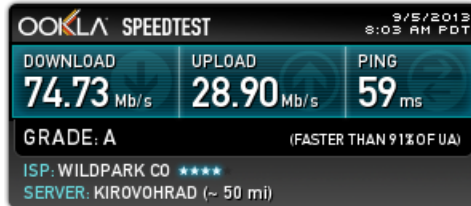


Рисунок ЛЗ.5 – Дані про вимірювання швидкості підключення ПК до ГОМ Інтернет

Швидкість каналу зв'язку  $V$  визначаємо як суму низхідного та висхідного потоків:

$$V = V_{down} + V_{up}, \quad (\text{ЛЗ.1})$$

де  $V_{down}$  – швидкість низхідного потоку даних, Мбіт/с;

$V_{up}$  – швидкість висхідного потоку даних, Мбіт/с.

$$V = 76,33 + 45,16 = 121,49 \text{ Mbps.}$$

### 3.4 Визначення адміністративних та технічних контактів провайдера

За допомогою сервісу *Whois* веб-сайта <http://www.db.ripe.net/>, використовуючи IP-адресу будь-якого сервера провайдера, визначте поштову адресу фірми-провайдера (англ. *Internet Service Provider – ISP*), П.І.пБ. системних адміністраторів, телефони й т. ін. (рис. ЛЗ.5) та заповніть таблицю, яка має такі графи (рядки):

- назва ресурсу;
- URL-адреса;
- тематика ресурсу;
- діапазон IP-адрес;
- клас мережі<sup>1)</sup>;
- банер (логотип) ISP;
- поштова адреса;
- E-mail;
- телефон відповідальної особи;
- П. І. пБ. відповідальної особи.

<sup>1)</sup> Автоматизація обчислення класу мережі оцінюється додатковими балами.

## І. М. Журавська

Крім того, необхідно визначити, від якого ISP отримує доступ до ГОМ провайдер, до якого підключений ПК виконавця лабораторної роботи. Наприклад, з наведеного скріншоту (рис. ЛЗ.6) видно, що ISP «Дикий Сад» («WildPark») підключений до ГОМ Інтернет через ресурси ISP «ТАІДЕ-НОС» (поле *mnt-by* бази даних RIPE).

```
inetnum:      217.77.209.0 - 217.77.212.255
netname:      WFPARK
descr:        WildPark Co
country:      UA
admin-c:      AL546-RIPE
tech-c:       OAC4-RIPE
status:       ASSIGNED PA
mnt-by:       WILDPARK-MNT
source:       RIPE #Filtered

person:       Alexander A. Lapidus
address:      Wild Park
address:      327029 Lenina av. 52
address:      Nikolaev, Ukraine
phone:        +380 512 470555
fax-no:       +380 512 500314
nic-hdl:      AL546-RIPE
mnt-by:       TAIDE-NOC
source:       RIPE #Filtered

person:       Oleg A Chernov
address:      WildPark Co
address:      Lenina av. 52
address:      54029 Nikolaev Ukraine
phone:        +380 512 470555
phone:        +380 512 709555
nic-hdl:      OAC4-RIPE
source:       RIPE #Filtered
mnt-by:       WILDPARK-MNT
```

Рисунок ЛЗ.5 – Результати запуску для IP-адреси 217.77.208.138 на сайті <http://www.db.ripe.net/>

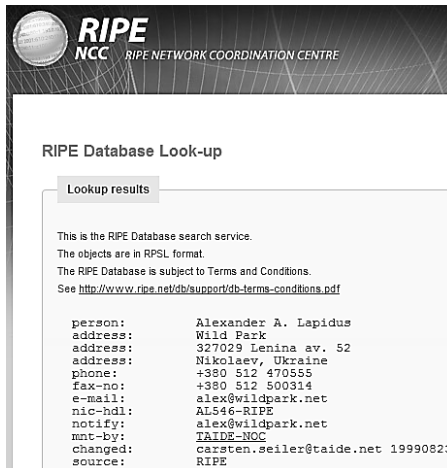


Рисунок ЛЗ.6 – Визначення ISP (*mnt-by*) для провайдера виконавця роботи

### 3.5 Автоматизація обчислення класу мережі, до якої належать IP-адреси серверів провайдера

Визначення класу мережі (А, В або С), до якої належать IP-адреси серверів провайдера, доцільно виконувати за першими бітами IP-адреси після переведення її з десяткової системи числення у двійкову:

- перші біти 01 двійкової IP-адреси означають її належність до класу А;
- перші біти 10 двійкової IP-адреси означають її належність до класу В;
- перші біти 110 двійкової IP-адреси означають її належність до класу С.

Наприклад:

- у десятковій системі числення 192.168.99.106;
- у двійковій системі числення 11000000 10101000 01100011 01101010.

Розрахунки:

$$192.168.99.106_{10} = 11000000\ 10101000\ 01100011\ 01101010_2$$

$$192 = 128 + 64 = 2^7 + 2^6 = 11000000$$

$$168 = 2^7 + 2^5 + 2^3 = 128 + 32 + 8 = 10101000$$

$$99 = 2^6 + 2^5 + 2^1 + 2^0 = 64 + 32 + 2 + 1 = 01100011$$

$$106 = 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^1 = 64 + 32 + 8 + 2 = 01101010$$

Клас локальної мережі – С. До цього класу належать адреси, у яких старші 3 біти мають значення 110. Для мереж, які належать до цього класу, старші 3 байти знаходяться в діапазоні від 192.0.0.0 до 223.255.255.0.

Автоматизація обчислень може бути виконана у середовищі Assembler, Delphi, Java, C++ або іншому з обов'язковим наведенням скріншотів аналізу формату IP-адреси та результатів переведення з десяткової у двійкову систему числення й визначення класу мережі. Код програми необхідно навести у додатку А до звіту з ЛР.

Крім того, доцільним є проведення аналізу вартості придбання піддіапазону відповідної мережі<sup>1)</sup>.

У процесі виконання програми необхідно перевірити легітимність IP-адреси (відсутність літер, не перевищення числа 255 в адресі, чотирибайтний розмір IP-адреси тощо). У разі некоректності IP-адреси вона не повинна переводитись у двійкову систему числення, клас мережі не визначатиметься (рис. ЛЗ.7).

---

<sup>1)</sup> Оцінюється додатковими балами.

```
Input your ip adress: dggd
Your inputed adress incorrect. Try again...

Input your ip adress: 23.
Your inputed adress incorrect. Try again...

Input your ip adress: 195.257.34.2
Your inputed adress incorrect. Try again...

Input your ip adress: 192.168.100.19
Class: C
Convert into base: 11000000 10101000 01100100 00010011

Do you want continue?: y/n

Input your ip adress: 45.168.234.6
Class: A
Convert into base: 00101101 10101000 11101010 00000110

Do you want continue?: y/n
ghh
Incorrect answer!

Do you want continue?: y/n
```

*Рисунок ЛЗ.7 – Автоматизація обчислень класу мережі з IP-адреси*

### 3.6 Перевірка відповідності IP-плану ЛОМ стандарту RFC 1918

Згідно з RFC1918 та RFC3330, якщо ISP видав клієнтові «білі» IP-адреси:

- а) класу А, то в ЛОМ клієнта повинний бути розгорнутий IP-план у діапазоні «сірих» адрес 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (10/8 prefix);
- б) класу В, то в ЛОМ клієнта повинен бути розгорнутим «сірий» піддіапазон IP-адрес 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (172.16/12 prefix);
- в) класу С, то в ЛОМ клієнта повинен бути розгорнутим «сірий» піддіапазон 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (192.168/16 prefix).

## Тестові запитання

1. *Ієрархічна структура структурованої кабельної системи (СКС) – це:*

- а) горизонтальні підсистеми (в межах поверху);
- б) вертикальні підсистеми (усередині будівлі);
- в) підсистема кампусу (в межах однієї території з декількома будівлями).

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

2. *СКС дозволяє поєднати кабельні системи:*
  - а) електроживлення;
  - б) комп'ютерних мереж;
  - в) телефонних мереж;
  - г) пожежної сигналізації.
3. *Мережа якої топології повністю виходить з ладу при обриві єдиного каналу зв'язку:*
  - а) шина;
  - б) зірка;
  - в) повнозв'язана;
  - г) кільце.
4. *Номінальною пропускну здатністю технології Fast Ethernet є:*
  - а) 1000 Мбіт/с;
  - б) 10 Мбіт/с;
  - в) 100 Мбіт/с;
  - г) 54 Мбіт/с.
5. *Топологія якої мережі не допускає замкнених контурів?*
  - а) FDDI;
  - б) Token Ring;
  - в) Ethernet.
6. *Контрольна сума кадру Ethernet має розмір:*
  - а) 4 байти;
  - б) 48 байт;
  - в) 16 байт;
  - г) 32 байти.
7. *Яка топологія використовується у PLC-мережах?*
  - а) шина;
  - б) зірка;
  - в) повнозв'язана;
  - г) кільце.
8. *Яка специфікація стандарту визначає подачу електроживлення пристрою (PoE) по інформаційному кабелю UTP?*
  - а) IEEE 802.16;
  - б) IEEE 802.11g;
  - в) IEEE 802.3af.

---

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТА ЛОМ ЗА ПРИНЦИПАМИ СКС

---

### 4.1 Основні стандарти та інсталювальники зі створення СКС

Говорячи про технології СКС, мається на увазі способи і технологічні прийоми організації мережі, безпосереднього виконання монтажу СКС від робочого місця до сервера.

Телекомунікаційна інфраструктура комерційних будівель визначається стандартами:

- міжнародним ISO/IEC 11801;
- європейським EN 50173;
- американським ANSI/TIA/EIA-568-A.

Міжнародні/європейські стандарти поділяють СКС на три підсистеми: магістральна підсистема комплексу, магістральна підсистема будівлі, горизонтальна підсистема [114].

Системи СКС оптимізовані для будівель з офісною площею до 1 000 000 кв. м, кількістю користувачів 50 – 50 000 чоловік і відстанню між будівлями до 3 км [100].

Але для невеликих офісів сектору SOHO або SMB створення ЛОМ найчастіше є суто виробничим завданням власного ІТ-сектору. Тоді доцільно обрати одного дистриб'ютора компонентів СКС для забезпечення сумісності таких компонентів та отримання найбільшого з можливих терміну мережевого обладнання.

Й інсталювальники, й дистриб'ютори останнім часом найчастіше обирають за тендерними процедурами. Для підвищення рейтингу і інсталювальники, і дистриб'ютори повинні мати певні регалії у сфері якості (ISO 9001) та управління проектами (IPMI – International Project Management Institute і PMI – Project Management Institute Північної Америки).

Робочі креслення провідних засобів зв'язку СКС виконують згідно з вимогами стандартів Системи проектної документації для будівництва (СПДБ) і Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Умовні позначки (пиктограми) та скорочення, що використані в робочих кресленнях, повинні відповідати ДСТУ Б А.2.4-40 (див. табл. 2.5 – 2.6),



типи ліній – ГОСТ 2.303, формати креслеників – ГОСТ 2.301, масштаби – ГОСТ 2.302, ДСТУ Б А.2.4-42:2009.

Вдосконалення технологій СКС продовжується. Найбільш перспективними рішеннями та технологіями можна вважати розробки таких вендорів, як Conteg, ЦМО, ДКС, Exalan, КОПОС, Simon, Corning, «Одескабель», AMP Netconnect (Tyco Electronics), Hanlong, D-link, AlliedTelesys, APC by Schneider Electric, Molex, Legrand (Estep), Triton, Panduit, вітчизняних – «Ухл-МАШ», ТЕСО, «Євроформат» та ін. [57].

Оптимальним є укладання договору на проектування та побудування СКС з однією з відомих на цьому ринку компанією-інсталятором, наприклад, компанією «Інком», «МКС», «Квазар-Мікро», «Світ Кабельних Систем», «Інтелектуальні системи», «Synergia SE» або ін., які мають відповідні ліцензії та сертифікати [57].

### **4.2 Добір пасивних компонентів ЛОМ**

Серед виробників (вендорів) пасивних компонентів СКС на вітчизняному ринку позиціоновані такі, як AESP, Cablofil, Conteg, ДКС, Estap, EFAPEL, EuroLAN, Hyperline, Knurr, Krone, Legrand, Marshall Tufflex, PHOENIX CONTACT, Rittal, Siemon, Wago, Zpas та ін. [94; 95].

Найбільшого поширення в Україні набувають пасивні компоненти виробництва компаній, які мають сертифікати відповідності нормам ISO 9001, ISO 14001, ДСТУ та ДБН. Такими є, наприклад, виробництва чеської фірми KOPOS KOLÍN [64].

#### **4.2.1 Добір кабелю**

Основне завдання кабелю – забезпечити передачу інформації із заданою якістю. Для виконання цієї вимоги міжнародними (IEC, ISO, CENELEC) та національними (AFNOR, ANSI, BS, DIN, IEEE, JIS, JSA, NIST, TIA/EIA, Росстандарт, Держспоживстандарт України й т. п.) стандартизованими організаціями встановлені чіткі вимоги до основних електричних і передавальних параметрів LAN-кабелів.

До параметрів, граничні значення яких зазначаються у стандартах, належать опір на постійному струмі, електрична ємність, коефіцієнт загасання, перехідні загасання на ближньому і далекому кінці, захищеність, хвильовий опір, втрати на віддзеркалення і т. п.

Треба відзначити необхідність уніфікації кабелів і роз'ємів у горизонтальній та магістральній підсистемах ЛОМ для забезпечення можливості швидкої перекомутації робочих місць ЛОМ. Задля виконання правил та вимог, наведених у стандартах, на СКС обирається оптоволоконний кабель або мідний кабель «вита пара».

Більша частина проектів СКС в Україні (більше 80 %) виконується на компонентах CAT. 5E і лише біля 9 % – на CAT. 6 і вище. Серед інсталяцій лідирують неекрановані рішення (UTP).

#### 4.2.1.1 Параметри волоконно-оптичних ліній зв'язку

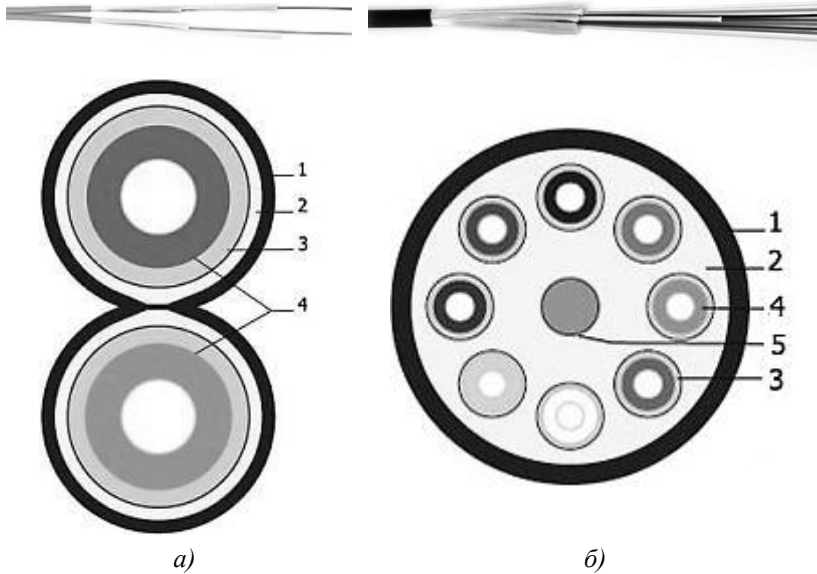
Передача даних засобами волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) – це вид системи передачі інформаційних даних, за якого інформація передається по оптичним діелектричним світловодам, відомими під назвою оптичне волокно (оптоволокно) або волоконно-оптичний кабель (ВОК).

Діаметр зовнішньої оболонки всіх типів ВОК (з різними діаметрами серцевини оптоволокна – 9, 50 та 62,5 мкм) має стандартний розмір 125 мкм (рис. 4.1), що дозволяє використовувати в СКС стандартизовані роз'ємні та нероз'ємні з'єднання.

Конструктивно ВОК виконується як одно-, дво- або багато-волоконний (рис. 4.2).



Рисунок 4.1 – Товщина оптоволокна (серцевини та оболонки)



1 – зовнішня оболонка (ПВХ)

2 – зміцнюючі нитки

3 – буферне покриття

4 – оптичне волокно (9/125, 50/125, 62,5/125)

5 – силовий елемент (є тільки у кабелю з 8 та більше волокнами)

Рисунок 4.2 – Будова ВОК: а – двоволоконний ВОК;  
б – багатоволоконний ВОК

До переваг ВОЛЗ належать:

– надзвичайно висока несуча частота ( $F_0 = 10^{14}$  Гц), що дозволяє передавати через ВОЛЗ інформацію зі швидкістю близько 1,2 млрд біт даних у секунду (1,2 Гбіт/с);

– дуже мале загасання (0,2 – 0,3 дБ на довжині хвилі 1,55 мкм на 1 км). Така характеристика поширення світлового сигналу у волокні дозволяє будувати ВОЛЗ довжиною до 200 км без ретрансляції сигналів<sup>1)</sup>;

<sup>1)</sup> Наприклад, використовуючи медіаконвертер двоволоконного NF-S20 (1550 нм DFB, 200 км, SM, роз'єм SC), необхідно враховувати, що збільшення дальності дії медіаконвертора на 20 км здорожчує його майже на 50 %.

- стійкість до електромагнітних перешкод з боку оточуючих мідних кабельних систем, електричного обладнання (лінії електропередачі, електродвигунні установки й т. п.) і погодних умов;
- захист від несанкціонованого доступу. Інформацію, що передається по ВОЛЗ, практично неможливо перехопити неруйнівним способом;
- електробезпека. Через відсутність іскроутворення оптичне волокно підвищує вибухо- та пожегобезпечність мережі, що особливо актуально на хімічних, нафтопереробних підприємствах під час обслуговування технологічних процесів підвищеного ризику;
- мала вага та об'єм. Волоконно-оптичні кабелі мають меншу вагу та об'єм порівняно з мідними кабелями в розрахунку на одну й ту ж пропускну здатність. Наприклад, 900-парний телефонний кабель діаметром 7,5 см, може бути замінений одним волокном з діаметром 0,1 см. Якщо волокно «одягнути» в безліч захисних оболонок і покрити сталеву стрічковою бронею, його діаметр буде 1,5 см, що в кілька разів менше розглянутого телефонного кабелю;
- невисока вартість. Волокно виготовлено з кварцу, основу якого становить двоокис кремнію – широко поширений, а тому недорогий матеріал, на відміну від міді;
- довговічність. Термін служби ВОЛЗ становить не менше 25 років.

У табл. 4.1 наведено варіанти використання трьох категорій багатомодових кабелів OM1, OM2 й OM3 (позначається MM – англ. акронім від Multi Mode) та однієї категорії одномодового кабелю OS1 (позначається SM – англ. акронім від Single Mode) зі спеціальними оптоволоконними з'єднувачами (OF-300, OF-500, OF-2000) у різних стандартах технології Ethernet [76]. У позначенні з'єднувачів відображено, що така лінія зв'язку підтримує додатки оптичного класу на довжинах ліній відповідно до 300, 500 та 2000 м.

Обладнання, використовуване для мереж, побудованих на базі багатомодового оптичного волокна, дешевше, ніж аналогічне обладнання для одномодового оптичного волокна. Тому якщо відстань, на яку необхідно передати дані, не перевищує 2000 м, доцільно згідно зі стандартами СКС використовувати багатомодове оптоволокно. Якщо ж необхідна довжина каналу зв'язку перевищує 2000 м, то слід використовувати одномодове оптичне волокно.

Однак слід враховувати, що більшість багатомодових кабелів непридатна для роботи за технологією Fast Ethernet за довжини лінії більше 1300 метрів, а Gigabit Ethernet – за довжини лінії більше 220 метрів [100].

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таблиця 4.1 – Основні сфери застосування оптоволокна (згідно з EN 50173:2001)

| Мережева технологія                | Канал EN 50173:2001 на основі |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | ВОК OM1                       |         | ВОК OM2 |         | ВОК OM3 |         | ВОК OS1 |         |
|                                    | 850 нм                        | 1300 нм | 850 нм  | 1300 нм | 850 нм  | 1300 нм | 1310 нм | 1500 нм |
| ISO/IEC 8802-3: FOIRL              | OF-2000                       |         | OF-2000 |         | OF-2000 |         |         |         |
| ISO/IEC 8802-3: 10BASE-FL, FP & FB | OF-2000                       |         | OF-2000 |         | OF-2000 |         |         |         |
| ISO/IEC 8802-3: 1000BASE-SX        | OF-300                        |         | OF-500  |         | OF-500  |         |         |         |
| ISO/IEC 8802-3: 1000BASE-LX        |                               | OF-500  |         | OF-500  |         | OF-500  | OF-2000 |         |
| ISO/IEC 8802-3: 100BASE-FX         |                               | OF-2000 |         | OF-2000 |         | OF-2000 |         |         |
| IEEE 802.3: 100BASE-LX4            |                               | OF-300  |         | OF-300  |         |         |         |         |
| IEEE 802.3: 10GBASE-ER/EW          |                               |         |         |         |         |         |         | OF-2000 |
| IEEE 802.3: 10GBASE-SR/SW          |                               |         |         |         | OF-300  |         |         |         |
| IEEE 802.3: 10GBASE-LR/LW          |                               |         |         |         |         |         | OF-2000 |         |

Останнім часом суттєво поширюється застосування на рівні СКС надгнучкого одномодового волокна G.657 (9/125 мкм).

Одним зі світових лідерів із виробництва ВОК є транснаціональна компанія Alcatel (Франція), яка пропонує якнайповнішу номенклатуру оптичних кабелів. З бюджетних марок ВОК достатній показник «ціна-якість» мають кабелі торгової марки Lintek (Китай), Finmark (Китай; представник в Україні компанія «DEPS»), AKSH (Індія) тощо. Вітчизняні ВОК виготовляються на заводах «Одескабель» (торгова марка «Ecolight»), «Інтеркабель» (м. Київ), «Южкабель» (м. Харків), НВО «Оптілайн» (м. Київ) та ін.

Для різних типів модулів застосовуються різні типи ВОК:

- для модулів 10BASE-FL та 100BASE-FX використовується багатомодове волокно 62,5/125 мкм;
- для модулів 1000BASE-SX багатомодове волокно 50/125 мкм та 62,5/125 мкм;
- для модулів 1000BASE-LX одномодове волокно 9/125 мкм.

Те, що зовнішня оболонка всіх типів ВОК (з різними діаметрами серцевини оптоволокна – 9, 50 та 62,5 мкм) має однаковий діаметр 125 мкм, дозволяє використовувати в СКС стандартизовані роз'ємні і нероз'ємні з'єднання.

Під час проектування та інсталяції ЛОМ останнім часом поширюється використання безклеєвих оптичних технологій.

На основі ВОК можуть бути реалізовані всі три підсистеми СКС, хоча в горизонтальній підсистемі волоконна оптика поки знаходить обмежене застосування для забезпечення функціонування ЛОМ. У підсистемі внутрішніх магістралей оптичні кабелі застосовуються однаково часто з кабелями «вита пара», а в підсистемі зовнішніх магістралей вони відіграють домінуючу роль.

Використання волоконно-оптичного кабелю (ВОК) може бути доцільним для підключення сегмента спроектованої ЛОМ до центру комутації (серверного вузлу) або у разі використання високошвидкісних технологій.

Багатомодова (OM3, OM4) та одномодова (OS1, OS2) оптика призначена для використання в ролі середовища передачі даних у технологіях 40GbE (для центрів обробки даних) та 100GbE (для агрегації мережевого трафіку провайдерів і телекомунікаційних компаній).

На сьогодні на українському IT-ринку спостерігається зростання пропозицій на активне обладнання з LC-інтерфейсом. Це зумовлено, в першу чергу, розповсюдженням модулів Small Form-factor Pluggable (SFP) mini-GBIC, в яких використовуються LC з'єднувачі. Довжина патч-корду 3 м. Сьогодні цю технологію підтримують такі виробники активного обладнання, як Cisco, Nortel Networks, 3Com, D-Link, Allied Telesyn і т. д.

Оптика для СКС допомагає без ускладнень проектувати мережі з урахуванням надмірності. Тому оптика для СКС дає можливість подальшого розширення системи без реструктуризації, і отже, й без додаткових витрат.

#### **4.2.1.2 Основні параметри кабелю «вита пара»**

Основні параметри кабелю «вита пара» нанесені заводським маркуванням на початку кожного метра кабелю (останній параметр у групі – кількість метрів від початку бухти кабелю). У маркуванні першим вказується фірма-виробник і торгова марка або номенклатурний номер кабелю.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Основними технічними параметрами витої пари є категорія кабелю, діаметр жили, кількість дротів у провіднику, кількість пар у кабелі, матеріал зовнішньої оболонки кабелю, наявність вбудованого в кабель тросу, наявність захисту кабелю від електромагнітних наведень, матеріал жил та ін.

Поняття «категорія» витої пари пов'язане, в першу чергу, зі швидкістю передачі даних, яка безпосередньо залежить від частоти коливань струму. Чим вище робочий діапазон частот, тим вища швидкість передачі даних. Конструктивно, чим вища категорія кабелю, тим більше в ньому витків на одиницю довжини. На теперішній час в американському стандарті ANSI/EIA/TIA-568 визначені такі категорії витої пари: CAT. 3, CAT. 5E, CAT. 6, CAT. 6A. У міжнародному ISO 11801 та в європейському EN 50173 стандартах поняття «категорія» розширене до CAT. 8, і до нього встановлено відповідно поняття «клас», що позначається латинськими літерами від А до F та римських I та II (табл. 4.2).

Найбільший обсяг у прокладанні нових мереж займає поки кабель категорії 5E (клас D). Категорія 5E дозволяє передати по двох парах кабелю «вита пара» інформаційний сигнал на відстань до 100 метрів на швидкості до 100 Мбіт/с з використанням технології Fast Ethernet. Також кабель «вита пара» кат. 5E сумісний з технологіями PBX, V.11, X.21, ISDN, Ethernet (10Base-T), ATM-25/52/155 Мбіт/с, 100VG-AnyLAN, Fast Ethernet (100BASE-TX), Token Ring 16/100 Мбіт/с, FireWire 100 Мбіт/с. Експлуатується за частот до 100 МГц.

Таблиця 4.2 – Категорія витої пари та гранична частота

| Категорія (клас) кабелю вита пара | Гранична частота, МГц | Використовуваний тип екрана        |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 3 (клас C)                        | 16                    | U/UTP, F/UTP                       |
| 5E (клас D)                       | 100                   | U/UTP, F/UTP, SF/UTP               |
| 6 (клас E)                        | 250                   | U/UTP, U/FTP, S/FTP                |
| 6A (клас E <sub>A</sub> )         | 500                   | U/UTP, F/UTP, S/FTP                |
| 7 (клас F)                        | 600                   | F/FTP, S/FTP (те ж саме, що S/STP) |
| 7A (клас F <sub>A</sub> )         | 1000                  | S/FTP                              |
| 8.1 (клас I)                      | 1600 – 2000           | F/UTP, U/FTP                       |
| 8.2 (клас II)                     | 1600 – 2000           | F/FTP, S/FTP                       |
| 9 (клас H) <sup>1)</sup>          | 1500                  | не виготовляється                  |

Примітка: Станом на 01.04.2014 класи «G» та «H» стандартами не затверджені.

На кабелі «вита пара» категорії 6 передачу в 10 Гігабіт/с можна здійснити на відстані 30 – 55 метрів.

Кабельна лінія, побудована на компонентах категорії 6A, дозволяє організувати передачу інформації зі швидкістю 10 Гігабіт/с, використовуючи технологію 802.3an (10 Gigabit Ethernet, 10GbE), на відстані до 100 метрів.

Застосування кабелю категорії 6A виправдано тільки для вирішення вузьких та специфічних завдань. Наприклад, можливо використовувати категорію 6A в ЦОД (центрах обробки даних, дата-центр). Такий кабель доцільно використовувати також для обміну даними між блейд-серверами, між високопродуктивними мережевими пристроями, системами зберігання даних (СЗД), а також для з'єднання обчислювальних вузлів у складі обчислювальних комплексів і суперкомп'ютерів, у фірмах, що займаються комп'ютерною графікою.

Екрановані патч-корди (FTP) CAT. 6A використовуються також для підключення мережних аудіо-плеєрів.

Кабель категорії 7 стандарт був створений, щоб забезпечити 10 Gigabit Ethernet на відстані 100 метрів із використанням мідного кабелю (10 Гбіт/с Ethernet тепер, як правило, виконується на CAT. 6A). При використанні електричних роз'ємів GG45 або TERA кабель CAT. 7 призначений для передачі даних на частоті 600 МГц та вище (в перспективі – до 1500 МГц).

Українською промисловістю випускаються кабелі CAT. 7 (клас F) для технологій на швидкості до 10 Гбіт/с за частот до 600 МГц (рис. 4.3, а). Світові вендори кабельної продукції та пасивного мережевого обладнання випускають мережеві компоненти (роз'єми, патч-панелі тощо) до 1200 МГц за категорією 7A, що відповідає класу F<sub>A</sub> (рис. 4.3, б).

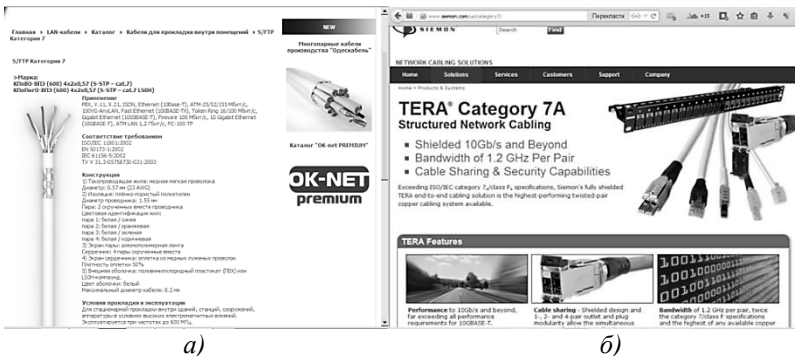


Рисунок 4.3 – Кабелі CAT.7 виробництва «Одескабель» (а) та CAT. 7A компанії «Simon» (б)

Діаметр провідника (жили), як правило, виражається в міліметрах або в «калібрі» згідно з таблицею американського стандарту дротів AWG (American Wire Gauge). Наприклад, часто зустрічається AWG 26 (діаметр жили 0,4049 мм), AWG 25 (0,4547 мм), AWG 24 (0,5106 мм), AWG 23 (0,5733 мм), AWG 22 (0,6438 мм). Чим товще дріт, тим менше його калібр в AWG.



Нестандартизовані дешевші кабелі, наприклад, з діаметром жил 0,48 – 0,50 мм («майже AWG 24») дають погіршення коефіцієнта загасання не менше 3 – 5 дБ/100 м.

Крім того, у дешевшому кабелі має місце різнокрокове скручування витой пари, у результаті чого довжина різних пар у кабелі буде різною. У такому випадку різним буде і час проходження по ним сигналів. Для обліку цього ефекту стандартами нормується параметр «зсув затримки поширення» (Delay Skew). Це принципово важливо для додатків 1000BASE-T, де передача і прийом ведеться одночасно по всіх чотирьох парах.

За стандартом, у 5-й і 6-й категоріях використовуються жили діаметром не менше 0,51 мм або 24AWG за американським маркуванням. Несертифікований кабель (на якому не вказаний параметр AWG) може мати жили діаметром від 0,4 до 0,64 мм, що зазвичай достатньо для підключення робочої станції або периферійного обладнання до ЛОМ.

Розрізняють одножильний провідник із суцільною жилою (рис. 4.4) – «моножила» (англ. *solid*), та багатожильний провідник (англ. *stranded wire*). Найбільшого поширення, як більш дешева та з меншим затуханням сигналу, отримала моножила. Таким чином, одножильний кабель не передбачає безпосереднього підключення периферії. Пов'язано це з тим, що мідні жили досить товсті і від великої кількості згинань швидко ламаються. Тому, як правило, його застосовують для прокладки в коробах, стінах і т. п. з подальшим термінуванням у телекомунікаційні розетки.

Багатожильний кабель застосовується в місцях прокладки, де можливі часті вигини кабелю, а також для виготовлення патч-кордів довжиною від 0,5 до 3 м. Крім того, багатожильний провід погано переносить «урізування» (рос. «терминирование») в роз'єми панелей розеток (тонкі жили розрізаються інструментом).

Для підрахунку коефіцієнта укладки одно- та багатожильного кабелю в коробки та інші каблепроводи необхідно враховувати діаметр та вагу таких типів кабелю (табл. 4.3 – 4.4).

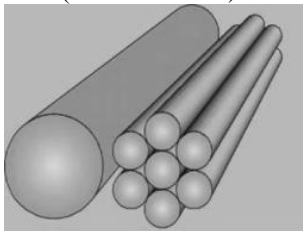


Рисунок 4.4 – Суцільний та багатожильний провід

## І. М. Журавська

Таблиця 4.3 – Характеристики кабелю «вита пара» по AWG (одножильний)

| Одножильний провід |             |                                 |                      |                     |
|--------------------|-------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|
| AWG                | Діаметр, мм | Площа перетину, мм <sup>2</sup> | Погонний опір, Ом/км | Погонна вага, кг/км |
| 23                 | 0,574       | 0,259                           | 66,60                | 2,31                |
| 24                 | 0,511       | 0,205                           | 84,32                | 1,82                |
| 25                 | 0,455       | 0,163                           | 106,3                | 1,44                |
| 26                 | 0,404       | 0,128                           | 134,5                | 1,14                |
| 27                 | 0,361       | 0,102                           | 168,8                | 0,91                |
| 28                 | 0,320       | 0,081                           | 214,2                | 0,72                |

Таблиця 4.4 – Характеристики кабелю «вита пара» по AWG (багатожильний)

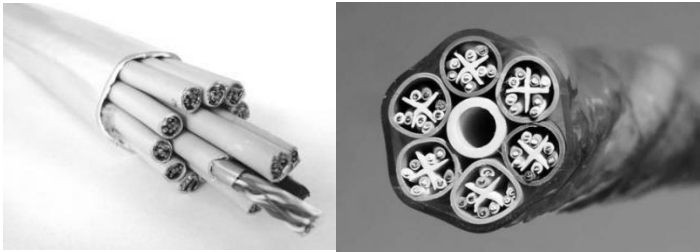
| Багатожильний провід |             |                                 |                      |                     |
|----------------------|-------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|
| AWG                  | Діаметр, мм | Площа перетину, мм <sup>2</sup> | Погонний опір, Ом/км | Погонна вага, кг/км |
| 22                   | 7 x 0,254   | 0,76                            | 53,3                 | 3,3                 |
| 22                   | 19 x 0,160  | 0,80                            | 49,5                 | 3,5                 |
| 24                   | 7 x 0,203   | 0,61                            | 83,4                 | 2,1                 |
| 24                   | 19 x 0,127  | 0,63                            | 78,5                 | 2,2                 |
| 26                   | 7 x 0,160   | 0,48                            | 134,1                | 1,28                |
| 26                   | 19 x 0,102  | 0,50                            | 121,6                | 1,42                |

Кількість пар у кабелі «вита пара» може бути до 1000. Для підключення об'єктів ЛОМ зазвичай застосовується 4-парний кабель (позначається як 4 x 2 x 0,51). Усі чотири пари задіюються тільки у створенні мереж зі швидкістю 1 Гбіт/с – це кабелі категорії CAT. 5E (Class D<sub>E</sub>).

У більшості ж випадків (ЛОМ малих офісів, підключення домашнього Інтернету та іншої мережі) для передачі даних зі швидкістю до 100 Мбіт/с використовуються тільки дві пари. Для таких мереж, а також для влаштування сигналізації та домофонів випускається 2-парна вита пара, яка маркується відповідно 2 x 2 x 0,51 та відповідає CAT. 5 (Class D).

Багатопарні кабелі (рис. 4.5) – до 100 пар у виготовленні заводом «Одескабель» зі зниженим частотним діапазоном до 16 МГц – використовуються для прокладання на ділянках мережі, які потім підлягають розгалуженню (від вводу оптоволокна у будинок до поверхової ТШ, між розподільчими шафами тощо). Багатопарний кабель має менший зовнішній діаметр порівняно з 4-парними кабелями на еквівалентну сумарну кількість пар, наприклад, кабель UTP-типу кат. 5E має зовнішній діаметр:

- 1) 4-парний – від 7 до 10 мм;
- 2) 10-парний – 8 мм;
- 3) 25-парний – 12,5 мм;
- 4) 50-парний – всього 15,8 мм.



*а)*  
*б)*  
Рисунок 4.5 – Багатопарний кабель F/UTP Cat.5E (а)  
та U/UTP Cat.6 (б)

Від матеріалу зовнішньої оболонки залежать умови прокладання та експлуатації кабелю. Найчастіше можна зустріти такі види оболонки:

1) PVC – ПВХ-пластикат (поліхлорвініл); для внутрішнього застосування; найрозповсюдженіший матеріал у кабельних системах, тому що найдешевший і не поширює горіння; під час нагрівання виділяє отруйні пари хлору, тому не застосовується для прокладання за фальш-стелями; колір оболонки білий або сірий;

2) PP – поліпропілен; для зовнішньої прокладки у виробничих приміщеннях з високими температурами (до +140 °С);

3) PE – поліетилен; для зовнішньої прокладки;

4) FR – вогнестійкий; може працювати у відкритому полум'ї 30, 90 або 180 хв (відповідно до стандарту);

5) LS – Low Smoke; знижене димовиділення під час горіння; колір оболонки оранжевий або синій;

6) ZH – Zero Halogen; виготовлений із матеріалів, які під час горіння не виділяють отруйні галогенові гази; але використання таких матеріалів збільшує вартість і знижує механічні характеристики кабелю;

7) B – броня; найчастіше для броні використовується сталева стрічка, яка обвивається вздовж кабелю.

Трос, вбудований у кабель, потрібен для натягу кабелю між будівлями.

За наявністю захисту кабелю від електромагнітних наведень розрізняють захищений або незахищений, екранований та неекранований (рис. 4.6). Кабельні системи CAT. 5E зазвичай виготовляються в незахищеному неекранованому або екранованому виконанні.

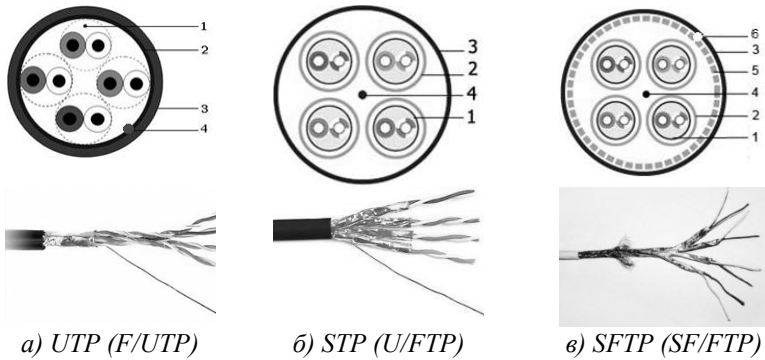


Рисунок 4.6 – Перетин та зовнішній вигляд незахищеного (а) та захищеного неекранованого (б) та екранованого (в) кабелю «вита пара»:

- 1 – вита пара solid;
- 2 – екран-фольга;
- 3 – зовнішня оболонка;
- 4 – дренажний дріт;
- 5 – екран-сітка;
- 6 – розривна нитка.

За ступенем захищеності кабелю розрізняють незахищену неекрановану (англ. Unshielded Twisted Pair – UTP) або екрановану кабельну систему (англ. Foiled Twisted Pair – FTP) та захищену неекрановану (англ. Shielded Twisted Pair – STP) або екрановану кабельну систему (англ. Shielded Foiled Twisted Pair – SFTP). У стандарті TIA/EIA-568-A використовується термін ScTP, тобто Screen TP (укр. «екранований»). Заводське маркування SFTP, STP та PiMF (Pairs in Metal Foil) означає, що кожна пара у кабелі екранована додатково, тобто кабель «захищений» (англ. «shielded»).

Згідно з міжнародним стандартом ISO/IEC 11801 схема кодування ступеня захищеності кабелів «вита пара» пропонується у вигляді позначення (табл. 4.5):

$$XX/YZZ, \quad (4.1)$$

де перші дві літери XX кодують спільний екран навкруги всіх витих пар (тобто, «екранованість», а не «захищеність» усього кабелю); Y кодує екран навкруги окремої пари (саме «захищеність» кожної пари); ZZ кодує тип скрутки.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таким чином, серед кабелів, які нині виробляються промисловістю різних країн, до захищених належать кабелі STP, U/FTP, S/FTP, SF/FTP, PiMF, а до незахищених – UTP, FTP, ScTP, тому що термін «захищена» застосовується до кожної окремої пари мідного кабелю.

Необхідно враховувати, що на теперішній час кожна пара може бути екранована лише алюмінієвою фольгою. Кабель захищається загальним екраном з облплетенням (мідною або сталевую сіткою), з фольги або з фольги + облплетення.

Тобто, якщо для кабелю кат. 7 зазначений тип екрана S/FTP (див. рис. 4.6), це означає спільний екран у вигляді облплетення та індивідуальний екран із алюмінієвої фольги для кожної пари.

Якщо для проектування обрана екранована вита пара, то треба окремо приділити увагу наявності якісного заземлення, інакше наслідки роботи екранованої вити пари будуть такі, через які в ЛОМ відмовились від використання коаксіального кабелю: іскри, загроза пожежі, поганий сигнал тощо. Крім того, необхідно пам'ятати, що заземлення екранованого кабелю повинно здійснюватись тільки з одного кінця лінії зв'язку.

Під час прийняття рішення щодо екранування вити пари треба врахувати, що чим вища швидкість передачі даних та/або вище рівень зовнішніх високочастотних електромагнітних перешкод, тим більша необхідність екранування.

Таблиця 4.5 – Кодування захищеності кабелів «вита пара»

| ПОЛЕ XX                                 | ПОЛЕ Y  | ПОЛЕ ZZ  |
|---|---|--|
| «U» – спільний екран у кабелі відсутній | «U» – екран навкруги кожної пари відсутній        | «TP» – провідники в кабелі у вигляді «витих пар» |
| «F» – спільний екран у вигляді фольги   | «F» – екран у вигляді фольги навкруги кожної пари | «TQ» – звита четвірка провідників                |
| «S» – спільний екран у вигляді оплітки  |   |  |

У кабельних системах CAT. 7 та вище кабелі мають захищеність типу S/FTP. Завдяки цьому вимоги до монтажу не такі жорсткі, як у кабелів U/UTP. Наприклад, прокладаючи кабелі S/FTP, не треба використовувати екрановані коробки, які часто необхідні для неекранованих кабелів. Кабелі S/FTP прокладаються незалежно від розташування силових кабелів, тоді як для кабелів U/UTP це може обернутися небажаними електромагнітними наводками.

За матеріалом жили стандартно повинні бути мідні, але останнім часом набули поширення так звані біметалічні жили, які являють собою покритий міддю, правильніше говорити «плакований», тобто

покритий тонким шаром міді, сталевий провідник (CCS – Copper Clad Steel) або покритий міддю алюмінієвий провідник (CCA – Copper Clad Aluminium). В обох випадках застосування більш дешевих матеріалів значно погіршує характеристики кабелю, а саме:

- жила погано тримається в роз'ємі («плаваючий» контакт);
- невелика довжина сегментів, зазвичай до 25 м;
- непередбачуваність хвильового опору в зоні контакту при закладенні кабелю в роз'ємі;
- у обміднених сталевих кабелях швидкість частіше не перевищує 10 Мбіт/с, у алюмо-мідних (англ. позначення CCA) – не більше 100 Мбіт/с.

Перевірити обміднений кабель можна, якщо ножем зішкрябається верхній шар міді.

Мідні системи краще піддаються контролю і документуванню, а на коротких відстанях вони не поступаються оптичним, у той же час, оптичну кабельну проводку відрізняє менший об'єм та вага, можливість передачі даних на більші відстані, висока щільність й більша ширина пропускання, відсутність проблем електромагнітної сумісності. Зважаючи на те, що в ЛОМ довжина ліній зазвичай невелика, перемога там залишається за мідними лініями: навіть для стандарту 10GbE використовують «виту пару» категорії 6А, яка підтримує цей стандарт.

«Розривна нитка» (див. рис. 4.6, № 6) всередині кабелю, зазвичай капронова, використовується для полегшення оброблення зовнішньої оболонки – під час витягування вона робить на оболонці подовжній розріз, який відкриває доступ до кабельного сердечника, гарантовано не ушкоджуючи ізоляцію провідників.

Неізольований «дренажний дріт» (див. рис. 4.6, № 4) по всій довжині кабелю з'єднаний екраном кабелю та об'єднує екран у разі поділу на секції при зайвому вигині або розтягуванні кабелю, забезпечуючи таким чином надійне заземлення кабелю. Дренажний дріт повинен бути з'єднаним із екраном роз'єму.

Таким чином, заводське маркування на кабелі (рис. 4.7, в) означає:

- кабель вита пара виготовлено заводом «Одескабель» у 2014 р., для стаціонарної прокладки всередині будівель в умовах високих електромагнітних перешкод;
- оплітка з мідних лужених дротів (S) та загальний екран із алюмополімерної стрічки (F) навкруги всіх пар (рис. 4.7, № 3);
- згідно з маркуванням «CAT. 5E» може застосовуватись для передачі даних за технологіями Ethernet (10Base-T), ATM-25/52/155

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Мбіт/с, 100VG-AnyLAN, Fast Ethernet (100BASE-TX), Token Ring 16/100 Мбіт/с, Gigabit Ethernet (1000BASE-T), Firewire 100 Мбіт/с;

– зовнішня оболонка (рис. 4.7, № 4) з матеріалу зі зниженим димовиділенням при горінні – LS0H-компану (колір оболонки оранжевий);

– здатен передавати дані на частотах до 200 МГц;

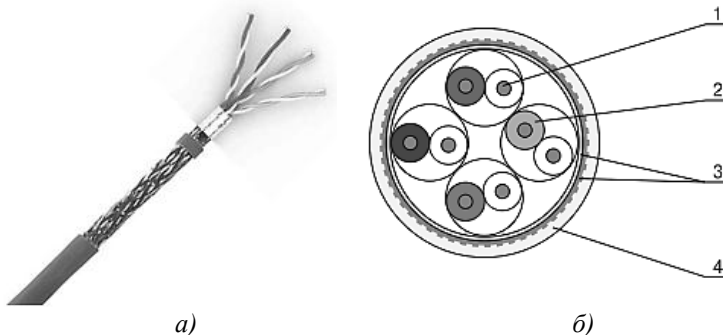
– 4 пари (4Pr) по 2 скручених разом провідника зі струмопровідною жилою (рис. 4.7, № 1) з мідної проволоки діаметром 0,51 мм (AWG24). Ізоляція жили – поліетилен (рис. 4.7, № 2);

– уповільнення швидкості поширення електромагнітної хвилі вздовж вити пари (англ. Nominal Velocity of Propagation – NVP) складає 68 %.

– відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO/IEC 11801:2002;

– хвильовий опір у діапазоні частот до 200 МГц складає 100 Ом/м;

– метражна мітка 247 м від початку бухти кабелю з коробки 305 або 500 м [62].



**OK-net 2014 SF/UTP CAT. 5E LS0H 200 MHz 4Pr AWG24 NVP 68%  
ISO/IEC 11801 100 OHM K-29 247 м**

в)

*Рисунок 4.7 – Зовнішній вигляд (а), перетин (б) та заводське маркування (в) кабелю «вита пара» SF/UTP:*

1 – струмопровідна жила;

2 – ізоляція жили;

3 – оплетка з мідних луджених дротів (S) та загальний екран з алюмополімерної стрічки (F) навкруги всіх пар;

4 – зовнішня оболонка.

### 4.2.1.3 Комбінований кабель Sommer Cable MonoCAT

Комбінований кабель MonoCAT (Cat.5 + електроживлення) був спочатку задуманий як кабель для комп'ютерних мереж, але він все більше знаходить своє застосування у сфері медіатехнологій, де по проводах Cat.5E можлива передача сигналів стандарту DMX на відстань до 100 метрів завдяки хвильовому опору 110 Ом. Наявність міцної, стійкої до механічних впливів і морозостійкої оболонки робить його придатним для мобільного використання. Якщо Monocat планується застосовувати тільки в ролі LAN-кабелю, то його довжина не повинна перевищувати 50 метрів (згідно з протоколом Cat.5 для гнучких патч-кордів).

Наприклад, у комбінованому кабелі AES/EBU DMX (рис. 4.8) діаметр оболонки 19,5 x 26,8 мм, перетин провідників 3 x 2,5 кв. мм (електроживлення) + 2/8 x 4 x 2 x 0,12 кв. мм (інформаційні кабелі).



Рисунок 4.8 – Комбінований кабель Sommer Cable MonoCAT

### 4.2.1.4 Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель (рис. 4.9) використовується в ЛОМ для:

- підключення антен до Wi-Fi-пристроїв з метою збільшення дальності бездротового зв'язку;
- у технології HCNA.

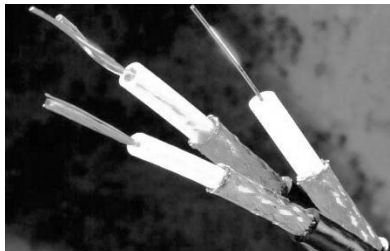


Рисунок 4.9 – Коаксіальний кабель марки RG

Мінімальний радіус вигину коаксіального кабелю – 6 діаметрів кабелю.



### 4.2.2 Розрахунок типорозмірів короба або труби за допомогою інтерактивного калькулятора

Розрахунок типорозмірів кабельного короба або труби виконується з врахуванням відсотка заповнюваності короба та залежно від діаметра перетину кабелю (рис. 4.10), наприклад, за допомогою інтерактивного калькулятора ТОВ «Кабельні системи» [58].

Подбор требуемого короба и трубы

Заполняемость:

Кабель #1

Тип кабеля:

Диаметр:  мм

Количество:

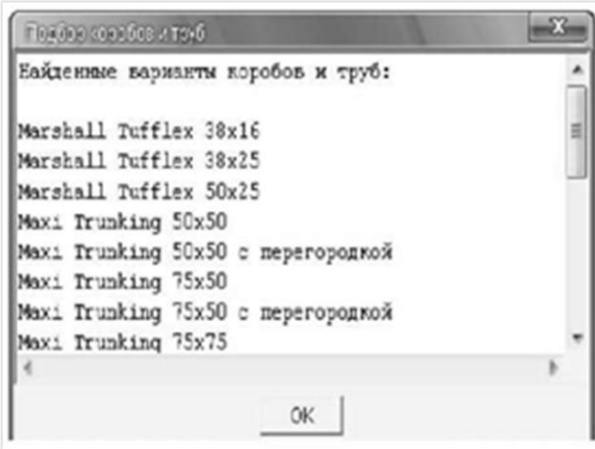
Кабель #2

Тип кабеля:

Диаметр:  мм

Количество:

Подобрать подходящий короб и трубу:



Найденные варианты коробов и труб:

- Marshall Tufflex 38x16
- Marshall Tufflex 38x25
- Marshall Tufflex 50x25
- Maxi Trunking 50x50
- Maxi Trunking 50x50 с перегородкой
- Maxi Trunking 75x50
- Maxi Trunking 75x50 с перегородкой
- Maxi Trunking 75x75

OK

Рисунок 4.10 – Добір коробу:

*а – вихідні дані для розрахунку характеристик короба;  
б – пропозиції щодо виробників та типорозмірів*

Вибір фірми-виробника не є обов'язковим.

У виборі діаметра каблепроводу існує певна закономірність [57]:

а) 16 мм – для кабелю під освітлювальні прилади, телефони і сигналізацію;

б) 20 мм і більше – для кабелю від розподільчого щитка (РЩ) до вимикачів і розеток;

в) 25 мм – для прокладки мережі на коаксіальному кабелі;

г) 32 мм і більше – для з'єднання електроштитів між собою, при цьому рекомендується прокласти ще одну резервну трубу;

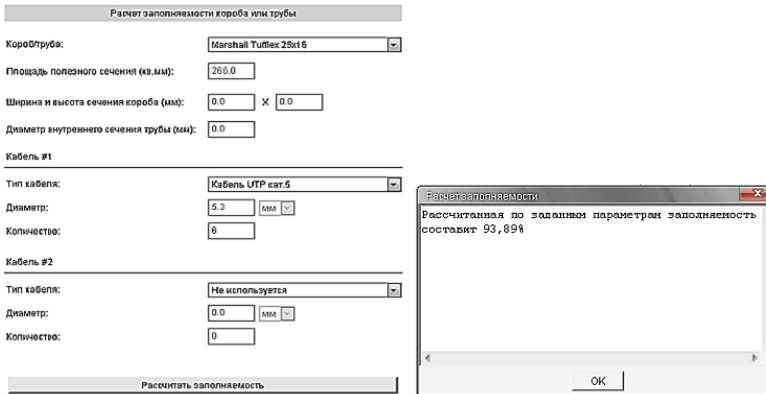
д) 40 або 50 мм – для здійснення з'єднань між поверхами.

Типорозміри можуть обиратись більшими, ніж запропоновані, якщо передбачається подальший розвиток мережі на цьому сегменті ЛОМ.

### 4.2.3 Перевірка заповнювання коробка або труби за допомогою інтерактивного калькулятора

Перевірка заповнювання коробки або труби виконується з врахуванням геометричних розмірів обраного коробу та діаметра перетину кабелю, наприклад, за допомогою інтерактивного калькулятора ТОВ «Кабельні системи» [58].

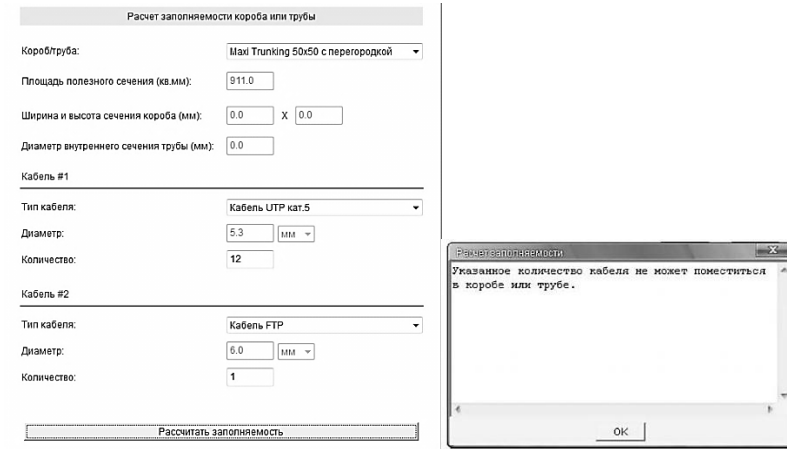
Заповнювання коробка може бути вдалим (рис. 4.11) або неможливим (рис. 4.12).



а)

б)

Рисунок 4.11 – Приклад вдалого заповнювання коробка:  
а – вихідні дані для перевірки; б – висновок щодо заповнювання



а)

б)

Рисунок 4.12 – Приклад неможливого заповнювання короба:  
а – вихідні дані для перевірки; б – висновок щодо заповнювання

В Україні повний асортимент кабель-каналів із аксесуарами представлений, наприклад, чеською фірмою KOPOS KOLIN [64].

### 4.2.4 Добір конекторів для термінування кабелю

#### 4.2.4.1 Конектори для термінування оптоволоконного кабелю

Для з'єднання або окінцювання ВОЛЗ найбільш розповсюджені три типи стандартних роз'ємів – FC, ST, SC (рис. 4.13) – та шість типів мініатюрних роз'ємів – MT-RJ, LC, VF-45, LX-5, Opti-Jack, SCDC-SCQC.

Мініатюрний роз'єм LC (рис. 4.14) схожий на роз'єм SC (рис. 4.15), має механізм фіксації типу RJ-45, але містить наконечник, який удвічі менший, ніж для роз'єму SC. Роз'єми виготовляються відповідно до стандартів EIA/TIA 568A, FOCIS 10, IEC 61754-20 і CENELEC для використання в SM і MM режими роботи.

Останнім часом вендори активного мережевого обладнання (Cisco, Nortel Networks, 3Com, D-Link, Allied Telesyn та ін.) все частіше використовують LC-інтерфейс у системах передачі даних. Це зумовлено в першу чергу появою модулів Small Form-factor Pluggable (SFP) mini-GBIC, в яких використовуються LC-з'єднувачі. Довжина патч-корду до 3 м.

Конектори з одномодовим волокном зазвичай мають блакитний колір, а з багатомодовим – сірий.

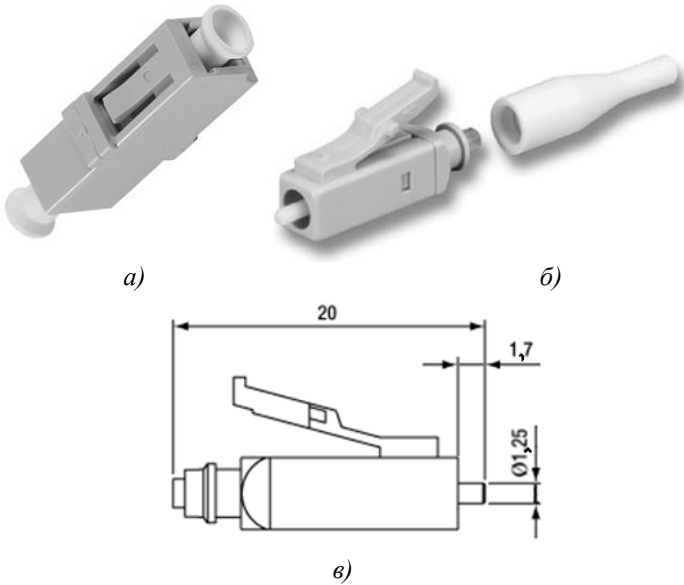


Рисунок 4.14 – Оптичні LC-конектор (а) та LC-адаптер (б) фірми Siemon, креслення конектора (в)

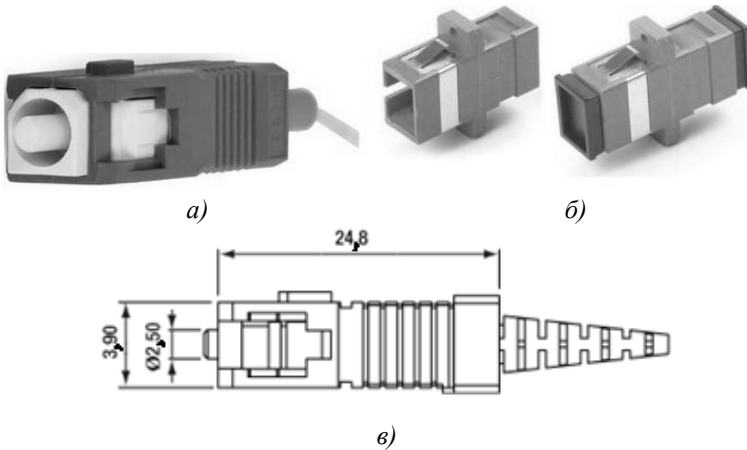


Рисунок 4.15 – Оптичні SC-конектор (а) та SC-адаптери (б), креслення конектора (в)

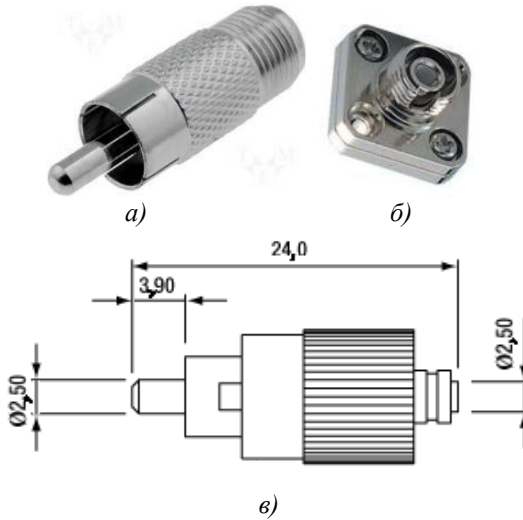


Рисунок 4.16 – Оптичні FC-конектор (а) та FC-адаптер (б), креслення конектора (в)

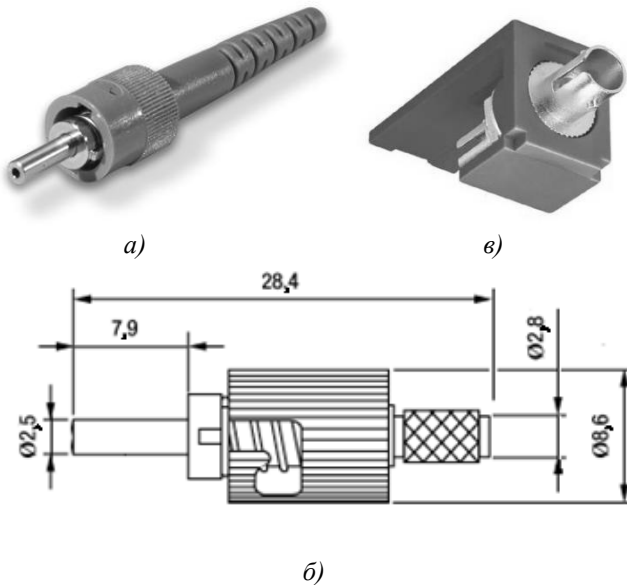


Рисунок 4.17 – Оптичні ST-конектор (а) та ST-адаптер (б), креслення конектора (в)

Рекомендації з використання одномодового та багатомодового ВОК у різних стандартах передачі даних та типи оптоволоконних роз'ємів, що відповідають зазначеним кабелям, наведено у табл. 4.6.

*Таблиця 4.6 – Використання типів оптоволоконних роз'ємів у різних стандартах*

| Діаметр сердцевини волокна/діаметр зовнішньої оболонки, мкм | Тип оптики | Максимальна відстань передачі, м    | Тип роз'єму           | Стандарт передачі даних    |
|---|------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 50/125  | multimode  | 550                                 | SC                    | 1000BASE-SX<br>1000BASE-LX |
| 50/125  | multimode  | 500; 550; 2000                      | SC, MT-RJ, ST         | 100BASE-FX                 |
| 62,5/125  | multimode  | 220                                 | SC, MMF               | 1000BASE-SX                |
| 62,5/125  | multimode  | 220; 275; 2000                      | SC, MMF,<br>MT-RJ, ST | 100BASE-FX                 |
| 9/125 (8-10/125)  | singlemode | 10000; 15000                        | SMF, SC               | 100BASE-FX.<br>1000BASE-LX |
| 9/125   | singlemode | 5000; 15000; 30000;<br>60000; 80000 | SMF, SC               | 100BASE-FX                 |

У СКС, згідно з чинними редакціями стандартів (ISO/IEC 11801), можна використовувати оптоволоконні роз'єми лише двох типів – SC і ST, які належать до конекторів швидкого монтажу (англ. «Fast Connectors» – FC). FC-конектори можуть бути легко зафіксовані на кінець оптичного волокна за допомогою механічного з'єднання. Такі конектори не потребують інструментів для термінування, оскільки механізм фіксації складається з фіксуючого клину (але такі інструменти, як стріпер і сколювач все ж необхідні). Такий конектор може монтуватися як на «голе» оптоволокно (250 мкм), так і на волокно в буфері (900 мкм).

У всіх знов створюваних СКС повинні застосовуватися лише роз'єми типу SC прямокутної форми. В існуючих СКС з роз'ємами типу ST (циліндричної форми діаметром 2,5 мм) такі роз'єми можна продовжувати використовувати. Цей тип роз'ємів можна також застосовувати при розширенні СКС, де вже використовуються ST-роз'єми. Для підключення до СКС мережевого обладнання з роз'ємами інших типів пропонується використовувати крайові шнури, з одного боку якого встановлені вилки роз'єму SC, а з іншого – вилки роз'єму іншого типу. Найбільш розповсюдженим є конектор типу LC – мініатюрний варіант SC-конектора (діаметр 1,25 мм), який має прямокутний переріз корпусу.

Не виключається також вживання адаптерів (перехідників) з роз'ємів SC на роз'єми іншого типу. Компанія 3M нещодавно випустила вилку VF-45, яка призначена для монтажу в польових умовах та дозволяє швидко термінувати кабелі в точках консолідації [103].

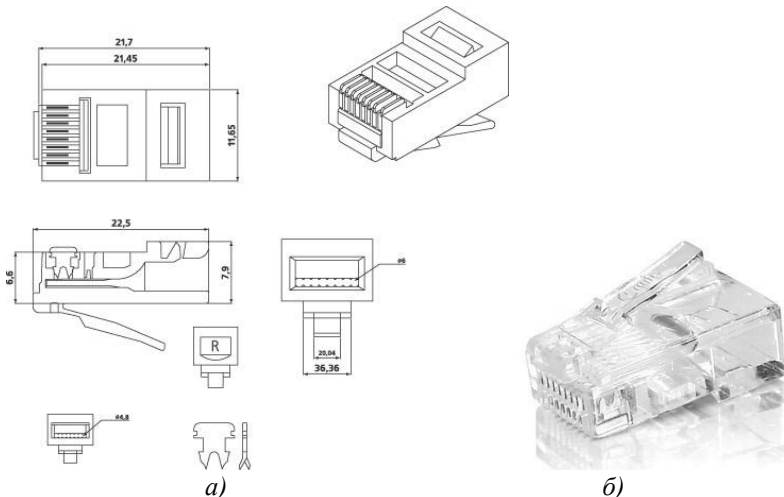
### 4.2.4.2 Конектори для термінування кабелю «вита пара»

Робоче місце горизонтальної підсистеми ЛОМ зазвичай підключається до інформаційної розетки за допомогою патч-корду з кабелю «вита пара», термінованого відповідною 8-контактною вилкою для підключення кабелю за специфікацією IEC 60603-7-1:2011, яка більш відома як RJ-45 (PIN:8 8p8c) і виглядає як 8-позиційний роз'єм з 8 контактами.

RJ45 або RJ-45 – уніфікований роз'єм, який використовується в телекомунікаціях, має 8 контактів та засувку. Використовується для створення ЛОМ за технологіями 10BASE-T, 100BASE-T і 1000BASE-TX з використанням 4-парних кабелів витвої пари кат. 5E. Роз'єм RJ-45 також використовується в багатьох інших галузях і для побудови інших мереж [33].

Типорозміри неекранованого (UTP) роз'єму RJ-45 [65] наведено на рис. 4.18. Зовнішній вигляд екранованого (FTP) роз'єму RJ-45 наведено на рис. 4.19.

Для термінування витвої пари кат. 6 та вище використовуються роз'єми ARJ-45, TERA та GG45.





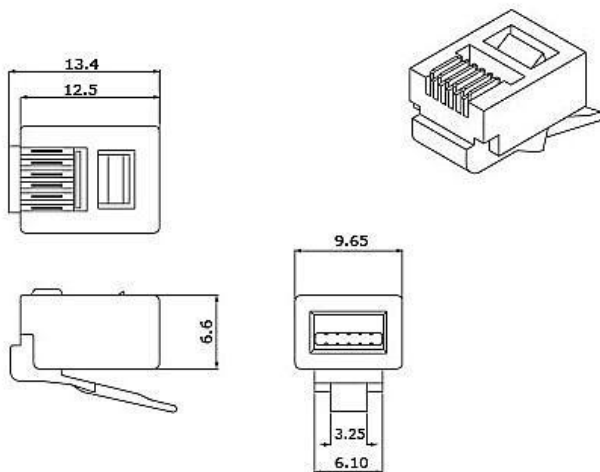
в)

Рисунок 4.18 – Креслення (а) і зовнішній вигляд роз'єму 8P8C (RJ-45, IDC) UTP (б) та UTP (в)

Для підключення аналогових або IP-телефонів за допомогою кабелю «вита пара» використовуються також 6-позиційні роз'єми конструктиву RJ (рис. 4.19):

- а) або RJ-25 (котрий ще називають RJ-12) з 6 контактами 6р6с;
- б) або RJ-14 з 4 контактами 6р4с;
- в) або класичний RJ-11 з двома контактами 6р2с [87].

Типорозміри 6-позиційного роз'єму 6р6с наведено на рис. 4.20, а.



а)





б)

в)

г)

Рисунок 4.19 – Креслення (а) та зовнішній вигляд конекторів RJ-25 6P6C (б), RJ-14 6P4C (в), RJ-11 6P2C (г)

### 4.2.5 Добір розеток та патч-панелей

Зазвичай кількість розеток розраховують таким чином:

- подвійна ТР на одне робоче місце;
- подвійна ТР на 6 кв. м площі приміщення;
- ТР має бути не далі ніж за 3 м від робочого місця;
- обидва порти розетки мають бути RJ-45. Телефон підключається до порту RJ-45 (тобто 8-позиційному 8P8C) з відповідним маркуванням (див. табл. 2.11). Допускається також, щоб у розетці один порт був 6-позиційним (рис. 4.20).
- максимальна довжина кабелю від робочого місця до патч-панелі (або до комутаційного обладнання) не більше 90 м;
- максимальна загальна довжина патч-корду на обох кінцях кабелю має бути не більше 10 м;
- кабелі і розетки мають бути однакової категорії.



а)

б)

Рисунок 4.20 – Двопортіві розетки телекомунікаційні:  
а – RJ-45 + RJ-11 UTP; б – 2 x RJ-45 FTP, суміщена з PLC-наноадаптером від Netgear [9]

Патч-панель (комутаційна панель) – це складова частина СКС, яка призначена для комутації між елементами активного мережевого обладнання та портами робочих місць. Комутаційні панелі належать до пасивного мережевого устаткування і являють собою конструкцію з багатьма з'єднувальними роз'ємами різних типів (RJ-45, RJ-12, коаксіальні, оптоволоконні роз'єми), розташованих на лицьовій стороні панелі. На задній стороні знаходяться так звані IDC-контакти, призначені для фіксованого закріплення кабелю (рис. 4.21). Різні види патч-панелей можуть мати різну кількість і типи портів.



*Рисунок 4.21 – Патч-панель  
(висота 1U, ширина 19", ємність 24 порти)*

Добираючи комутаційні панелі необхідно враховувати:

- кількість портів (стандартні рішення – на 12, 16, 24, 25, 48, 50, 96 портів);
- наявність захисту від зовнішніх електромагнітних перешкод (бувають екрановані та неекрановані панелі);
- метод кріплення (бувають настінні й такі, що монтуються в стійку (розміри стійок вимірюються в юнітах (висота), дюймах (ширина) та міліметрах (глибина));
- тип роз'ємів, що використовується (комутаційні панелі бувають фіксованими або гібридними; у фіксованих панелях усі роз'єми є однотипними; гібридні містять роз'єми різних типів (GG45, RJ-45, RJ-12, гнізда для оптичних кабелів).

Найпопулярнішими є патч-панелі на 24 роз'єми, оскільки вони є найбільш зручними в монтажі і цілком можуть задовольнити всі технічні вимоги невеликої установи або організації. Разом з патч-

панелями зазвичай використовують кабельні органайзери, за допомогою яких можна упорядкувати кабелі, що надходять у панелі і кабелі, які від неї відходять.

### **4.3 Вибір активних компонентів ЛОМ**

#### **4.3.1 Основні характеристики активного мережевого обладнання**

Активне мережеве обладнання розуміється як електронний пристрій, який характеризується деякими «інтелектуальними» здібностями та живиться від стандартної мережі електроживлення.

Вибір активного мережевого обладнання здійснюється відповідно до [49; 68]:

- функцій обладнання;
- обраної в ЛОМ технології передачі даних;
- обраних за проектом ЛОМ кабелів СКС (за типом середовища, екрануванням, категорією для витої пари та ін. характеристиками – див. п. 4.2.1);
- кількості портів;
- конструктивного виконання (настільного або стічного) та ін.

Обираючи будь-який із видів активного мережевого обладнання, рекомендується віддавати перевагу моделям, які підтримують Green-технологію. Ця технологія зменшує енергоспоживання шляхом визначення потужності, необхідної для надійного зв'язку з іншим обладнанням у мережі.

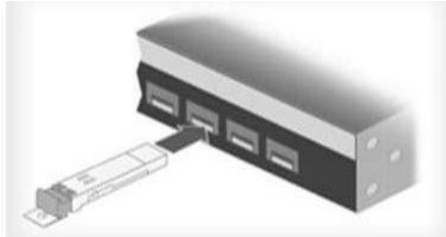
Наприклад, для бездротових пристроїв визначається потужність випромінювання, необхідна для надійного бездротового зв'язку.

Для Ethernet-обладнання технологія Green забезпечує автоматичне збереження електроенергії декількома способами:

- завдяки автоматичному відключенню електроживлення Ethernet-портів за відсутності з'єднання зберігається значна кількість енергії на неактивних портах або на портах, що підключені до вимкнених комп'ютерів;
- комутатор здатен аналізувати довжину будь-якого підключеного кабелю для вибору необхідного рівня електроспоживання, чим забезпечується економія електроенергії без зменшення продуктивності.

Такий підхід дозволяє зберегти до 74 % спожитої електроенергії. За повного навантаження енергоспоживання активного обладнання, яке підтримує Green-технологію (нп., Edimax BR-6228nC), на 50 % менше, ніж в аналогічних маршрутизаторах.

Доцільно передбачати в обладнанні різних виробників наявність модулів розширення UpLink, модулів SFP (miniGBIC), GBIC (GigaBit Interface Converter) і XFP для підключення оптоволоконного кабелю (рис. 4.22).



*Рисунок 4.22 – Підключення модуля SFP у корпус комутаційного обладнання*

### **4.3.2 Автоvizначення полярності кабелю MDI та MDIX**

У більшості сучасних моделей активного Ethernet-обладнання передбачене автоvizначення полярності кабелю MDI та MDIX (Auto MDI/MDIX) на кожному з портів. Якщо в мережевому обладнанні не реалізоване автоvizначення MDI/MDIX, тоді слід мати на увазі, що в MDI-інтерфейсі контакти 1 і 2 використовуються для передачі (Tx) інформації (сигналів), контакти 3 і 6 – для прийому (Rx). У MDIX-інтерфейсі навпаки: контакти 1 і 2 використовуються для прийому (Rx) інформації (сигналів), контакти 3 і 6 – для передачі (Tx). Без автоvizначення таких інтерфейсів порти MDI та MDIX активного комутаційного обладнання з'єднуються прямим патч-кордом, а однотипні порти (MDI-MDI та MDIX-MDIX) повинні з'єднуватись кросоверним кабелем (див. розділ 6).

Комутатори, що мають автоvizначення полярності, належать до рівня L2 (канального) моделі взаємодії відкритих систем ISO/OSI.

### **4.3.3 Основні типи активного мережевого обладнання**

#### **4.3.3.1 Комутатори**

Комутатор (світч) працює на каналному (другому) рівні моделі ISO/OSI, і тому в загальному випадку може лише об'єднувати вузли однієї мережі за їхніми MAC-адресами для обміну інформацією між кінцевими користувачами мережі. Так само комутатори застосовуються для з'єднання доменів колізій локальної мережі між собою.

Під доменом колізій мається на увазі логічна ділянка мережі, у якій можуть відбуватися колізії пакетів даних. У випадку колізії два пристрої, підключені до загального середовища передачі, починають одночасно передавати дані, і в результаті накладення сигналів дані втрачаються. Пристрої вимушені в цьому випадку повторювати передачу заново. Велика кількість колізій у сегменті значно знижує продуктивність мережі. На практиці в ролі доменів колізій виступають, як правило, поверхи будівлі, у якій створюється ЛОМ.

Для полегшення пошуку і добору комутаторів доцільно використовувати поділ комутаційного обладнання на три групи відповідно до рівня моделі взаємодії відкритих систем ISO/OSI, на якому працює зазначене обладнання:

- некеровані (Unmanaged) і так звані «напівкеровані» Smart/Web Smart комутатори 1-го рівня;
- керовані комутатори другого рівня (L2/2+);
- маршрутизуючі комутатори третього рівня (L3).

**Некеровані комутатори** зазвичай працюють за технологіями Fast/Gigabit Ethernet та мають настільне виконання. Найчастіше такі комутатори мають невелику кількість портів (5 – 7), рівнозначних між собою. Іноді некеровані комутатори мають додатково один оптичний порт 100Base-FX (з роз'ємом SC) та апаратно підтримують функцію VLAN.

Слід зауважити, що мережа, побудована на некерованих комутаторах, абсолютно не захищена від внутрішніх атак. Тому залежно від виду діяльності організації (а не тільки від кількості ПК в ЛОМ!) некеровані комутатори застосовуються, в основному, за дефіциті бюджету на створення ЛОМ і зовсім не використовуються в ЛОМ, пов'язаних з відповідальним збереженням документів.

Некеровані Smart/Web Smart комутатори використовуються, як правило, в невеликих офісних мережах (до 30 користувачів), їхня основна перевага – це ціна. Менш очевидні особливості практично всіх некерованих комутаторів – це невеликі фізичні розміри, безшумність і простота інсталяції.

Такі комутатори доцільно використовувати в секторі SOHO (від англ. Small Office, Home Office) – назва сегмента ринку комутаційного обладнання, призначеного для домашнього використання або в невеликих офісах, де чисельність співробітників, а відповідно, і мережевих користувачів не досягає і 100 чоловік.

Мережа сектору SOHO – локальна комп'ютерна мережа, яка зазвичай представлена одним кабінетом або кімнатою. У мережі використовуються мережеві комутатори Ethernet або повторювачі і кабель CAT. 5, або безпроводова мережа Wi-Fi.

ЛОМ, побудована з використанням комутаційного обладнання сектору SOHO, дозволяє використовувати ресурси всіх комп'ютерів для передачі/зберігання даних, а також діставати доступ в мережу Інтернет через один з комп'ютерів або мережевий шлюз. У мережі SOHO можна використовувати сервер для контролю доступу до мережі, загального сховища даних, а також розділяти права користувачів.

Але пристрої сектору SOHO не призначені для виробничих навантажень (цілодобового включення) та з'єднання у корпоративну мережу за топологією «ієрархічна зірка», тобто не передбачають каскадування.

Асортимент моделей обладнання сектору SOHO обмежений такими рамками: комутатор некерований, кількість портів 10/100 Мбіт/с – 16 або 24.

Найбільш розповсюдженими SOHO-комутаторами є моделі фірм D-Link (серія DES-10xx), 3Com (серія BaseLine), ZyXEL (серія ES-lxxx) та ін.

**«Напівкеровані» комутатори** доступу є високонадійними і економічно вигідними пристроями і застосовуються для підключення користувачів у житлових будинках, офісних будівлях, на підприємствах малого і середнього бізнесу (SMB). Вони звичайно характеризуються:

- низьким енергоспоживанням;
- безшумною роботою;
- можливістю організації VLAN і обмеженням швидкості на порту;
- штормом-контролем, великою кількістю механізмів безпеки;
- можливістю віддаленого управління за допомогою інтуїтивно зрозумілого веб-інтерфейса управління (див. рис. 4.23);
- фільтрацією пакетів;
- можливістю управління MAC-адресами.

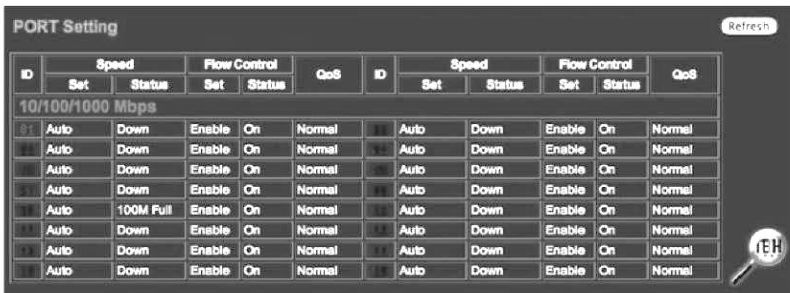


Рисунок 4.23 – Інтерфейс управління портами комутатора

До позитивних властивостей цих комутаторів також варто віднести підтримку функції виявлення і автоматичного виключення закріплено-ваних портів (Port Loopback Detection), відновлення роботи ЛОМ при усуненні петлі.

Зазвичай комутатори першої групи підтримують стандарти IEEE 802.3, 10BaseT, IEEE 802.3u 100BaseTX, IEEE 802.3x (наприклад, DES-1252).

Для прискорення процесу передачі інформації, збільшення продуктивності мережі і підвищення її захищеності використовуються **керовані комутатори**. Під керованими маються на увазі комутатори, здатні здійснювати контрольовану передачу трафіку. Більшість комутаторів працює на другому (канальному) рівні мережевої моделі OSI. Завдяки технології пріоритезації трафіку (QOS) і агрегації ліній зв'язку (об'єднання декількох фізичних ліній в одну логічну) з'являється можливість збільшити пропускну спроможність мережі, а технологія віртуальних приватних мереж (VLAN), що забезпечує локалізацію трафіку, може істотно збільшити їхню захищеність.

Керовані комутатори рівня L2 частіше використовуються в мережі середніх і крупних підприємств і провайдерів для підключення користувачів.

Керовані комутатори рівня L2+ частіше використовуються провайдерами (ACL, зниження швидкості), інколи підприємствами, де є IP-телефонія або критичні до затримок додатки.

Серед керованих комутаторів треба відзначити добре співвідношення «якість-ціна» у моделей серій DES-21xx, DES-3xxx та вище, DGS-3xxx та вище.

Окремою групою слід позначити **маршрутизуючі комутатори**. Їхня основна відмінність полягає в тому, що вони працюють на вищому третьому (мережевому) рівні мережевої моделі OSI. Вони використовуються в основному як ядро мережі або ж в деяких випадках здатні частково замінити маршрутизатор.

На відміну від маршрутизаторів, комутатори більш корисні для підвищення продуктивності мережі. Вони здатні усунути в ній лише вузькі місця – розвантажити певну її ділянку за рахунок сегментації.

### 4.3.3.2 Маршрутизатори

**Маршрутизатор** – інтелектуальний пристрій, що працює на третьому (мережевому) рівні мережевої моделі OSI, призначений для

з'єднання декількох мереж або для забезпечення виходу користувачів із ЛОМ підприємства в глобальну мережу Інтернет.

Так само маршрутизатори можуть використовуватися для організації розподіленої мережі компанії, філії якої знаходяться на значній відстані одна від одної і не можуть бути об'єднаними фізичною лінією зв'язку. У корпоративній мережі маршрутизатори використовують, якщо необхідно обмежити потік широкомовних пакетів, забезпечити резервні шляхи та інтелектуальну розсилку пакетів, реалізувати фільтрацію пакетів тощо (у загальному випадку для сегментації мереж, що містять 200 і більше користувачів).

Маршрутизатори можна поділити на:

- кабельні (проводові);
- з вбудованою Wi-Fi-точкою доступу;
- з WAN-портами за технологіями 3/3.5G (UMTS, HSDPA, CDMA) та 4G (WiMAX та LTE);
- з портами VoIP (рис. 4.24).



*Рисунок 4.24 – Мультисервісний маршрутизатор D-Link DVG-N5402SP з голосовим шлюзом VoIP та Wi-Fi-N 300 Mbps, 1xWAN 10/100Base-T, 4xLAN 10/100Base-T, 2xFXS, 1xPSTN (LifeLine), 1xUSB, QoS*

Останнім часом з'явилися маршрутизатори з декількома WAN-портами як за різними, так і за однаковими технологіями (наприклад, серії DSR від компанії D-Link). Завдяки цьому вони здатні виконувати балансування навантаження по WAN-портах та запобігання єдиної точки відмови у разі падіння каналу від провайдера (англ. Internet Service Provider – ISP) Інтернет або телефонної мережі загального користування (англ. Public Switched Telephone Network – PSTN).



Додатково в маршрутизаторах серії DSR також з'явився DMZ-порт, що дозволяє гальванічно розв'язати ЛОМ та сервери, які обслуговують DMZ-зону (Інтернет-магазини, веб-сайти тощо), що суттєво підвищує рівень безпеки у ЛОМ.

### **4.3.3.3 Міжмережеві екрани**

Окрім описаного вище активного мережевого обладнання в роботі мереж беруть участь такі пристрої, як *апаратні міжмережеві екрани (firewall)*. Вони є виділеними серверами із заздалегідь встановленим і конфігурованим на них ПЗ міжмережевого екрану, віртуальною приватною мережею і операційною системою.

Це обладнання встановлюється переважно на пограничних ділянках мережі для захисту локальної мережі компанії від вторгнень ззовні, наприклад, шляхом формування списків контролю доступу (англ. Access Control List – ACL). ACL-список визначає, хто або що може отримувати доступ до об'єкта ЛОМ і які саме операції дозволено або заборонено цьому суб'єкту проводити над об'єктом ЛОМ.

Ще одне їхнє завдання полягає в обмеженні доступу користувачів ЛОМ до ресурсів Інтернет, що представляють загрозу безпеці або відволікають співробітників від роботи. Таким функціями, наприклад, характеризуються файрволи серії DFL від компанії D-Link.

### **4.3.3.4 Обладнання РНУ-рівня**

До обладнання фізичного рівня, функціями якого в першу чергу є конвертація середовища передачі даних, можна віднести медіа-конвертори (конвертують сигнал з оптоволокна у виту пару), трансивери, Wi-Fi-адаптери, Bluetooth-адаптери, мережеві адаптери та ін.

Слід зазначити, що таке обладнання може бути як внутрішнього виконання (на PCI-роз'єм материнської плати), так і зовнішнього виконання (підключається на USB-порт ПК). Зазвичай адаптери зовнішнього виконання надають можливість під'єднати ПК до ЛОМ на швидкостях 1 – 10 Гбіт/с як кабелем «вита пар», так і шляхом підключення ВОК (рис. 4.25).



а)

б)

Рисунок 4.25 – Зовнішній (а) медіаконвертор MC220L TP-Link 1Gb x RJ-45 на 1Gb x SFP та вбудований (б) Модуль SFP WDM 1310nm SC (до 20 км на 1,25 Gbps)

Технічна реалізація порту 10GbE може бути різною: від портів для мідних кабелів UTP/STP (неекрановані/екрановані виті пари) нового покоління (аж до повторного використання наявної кабельної інфраструктури 1GbE на кабелі кат. 5E) до твінаксіальних (подвійних коаксіальних) мідних провідників нової інфраструктури або багатомодових волоконно-оптичних ліній.



а)

б)

в)

Рисунок 4.26 – Мережеві адаптери: внутрішній (а, PCI) Qlogic QLE8240-SR-CK 10Gb Single Port FCoE & iSCSI CNA, x8 PCIe, LC multi-mode optic та зовнішні (б, USB-Ethernet) D-Link DUB-E100 й (в, USB-Wi-Fi) EW-7318USG Edimax

Як приклад електронних систем, для яких може використовуватися рішення категорії 6A/Класу E<sub>A</sub>, можна навести контролери Fibre Channel HBA/iSCSI Qlogic QLE8240-SR-CK (рис. 4.26, а). Такий мережевий PCI-адаптер здійснює передачу високошвидкісного трафіку, включаючи трафік 10 Gigabit Ethernet, засобами симетричного кабелю витя пара.

### **4.3.3.5 Інше обладнання**

Серед дуже різноманітного за функціями та характеристиками активного обладнання найчастіше серед об'єктів ЛОМ зустрічаються:

- мости між Ethernet та іншими технологіями передачі даних у ЛОМ (PLC-міст, HPNA- та HCNA-мости й т. п.);
- точки доступу (54/150/300/450/600 Мбіт/с), які повинні мати змогу працювати від 3 до 5 Wi-Fi-режимам:
  - 1) бездротовий клієнт (англ. Access Point Client – AP-клієнт);
  - 2) бездротовий міст, що дозволяє бездротовій AP обмінюватись даними з іншою точкою доступу (англ. Point-to-Point / Wireless Bridge);
  - 3) бездротовий міст, що допускає використання більше двох точок доступу (англ. Point-to-Multipoint / Multi-point Bridge);
  - 4) повторювач (англ. Repeater Mode);
  - 5) режим, що дозволяє одночасно підключати бездротових клієнтів до точок доступу, що працюють у режимах Bridge (міст «Точка – Точка») або Multipoint Bridge (міст «Точка-Багато-точок»), однак при цьому зменшується швидкість роботи (англ. Wireless Distribution System – WDS);
- xDSL-обладнання, що працює в асиметричному (ADSL) або у симетричному (SHDSL) режимах;
  - IP-камери;
  - VoIP-обладнання (телефонні апарати, голосові шлюзи, офісні АТС тощо);
  - принт-сервери та ін.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Намалювати в перетині кабель «вита пара» з маркуванням U/UTP. Подати варіант можливого (застарілого) маркування не за стандартом, вказати номер стандарту.
2. Пояснити значення та вплив на передачу даних параметра кабелю AWG.
3. Пояснити значення та вплив на передачу даних параметра кабелю «Категорія».
4. Зазначити кабелі, які використовуються в комп'ютерних мережах; скласти їхній перелік з вказанням типу кабелю, його ID (за наявністю), можливої швидкості передачі даних та відповідної дальності.

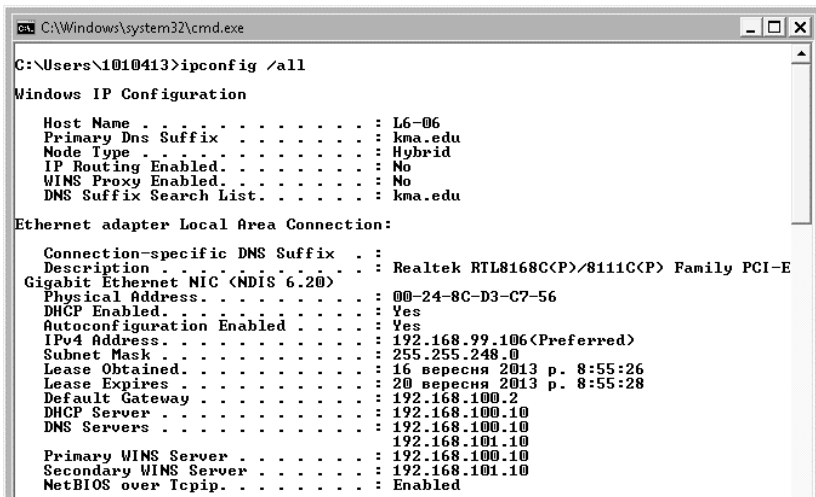
5. Пояснити значення та використання термінів:
  - а) BNC;
  - б) cat. 5e та cat. 6a;
  - в) RG-58 та RJ-45.
6. Класи кабелю «вита пара» за міжнародним стандартом. Відповідність категоріям стандарту EIA/TIA 568.
7. Пояснити значення та використання термінів:
  - а) 8Ø, 6Ø, 4Ø;
  - б) 9/125; 50/125 та 62/125;
  - в) STP та ScTP.
8. Зазначити англ. та укр. абрєвіатури різновидів ВОК.
9. Описати термінування кабелю UTP у відповідний роз'єм за різними стандартами. Зазначити необхідні інструменти.
10. Описати термінування кабелю UTP у відповідну розетку. Зазначити необхідні інструменти.
11. Описати термінування кабелю UTP у патч-панель. Зазначити необхідні інструменти.
12. Скласти перелік мережевих аксесуарів для периметрального монтажу ЛОМ у приміщенні.
13. Намалювати примірну комплектацію ТС (TR). Зазначити основні типорозміри ТС (TR).
14. Класи кабелю «вита пара» за міжнародним стандартом. Відповідність категоріям стандарту EIA/TIA 568.
15. Пояснити призначення інструментів:
  - а) стріппер;
  - б) кримпер;
  - в) ніж-«метелик».
16. У 4-парному кабелі «вита пара» пари яких кольорів непотрібні для передачі даних за технологією FE?
17. Запропонувати, як можуть бути використані інші 4 провідники кабелю «вита пара», що не використовуються для передачі інформації (навести схеми підключення).
18. Який 4-проводовий кабель може використовуватись для передачі інформації (у приміщенні та на вулиці), на яку відстань?
19. Яка максимальна відстань передачі даних без підсилення для SM- та MM-медіаконверторів?

### Лабораторна робота № 4. Визначення виробників мережевого обладнання

Для визначення виробника мережевого обладнання використовуються його MAC-адреса. За технологією OUI, виробник комутаційного обладнання зазначається у префіксі (перших трьох байтах) MAC-адреси. Унікальний ідентифікатор організації (англ. *Organizationally Unique Identifier, OUI*) – це 24-бітний номер, який присвоюється реєстраційною адміністрацією IEEE (підрозділ IEEE – Інституту інженерів електротехніки та електроніки).

#### 4.1 Визначити фізичну адресу мережевої карти ПК за допомогою утиліти `ipconfig`

Для цього необхідно запуснути утиліту `ipconfig` з параметром `/all` у командному рядку (рис. Л4.1).



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\1010413>ipconfig /all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : L6-06
    Primary Dns Suffix . . . . . : kma.edu
    Node Type . . . . . : Hybrid
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No
    DNS Suffix Search List. . . . . : kma.edu

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . . :
    Description . . . . . : Realtek RTL8168C(P)/8111C(P) Family PCI-E
    Gigabit Ethernet NIC (NDIS 6.20)
    Physical Address. . . . . : 00-24-8C-D3-C7-56
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.99.106(Preferred)
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.248.0
    Lease Obtained. . . . . : 16 вересня 2013 р. 8:55:26
    Lease Expires . . . . . : 20 вересня 2013 р. 8:55:28
    Default Gateway . . . . . : 192.168.100.2
    DHCP Server . . . . . : 192.168.100.10
    DNS Servers . . . . . : 192.168.100.10
    . . . . . : 192.168.101.10
    Primary WINS Server . . . . . : 192.168.100.10
    Secondary WINS Server . . . . . : 192.168.101.10
    NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

Рисунок Л4.1 – Визначення MAC-адреси мережевого адаптера

У наведеному прикладі фізична адреса Ethernet-адаптера 00-24-8C-B3-C7-56.

#### 4.2 Визначити виробника мережевої карти

Визначити виробника мережевого обладнання можна за допомогою онлайн-ових баз даних, наприклад, на сайті [2ip.com.ua](http://2ip.com.ua) (рис. Л4.2).

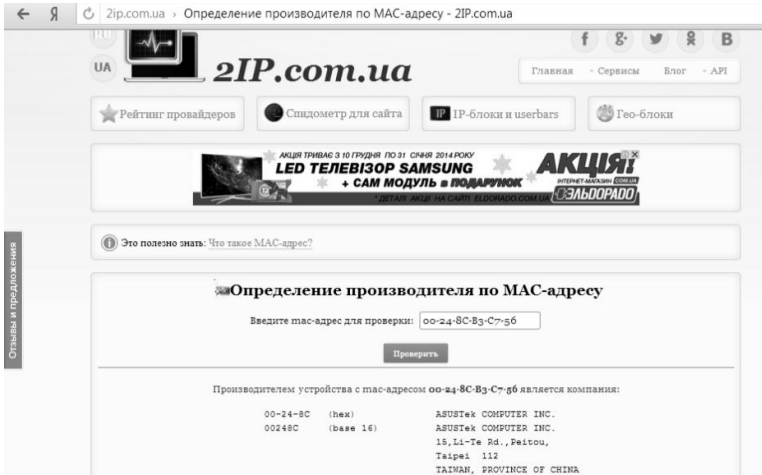


Рисунок Л4.2 – Визначення виробника обладнання за MAC-адресою

Отримані дані доцільно узагальнити в таблиці (наприклад, табл. Л4.1).

Таблиця Л4.1 – Узагальнені дані про MAC-адреси компанії ASUSTek

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Компанія</b>         | ASUSTek COMPUTER INC  |
| <b>Префікс</b>          | 00-24-8C  |
| <b>Адресний простір</b> | 00:24:8C:00:00:00 – 00:24:8C:FF:FF:FF                             |
| <b>Адреса компанії</b>  | 15, Li-Te Rd., Peitou,<br>Taipei 112<br>TAIWAN, PROVINCE OF CHINA |

## Тестові запитання

1. Кабель з якими характеристиками належить до одномодового оптоволокна?

- а) 62.5/125 мкм;
- б) 50/125 мкм;
- в) 9.5/125 мкм.

2. До захищених (відносно потоку даних) кабелів «вита пара» належать:

- а) U/FTP;
- б) F/UTP;
- в) SF/FTP.

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

3. Який кабель призначений для передачі сигналу за технологією 10GbE?

- а) cat.7;
- б) cat.6;
- в) cat.5e;
- г) cat.5;
- д) cat.6a

4. Якому класу відповідає кабель «вита пара» категорії 5?

- а) E;
- б) D;

в) жодному, категорія 5 не відповідає стандарту та не використовується в проектах мереж.

5. У якому стандарті описана кат.7 кабелю «вита пара»?

- а) TIA/EIA 568;
- б) ISO/IEC 11801;
- в) ДСТУ 3008-95.

6. Вкажіть український термін, що є синонімом англійського терміна **switch**:

- а) центр комутації пакетів;
- б) комутатор;
- в) повторювач;
- г) маршрутизатор.

7. Вкажіть український термін, що є синонімом англійського терміна **router**:

- а) центр комутації пакетів;
- б) комутатор;
- в) повторювач;
- г) маршрутизатор.

8. Викресліть зайвий термін:

- а) маршрутизатор;
- б) принтер;
- в) шлюз.

9. Як називається тип портів на VoIP-шлюзах для підключення зовнішніх телефонних ліній?

- а) FXS;
- б) RJ-45;
- в) FXO;
- г) RJ-11.

10. Як називається тип портів на VoIP-шлюзах для підключення аналогових телефонів?

- а) FXS;
- б) RJ-45;

- в) FXO;
- г) RJ-11.

11. *Вита пара буває:*

- а) одномодова;
- б) багатомодова;
- в) екранована;
- г) неекранована.

12. *Комутатор – це:*

- а) пристрій, що розпізнає порт передавача і порт приймача та ретранслює прийнятий сигнал тільки на потрібний порт;
- б) центр топології;
- в) пристрій з декількома мережевими портами, що повторюють сигнал на всі інші.

13. *Як називається пристрій для перетворення сигналу з одного типу фізичного середовища в інший?*

- а) принт-сервер;
- б) точка доступу;
- в) медіаконвертор;
- г) Інтернет-шлюз.

14. *Яка підсистема СКС не визначена в стандарті ISO/IEC 11801?*

- а) підсистема внутрішніх магістралей;
- б) горизонтальна підсистема;
- в) підсистема глобальних магістралей;
- г) підсистема зовнішніх магістралей.

15. *Які конектори необхідні для термінування витой пари для передачі даних зі швидкістю 100 Мбіт/с?*

- а) 8P8C;
- б) 6P4C;
- в) 8P4C.

16. *Який оптоволоконний кабель необхідно використовувати для передачі даних без підсилення на відстань 80 км?*

- а) одномодовий;
- б) багатоволоконний;
- в) багатомодовий.

17. *На яку максимальну відстань треба проектувати використання кабелю «вита пара» для передачі даних на швидкості 100 Мбіт/с?*

- а) 185 м;
- б) 100 м;
- в) 300 м.



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

18. Які роз'єми необхідно використовувати для термінування витієї пари для передачі даних на швидкості 10 Гбіт/с?

- а) GG45;
- б) TERA;
- в) RJ-45.

19. Яке обладнання необхідно передбачити в проєкті ЛОМ при зміні кабелю з оптоволоконного на виту пару?

- а) маршрутизатор;
- б) медіаконвертор;
- в) точку доступу.

---

## 5 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

---

У процесі проектування системи відеоспостереження ЛОМ потрібно визначити, скільки відеокамер буде потрібно, де і як розмістити камери, визначити зони огляду і розрахувати фокусну відстань об'єктів. При цьому треба враховувати, що зі збільшенням кута огляду камери зменшується роздільність спостережуваних об'єктів. Тому проектувальнику доводиться шукати баланс між можливістю розпізнавання/ідентифікації людей у кадрі, розміром зони огляду і кількістю та типом встановлених камер.

Здебільшого в ЛОМ використовуються IP-камери. Нині, зазвичай, застосовуються IP-камери з CMOS (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor, укр. КМОП – комплементарна логіка на транзисторах метал-оксид-напівпровідник,) та CCD (Charge-Coupled Device, укр. ПЗЗ – пристрій зі зворотнім зарядним зв'язком) матрицями. Камери з CMOS-матрицями є більш поширеними, тому що вони дешеві та менш енергоспоживні, але вони дещо поступаються CCD-матрицям за якістю зображення. Тому CCD-матриці застосовуються здебільш у галузях медицини, промисловості, науки – там, де якість зображення є критично важливою. У сучасних CMOS-матрицях значно вдосконалена якість зображення, коли за технологією Active Pixel Sensors (APS) до кожного пікселя додається транзисторний підсилювач для зчитування, що дозволяє перетворити заряд у напругу прямо в пікселі. Зараз CMOS-технологія є практично альтернативою CCD-матрицям.

Крім розрахунків, пов'язаних із вибором відеокамер і їхнім розташуванням, проектувальнику потрібно розрахувати обсяг відеоархіву, дібрати відповідне мережеве сховище та оцінити навантаження на локальну мережу. Для цього найбільш застосовуваною є програма IP Video System Design Tool v.7 від організації JVSG.

Програма може обчислити як зону огляду за вказаною фокусною відстанню, так і навпаки, за заданою шириною зони огляду і вказаним розміром матриці камери розрахувати фокусну відстань об'єктива. Для кожної з камер програма дозволяє оцінити мертву зону і кут нахилу камери.

## 5.1 Добір IP-камер та визначення їхніх характеристик

Для прикладу розрахунку системи відеоспостереження будемо використовувати дві моделі IP-камер: корпусну DCS-3112 (надалі позначена як C1) та купольну D-Link DCS-6112 (позначена як C2). Основні технічні характеристики IP-камер, необхідні для проектування системи відеоспостереження, наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Короткі характеристики камер DCS-3112 та DCS-6112

| Модель   | DCS-3112  | DCS-6112  |
|--|---|---|
| Зображення камери                                |  |  |
| Тип підключення                                  | LAN   | LAN   |
| Кут нахилу                                       | немає   | від мінус 10° до 190°   |
| Кут повороту                                     | немає   | немає   |
| Інтерфейси                                       | 10/100BASE-TX   | 10/100BASE-TX   |
| Сенсор   | 1/4" Sony Exmor CMOS  | 1/2.7" Sony Exmor CMOS  |
| Фокусна відстань                                 | від 3,5 до 8мм  | 4 мм  |
| Кут огляду (горизонтальний/вертикальний)         | від 35,4 до 77,6°/від 26,6 до 57,6°   | 77,4°/45,1°   |
| Оптичний зум                                     | 2,3x  | немає   |
| Цифровий зум                                     | 10x   | 16x   |
| Формат відео                                     | H.264, MPEG-4, MJPEG  | H.264, MPEG-4, MJPEG  |
| Роздільна здатність та частота запису 16:9 @ FPS | 1280 x 720 @ 30кадрів/с   | 1920 x 1080 @ 15 кадрів/с<br>1280 x 720 @ 30 кадрів/с                             |
| Бітрейт відео                                    | від 64 kbps до 8 Mbps   | від 40 kbps до 5 Mbps   |
| Максимальна роздільна здатність                  | 1,3 Мпксел (HD)   | 2 Мпксел (Full HD)  |
| ІК підсвітка (відстань)                          | відсутня  | відсутня  |
| Підтримка карти пам'яті                          | SD (макс. 32 GB)  | Micro SD Card (макс. 32 GB)   |
| Аналоговий вихід                                 | BNC   | BNC   |
| Підтримка mjdlink                                | немає   | немає   |
| Мережеві протоколи                               | DDNS, DHCP, DNS, FTP, HTTP, ICMP, IPv4, NTP, PPPoE, SMTP, TCP/IP, UPnP            | DDNS, DHCP, DNS, FTP, HTTP, ICMP, IPv4, NTP, PPPoE, SMTP, TCP/IP, UPnP            |

## 5.2 Визначення мертвих зон

Спочатку необхідно завантажити та встановити програмний пакет IP Video System Design Tool (демо-версія програми з можливістю встановлення до 8 камер) для розрахунку мертвих зон відеоспостереження та монтажних параметрів. Після запуску програми треба завантажити у програму (як тло) план розміщення відеокамер (рис. 2.3) у форматах PDF, JPEG або BMP (та DWG у версії Pro).

Щоб завантажити план приміщення, необхідно на вкладці «План Поміщення» клацнути правою кнопкою миші в центр порожнього плану приміщення та у меню, що випливає, обрати «Фон → Загрузить картинку».

Якщо плану приміщення немає, то його можна намалювати (за допомогою інструмента «Добавить стену»). Потім за допомогою інструментів програми треба накреслити стіни та вікна на плані. Також розставити камери відеоспостереження та встановити їм відповідні характеристики.

У результаті експерименту виявляються мертві зони, які не потрапляють до об'єктива камер, та зміна областей видимості залежно від положення або кутів встановлення відеокамер (рис. 5.1).

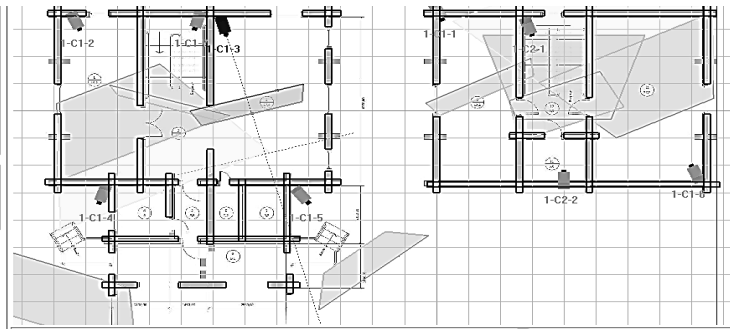


Рисунок 5.1 – Відображення зон відеоспостереження

У програмі виконується кольорове маркування зон огляду (рис. 5.2):

- – моніторинг (синій);
- – детектування, тобто гарантоване визначення наявності людини в кадрі оператором або детектором руху (блідо-зелений);
- – огляд (зелений);
- – розпізнання відомого обличчя, наприклад, працівника (жовтий);
- – ідентифікація невідомого обличчя (рожевий);
- – гарантована ідентифікація (малиновий).

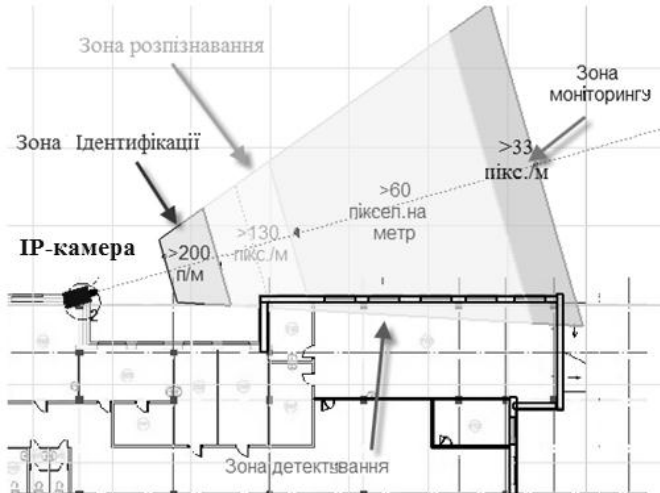


Рисунок 5.2 – Кольорове маркування зон огляду у програмі IP Video System Design Tool

У результаті тривимірного моделювання в програмі IP Video System Design Tool v.7 (рис. 5.3) можна побачити, що з купольної камери DCS-6112 (позначена на рис. 5.1 як 1-C2-1), встановленої на висоті 3 м у приміщенні № 13, у форматі зображення 16:9 не переглядаються зони за відкритими дверима. Для цього використана закладка «3D Види» програми IP Video System Design Tool.



Рисунок 5.3 – Перегляд області видимості в 3D-виді з камери DCS-6112

У професійній версії програми можливо завантажувати як окремі додаткові моделі з Google 3D Warehouse, так і повні 3D-моделі всього об'єкта, створені в Sketchup або іншому для тривимірного моделювання. Крім того, підтримується експорт результатів тривимірного моделювання з формату JVSG у формат Collada.

### 5.3 Отримання монтажною таблиці IP-камер

Після розстановки всіх IP-камер та занесення до програми IP Video System Design Tool їхніх технічних характеристик з програми можливо роздрукувати монтажну таблицю (рис. 5.4), яка повинна бути включена до складу робочої документації.

| Камера | Матриця | Выс.кавл. | Расстояние | Ширин... | Высота Об... | Нас... | Фокусна... | Соотв.ст... | Ниск. Гр... | X   | Y   | Напра... | Разрешение    | Показывать                          | Описание | Метрвал з... | Ширин |
|--------|---------|-----------|------------|----------|--------------|--------|------------|-------------|-------------|-----|-----|----------|---------------|-------------------------------------|----------|--------------|-------|
| I-C1-1 | 1/4"    | 2,3       | 3,1        | 3,2      | 1,9          | 18,5   | 3,6        | 16,9        | 0           | 150 | -56 | 153,5526 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,61         | 3,62  |
| I-C1-2 | 1/4"    | 2,3       | 6,5        | 7,2      | 0,9          | 30,7   | 3,5        | 16,9        | 0           | 148 | -57 | 155,8445 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,13         | 3,35  |
| I-C1-3 | 1/4"    | 2,3       | 3          | 3,3      | 1,9          | 27,2   | 3,5        | 16,9        | 0           | 153 | -57 | 164,4388 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,5          | 3,63  |
| I-C1-4 | 1/4"    | 2,3       | 9,1        | 9,8      | 1,1          | 25,6   | 3,5        | 16,9        | 0           | 149 | -63 | 159,3893 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,51         | 3,64  |
| I-C1-5 | 1/4"    | 2,3       | 2,3        | 2,5      | 2,4          | 17,8   | 3,5        | 16,9        | 0           | 156 | -63 | 141,5255 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 3,61         | 4,58  |
| I-C1-6 | 1/4"    | 2,3       | 8          | 9        | 0            | 34,4   | 3,5        | 16,9        | 0           | 168 | -62 | 334,6073 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 1,86         | 3,16  |
| I-C2-1 | 1/2,8   | 3         | 3,5        | 3,5      | 1,2          | 34,4   | 4          | 16,9        | 0           | 163 | -57 | 159,2828 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,05         | 2,91  |
| I-C1-7 | 1/4"    | 2,3       | 3          | 3,2      | 2,1          | 23,1   | 3,5        | 16,9        | 0           | 152 | -57 | 156,5245 | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 2,86         | 3,92  |
| I-C2-2 | 1/2,8   | 3         | 5          | 4,9      | 0,5          | 34,7   | 4          | 16,9        | 0           | 164 | -62 | 0        | 1280x720 (HD) | <input checked="" type="checkbox"/> |          | 1,89         | 2,81  |

*Рисунок 5.4 – Таблиця монтажних параметрів IP-камер*

З монтажною таблиці видно, що корпусна камера DCS-3112 (на плані та в монтажній таблиці позначена як C1) встановлюється на висоті 2,3 м (тобто, монтується на стіну), а купольна камера DCS-6112 (позначена як C2) встановлюється на висоті 3 м (тобто, кріпиться до стелі). Обидві IP-камери працюють у режимі 16:9 з роздільністю 1280 x 720.

### 5.4 Вибір мережевого сховища

Для вибору мережевого сховища (англ. *Network Attached Storage, NAS*) спочатку треба розрахувати обсяг архіву відеоспостереження.

#### 5.4.1 Обчислення розміру нестиснутого кадру

Розрахуємо розмір нестиснутого кадру.

Роздільна здатність обох відеокamer однакова і становить 1280 x 720. Тоді розмір нестиснутого кадру можна обчислити за формулою (5.1):

$$T = H \cdot V, \quad (5.1)$$

де  $H$  – роздільність по вертикалі, пікселів;

$V$  – роздільність по горизонталі, пікселів.

$$T = 1280 \cdot 720 = 921600 \text{ пікселів.}$$

Обидві моделі камер мають матрицю CMOS, для якої глибина кольору задається 24 бітами. Отримаємо розмір нестиснутого кадру  $P_N$  за допомогою наступної формули:

$$P_N = T \cdot gl, \quad (5.2)$$

де  $gl$  – глибина кольору, біт.

$$P_N = 921600 \cdot 24 = 22118400 \text{ біт} = \frac{22118400}{8} = 2764800 \text{ байт} = \frac{2764800}{1024} = 2700 \text{ кбайт.}$$

### 5.4.2 Обчислення розміру стиснутого кадру

У ролі кодексу стиснення застосуємо кодекси H.264 та MPEG-4 Part 10.

H.264, MPEG-4 Part 10 або AVC (Advanced Video Coding) – ліцензований стандарт стиснення відео, призначений для досягнення максимально високого відеопотоку та збереження високої якості. Коефіцієнт стиснення кодексу MPEG-4 Part 10 варіюється в діапазоні від 20 до 200.

Хоча роздільна здатність у відеокамер однакова, але максимальний бітрейт у них різний, отже, для кращої ефективності доцільно застосувати різні кодекси для стиснення відео.

Розмір кадру у стиснутому вигляді  $P_Z$  буде рівним:

$$P_Z = \frac{P_N}{k}, \quad (5.3)$$

де  $k$  – ступінь стиснення кодексу.

Для IP-камер DCS-3112, з бітрейтом до 8 Мбіт/с, при застосуванні кодексу MPEG4-10 зі ступенем стиснення 1:96 розмір стиснутого кадру:

$$P_Z = \frac{2700}{96} \approx 28,125 \text{ кбайт.}$$

Підрахуємо мережевий трафік для семи IP-камер моделі DCS-3112:

$$S_T = \frac{P_Z \cdot 1024 \cdot 8 \cdot FPS \cdot n}{1000000}, \quad (5.4)$$

де  $S_T$  – сумарний трафік від усіх відеокамер, Мбіт/с;

$FPS$  – кількість кадрів у секунду від одної камери;

$n$  – кількість відеокамер.

$$S_T = \frac{P_Z \cdot 1024 \cdot 8 \cdot FPS \cdot n}{1000000} = \frac{28,125 \cdot 1024 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 7}{1000000} = 48,3 \text{ Мбіт/с.}$$

Для IP-камер моделі DCS-6112, з бітрейтом до 5 Мбіт/с, при застосуванні кодека H.264-10 зі ступенем стиснення 1:270 розмір стиснутого кадру:

$$P_z = \frac{2700}{270} = 10 \text{ кбайт.}$$

Підрахуємо мережевий трафік для двох IP-камер моделі DCS-6112:

$$S_T = \frac{10 \cdot 1024 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 2}{1000000} \approx 4,9 \text{ Мбіт/с.}$$

### 5.4.3 Розрахунок обсягу відеоархіву

Обсяг відеоархіву  $VHHD$  (у терабайтах) буде розраховано за формулою:

$$VHHD = \frac{(ST_{DCS-3112} + ST_{DCS-6112}) \cdot \text{day} \cdot \text{hour} \cdot \text{minutes} \cdot \text{sec}}{1000000 \cdot 8}; \quad (5.5)$$

$$VHHD = \frac{(48,3 + 4,9) \cdot 7 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{1000000 \cdot 8} = 4,02 \text{ Тбайт.}$$

### 5.4.4 Розрахунок обсягу NAS у програмі IP Video System Design Tool

Усі розрахунки можуть бути перевірені та підтверджені за допомогою програми IP Video System Design Tool (рис. 5.5) на вкладці «Трафік и Объем диска».

Для розрахунку обсягу відеоархіву та оцінки мережевого трафіку треба задати в інтерфейсі програми такі параметри (рис. 5.5, а):

- роздільність камери (вибір зі списку в графі) «Разрешение»;
- тип відеокompresії в графі «Видеосжатие»;
- швидкість відеопотоку (кількість кадрів у секунду) в графі  $FPS$ ;
- кількість камер із вищевказаними параметрами;
- термін зберігання відеозаписів у днях.

При цьому буде розрахований та відображений у поточному рядку мережевий трафік у графі «Трафик, Мб/с» та розмір відеоархіву для зберігання відеозаписів вказаної групи камер у графі «Объем, Гб». Додатково будуть заповнені дані у графі «Битрейт» для кожної моделі камер та середній «Размер Кадра, Кб».

Сумарний розмір відеоархіву та загальна оцінка мережевого трафіку відображаються в нижній частині вікна (див. рис. 5.5, б).

| Разрешение    | Видеосжатие                 | Размер кадра,Кб | FPS | Суток | Камер | Трафик,Мб/с | Объем,Гб | Битрейт,kbit/s |
|---------------|-----------------------------|-----------------|-----|-------|-------|-------------|----------|----------------|
| 1280x720 (HD) | MPEG4-10 (Высокое качество) | 28              | 30  | 2     | 7     | 48,17       | 1040,4   | 6881           |
| 1280x720 (HD) | H.264-10 (Высокое качество) | 10,1            | 30  | 2     | 2     | 4,96        | 107,2    | 2482           |

a)



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Сум.FPS | Трафік,Мбит/с | Сум.объем,ГБ |
|---------|---------------|--------------|
| 270     | 53,13         | 1147,6       |

б)

*Рисунок 5.5 – Розрахунок мережевого трафіку та обсягу відеоархіву від кожної моделі камер (а) та сумарного трафіку і обсягу NAS (б) у програмі IP Video System Design Tool*

Таким чином, теоретичні розрахунки необхідного обсягу NAS у граничних значеннях співпадають із результатами обчислень за допомогою інтерактивного калькулятора.

Слід враховувати, що програма IP Video System Design Tool є пропріетарним продуктом організації JVSG. Придбати постійну ліцензію версії 7 вказаної програми можна, наприклад, в Інтернет-магазині Allsoft або ін., за ціною [5]:

- а) базова версія на 1 користувача – 183 USD;
- б) професійна версія на 1 користувача – 270 USD.


Попередні розрахунки можна виконувати в постійно поновлюваній 45-денній демо-версії програми, яка надається для скачування на сайті виробника [4] та працює під керуванням ОС Windows 8, Windows 7, Vista, Windows XP SP2. Отримані в програмі таблиці, креслення, результати тривимірного моделювання можуть бути легко перенесені в MS Word, MS Excel, MS Visio, OpenOffice, Autodesk Auto CAD та інші офісні і САПР програми.

### 5.4.5 Добір моделі мережевого сховища

Після проведення обчислень можна зробити висновок, що мережеве сховище повинно мати сумарну ємність не менше ніж 4 Тбайт.

Можна обрати мережеве сховище Seagate Central STCG4000200 (табл. 5.2), обсягом 4 Тбайт, що дозволить записувати відео до двох тижнів. Вінчестер вбудований.

*Таблиця 5.2 – Технічні характеристики сховища Seagate Central STCG4000200*

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Зовнішній вигляд мережевого сховища |  |
| Обсяг                               | 4 Тбайт   |
| Інтерфейси                          | LAN (Ethernet)  |
| Накопичувачі                        | 1 x HDD   |
| Підтримка RAID                      | Ні  |
| Підтримка операційних систем        | Windows XP (SP 3), Windows Vista, Windows 7, Windows 8                              |
| Габарити                            | 145 x 42 x 216 мм, 980 г  |

### Контрольні питання для самоперевірки

1. Скільки біт становить глибина кольору у відеокамерах, в яких використана матриця CMOS?
2. На якій висоті монтується купольна камера відносно висоти приміщення?
3. Який принцип добору жорстких дисків у NAS для запису результатів відеоспостереження?
4. Який інструмент використовується для монтажу відеокамери за визначеним кутом нахилу?
5. Чому камера «риб'яче око» не встановлюється біля сходів?
6. Який IP-код потрібен для вуличних відеокамер?
7. Чи можна з одного ПК керувати декількома камерами?
8. Чи можна зберігати дані з IP-камер на хмарних сервісах?
9. З якими типами сенсорів випускаються IP-камери?
10. В яких галузях господарства необхідно використовувати IP-камери з CCD-матрицею?
11. Які органи керування використовуються у IP-камерах?

### Лабораторна робота № 5. Розрахунок системи відеоспостереження

Сучасні тенденції розвитку бізнесу характеризуються активним впровадженням технології відеоспостереження в публічних і корпоративних мережах. При цьому підприємства і організації намагаються зберегти свої інвестиції шляхом інтеграції нових технічних рішень у вже наявну інфраструктуру. Створення систем відеоспостереження різного масштабу і призначення вимагає високої кваліфікації від фахівців у сфері телекомунікацій.

Для інсталяції мережевого відеоспостереження необхідно вдосконалити навички креслення плану приміщення, навчитись користуватись програмою IP Video System Design Tool для пошуку мертвих зон у системі відеоспостереження, навчитись обчислювати сумарну ємність мережевого сховища, необхідну для зберігання матеріалів відеоспостереження.

Окрему увагу необхідно приділити вибору найбільш придатних для вирішення задач відеоспостереження.

#### 5.1 Вибір камер відеоспостереження

Студентам пропонується з наданого переліку (табл. Л5.1) за варіантом (дві останні цифри в індивідуальному номері студента у ЧДУ) обрати першу необхідну камеру.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таблиця Л5.1 – Вибір першої моделі відеокамери

|     |           |
|-----|-----------|
| 1.  | DCS-930L  |
| 2.  | DCS-931L  |
| 3.  | DCS-932L  |
| 4.  | DCS-933L  |
| 5.  | DCS-942L  |
| 6.  | DCS-2103  |
| 7.  | DCS-2130  |
| 8.  | DCS-2132L |
| 9.  | DCS-2210  |
| 10. | DCS-2230  |
| 11. | DCS-2310L |
| 12. | DCS-2332L |
| 13. | DCS-3010  |
| 14. | DCS-3112  |
| 15. | DCS-3411  |
| 16. | DCS-3430  |
| 17. | DCS-3710  |
| 18. | DCS-3716  |
| 19. | DCS-6112  |
| 20. | DCS-7410  |
| 21. | DCS-6113  |
| 22. | DCS-6113V |
| 23. | DCS-5020L |
| 24. | DCS-5211L |
| 25. | DCS-5222L |
| 26. | DCS-6010L |

Друга камера обирається з додаткового списку (табл. Л5.2); варіант – остання цифра в індивідуальному номері студента у ЧДУ.

Таблиця Л5.2 – Вибір другої моделі відеокамери

|    |           |
|----|-----------|
| 0. | DCS-6817  |
| 1. | DCS-6818  |
| 2. | DCS-6915  |
| 3. | DCS-7010L |
| 4. | DCS-7110  |
| 5. | DCS-7413  |
| 6. | DCS-7513  |
| 7. | DCS-6210  |
| 8. | DCS-6314  |
| 9. | DCS-6513  |

Наприклад, якщо останні цифри в індивідуальному номері 2 та 0, перша камера обирається DCS-7410, друга камера – DCS-6817.

Кількість камер – за вибором виконавця, залежно від плану приміщення, з урахуванням наявності мертвих зон залежно від кутів огляду камер.

Необхідно зауважити, що кожна модель камери повинна мати власне, унікальне позначення, для запобігання помилок монтажу відеокамер. У наведеному прикладі камера DCS-7410 позначена «С», а камера DCS-6817 «CW» (рис. Л5.1).

У цьому пункті необхідно також коротко описати відеокамери: тип матриці (CCD або CMOS), інтерфейс передачі даних, якість зображення, наявність режиму нічного бачення, кольоровість, кути огляду, характеристики електроживлення, роздільну здатність та частоту запису (кадрів/с або fps) тощо.

Необхідно вказати можливість віддаленого доступу до відеокамер за допомогою Mydlink – хмарного сервісу фірми D-Link, який надає можливість віддаленого управління мережевими пристроями, отримання доступу до файлів або здійснення відеоспостереження з будь-якого місця земної кулі через комп'ютер або мобільний пристрій (iPhone, iPad, Android тощо) з доступом в Інтернет.

Короткі характеристики обох моделей відеокамер доцільно узагальнити в таблицю.

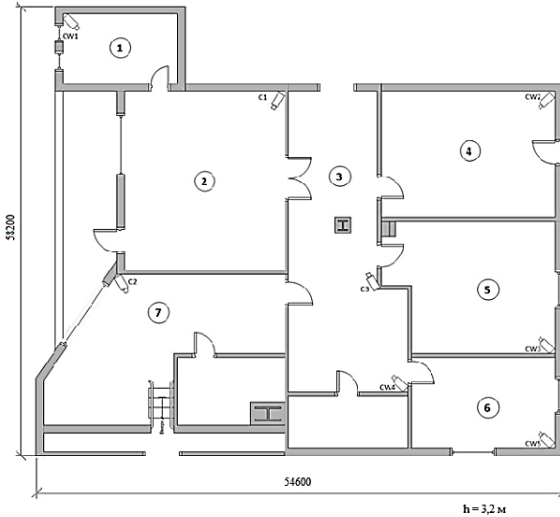


Рисунок Л5.1 – План приміщення, де розгортається система відеоспостереження

### 5.2 Вибір мертвих зон системи відеоспостереження

Усі етапи розрахунку системи відеоспостереження провести згідно з переліком пунктів розділу 5. Після визначення мертвих зон системи відеоспостереження та розстановки камер зберегти монтажну таблицю з висотою встановлення та кутами нахилу відеокамер.

### 5.3 Розрахунок параметрів та вибір мережевого сховища

Після визначення обсягу мережевого сховища (NAS) для зберігання записів відеоспостереження протягом обраного строку врахувати, що до комплекту більшості NAS не входять вінчестери, тому їх необхідно обрати окремо, бажано однакової фірми, технології, моделі та обсягу.

## Тестові запитання

1. Які пристрої не «живляться» за технологією PoE?
  - а) IP-телефони;
  - б) комутатори L3;
  - в) IP-камери;
  - г) бездротові точки доступу.

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

2. З якою операційною системою (в телефоні) працює програма Mydlink lite?

- а) Android;
- б) Symbian;
- в) Windows Mobile.

3. За допомогою якої програми на смартфоні можна подивитися трансляцію з IP-камери?

- а) Mydlink lite;
- б) Mydlink Pro;
- в) Mydlink portable.

4. Яку адресу можна використовувати для надсилання повідомлень з IP-камери?

- а) будь-яку електронну адресу;
- б) лише адресу з облікового запису сервісу Mydlink;
- в) тільки адреси домену Mail.ru.

5. Чи можна активувати запис із IP-камери тільки при появі руху?

- а) можна в будь-який час;
- б) можна тільки у світлий час доби;
- в) не можна.

6. Якими способами можна отримати доступ до записаного відео?

- а) тільки за допомогою спеціального додатку;
- б) на будь-якому пристрої через веб-інтерфейс;
- в) дані можна отримати тільки з носія.

---

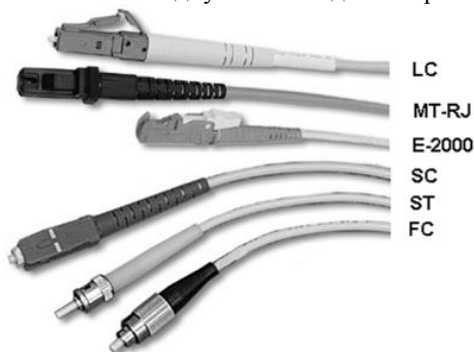
## 6 МОНТАЖ КОМПОНЕНТІВ СКС

---

### 6.1 Монтаж оптоволоконних компонентів

Для приєднання оптичного кабелю до обладнання або інших оптичних компонентів використовують оптичні з'єднувальні елементи. Оптичні з'єднувальні елементи складаються з оптичних з'єднувачів (конекторів) та розеток (адаптерів).

Основні типи оптичних з'єднувачів наведено на рис. 6.1.



*Рисунок 6.1 – Загальний вид з'єднувальних шнурів із конекторами різних типів*

Широко застосовуються три способи монтажу оптоволокна:

- а) зварювання оптичних волокон;
- б) з'єднання за допомогою механічних роз'ємів (безклійові технології);
- в) з'єднання за допомогою сплайса.

#### 6.1.1 Зварювання оптичних волокон

Зварювання оптичних волокон на сьогодні є найбільш досконалою технологією постійного з'єднання волокон. Сучасний апарат для зварювання оптичних волокон дозволяє домогтися дуже низьких втрат на зварному з'єднанні – від 0,01 до 0,02 дБ. Зварне з'єднання широко

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

використовується для постійного з'єднання багатомодового або одномодового волокна різних типів.

На якість зварного з'єднання впливають два основні параметри:

- втрати, що вносяться в місці зварювання;
- міцність на розтягування і злам.

Внесені втрати залежать від розбіжності діаметрів волокон, розбіжності числових апертур, показників заломлення та помилки концентричності серцевини і оболонки. Концентричність показує, наскільки точно серцевина волокна вписується в кільце її навколишньої оболонки, тобто яка величина зміщення центрів обох кіл.

Оболонка волокна видаляється різними способами: хімічним шляхом, з використанням обладнання термічної або механічної зачистки. Найбільш простим способом є механічна зачистка, яка не вимагає складного обладнання та забезпечує задовільну якість зачистки. При механічній зачистці волокна проводиться цикл операцій з видалення броні кабелю, кевларових ниток, оболонки модуля і буферного покриття. Після очищення волокна від усіх оболонок проводиться його сколювання. Ця процедура покликана забезпечити перпендикулярність торця волокна серцевині (кут  $90^\circ$ ).

Сколювач оптичних волокон (рис. 6.2, а) забезпечує якість відколу з кутом відхилення  $0,5^\circ$ . Важливий етап механічної зачистки волокна фінальне очищення поверхні. Будь-які залишки покриття після зачистки оболонки повинні бути видалені з поверхні зачищеної ділянки волокна (для цього використовуються безворсові серветки, змочені спиртом). Після зачистки необхідно уникати будь-яких дій, які можуть забруднити волокно пилом або жирними плямами з рук; ці забруднення можуть викликати додаткові втрати в місці зварювання і зменшення його міцності.

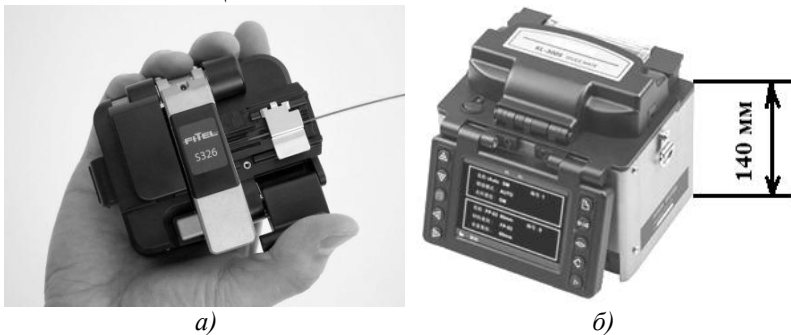


Рисунок 6.2 – Сколювач (а) та зварювальний апарат (б) оптичних волокон

Після того, як волокна зачищені і сколені, їхні кінці закладають у зварювальний апарат (рис. 6.2, б). Сучасний апарат для зварювання оптичних волокон автоматично вирівнює волокна по серцевині, зводить на мінімально можливу відстань і дає спочатку слабкий електричний розряд, у результаті якого волокна розм'якшуються і притягуються під дією сил поверхневого натягу, а потім повний розряд для сплавлення волокон. Зварні з'єднання додатково закриті гільзою (термозбіжною трубкою) з комплекту деталей захисту зварного стику (КДЗС), що забезпечує захист ділянки волокна в місці зварювання (рис. 6.3).

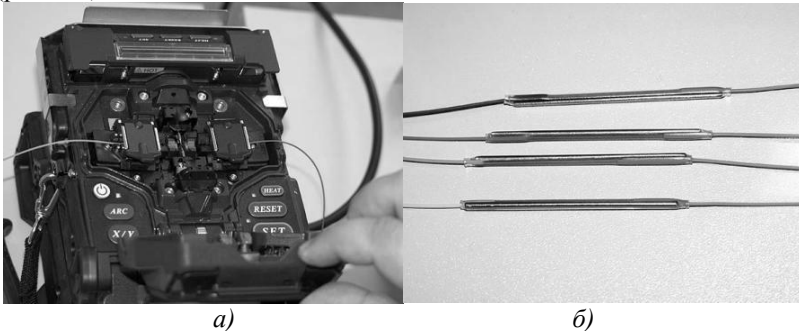


Рисунок 6.3 – Захист місця зварювання ВОК (а) за допомогою КДЗС (б)

Процес зварювання волокон займає близько 9 секунд.

Зварювання оптики є найбільш надійним способом з'єднання і сприяє швидкій та безперешкодній передачі сигналу між кабелями.

### 6.1.2 Механічне з'єднання оптичних волокон

Механічне з'єднання оптичних волокон у сучасних ВОЛЗ застосовується вкрай рідко і, як правило, як тимчасове рішення щодо з'єднання волокон або коли зварювання волокон неможливе через важкодоступність волокон.

Під час механічного поєднання волокна сколюються, а серцевини волокон поєднуються максимально точно за допомогою невеликого пластикового боксу довжиною 4 – 6 см (рис. 6.4). Далі волокна закріплюються яким-небудь клейким складом (зазвичай це клей або смола) або механічними тримачами. Велику увагу необхідно приділяти вибору клейового матеріалу (або гелю, у разі його використання), який



повинен забезпечувати мінімальне переломлення на межі середовищ при переході «кварц – клейкий склад – кварц». Оскільки серцевина одномодового волокна має малі розміри (8 – 9 мкм), вирівнювання одномодових волокон без спеціальних приладів має незадовільну точність, а втрати, які вносяться в лінію у випадку механічного з'єднання, мають порядок 0,2 – 0,5 дБ.

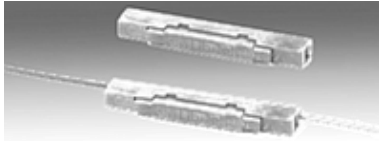


Рисунок 6.4 – Механічний з'єднувач оптичних волокон

### 6.1.3 З'єднання за допомогою сплайса

Сплайс – пристрій для зрощування волоконно-оптичного кабелю без застосування зварювання (рис. 6.5). Розрив волокон ВОК, наприклад, у польових умовах, можна відновити ушкодження, не вдаючись до зварювання волокон.

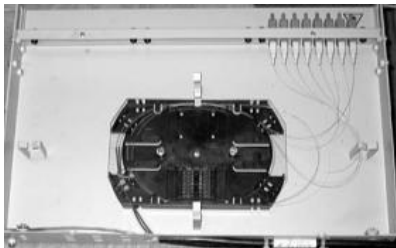


Рисунок 6.5 – Сплайс на 8 з'єднань ВОК

У сплайс через спеціальні напрямні назустріч один одному вводяться підготовлені кінці оптичних волокон і фіксуються в ньому. Для зменшення втрат, що вносяться, стик між волокнами поміщають у спеціальний (імерсійний) гель, який часто знаходиться всередині сплайса.

Технологія з'єднання за допомогою сплайса має кілька етапів:

- оброблення волоконно-оптичного кабелю;
- обробка торців;
- виконання з'єднання;
- тестування та оцінка якості з'єднання;

– нанесення захисних покриттів, відновлення захисної оболонки і броні.

Застосування сплайсів полегшує процес зрощування оптоволоконна, але робота з ними вимагає практичних навичок. Ступінь втрат у такому методі з'єднання волокон менша, ніж від використання пари волоконно-оптичних вилок і адаптера, але втрати все ж можуть становити 0,1 дБ і вище. Згідно з вимогами стандартів на СКС втрати, що вносяться в сплайсі, не повинні перевищувати 0,3 дБ. Для цього в ході монтажу проводиться коригування положення волокон одне щодо одного, у процесі робіт також необхідно проводити постійний вимір втрат на місці з'єднання.

Крім того, слід брати до уваги той факт, що з часом втрати в місці з'єднання за допомогою сплайса можуть збільшитися через зміщення волокон у просторі або висихання імерсійного гелю.

Якість оптоволоконного з'єднання можна перевірити з допомогою оптичного тестера або рефлектометра.

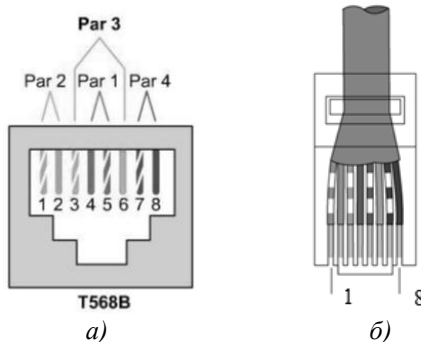
## 6.2 Термінування кабелю «вита пара»

### 6.2.1 Кольорова послідовність провідників (схеми термінування)

#### 6.2.1.1 Кольорові схеми T568A та T568B

Існує два поширених стандарти з розведення кольорів кабелю «вита пара» по парах: T568A компанії Siemon і T568B компанії AT&T. Обидва ці стандарти абсолютно рівнозначні, але більш розповсюдженою є схема T568B [74].

Схему розміщення монтажних контактів роз'єму RJ-45 наведено на рис. 6.6.



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Номер контакту за T568B | Пара   | Номер контакту за T568A | Колір провідника |
|-------------------------|--------|-------------------------|------------------|
| 1                       | Par. 2 | 3                       | Біло-оранжевий   |
| 2                       | Par. 2 | 6                       | Оранжевий        |
| 3                       | Par. 3 | 1                       | Біло-зелений     |
| 4                       | Par. 1 | 4                       | Синій            |
| 5                       | Par. 1 | 5                       | Біло-синій       |
| 6                       | Par. 3 | 2                       | Зелений          |
| 7                       | Par. 4 | 7                       | Біло-коричневий  |
| 8                       | Par. 4 | 8                       | Коричневий       |

в)

Рисунок 6.6 – Схема розміщення монтажних контактів роз'єму RJ-45 за парами (а), за номерами (б) та їхня відповідність кольорам (в)

### 6.2.1.2 Термінування прямих (патч-кордів) та перехресних кабелів

За наведеними схемами може виготовлюватись патч-корд («Patch Cord») або кросовер («Crossover»). Для з'єднання ПК та периферійних пристроїв із комутаційним обладнанням (комутаторами, маршрутизаторами тощо) використовуються відрізки витої пари, обжаті як патч-корд (рис. 6.7).

Перехресно обжата вита пара («Crossover») може знадобитися у двох випадках:

а) для з'єднання двох комп'ютерів без комутатора;

б) для з'єднання двох або більше Hub/Switch/Router, які не підтримують технологію автовизначення MDI/MDIX (для з'єднання на швидкості 100 Мбіт/с).

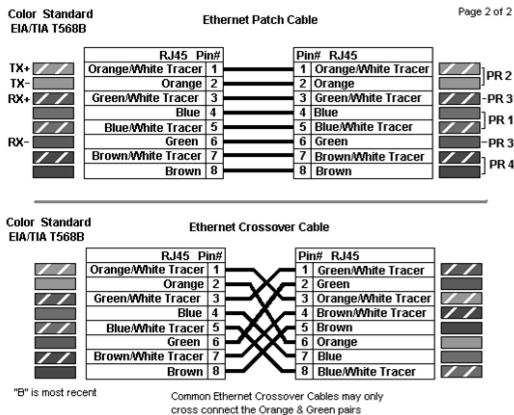


Рисунок 6.7 – Схема з'єднання патч-корду та кросоверу за стандартом T568B

## 6.2.2 Монтажний інструмент для термінування кабелю «вита пара»

Мінімальний комплект монтажного інструмента наведено на рис. 6.8 [89].

Необхідні інструменти для монтажу: кусачки, ударний інструмент для закладення в IDC-контакти, пристрій для зачистки виті пари («стріппер»), обтискувальні кліщі, ніж канцелярський. Крім того, необхідні кабельні стяжки (хомути) та елементи маркування.

Кусачки призначені для перекушування мідного і алюмінієвого кабелю, одно- та багатожильного дротів та проводів. Вони не призначені для різання сталевого дроту. Рукоятки покриті ПВХ. Матеріал ріжучої кромки (високоміцна вуглецева сталь) характеризується твердістю за шкалою Роквела. Для роботи з кабелем «вита пара» достатньою є величина твердості 45-55 HRC з розміром ріжучої кромки 10-15 мм. Приклад – ІРК-037S, НТ-222, НР-21 і т. п.

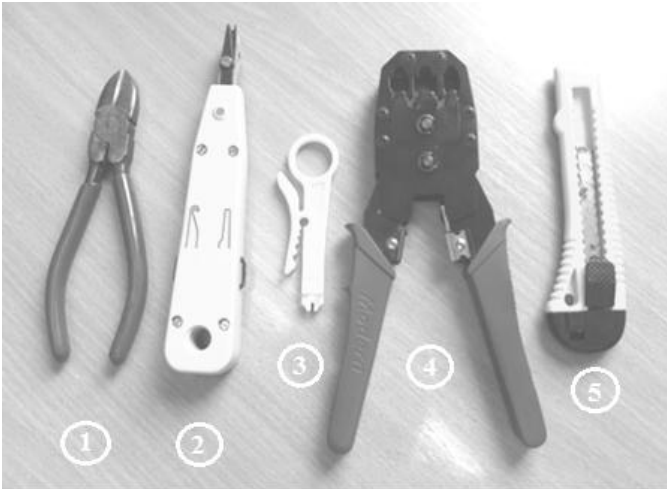


Рисунок 6.8 – Мінімальний комплект інструментів для термінування «виті пари»:

- 1 – кусачки;
- 2 – інструмент ударний для розшивки кабелю в IDC-контакти;
- 3 – ніж-стріппер;
- 4 – кліщі обтискувальні важільні;
- 5 – ніж канцелярський з висувним багатосекційним лезом.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Кліщі для обтиску (англ. «crimper», крімпер) за конструкцією бувають двох типів: важільні та пресові. Важільні (рос. «рычажные») кліщі (див. рис. 6.8 № 4) коштують недорого (близько 80 грн), але і працюють відповідно – треба докладати досить велике зусилля, і обтиск виходить з перекосом або перерізаються окремі дроти багатожильного (англ. «stranded») кабелю. Погано обжати конектор може працювати з перебоями, що надалі призводить до повного виходу його з ладу.

Кращими є професійні кліщі Pro'sKit CP-200, HT-500 (рис. 6.9), які позбавлені зазначених недоліків. Їхня конструкція така, що при обтиску «витої пари» гребінка, що занурює контакти у вилку, рухається строго перпендикулярно до вилки. Основна відмінність від більш простих обтискачів – міцність конструкції і наявність «тріскачки» (рос. «трещотка»). Тріскачка являє собою автоматичний блокуючий механізм, який не дає ручкам розійтися раніше, ніж штовхачі дійдуть до кінця в гніздах конектора. Це дуже корисно, коли, наприклад, інструмент незручно лежить у руках або треба зробити велику кількість обтискувальних операцій.

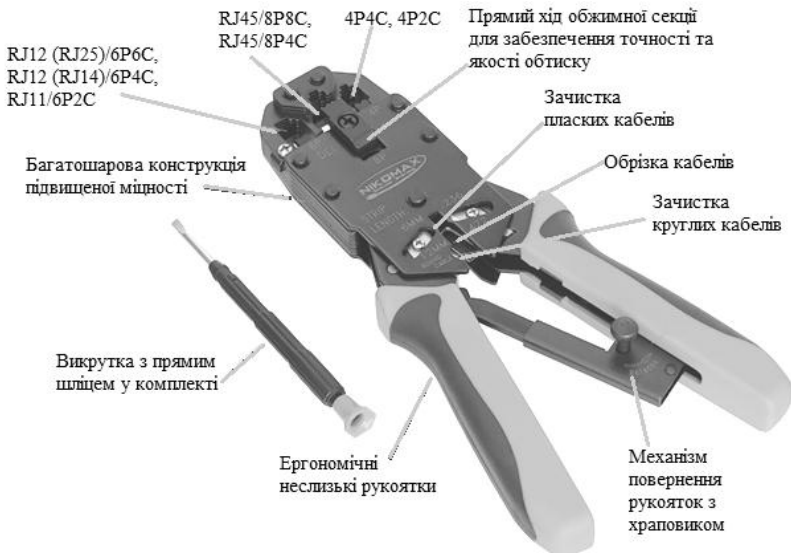


Рисунок 6.9 – Професійний крімпер Nikomax NMC-2008AR (HT-2008AR) для обтиску конекторів 8P, 6P та 4P

Вартість пресового інструмента дещо більша (близько 300 грн), крім того, він більш важкий (0,6 кг проти 0,2 кг – ваги важільного інструмента).

Існують також кліщі, в яких поєднані обтискувальна функція з кабельним тестером (наприклад, Tooltest – Hobbes). Це дозволяє відразу перевірити якість обтиску роз'ємів RJ45/12/11 на кабелі UTP/STP (рис. 6.10).

Тестер дозволяє перевірити кабельну проводку і патч-корди на такі несправності: коротке замикання, переплутані жили в парі, цілісність оболонки, а також визначити правильність розведення за стандартом T568.

Кабельний тестер Tooltest складається з основного і віддаленого модуля, які закріплені на ручках крімперу і можуть бути від'єднані від інструмента. Вартість – близько 1000 грн.



*Рисунок 6.10 – LAN тестер-крімпер Tooltest – Hobbes*



*Рисунок 6.11 – Strippner зі змінними лезами*

У професійному монтажі для зняття ізоляції використовують не монолітний стріппер, що йде у комплекті з важільними кліщами (див. рис. 6.8 № 3), або вбудований у пресові кліщі (див. рис. 6.9, «зачистка»), а професійний стріппер зі змінними лезами, наприклад, HT-S501A (рис. 6.11).

Такий інструмент дозволяє знімати зовнішню ізоляцію з досить високою точністю, не зачепивши ізоляції внутрішніх жил. Налаштувати його потрібно буде всього один раз після покупки. Для

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

цього потрібно зробити кілька надрізів і відрегулювати стопорний болт залежно від їхньої глибини, щоб не ушкоджувалась ізоляція провідників виті пари.

Для розшивки кабелю в комунікаційну розетку, в патч-панель або в розподільчі пристрої (плінти) використовується монтажний інструмент з ударним ефектом:

- інструмент типу 110 (рис. 6.12, а);
- сенсорний інструмент LSA, який називають також «ніж-метелик» або «KRONE» (рис. 6.12, б).

Технологія LSA-PLUS®, запатентована компанією ADC KRONE (Німеччина), дозволяє підключати жили кабелю без застосування пайки, без різьбового з'єднання, без зняття ізоляції. LSA-PLUS – аббревіатура характеристик технології [102]:

L – без пайки (нім. «Lötfrei»);

S – без гвинтового з'єднання (нім. «Schraubfrei»);

A – без зняття ізоляції (нім. «Abisolierfrei»);

P – економічна (нім. «Preiswert»);

L – легка у застосуванні (нім. «Leicht zu handhaben»);

U – універсальна (нім. «Universell anwendbar»);

S – швидка і надійна (нім. «Sicher und schnell»).

Правильність контактного з'єднання відображається характерним клацанням сенсорного механізму інструмента LSA-PLUS. Сенсор контролює, чи достатньо глибоко запресована жила в контакт, у такому разі спрацьовує ріжучий механізм, який відрізає надлишок довжини провідника. Кількість підключень при  $\varnothing$  жили 0,4 – 0,8 мм відповідно 200 – 50 тис. закладень.

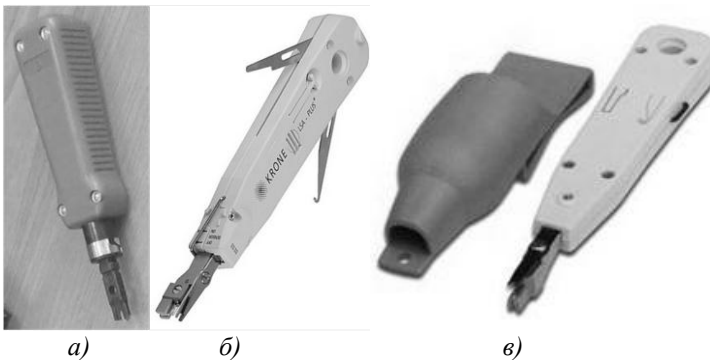


Рисунок 6.12 – Ударний інструмент для розшивки кабелю:  
а – типу 110; б – сенсорний у розкладеному вигляді для роботи;  
в – складений для утримування в чохлах під час роботи на трасі

На рис. 6.12, б видно, що всі три ножі інструмента з'ємні (тобто можуть бути замінені, коли затупляться та перестануть виконувати додаткову функцію відрізки кабелю). Ніж знизу (рис. 6.12, б) потрібен для напівавтоматичної забивки дротів кабелю в розетку, ніж ліворуч зверху (рис. 6.12, б) – для забивки дротів кабелю в розетку вручну, ніж праворуч зверху – для витягування невдало «забитої» жили з розетки. Верхній та нижній ножі розкладають тільки за необхідністю.

### **6.2.3 Конектори для термінування кабелю «вита пара»**

Найбільш використовуваними в розбудові СКС є роз'єми RJ – «Registered Jack» (укр. «зарєєстрований роз'єм») – офіційно прийнятого стандарту роз'ємів «Universal Service Ordering Codes» («Універсальні коди класифікації сервісу»). Опис фізичного мережевого інтерфейсу RJ включає конструкції обох роз'ємів: «вилки» і «розетки».

Сімейство таких роз'ємів вельми велике, всі вони мають маркування RJ і відрізняються цифрами, призначенням і зовнішнім виглядом.

У системах передачі даних, телефонії та комп'ютерних мережах найбільш поширеними є такі RJ-роз'єми (рис. 6.13):

а) 8-позиційні (комп'ютерні) RJ-45 (рис. 6.13, а – FTP та рис. 6.13, в, г – UTP):

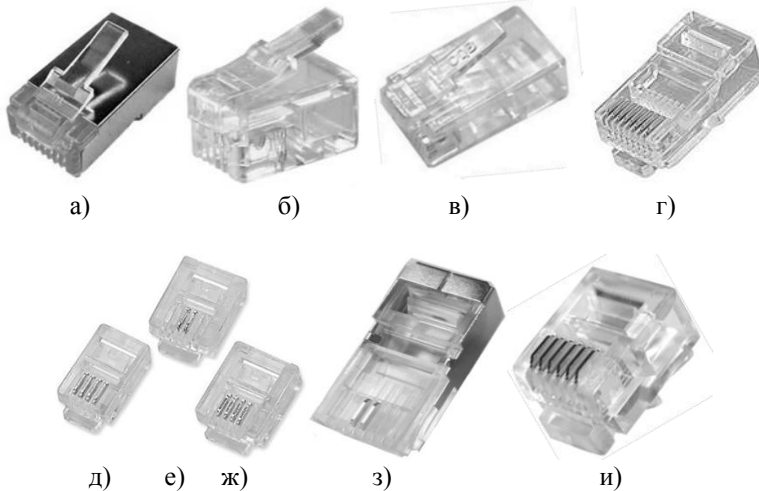
- 1) 8P8C (до 1 Гбіт/с);
- 2) 8P4C (до 100 Мбіт/с);
- б) 6-позиційні (для телефонних ліній):

- 1) RJ-25/6P6C (рис. 6.13, и);
- 2) RJ-14/6P4C (рис. 6.13, ж);
- 3) RJ-11/6P2C (рис. 6.13, е – UTP та рис. 6.13, з – FTP).

4-позиційні роз'єми 4P4C (рис. 6.13, д) та 4P2C (рис. 6.13, б) для телефонних трубок та гарнітури не належать до сімейства RJ-роз'ємів, але в прайс-листах іноді для цих роз'ємів використовуються позначення RJ9/RJ10/RJ22.

Такі конектори (джекі, штекери) розміщують на кінці кабелів для з'єднання з розеткою відповідного RJ-типу. Штекер виготовлений із прозорого якісного пластику і має 4 – 6 – 8 посадочних місць і 2 – 4 – 6 – 8 ножів-контактів. На контакти (ножі) нанесений шар технічного золота для якісної пропускнув здатності роз'єму. Для обпресування роз'ємів на кабелі необхідні кліщі з відповідною кількістю позицій.



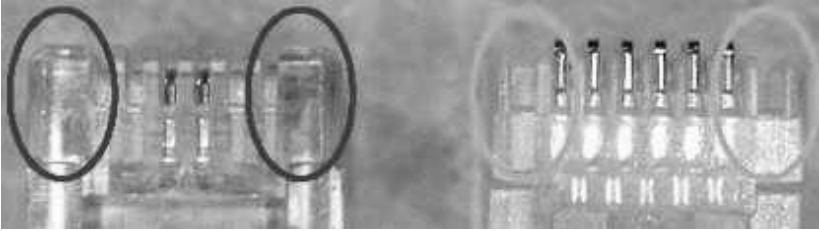


*Рисунок 6.13 – Сімейство RJ-конекторів:  
8-позиційні екрановані FTP (а) та неекрановані UTP (в, з),  
6-позиційні FTP (з) та UTP (е, ж, и), 4-позиційні UTP (б, д)*

Усі перераховані 6-позиційні вилки з різною кількістю контактів обжимаються тим же інструментом (кліщами обтисковими універсальними), матриця якого містить усі 6 позиції (див. рис. 6.9). У вилок з меншою кількістю контактів не всі позиції матриці використовуються.

Якщо необхідно вставляти 6-позиційні вилки у 8-позиційні гнізда RJ-45, то при виборі вилок слід звернути увагу на будову пластмасових боковин (рис. 6.14). Пластмасові краї вилок, що не мають спеціальних вирізів під 1-й і 8-й контакти (або під 1-й, 2-й, 7-й і 8-й контакти), вставляючись у розетку RJ-45, заминають і деформують контакти розетки (або патч-панелі). Внаслідок цього телефонний патч-корд відгинає 1-й, 2-й, 7-й або 8-й контакти модуля RJ-45 і лінія виходить з ладу та навіть не тестується [87].

На рис. 6.14 ліворуч 6-позиційна 2-контактна вилка бр2с без бічних пазів, праворуч – 6-позиційна 6-контактна вилка Siemon бр6с, оснащена бічними пазами (такі вилки можна сміливо включати в RJ-45 розетки, не турбуючись за їхнє псування):



*Рисунок 6.14 – Вилка з литими краями (зліва)  
та вилка з пропилон (справа)*

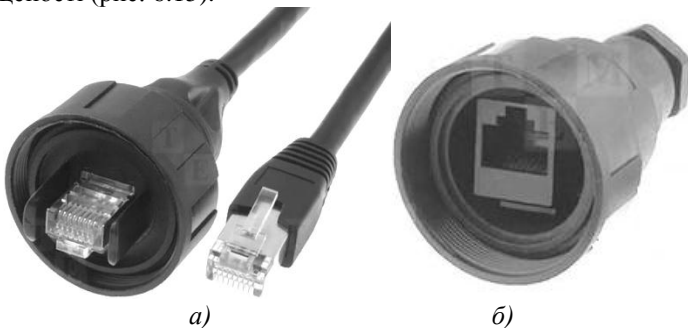
Для двопроводової цифрової телефонії використовуються тільки центральні 2 контакти (як і для звичайної аналогової телефонії). Для цього підійдуть і 2-, 4- і 6-контактні вилки (див. рис. 6.13, д – и). Незадіяні контакти не заважають роботі.

У відомчих телефонних станціях зустрічається 4-провідникова телефонія (наприклад, для системних телефонів, з яких можна виконувати програмування) – у такому разі потрібно мінімум 4 контакти. Отже, підійдуть 4 або 6-контактні вилки, реалізовані в шестипозиційному конекторі 6P (див. рис. 6.13, ж, и).

Можна також робити спеціальні патч-корди, з одного боку яких RJ-вилки 6P, а з іншого – 8P; в розетці RJ-45 відповідний конектор тримається надійніше.

У патч-панелях рекомендується завжди використовувати 8-позиційні вилки, навіть якщо гнізда призначені виключно для телефонії і в роботі задіяні лише 2 або 4 контакти.

Для зовнішнього (англ. «outdoor») монтажу необхідно застосовувати RJ-роз'єми (і вилки, і розетки) з підвищеним ступенем пиловолого-захищеності (рис. 6.15).



*Рисунок 6.15 – Конектор (а) та гніздо (б) роз'єму RJ-45  
у кабельному з'єднувачі з IP68*

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Для захисту притискного важеля роз'єму RJ доцільно застосовувати компенсатор механічний (рис. 6.16).

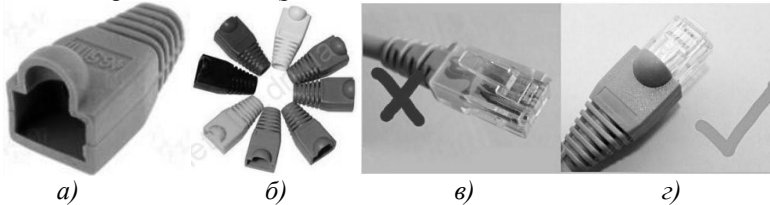


Рисунок 6.16 – Компенсатор механічний (ізолюючий ковпачок) роз'єму RJ (а, б) та варіанти неправильного (в) і правильного (г) термінування

Для роз'ємів, які повинні забезпечити більш швидкісні технології, застосовується безінструментальне термінування кабелю. Так, для підключення до пристроїв мереж стандарту 10Gbase-T можна використовувати два різновиди роз'ємів категорій 7 та 7A (рис. 6.17):

- роз'єм GG45 (від англ. «GigaGate») та його різновид роз'єм ARJ45 від компанії Nexans, запропонований для побудування СКС Класу F (кат.7);
- роз'єм TERA, розроблений компанією Siemon [99].

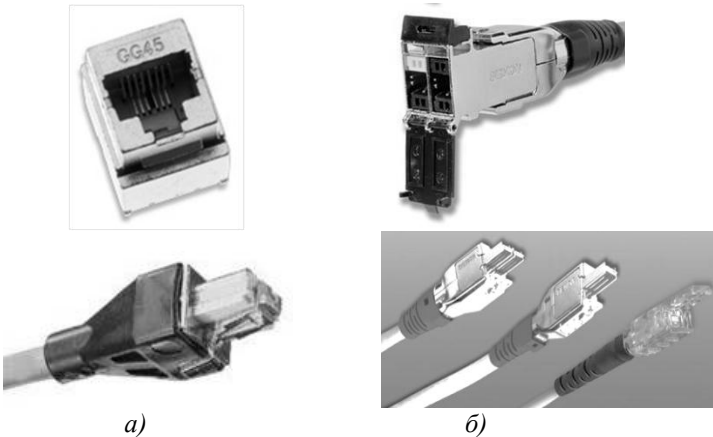


Рисунок 6.17 – Комбінація «розетка – вилок» для забезпечення технологій 10GbE та вище:  
а – GG45-GP45 CAT. 7A; б – роз'єм TERA CAT. 6

Роз'єм GG45 кат. 7A (Класу F<sub>A</sub>) Nexans має такі властивості:

- сумісність з RJ-45 (стандарт IEC 60603);
- діапазон робочих частот до 1000 МГц;

- підтримка майбутніх додатків 40 Gigabit Ethernet (40GBase-T);
- повне екранування для захисту від міжкабельних перехідних перешкод;
- принцип «2 в 1» для двох режимів передачі з використанням 12 контактів.

Існує також роз'єм GG45 від корпорації Alcatel, несумісний з конектором RJ-45, а розрахований на застосування лише вилки конектора GP45 (від англ. «GigaPatch») за стандартом IEC 61076-3-110).

Конектор TERA від компанії Siemon не базується на традиційному RJ-45. Контакти гнізда TERA розташовані на двох рівнях – верхньому і нижньому. Праві верхня і нижня пари контактів призначені для підтримки комп'ютерної мережі, а нижню ліву пару контактів рекомендовано відвести під голосовий зв'язок (IP-телефон). До розетки TERA можна приєднати однопарні, двопарні й чотирипарні кабелі. На теперішній час за ліцензією компанії Siemon конектори TERA виробляють ще кілька визнаних виробників. Діапазон робочих частот конектора TERA – до 1200 МГц<sup>1)</sup> (див. рис. 4.3, б).

Особливою перевагою конектора TERA є те, що гніздо дозволяє розгалужувати пари на різні додатки без використання Y-розгалужувачів [99]. В одне 4-парне гніздо можна за вибором вставити (див. рис. 6.17, б):

- одну 4-парну вилку;
- дві 2-парні вилки пліч-о-пліч;
- одну 2-парну вилку і дві 1-парні;
- чотири 1-парні вилки.

Конектори TERA призначені для польового термінування та не вимагають для цього спеціальних інструментів, що також підвищує їхню популярність під час проектування гігабітних ЛОМ.

## **6.2.4 Послідовність дій під час обтиску та загальні рекомендації**

Під час монтажу кабелю в роз'єми необхідно дотримуватися радіуса вигину кабелю. Більш сильний вигин може призвести до збільшення зовнішніх наведень на сигнал або до руйнування оболонки

---

<sup>1)</sup> Іноді запас частот до 1200 МГц називають категорією 8, але ця назва не підтверджується жодним стандартом. Тому більшість виробників маркують такий кабель та роз'єми як CAT. 7A.

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

кабелю. При передачі TV-сигналу можуть виникнути проблеми з якістю зображення.

Для кабелю «вита пара» під час монтажу вигин повинен бути  $\geq 8$ -10 зовнішніх діаметрів кабелю. Після монтажу  $\geq 4$ -х зовнішніх діаметрів кабелю. Радіус вигину ВОК повинен бути не менше 10 зовнішніх діаметрів кабелю за відсутності навантаження (після монтажу) і не менше 20 зовнішніх діаметрів при протягуванні із зусиллям, що не перевищує допустимі значення.

Для попередження сильного вигину в місці з'єднання кабелю та роз'єму RJ-45 необхідно використовувати спеціальні механічні компенсатори для роз'ємів («ковпачки»), що також перекривають засувки-замки на конекторах та захищають їх від відламування.

Для створення повного з'єднання з дата-кабелем провідники вводяться в роз'єм за відповідним стандартом і обжимаються спеціальним обтискним інструментом (за належного досвіду може використовуватися викрутка). Під час обтискання для мереж Ethernet частіше використовується схема стандарту TIA/EIA-568-B.

Послідовність дій під час термінування кабелю в роз'єм RJ-45:

1. Акуратно обрізати кінець кабелю, наприклад, різакон, вбудованим в обтискувальний інструмент.

2. Зняти з кабелю шар зовнішньої ізоляції (рис. 6.18, а, б) на довжину близько 20 міліметрів (не ушкодивши ізоляцію на самих витих парах). Можна використовувати спеціальний ніж («стріппер») для зачищення ізоляції витой пари; його лезо виступає рівно на товщину ізоляції, тому не пошкодить провідники. Втім, якщо немає спеціального ножа, можна скористатися звичайним або взяти ножиці.

Якщо кабель – екранована вита пара F/UTP, то необхідно зрізати алюмінієву фольгу (рис. 6.18, в).



a)



Рисунок 6.18 – Зняття стріпером зовнішньої ізоляції (а, б) та фольги (в) з кабелю «вита пара»

3. Розвести й розплести проводки, вирівняти їх в один ряд, дотримуючись при цьому колірної послідовності за обраним стандартом термінування (рис. 6.19). Загнути дренажний дріт на ізольований кінець кабелю (див. рис. 6.19).

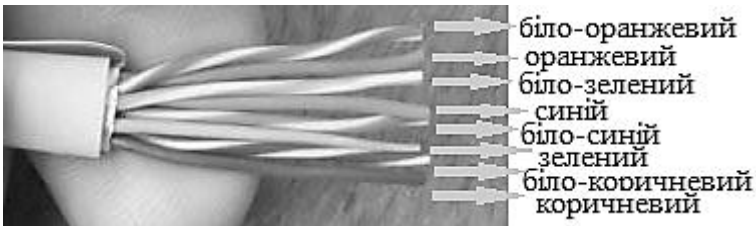
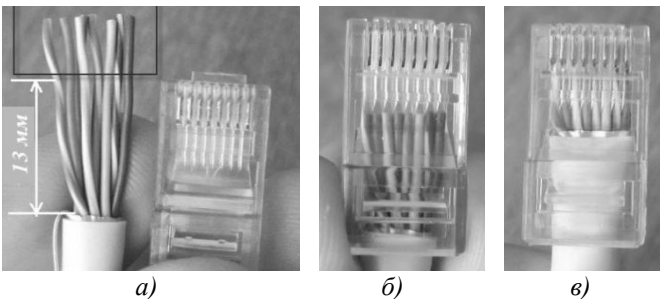
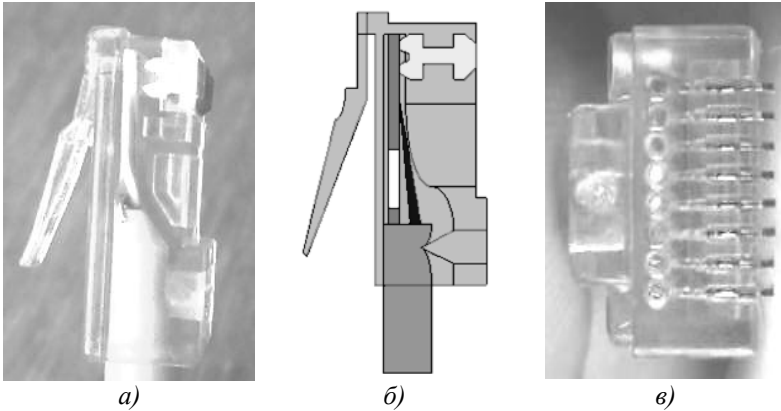


Рисунок 6.19 – Розкладання жил витोї пари за кольорами схеми T568B

4. Обкусити проводки так (рис. 6.20, а), щоб їхня довжина без зовнішньої ізоляції залишилася трохи більше сантиметра (до 13 мм).

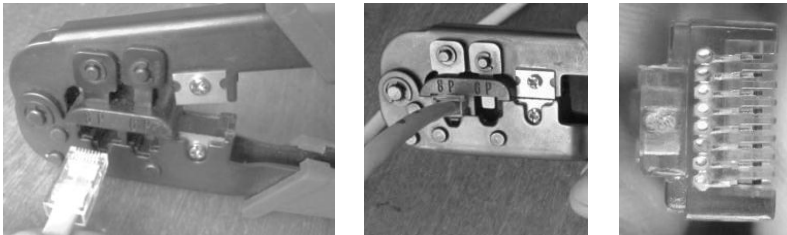
5. Вставити провідники в роз'єм RJ-45 (рис. 6.20, б). Переконайтесь, що всі проводи повністю увійшли в роз'єм і вперлися в його передню стінку (рис. 6.20, в) – щоб було чітко видно торці проводів (рис. 6.20, е).





*Рисунок 6.20 – Монтажна схема закладення кабелю в роз'єм RJ-45*

6. Помістити конектор із встановленим кабелем в обтискувальні кліщі, потім плавно, але сильно зробити обтиск (рис. 6.21).



*Рисунок 6.21 – Обтиск роз'єму RJ-45 кліщами*

Монтажуючи екрановану виту пару, необхідно стежити за цілісністю екрана по всій довжині кабелю. Розтягування або вигин призводить до руйнування екрана та в результаті до зменшення опору наведенням. Дренажний дріт повинен бути з'єднаний з екраном роз'єму.

На випадок невдалого монтажу кабелю в роз'єм необхідно закласти у кошторис більше конекторів, ніж доведеться обжимати, тому що не можна залишати конектори з неякісним монтажем для попередження зникнення трафіку на таких ділянках мережі. Якість монтажу доцільно підтверджувати результатами тестування.

## 6.2.5 Термінування «витої пари» в модулі, у розетки та патч-панелі

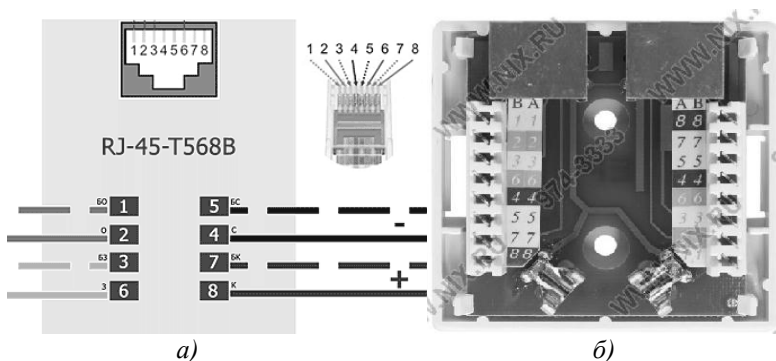
Необхідною умовою ефективної експлуатації комутаційного обладнання для горизонтальних підсистем є використання 16-, 24- або 48-портових патч-панелей у поєднанні з патч-кордом тієї ж або більш високої категорії. У конструкції патч-панелі використовуються розеткові модулі, тому послідовність дій під час термінування «витої пари» в патч-панель або розетку в більшості однакова.

По-перше, необхідно виконати кільцеву підрізку оболонки кабелю і зняти ізоляцію та фольговий екран на 30-40 мм. Після цього треба роз'єднати пари одна від одної та від дренажного дроту (рис. 6.22).



Рисунок 6.22 – Підготовка витої пари для монтажу в патч-панель

Потім жили кабелю треба завести на контакти патч-панелі або розетки відповідно до кольорового маркування за стандартом T568A або T568B (див. рис. 6.6, в). Схема стандарту виконана безпосередньо на обладнанні засобами заводського маркування, кожному кольору відповідає чітко визначена цифра (рис. 6.23, в).





## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

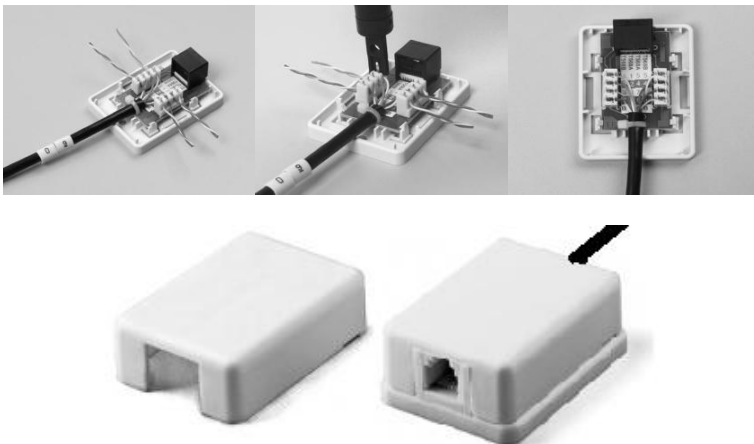
| Номер контакту | Колір провідника |
|----------------|------------------|
| 1              | Біло-оранжевий   |
| 2              | Оранжевий        |
| 3              | Біло-зелений     |
| 4              | Синій            |
| 5              | Біло-синій       |
| 6              | Зелений          |
| 7              | Біло-коричневий  |
| 8              | Коричневий       |

в)

*Рисунок 6.23 – Схеми монтажу витої пари в однопортову розетку (а), у двопортову розетку (б) з розкладкою кольорів за номерами IDC-контактів (в)*

Оскільки для монтажу кабелю застосовується метод створення контакту шляхом прорізання ізоляції (Insulation Displacement Connection, IDC), то зачищати ізоляцію жил не потрібно.

Потім за допомогою ударного інструмента («ніж-метелик», наприклад, моделі НТ-3140) забивають жили у контактний модуль (рис. 6.24). При цьому ніж модуля прорізає ізоляцію жили та врізається в контакт жили. Інструмент для закладення кабелю зазвичай має також ніж для автоматичної обрізки жил.



*Рисунок 6.24 – Термінування витої пари в розетку UTP з IDC-контактами*

Після закладення жил у контакти кабель прикріплюють металевими скобами або стяжками до плати патч-панелі або розетки, дренажний дріт накручують на відокремлений гвинт. Для патч-панелі, крім того, клему проводу заземлення (жовто-зеленого) закладають під контакт заземлення (рис. 6.25).

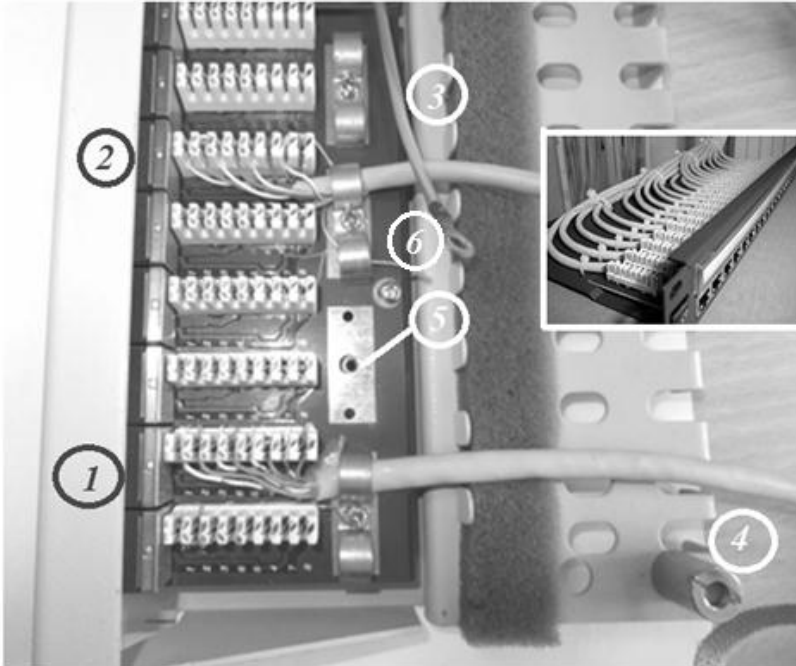


Рисунок 6.25 – Монтаж патч-панелі FTP IDC:

- 1 – некоректний монтаж (задовге розплетення);
- 2 – коректний монтаж;
- 3 – провід заземлення РЕ (жовто-зелений);
- 4 – гвинт для закріплення проводу заземлення;
- 5 – посадочне місце під гвинт для закріплення дренажного дроту;
- 6 – дренажний дріт.

Після закінчення термінування витієї пари в патч-панель або розетку треба приєднати кришку з маркуванням категорії до основи корпусу розетки або патч-панелі, поєднавши пази і злегка натиснувши. Якщо є додаткові кріплення, необхідно їх зафіксувати за допомогою викрутки.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Після цього патч-панель монтують у телекомунікаційну шафу, а розетку – на стінку.

Використовуються також модулі типу Keystone Jack RJ-45 (рис. 6.26) для термінування виті пари без використання спеціального інструмента (англ. «toolless»). Такі модулі призначені для застосування в кабельних системах CAT. 5E (Class D) і завдяки своїй конструкції є універсальними – монтуються або безпосередньо на кабель «вита пара» або у розеткову рамку. Екранування модулів повинно відповідати екрануванню призначених для них роз'ємів (FTP або UTP).

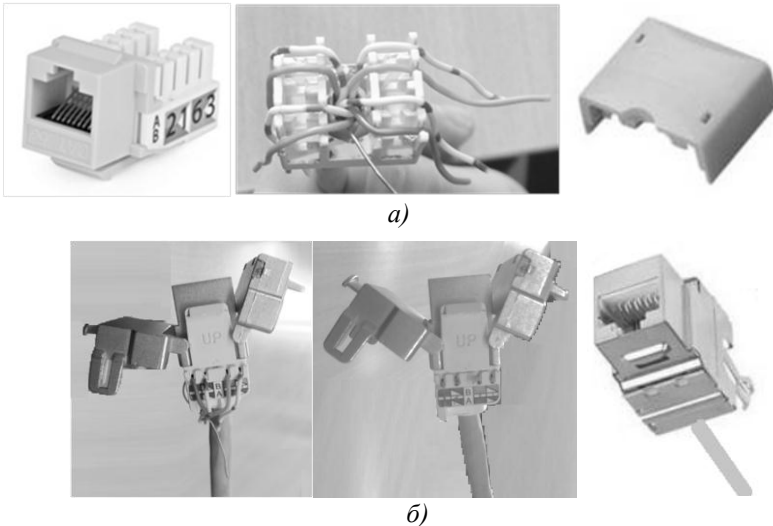


Рисунок 6.26 – Термінування виті пари в модульні роз'єми KeyStone: а – UTP; б – FTP

Безінструментальний монтаж кабелю в модульні роз'єми використовується в системах передачі даних із використанням технології 10GBASE-T. У таких системах необхідно забезпечити зв'язування металу фольги, оплітки або дренажного дроту з металом екранованого модульного роз'єму.

Методики термінування кабелю «вита пар» у модульні роз'єми для незахищеного (UTP) та екранованого (FTP) типів кабелю є однаковими, за винятком процедури його підготовки. Монтаж передбачає вертикальний тип закладення жил у контакти, дозволяє підключати одножильний (англ. «solid») кабель діаметром 22-26 AWG. Доцільно фольгу і

дренажний дріт кабелю типу FTP перед закладенням його у роз'єм відтягнути назад і закрутити навколо кінця кабелю, щоб забезпечити нерозривне з'єднання і ефективне заземлення. У середньому на термінування екранованої витой пари потрібно на 30 секунд більше ніж на термінування UTP.

У таких СКС необхідно приділяти увагу реалізації системи електроживлення та заземлення, на основі якої буде працювати система передачі даних на базі мідних кабелів. Якщо система електроживлення або кабельна система не буде належним чином спроектована та/або змонтована, тоді переходи або різниці електричних потенціалів можуть призвести до імпульсних сплесків або утворення паразитного контуру із замиканням через землю, що, імовірно, призведе до помилок під час передачі даних.

Не рекомендується кріпити телекомунікаційні розетки на стіну за допомогою двосторонньої клейової площини, тому що після пересихання клею (2 – 3 міс.) або після декількох перемикань патч-корду така площа відліпає від стіни та не забезпечує утримання розетки відповідно до проектної документації.

Більш доцільним та надійним є монтаж розетки в короб або за допомогою кріпильного набору (дюбель та шуруп).

Рекомендовані параметри дюбелів для настінного монтажу розеток, шурупів до них і відповідних отворів під дюбелі наведено в табл. 6.1.

*Таблиця 6.1 – Параметри дюбелів, шурупів до них і відповідних отворів (мм)*

| Дюбель  |         | Отвір під дюбель |                    | Діаметр шурупа |
|---------|---------|------------------|--------------------|----------------|
| Діаметр | Довжина | Діаметр свердла  | Глибина свердлення |                |
| 5       | 25      | 5                | 30                 | 3,5 – 4,0      |
| 6       | 30      | 6                | 36                 | 4,0 – 5,0      |
| 6       | 40      | 6                | 46                 | 4,0 – 5,0      |
| 6       | 50      | 6                | 56                 | 4,0 – 5,0      |

### **6.3 Монтаж кабельних трас**

Усі існуючі системи кабельних трас можна розділити на три великі групи [109]:

- а) периметральні (парапетні) – які монтуються вздовж стін (рис. 6.27);
- б) нижнього розміщення – по підлозі (плінтусний) або під фальш-підлогою;
- в) верхнього розміщення (у стелі або над фальшстелею).



Рисунок 6.27 – Периметральний монтаж кабельної траси

Силовий кабель прокладається в приміщеннях по тих же кабельних каналах, що і СКС; по коридору в окремих електричних лотках, де знаходиться вся електрична проводка.

Усі металеві елементи кабельних каналів, монтажних стійок (шаф) і т. п. приєднуються до заземлювальної шини.

### 6.3.1 Підключення кабелю від ISP

Підключаючи зовнішній канал до маршрутизатора, іноді треба вирішувати задачу з'єднання витої пари з телефонним 4-жильним телефонним кабелем П-296, який використовується на зовнішніх трасах, оскільки має хорошу ізоляцію і міцну сталеву оплітку (рис. 6.28).

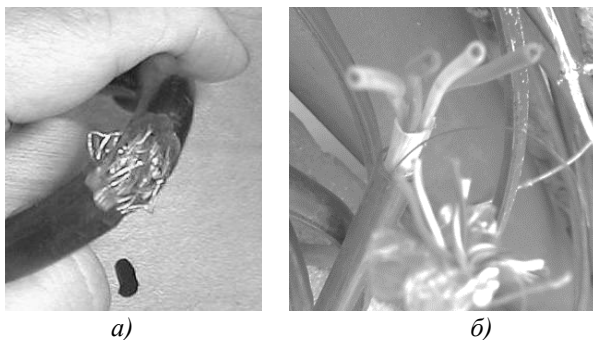
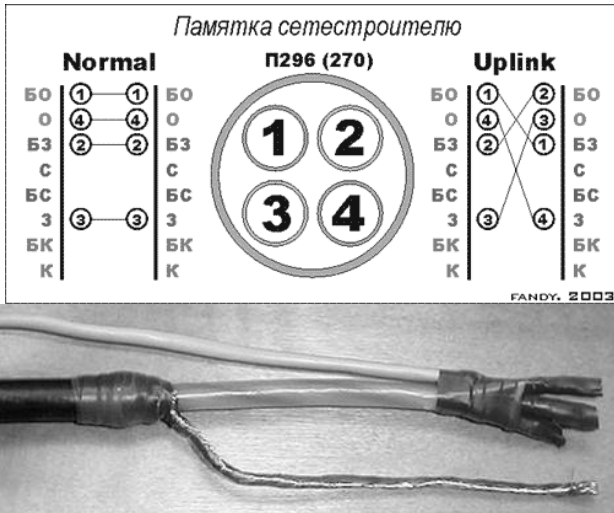


Рисунок 6.28 – Підключення каналу від ISP з'єднанням кабелю П-296 (а) та витої пари (б)

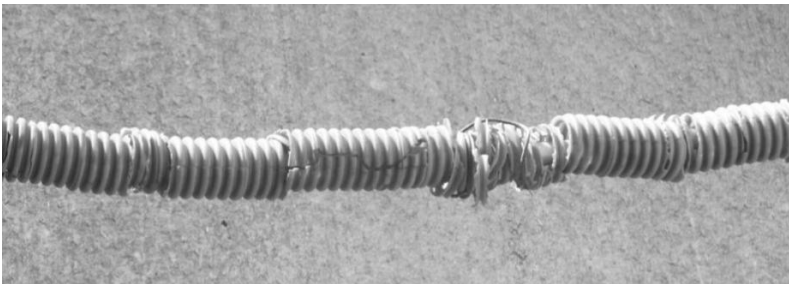
Схема перекомутації кабелю П-296 на схему T568В наведена на рис. 6.29.



*Рисунок 6.29 – Схема (а) та монтаж (б) перекомутації з кабелю П-296 на виту пару*

Але треба враховувати, що таке технічне рішення забезпечує трафік лише в межах 10 Мбіт/с [97].

Виконуючи зовнішній (outdoor) монтаж кабельної траси, необхідно також дотримуватися вимог щодо IP-коду використовуваних компонентів (див. п. 2.1.3.2). Порушення IP-коду веде до руйнування кабельної траси (рис. 6.30) та загрожує порушенням трафіку.



*Рисунок 6.30 – Руйнування кабель-каналу (гофротруби) в результаті порушення IP-коду для обладнання зовнішнього монтажу*

### 6.3.2 Монтаж кабелю в коробах

Короб пластиковий (кабель-канал) є найпопулярнішим й багатофункціональним матеріалом під час проведення електромонтажних робіт (прокладки силової та слабкострумової проводки).

Необхідно звернути увагу на те, що коробки та аксесуари до них (кути, заглушки тощо) від різних фірм-виробників відрізняються за типорозмірами (тобто кути та коробки від різних виробників можуть не стикуватися!) та відтінками навіть однаково названого кольору, тому вибір фірми-виробника пасивного мережевого обладнання та аксесуарів при проектуванні ЛОМ робиться один раз; комбінація комплектуючих різних фірм не рекомендується, а іноді й неможлива за причини нестикування виробів.

Найчастіше всередині кімнат використовується короб перетином 105 x 50 мм, який монтується на висоті робочих місць працівників. Відрізки коробу з'єднуються прямими або поворотними кутами (стандартний кут  $90^\circ$ , нестандартні кути  $70 - 120^\circ$ ). Закінчується короб зазвичай торцевою заглушкою.

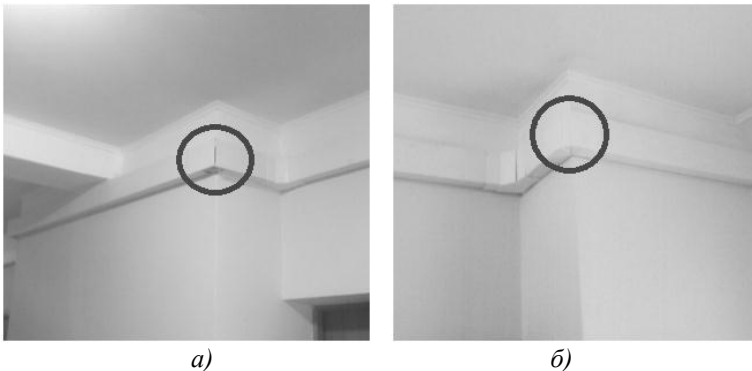


Рисунок 6.31 – Відсутність (а) та використання (б) поворотного зовнішнього кута  $90^\circ$  у білястельовому периметральному монтажі

Невикористання кутів при периметральному монтажі (рис. 6.31, б) не тільки руйнує гармонійність інтер'єру приміщення, а також є порушенням піловологозахисності (ІР-коду) кабелів, прокладених у такому коробі (з нестачею мережевих аксесуарів).

Перетин і розміри короба вибирають, зважаючи на такі особливості:

а) короб повинен забезпечувати прокладку всіх інформаційних і силових кабелів із врахуванням 30 – 50 % запасу по перетину для забезпечення можливості модернізації і розвитку кабельної системи в майбутньому;

б) він повинен забезпечувати необхідні відстані між інформаційною і силовою проводкою.

Під час прокладання силового та слабкострумового кабелю в одному (спільному) коробі використовується алюмінієва перегородка (рис. 6.32), що вбудовується в кабель-канал (короб або плінтус). Для запобігання погіршення якості сигналу необхідно під час монтажу кабельних трас дотримувати мінімально допустиму відстань між силовими (електричними) і дата-кабелями (30 мм).



*Рисунок 6.32 – Короб з внутрішньою перегородкою*

Мінімально допустимі відстані для силових ліній з напругою менше 480 В, які визначені стандартом ЕІА/ТІА-569-А, наведено в табл. 6.2.

*Таблиця 6.2 – Мінімально допустимі відстані між силовим та інформаційним кабелями*

| <b>Умови</b>  | <b>До 2 кВА</b> | <b>2-5 кВА</b> | <b>Більше 5 кВА</b> |
|---|-----------------|----------------|---------------------|
| Незахищені силові лінії поблизу відкритих або неметалевих кабелепроводів  | 127 мм          | 350 мм         | 610 мм              |
| Незахищені силові лінії поблизу заземлених металевих кабелепроводів   | 64 мм           | 152 мм         | 305 мм              |
| Силові лінії в заземлених металевих кабелепроводах (або з еквівалентним захистом) поблизу заземлених металевих кабелепроводів |                 | 76 мм          | 152 мм              |



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

Рекомендується дотримуватись вищезазначених відстаней між кабелями різного призначення або робити їх більшими ніж:

- 13 см від неекраниваних ліній електроживлення 2 кВА;
- 30 см від ліній з високовольтними наводками і від флуоресцентних ламп;
- 90 см від ліній електроживлення 5 кВА й вище;
- 100 см від ліній електроживлення трансформаторів, електродвигунів.

При цьому допускається перехрещення кабелів «вита пара» й електроживлення під прямим кутом.

На практиці для покращення естетичного виду прокладеної комп'ютерної мережі та зменшення витрат виконують прокладку силової і слабкострумової проводки в одному коробі, у такому разі необхідно забезпечити електромагнітний захист слабкострумової проводки від електромагнітних полів, створюваних у силовій проводці.

Пунктом 2.1.16 в ПУЕ:2011 [80; 81] дозволяється використовувати короб із внутрішніми перегородками для розділення кабелів на безпечно відстань (див. рис. 6.32).

Рідше використовують спеціальні металеві екрануючі лотки маленького перетину всередині пластикового короба або установлюють пластикові перегородки з металізованим напиленням. Цей спосіб є найбільш витратним, але в той же час і найбільш ефективним, а використання перегородок із металевим напиленням – компроміс між ціною і ефективністю.

У металевому коробі з алюмінієвим роздільником відстань між силовою та інформаційною проводкою допускається 30 мм (за сталевого роздільника – 25 мм), а якщо обидві проводки екрановані, то 20 і 10 мм відповідно. Але металевий короб істотно дорожчий.

Згідно з стандартом EN 50174-2 можна не робити рознесення/розділення на останніх 15 м (до розеток RJ-45) спільного паралельного пролягання інформаційних і електричних кабелів. Це положення поширюється як на екрановані, так і неекрановані інформаційні кабелі. Дозвіл на такий монтаж має особливу практичну цінність, оскільки виконати вимоги щодо рознесення силової та інформаційної проводки поблизу робочих місць буває вельми складно. Наприклад, унаслідок вузькості пластикових декоративних коробів, встановлених по периметру офісного приміщення.

Монтаж кабелів у коробі здійснюється за результатами розрахунку заповнення кабель-каналів (див. пп. 4.1.2 – 4.1.3), визначеного на стадії проектування ЛОМ, наприклад, за допомогою інтерактивного калькулятора.

### 6.3.3 Монтаж кабелю над фальшстелею

У коридорах за підвісними стелями кабельні траси прокладаються із застосуванням перфорованих металевих лотків (рис. 6.33), окремо силова траса та в окремих лотках – інформаційна (з дотриманням відповідних відстаней за стандартом).

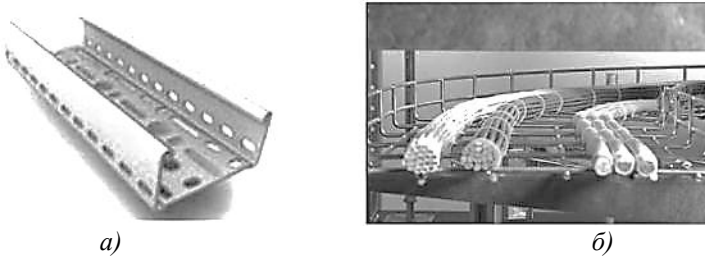


Рисунок 6.33 – Прокладка кабелю у металевих лотках:  
а – перфорований лоток; б – кабельна траса в дротяному лотку

Лотки дозволяють створювати кабельні траси великої ємності, а також надають можливість без суттєвих матеріальних затрат прокласти додаткові інформаційні кабелі для організації додаткових портів СКС.

Під час монтажу кабелю в місцях з підвісними стелями або фальш-стелями засоби кріплення мають бути структурно незалежними від елементів підвісної стелі, її арматури або засобів кріплення. Елементи кріплення кабелю мають бути розташовані з інтервалами 1,2 – 1,5 м.

Висвердлювання отворів під дюбелі виконують дрелями (зручніше акумуляторними, потужністю до 600 Вт), працюючи з відносно нетвердими будівельними матеріалами – цегла, дерево, ДСП, ДВП, гіпсокартон; для роботи по бетону використовують ударні дрилі і легкі перфоратори (потужність до 700 Вт). Закручування шурупів виконують шурупвертами і дрелями-шурупвертами, використовуючи насадки з бітами відповідної форми та діаметра.

Звичайно, свердлити отвори і закручувати шурупи можна й вручну (що коштуватиме дешевше), але при цьому монтаж затягнеться на довгий час. Тому доцільно в кошторисі передбачити окремий розділ із інструментами для монтажу (див. табл. 2.13).

Якщо монтаж кабельної траси здійснюється в жолобі над фальшстелею, тоді до траси прокладання кабелів (див. рис. 2.12) необхідно додати схему розміщення кабелю в жолобі (рис. 6.34).

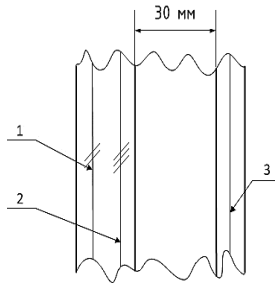
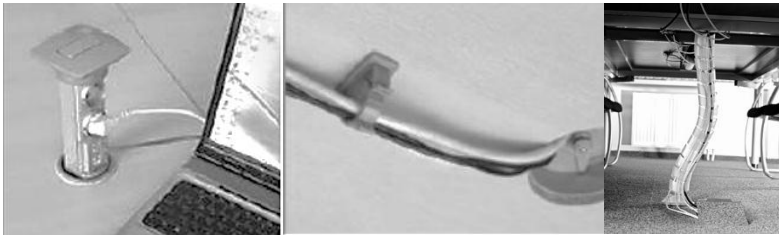


Рисунок 6.34 – Схема розміщення кабелів у жолобі:

- 1 – кабель електроживлення двопроводовий;
- 2 – кабель електроживлення трипроводовий;
- 3 – кабель UTP cat. 5E.

До робочих місць кабелі доводяться у кабель-каналі (рис. 6.35) або через стійку-організатор (рис. 6.36).



а)

б)

в)

Рисунок 6.35 – Кабель-канал до робочого місця: а – настільний; б – з кріпленням до столу; в – у гофротрубі знизу



Рисунок 6.36 – Вертикальна стійка-організатор

### 6.3.4 Монтаж абонентських розеток

Силкові й інформаційні розетки відповідно до дизайну приміщення можуть бути встановлені як всередині стін (рис. 6.37, а), так і в коробах (рис. 6.37, б, в) з урахуванням різноманітних варіантів кольорової гами розеткових модулів та коробів, які б оптимально підходили до оформлення офісу.

Електричні розетки добираються з кодом IP22; тоді вони захищені від проникнення пальців і не можуть бути пошкоджені водою, що капас вертикально або майже вертикально (див. табл. 2.3).

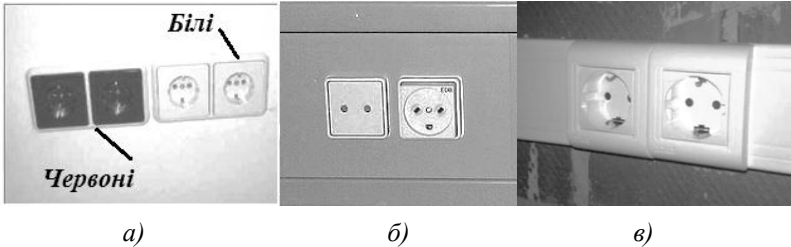


Рисунок 6.37 – Монтаж абонентських розеток:  
а – на стінку; б, в – у короб

Для зручного й компактного розміщення пасивного обладнання СКС і електрики в офісному приміщенні, де працює велика кількість працівників, розеткові модулі (силкові та інформаційні) встановлюються в універсальні підлогові колони (рис. 6.38).

За наявності великих відкритих, без перегородок, офісних площ для максимально ефективного розміщення робочих місць розеткові модулі рекомендується встановлювати в підпідлогові лючки (рис. 6.39).

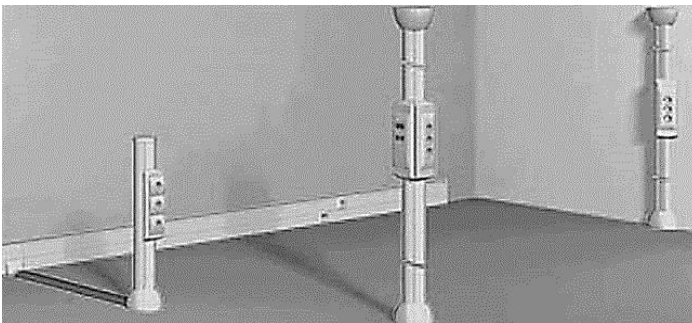


Рисунок 6.38 – Підлогові колони з розетковими модулями



Рисунок 6.39 – Підпідлогові лючки з розетковими модулями

### 6.4 Монтажні роботи в серверній кімнаті

#### 6.4.1 Організація серверного та кросового приміщень

Технічні приміщення, необхідні для побудови інформаційної структури підприємства, у цілому діляться на апаратні (серверні) та кросові.

Апаратна – технічне приміщення, у якому поряд з комутаційним обладнанням СКС розташовується мережеве обладнання колективного користування (АТС, сервери, концентратори).

Якщо основний обсяг встановлених у цьому приміщенні технічних засобів складає обладнання ЛОМ, то його інколи називають *серверною*, а якщо АТС установи і системи зовнішніх телекомунікацій – *вузлом зв'язку*.

Великі апаратні обладнуються фальшпідлогами, системами пожежогасіння, кондиціонування і контролю доступу.

*Кросова* – приміщення, в якому розміщується комутаційне обладнання СКС, мережеве та інше допоміжне обладнання. Бажане її розміщення поблизу вертикального стояка, обладнання телефоном і системою контролю доступу.

Апаратна може бути поєднана з кросовою будівлі.

У сучасних комерційних будівлях встановлюється велика кількість слабкострумових розеток і прокладається велика кількість слабкострумових кабелів (переважно – «вита пара»), які входять до складу кабельної системи. Усі слабкострумові кабелі зводяться до телекомунікаційних приміщень (серверних приміщення, апаратних, кросових), де вони розподіляються по комутаційних панелях (професійний жаргон «патч-панель») і кросових пристроях.

Згідно з вимогою американського стандарту ANSI/EIA/TIA-569 «Кабельні канали і телекомунікаційні приміщення комерційних

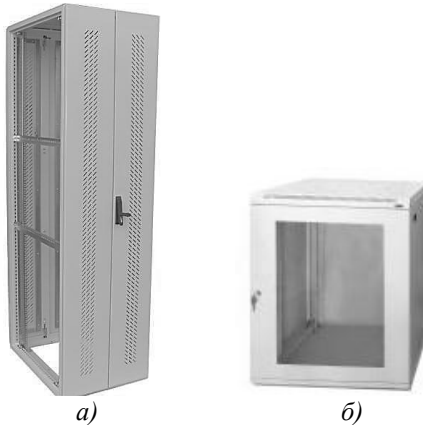
будівель» необхідно виділити не менше 6,6 кв. м площі під кожне телекомунікаційне приміщення.

Найчастіше такі приміщення розташовуються або поряд із міжповерховими шахтами (стояками), або приблизно в центрі поверху так, щоб відстані від комунікаційного вузла до будь-якого місця поверху, де буде прокладена СКС, були приблизно однаковими.

Телекомунікаційне приміщення в будівлі може бути одне або декілька. Необхідно нагадати, що в Україні не існує прийнятих стандартів щодо СКС, тому ця норма є не регламентованою, а тільки рекомендованою. Головне те, що зазначене приміщення повинно бути окремим для організації його окремого електроживлення та забезпечення необхідного рівня захисту.

Окреме електроживлення передбачене у п.5.12 ДБН В.2.5-23-2003 [37], де зазначено, що облаштовуючи комп'ютерні робочі місця, необхідно передбачати живлення комп'ютерних штепсельних розеток самостійними лініями, починаючи від розподільного щита (РЩ), групового (ГРЩ) або квартирного щитка.

У самих кросових приміщеннях та у приміщенні серверної кімнати встановлюються комутаційні шафи (рис. 6.40) шириною 482,6 мм (19 дюймів), глибиною 600 мм та заввишки не вище 2200 мм (45U). Телекомунікаційні шафи 19 дюймів (19") дозволяють розмістити велику кількість обладнання на невеликій площі за рахунок вертикального монтажу. Наприклад, стандартна 19" комутаційна шафа 42U x 19" x 600 мм займає площу всього 0,36 кв. м, а витримує навантаження до 800 кг.



*Рисунок 6.40 – Телекомунікаційна шафа з кодом захисту IP40: а – підлогова; б – настінна*

Якщо шаф у серверній декілька, то всі вони повинні бути об'єднані між собою в єдиний конструктив. Для об'єднання шаф необхідно зняти бічні панелі шаф і поєднати несучі рами каркаса між собою. У рамах каркаса є спеціальні прорізи, у які вставляються дужки, і шафи об'єднуються в єдину конструкцію. Об'єднання шаф додає ще більшу міцність і стійкість конструкції, дозволяє поліпшити ефективність системи охолодження і забезпечити хороший контакт між металевими виробами, що значно поліпшує характеристики системи заземлення телекомунікаційного обладнання. Введення кабелю здійснюється через верхню кришку шафи на модуль PDU (Power Distribution Unit) або через низ шафи до стабілізатора.

Кожна ТР з робочих приміщень з'єднується з патч-панеллю кабелем FTP категорії 5E. Але, враховуючи стрімке підвищення швидкості телекомунікаційних технологій, доцільно магістральну кабельну систему виконувати на кабелі 6-ї категорії. Прокладання кабелів у серверній кімнаті має проводитися в пластикових лотках і коробах, а в диспетчерській кімнаті в пластикових коробах.

У серверній кімнаті зв'язують горизонтальні і магістральні кабелі. Тому рекомендується розташування монтажної (серверної) кімнати (з розміщеними в ній телекомунікаційними шафами) в центрі основної обчислювальної техніки, самої ЛОМ і АТС-обладнання. Визначення місця розташування монтажної кімнати визначає точку входу зовнішніх кабелів та точку демаркації між майном організації і провайдером.

У загальному вигляді рекомендації щодо зв'язування між собою кабелів горизонтальної та магістральної підсистем СКС такі:

а) підготовка кабелів і закладення їх до модульних роз'ємів. Необхідно зняти верхню оболонку кабелю, підготувати фольгу, оплітку й дренажний дріт провід до зв'язування з модульним роз'ємом. Треба виконати надійне зв'язування металу з металом між екранованим кабелем і екранованим модульним роз'ємом для забезпечення якісного заземлення лінії зв'язку та комутаційного обладнання;

б) зв'язування модульного роз'єму з патч-панеллю. Необхідно забезпечити точки контакту металу з металом між модульним роз'ємом і патч-панеллю. Як альтернатива, можна забезпечити зв'язування металу з металом між модульним роз'ємом та стійкою/шафою з допомогою дротяних перемичок. У разі монтажу кабелю безпосередньо в IDC-роз'єми патч-панелі (див. рис. 6.25) необхідно забезпечити надійний контакт із патч-панеллю дренажних дротів із кожного кабелю (див. рис. 6.25, № 5 та 6);

в) зв'язування патч-панелі зі стійкою/шафою. Необхідно забезпечити точки контакту металу з металом між патч-панеллю і стійкою. Це може бути виконане за допомогою проводу заземлення та спеціального гвинта в конструкції патч-панелі (див. рис. 6.25, № 3 та 4);

г) зв'язування стійки/шафи із загальною мережею електроживлення. Напрявні стійки або шафи повинні бути пов'язані з заземлювальною конструкцією спеціальним кабелем заземлення (жовто-зелений) або шиною заземлення, яка приварюється безпосередньо до ТШ.

Рівні захисту всього обладнання серверної (телекомунікаційних шаф, ДБЖ, електричних автоматів і т. ін.) від пилу і вологи вказуються у вигляді IP Code. Для роботи телекомунікаційних шаф на вулиці необхідно використовувати телекомунікаційні шафи з IP Code не нижче IP65. Для серверних приміщень, апаратних, центрів обробки даних для ТШ зазвичай достатньо рівня захисту IP20 – IP40 [93], який свідчить про захист конструкції від проникнення всередину предметів діаметром 12 мм та захист від дотику пальцями до струмоведучих частин (див. табл. 2.3).

У будівлях із сумарною площею зони обслуговування до 500 кв. м, на поверхах з площею зони обслуговування до 100 кв. м, а також у тих випадках, коли немає можливості відвести для телекомунікаційної окремого приміщення на поверсі, її роль можуть виконувати невеликі шафи 6 – 10U [93]. Двері шаф, які використовуються як альтернативні приміщення, в обов'язковому порядку повинні мати замки і закриватися на ключ.

## **6.4.2 Монтаж телекомунікаційної шафи**

Телекомунікаційна шафа дозволяє захистити пристрій від вологи і електромагнітного випромінювання, а також від проникнення пилу і бруду. Захист від електромагнітного випромінювання забезпечує установка металевих дверей і пристрій захисного заземлення шафи.

Телекомунікаційні шафи та стійки можуть бути встановлені не тільки в серверному приміщенні, а й у коридорах або навіть поза офісних приміщень.

Для приміщень, у тому числі і серверних, цілком достатньо рівня захисту IP20. На коридорі доцільно встановлювати ТШ з IP40 та прозорими дверцятами (див. рис. 6.41, а), наприклад, українського виробництва моделей ШС, ШЕТ, ШЕЛ або чеські STL [93].

Утім, у деяких місцях замість телекомунікаційної шафи цілком можна обійтися і настінними кронштейнами для закріплення



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

обладнання. Обов'язково вважається лише наявність поверхової шафи. Телекомунікаційні шафи, згідно з вимогами стандарту ANSI/EIA/TIA-942 «Вимоги щодо заземлення і електричних з'єднань телекомунікаційних систем комерційних будівель» і ПУЕ:2011 [81], необхідно заземлити. Заземлення дозволяє зрівняти потенціали між різними системами, зняти статичний заряд електрики з телекомунікаційної шафи і обладнання, встановленого в телекомунікаційній шафі. Напрявні стійки або шафи повинні бути пов'язані із заземлювальною конструкцією.

Шафи за місцем установки і розміщенням класифікують на настінні висотою 3U, 6U, 9U або 12U (рис. 6.41, а) та підлогові телекомунікаційні шафи (рис. 6.41, б) на 22 – 45U з максимальною висотою шафи 2200 мм.



Рисунок 6.41 – Телекомунікаційні стійки (а) та шафи:  
б – настінна; в – підлогова

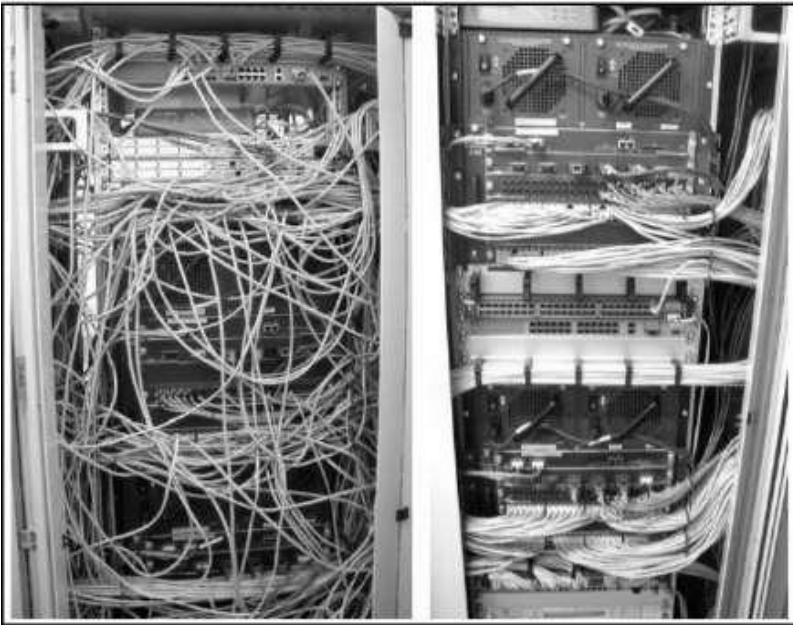
Для полегшення роботи монтажників деякі підлогові шафи мають маркування висоти, що зазначена на напрямних шафи у вигляді номера юніта (рис. 6.42).



Рисунок 6.42 – Маркування висоти шафи  
фірми TWT (номери юнітів)

Кожну телекомунікаційну шафу необхідно окремо з'єднати з телекомунікаційною шиною заземлення за допомогою заземлювального провідника (заземлювальний РЕ-провідник має бути мідним, його переріз повинен бути не менше ніж 4 кв. мм відповідно до вимог п. 1.7.139 ПУЕ:2011 [81]). Не допускається послідовне з'єднання заземлювальним провідником декількох телекомунікаційних шаф, щоб уникнути неумисного розриву лінії заземлення.

До телекомунікаційних шаф для оптимізації монтажу поставляється також велика кількість *аксесуарів*, які дозволяють правильно організувати розподіл кабельної системи (рис. 6.43, б), підвищити безпеку і надійність роботи встановленого обладнання.



*Рисунок 6.43 – Варіанти монтажу в серверній стійці:  
а – без використання аксесуарів; б – оптимально організований*

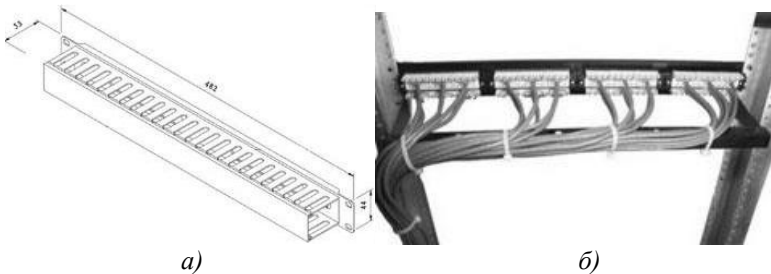
*Кабельні організатори* («органайзери») дозволяють організувати вертикальні і горизонтальні кабельні потоки в телекомунікаційній шафі так, щоб було видно маркування кросових і комутаційних панелей. Кабельні організатори (рис. 6.44, а) дозволяють понизити навантаження на кабелі і шнури, підтримувати мінімально допустимий радіус вигину апаратних і комутаційних шнурів. Рекомендується

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

встановлювати на обладнання висотою 2U, як мінімум, один організатор заввишки 1U.

*Підтримувальна скоба* (рис. 6.44, б) застосовується для кріплення кабелю ззаду кросових і комутаційних панелей. Вона забезпечує необхідний радіус вигину, надійну фіксацію кабелів і зниження навантаження на з'єднання.

*Полиці* дозволяють встановити обладнання, яке не має стандартного 19-дюймового кріплення. Необхідна наявність, як мінімум, однієї внутрішньої полиці, на яку можна поставити, наприклад, підлоговий варіант джерела безперебійного живлення (ДБЖ), якщо з економічних міркувань не вибрано 19" ДБЖ або ДБЖ іншого типорозміру, призначений для установки в шафу (тобто, RackMount).

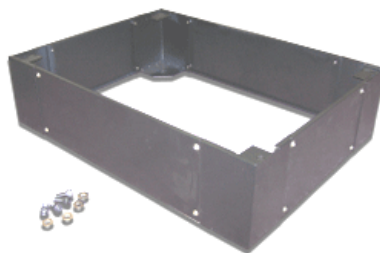


*Рисунок 6.44 – Кабельний організатор (а) та задня скоба 19" (б) для фіксації підведених кабелів*

*Щіткове кабельне введення* (рис. 6.45) захищає від проникнення пилу всередину шафи, збільшує ефективність системи охолодження. Безпосередньо на цей елемент під'єднуються ножові контакти стабілізатора, тому він встановлюється в нижні («перші») юніти ТШ.



*Рисунок 6.45 – Установка щіткового кабельного вводу в основі шафи*



*Рисунок 6.46 – Цоколь для підлогової шафи*

*Цоколь* (рис. 6.46) використовується для укладання і зберігання запасу кабелю. Згідно з вимогами кабельних стандартів у телекомунікаційних приміщеннях повинен зберігатися запас кабелю не менше 3 метрів (у цоколі телекомунікаційної шафи).

*Полиці з вентиляторами* використовуються для збільшення повітряного потоку і підвищення ефективності охолодження активного обладнання. *Система управління вентиляторами* призначена для підтримки і контролю заданої температури в телекомунікаційній шафі. Зазвичай використовують 19" вентиляторну панель на 2-4 вентилятора з вбудованим термоконтролером (рис. 6.47).

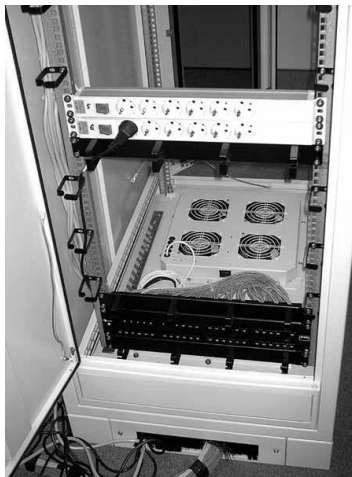


*Рисунок 6.47 – Блок з термоконтролером 19" на 4 вентилятори*



*Рисунок 6.48 – Блок на 8 електричних розеток, 19 дюймів (PDU)*

*Блок електричних розеток* (рис. 6.48), що встановлюється в телекомунікаційну шафу (рис. 6.49), призначений для розподілу електроживлення активного обладнання і захисту блоків живлення активного обладнання від короткого замикання і перевантажень.



*Рисунок 6.49 – Монтаж розеткових та вентиляторних модулів у ТШ*

Безумовно, придбання та використання аксесуарів у шафах і стійках не є обов'язковим, але зручність обслуговування та зовнішній вигляд можна наочно оцінити з порівняння результатів монтажу рис. 6.43, а та рис. 6.43, б.

Для монтажу обладнання у ТШ окремо замовляють комплект кріплень (гвинт + гайка), наприклад, комплект кріплень М6 х 20 (50 шт.) вартістю близько 50 грн [93]. Крім надійної фіксації обладнання у ТШ, завданням кріплень є також забезпечення точки контакту металу з металом між патч-панеллю і стійкою. Оскільки більшість патч-панелей та/або стійок автоматично забарвлюються, для зняття фарби в різьбових отворах напрямних для монтажу обладнання слід використовувати самонарізні гвинти. Головки гвинтів або шайби повинні також мати зубці для зняття фарби з патч-панелей.

На ринку телекомунікації найбільш розповсюджені імпортні шафи (стійки) фірм ZT-Net, Conteg, Triton, Atrack і AESP (Чехія), Legrand (Франція), Knuerf AG (Німеччина), ДКС (Росія); вітчизняні шафи (стійки) виробництва харківських фірм «ТЕКО» і ТОВ «ІРСОМ», київських заводів «Елекон» і ВАТ «УХЛ-МАШ» та ін. [93; 112].

### **6.5 Монтаж обладнання в житлових або робочих приміщеннях**

Слід зауважити, що відповідно до більшості відомчих нормативних документів забороняється розміщення робочих місць працівників у серверних приміщеннях [72].

Крім того, згідно з ДСанПіН 3.3.2-007-98 не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями операторів у підвалах і цокольних поверхах [38].

Під час монтажу в житлових та робочих приміщеннях доцільно використовувати однотипні рішення, матеріали і компоненти, що забезпечить не тільки високу надійність і довговічність роботи системи, а й полегшить її експлуатацію та обслуговування.

Так, робоче місце користувача оснащується однією двопортовою телекомунікаційною розеткою з роз'ємами RJ-45 CAT. 5E або CAT. 6 для підключення комп'ютера і телефону. Крім того, робоче місце комплектується двома різнокольоровими абонентськими розетками (220 В, 50 Гц): одна – для підключення слабкострумкової техніки (див. рис. 6.37, а – червоні розетки), друга – для побутової техніки та периферійних пристроїв (лампа освітлювання, принтер, колонки тощо).

Обладнання, що встановлюється в житлових або робочих приміщеннях (розподільчі шафи, автомати, пристрої захисного відключення (ПЗВ), системи укладки кабелю та їхні аксесуари, мережеві комутатори, розетки телекомунікаційні тощо), повинно мати код захисту не нижче IP40 (тоді всередину обладнання не потраплять предмети діаметром більше 1 мм, та конструкція захищає від дотику до струмоведучих частин пальцями або інструментом).

Обладнання відеоспостереження, систем контролю та управління доступом (СКУД), периферійне мережеве обладнання для вуличного використання (банкомати, паркомати, інфоюоски, платіжні термінали самообслуговування, термінали збору даних, Wi-Fi-точки доступу й т. п.) та кабель-канали для його підключення повинні мати код захисту IP33 (без захисту від вологи), IP55 або IP65 (повний захист від проникнення пилу та вологи), що забезпечує їхню всепогодну працездатність.

## **6.6 Заземлення та грозозахист портів активного обладнання. Запобігання електромагнітним завадам**

Для мінімізації впливу електромагнітних завад від побутових пристроїв та електрообладнання (холодильник, акустичні колонки, електророзподільні щити та ін.) на магістральних каналах між приміщеннями використовується екранована (F/UTP, SF/UTP) або захищена (F/FTP, SF/FTP) вита пара. Екранована або захищена вита пара, безумовно, надійніша порівняно з неекранованою, але тільки в тому випадку, якщо екран буде заземлений. Незаземлений екран може давати додаткові наводки – перешкоди. Крім того, заземлення екрана на витій парі повинно бути зробленим тільки з одного боку, але не з обох сторін відразу і не де-небудь усередині – це може призвести до повної втрати зв'язку. Також слід мати на увазі, що в активному мережевому обладнанні може бути автоматично заземлений підключений до нього кінець кабелю.

Для організації заземлення в будівлях із ЛОМ нормативними документами передбачено використання в лініях електроживлення об'єктів ЛОМ виключно трипроводового електричного кабелю [38].

Грозозахист Ethernet забезпечує захист портів комунікаційного обладнання від можливих неполадок в електропостачанні з причини:

- вторинних впливів блискавки;
- неприпустимих перепадів струму;
- можливих перенапруг у магістралі;
- накопичення статичної електрики під час опадів.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

За відсутності спеціалізованого захисту існує реальна загроза вигорання портів, підключених до повітряної лінії і до кабелів, проведених усередині будівлі. «Згоріти» можуть не тільки окремі порти, але і весь комутатор (роутер, кабельний модем й т. п.), що об'єднує комп'ютери в ЛОМ.

Є два основних види грозозахисту:

- грозозахист кабельних ЛОМ (рис. 6.50);
- грозозахист високочастотного тракту бездротового обладнання (рис. 6.51).

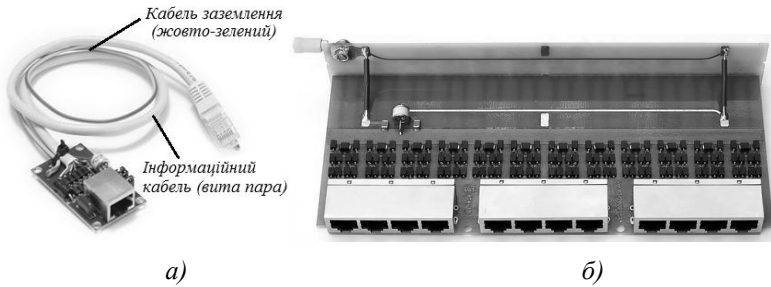


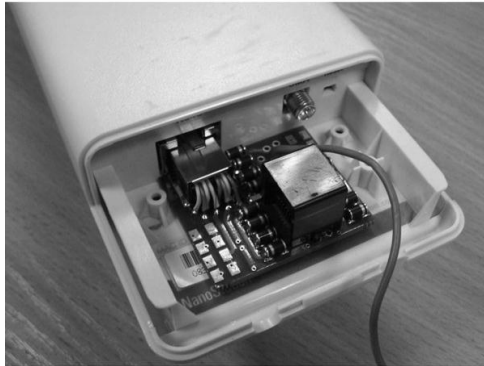
Рисунок 6.50 – Грозозахист портів Ethernet:  
а – однопортний AN-100 PoE; б – 12-портний

Грозозахист повинен бути на кожному порту комутаційного пристрою (роутера, свитча, ADSL-модема та ін.), до котрого підходить зовнішній кабель від ISP. Доцільно використовувати пристрої грозозахисту промислового виготовлення PRO1980, AN-100 PoE або ін. [31; 32].



Рисунок 6.51 – Пристрої грозозахисту високочастотного тракту:  
а – супутникових та ефірних ресіверів (до 2,4 ГГц);  
б – для антени точки доступу (до 6 ГГц)

Модуль грозозахисту може бути вбудованим у комутаційне обладнання. Наприклад, для захисту бездротових точок доступу серії NanoStations виробництва фірми Ubiquiti від статичних і грозових розрядів розроблено спеціальну версію пристрою грозозахисту NanoStation PRO (рис. 6.52), що встановлюється прямо в корпус точки доступу [32].



*Рисунок 6.52 – Пристрій грозозахисту, вбудований у точку доступу NanoStations*

## **6.7 Візуалізація результатів монтажу**

Візуалізація приміщень із ЛОМ надає можливість переглянути варіанти розміщення пасивного та активного обладнання в приміщеннях, зробити оптимальний вибір, задовольнити бажання Замовника побачити кінцевий результат до початку виконання монтажних робіт.

3D-вимірність приміщення з ЛОМ призначено також для оцінки ергономічності створеного робочого простору користувачів інформаційного простору корпорації, естетичності дизайну.

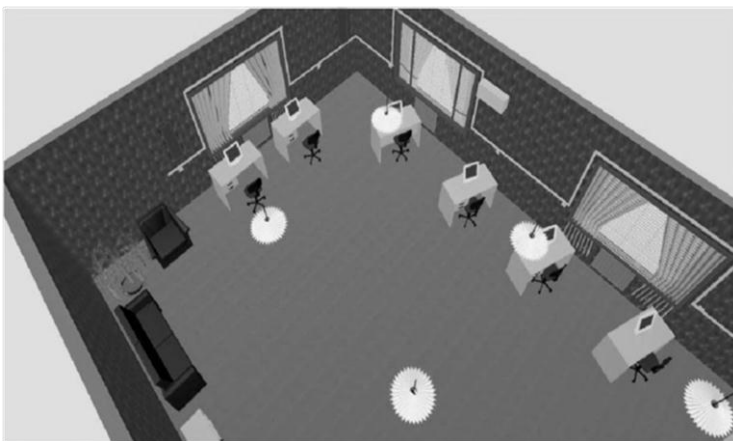
Для 2D- та 3D-модельовання гарні результати можуть бути отримані за допомогою програмного забезпечення GrandSoft VisiCon, Autodesk 3DStudio Max, Xara 3D, Apple Quickdraw 3D, Blender, 3D Canvas, Rhino 4, Modo 302, ProSto й т. п.

До звіту з курсової роботи включаються скріншоти з найбільш вигіршних ракурсів приміщення, на яких найкраще видно розташування саме комп'ютерного та комутаційного обладнання, особливості монтажу складових ЛОМ.



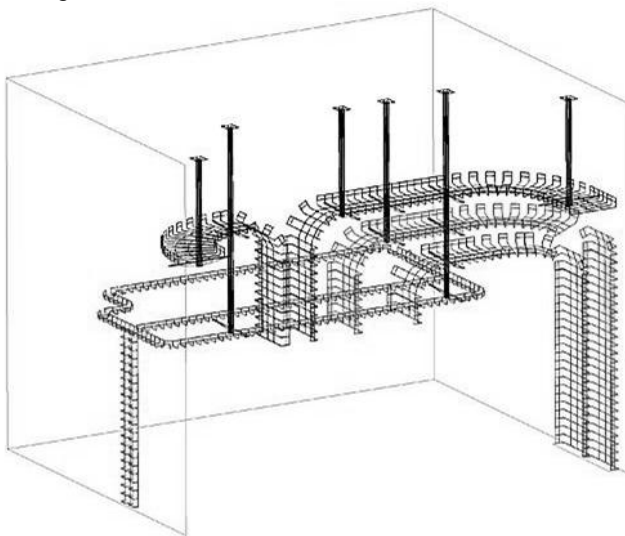
## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

Приклад 3D-візуалізації периметрального монтажу СКС наведено на рис. 6.53.



*Рисунок 6.53 – 3D-візуалізація периметрального монтажу СКС*

Приклад 3D-візуалізації монтажу магістральної кабельної траси наведено на рис. 6.54.



*Рисунок 6.54 – 3D-візуалізація монтажу кабельних лотків магістралі СКС*

У додатку до курсової роботи доцільно навести опис послідовності створення 3D-візуалізації приміщення.

## **6.8 Підготовка до адміністрування СКС**

Для функціональної перевірки готовності СКС до адміністрування корисно змодельовати повсякденні дії, пов'язані з адмініструванням СКС [66]:

- додати комутатор у монтажну шафу (визначити, чи достатньо для цього місця в шафі, чи є вільні порти для підключення);
- поселити ще одного співробітника в яку-небудь довільну кімнату;
- перемістити співробітника в іншу кімнату зі збереженням його номера телефону і активного порту на комутаторі;
- перевести відділ на інший поверх;
- поміняти два відділи місцями;
- додати пару портів до СКС;
- встановити в кімнаті факсимільний апарат і принт-сервер.

Зважаючи на те, що сучасна корпоративна ЛОМ є мультисервісною і через різні об'єкти ЛОМ проходить різномірний трафік, то для адміністрування цих об'єктів необхідно структурувати та накопичувати дані про спожитий трафік у системах керування базами даних (СКБД), наприклад, у постреляційній СКБД Caché [56; 107; 108]. Такий підхід дозволить формувати відповідні політики безпеки в ЛОМ та обмежувати доступ у корпорації до ресурсів, не пов'язаних із виробничим процесом.

З метою визначення межі підмережі для адміністрування ЛОМ у властивостях мережевої карти вказують (рис. 6.55):

- IP-адресу комп'ютера (або іншого мережевого обладнання) з «сірого» діапазону (привласнена хосту системним адміністратором ЛОМ);
- маску підмережі;
- IP-адресу шлюзу за замовчуванням (зазвичай, з першого октету IP-адрес мережі).

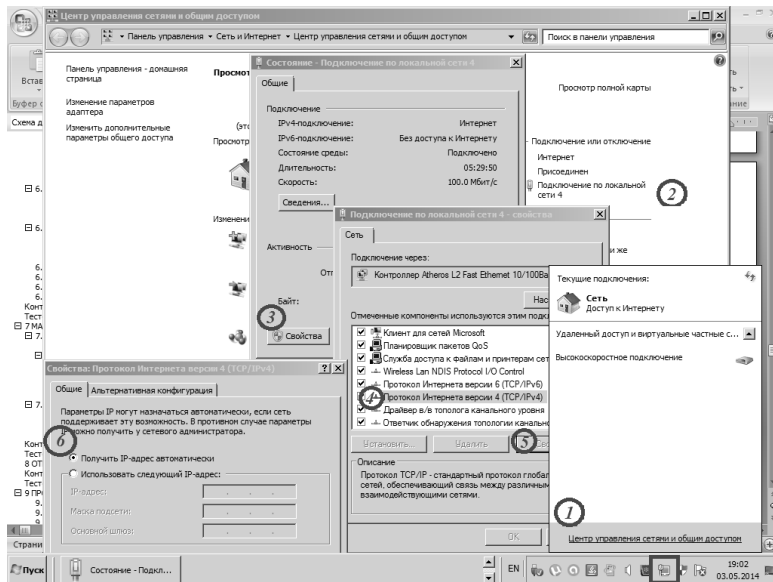


Рисунок 6.55 – Інформація про IP-адресу ПК в ОС Win'7 (покроковий доступ)

У прикладі (див. рис. 6.55, № 6) IP-адреси привласнюються автоматично за протоколом DHCP. Якщо системний адміністратор вручну розподіляє IP-план, то, наприклад, для PC32.03 з IP-адресою 192.168.100.165/28 (див. рис. 2.18) треба визначити маску підмережі. Для цього необхідно записати IP-адресу у двійковій системі числення та виконати побітове множення (логічне «&») між IP-адресою і маскою, отримуючи на виході адресу з обнуленими бітими в позиціях нулів маски. Розглянемо приклад (рис. 6.56):

```

192.168.100.165/28:
11000000.10101000.01100100.10100101
11111111.11111111.11111111.11110000 = 255.255.255.240 – маска підмережі
-----
11000000.10101000.01100100.10100000 = 192.168.100.160 – номер підмережі
    
```

Рисунок 6.56 – Визначення номера та маски підмережі з адреси хосту за CIDR

Таким чином, на рис. 6.56 визначено номер або адресу підмережі, до якої входить хост 192.168.100.165/28. У властивостях мережевої карти PC32.03 треба вказати (рис. 6.57):

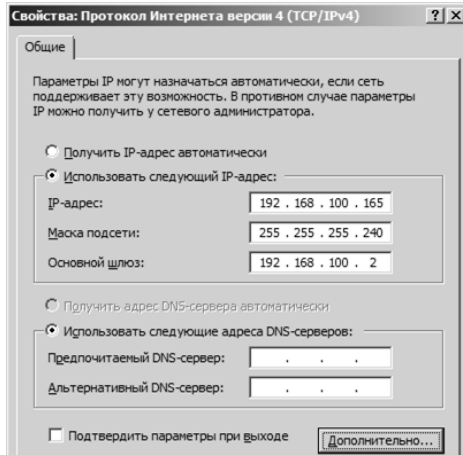


Рисунок 6.57 – Призначення IP-адреси та маски хосту ЛОМ

У такому разі комп'ютер PC32.03 (з приміщення № 32, див. рис. 2.3) підключений до ГОМ через другий порт WAN2 роутера R, який встановлено в телекомунікаційній шафі ТС, що знаходиться в приміщенні № 33.

Якщо в мережі, що аналізується, первинний та вторинний DNS-сервери відповідно S.TC.01 та S.TC.02 (див. рис 2.18), тоді у властивостях мережевої карти ПК треба вказати (рис. 6.58):

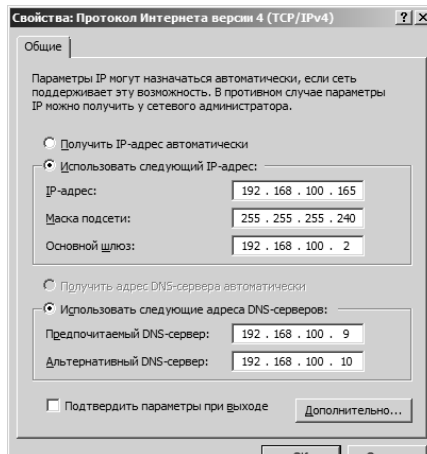


Рисунок 6.58 – Вказування IP-адрес DNS-серверів

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке «розчіска»?
2. Для чого використовується кабельний тестер?
3. Який комплект інструментів потрібен для термінування кабелю «вита пара»?
4. Які роз'єми потрібні для термінування кабелю «вита пара»?
5. Які роз'єми потрібні для термінування коаксіального кабелю ?
6. Які роз'єми потрібні для термінування оптоволоконного кабелю ?
7. На яку максимальну довжину (у мм) можуть бути розкручені провідники кабелю «вита пара»?
8. Яка максимальна довжина патч-корду на робочому місці?
9. Яка максимально можлива довжина «витої пари» між комутаторами?
10. Чому недоцільно з витої пари «*solid*» робити патч-корди?

### **Лабораторна робота № 6. Обстеження та розширення кабельного сегмента ЛОМ на базі кабелю «вита пара»**

#### **6.1 Обстеження фізичного середовища передачі даних**

Для виконання лабораторної роботи викладач надає студентам зразки кабелів:

- коаксіального кабелю;
- кабелю «вита пара» різних категорій та з різними типами екранування;
- оптоволоконного кабелю у виконанні Indoor Outdoor.

Необхідно згідно із заводським маркуванням (або за зовнішнім виглядом), використовуючи заводські каталоги виробників кабелів та теоретичні матеріали, визначити технічні характеристики кожного зразка кабелю та узагальнити їх у таблицю за формою табл. Лб.1:

а) додати в таблицю зовнішній вигляд та назву роз'ємів, які використовуються для термінування кабелю кожного типу;

б) використовуючи заводські каталоги виробників кабелю, визначити допустимі радіуси вигину кожного типу кабелю;

в) визначити максимальну відстань та максимальну швидкість передачі даних при використанні кожного типу кабельної системи;

г) в останній графі таблиці навести аналіз застосування кабелів у різних технологіях у ролі базового та допоміжного.

Наприкінці звіту з Лб навести глосарій із кабельних систем ЛОМ, до якого включити:

- категорії (*тільки ті, що виробляються промисловістю! Не включати застарілі та непередбачені стандартами категорії для розгортання ЛОМ*) та типи (за екрануванням) кабелю «вита пара»;
- інструментарій для виготовлення патч-корду та закладення кабелю «вита пара» в IDC-роз'єми кат.5Е за схемами T568A та T568B;
- видаткові матеріали та обладнання для термінування ВОК.

*Таблиця Лб.1 – Технічні характеристики кабельних систем ЛОМ*

| Тип кабелю          | Марка (конструктивне виконання) кабелю               | Зовнішній вигляд кабелю | Марка роз'ємів                             | Зовнішній вигляд роз'ємів | Оптимальна швидкість передачі даних, Мбіт/с | Максимальна відстань передачі даних (без повторювачів), м | Максимальний радіус вигину (в діаметрах) | Технологія, в якій використовується (базову підкреслити) |  |
|---------------------|--|-------------------------|--|---------------------------|---|---|--|--|--|
| Коаксіальний кабель | <b>RG-58</b>   |                         | <b>BNC</b>                                 |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>T</b>                                   |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>I</b>                                   |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>Термінатор</b>                          |                           |   |   |  |  |  |
| Вита (кручена) пара | <b>U/UTP</b>   |                         | <b>RJ-45</b>                               |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         |  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         |  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>GP45</b><br><b>TERA</b><br><b>ARJ45</b> |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         |  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         |  |                           |   |   |  |  |  |
| Оптоволокно         | <b>Одномодове</b><br><i>(записати англійською)</i>   |                         | <b>МІС</b>                                 |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>ST</b>                                  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>SC</b>                                  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         |  |                           |   |   |  |  |  |
|                     | <b>Багатомодове</b><br><i>(записати англійською)</i> |                         | <b>FC</b>                                  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>LC</b>                                  |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>MU</b><br><b>("mini-SC")</b>            |                           |   |   |  |  |  |
|                     |  |                         | <b>F-3000... (не обов'язково!)</b>         |                           |   |   |  |  |  |

**6.2 Термінування кабелю «вита пара» в роз'єм, розетку та патч-панель**

Для опанування технології кримпування кабелю UTP (FTP) кат. 5 або кат. 5Е кожен студент повинен термінувати кабель із використанням

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

кожного із нижченаведених комплектуючих та обладнання (з окремим оцінюванням за кожен тип роботи):

- роз'єм RJ-45 UTP або FTP;
- модульний роз'єм KeyStone UTP або FTP;
- розетка телекомунікаційна одно- або двопортова кат. 5E UTP або FTP;
- патч-панель кат. 5E UTP або FTP.

Виготовлення патч-корду виконується за допомогою власного або наданого викладачем обтискного інструмента (кліщів) за схемами T568A та T568B.

Закладення в IDC-роз'єми та розшивка кабелю UTP в розетку та патч-панель кат. 5E UTP або FTP виконується за допомогою інструмента типу KRONE.

Для підключення дренажного дроту FTP-кабелю та заземлення до патч-панелі кат. 5E використовувати хрестову викрутку відповідного діаметра.

Якість термінування в кожному випадку треба перевіряти шляхом розширення сегмента ЛОМ з використанням зроблених патч-кордів або подовжувачів (з модульним роз'ємом, розеткою або патч-панеллю) та перевірки зв'язку з серверами ЛОМ за допомогою утиліт командного рядка (див. ЛР1). Скріншоти роботи утиліт та виконаного монтажу узагальнюються до звіту з ЛР6.

### **6.3 Визначення переліку складових, складання специфікації (кошторису) сегмента ЛОМ**

Специфікацію (кошторис) складових сегмента ЛОМ (активне та пасивне обладнання, мережеві аксесуари, видаткові матеріали, додаткове обладнання) створити для аудиторії, в якій проводиться лабораторне заняття. Зразок таблиць використати з п. 2.2.6 (табл. 2.8-2.13).

Звіт з ЛР6 може бути один на бригаду, з обов'язковим розподілом контенту між авторами за формою додатка Г ДСТУ 3008-95.

## **Тестові запитання**

*1. Як називається інструмент для термінування кабелю «вита пара»?*

- а) криптер;
- б) стріппер;
- в) кримпер;
- г) каттер.

2. Як маркується одножильний кабель?
- а) STRANDED;
  - б) UTP;
  - в) SOLID;
  - г) 4PR.
3. Яка максимально допустима відстань між комутатором та робочою станцією при з'єднанні кабелем UTP?
- а) 185 м;
  - б) 200 м;
  - в) 100 м;
  - г) 500 м.
4. Які пристрої не «живляться» за технологією PoE?
- г) IP-телефони;
  - д) комутатори L3;
  - е) IP-камери;
  - ж) бездротові точки доступу.
5. Яке обладнання необхідно розміщувати в нижніх юнітах телекомунікаційної шафи?
- а) вентиляційні модулі;
  - б) ДБЖ;
  - в) маршрутизатори;
  - г) стабілізатори.



---

## 7 МАРКУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЛОМ

---

### 7.1 Загальні принципи та вимоги до маркування кабелю, комунікаційних розеток, комунікаційних панелей

У деяких випадках СКС охоплює кілька окремих будівель, розташованих на одній або декількох територіях. Експлуатація такої складної інфраструктури неможлива без ефективної системи адміністрування. Основними стандартами на адміністрування є американський стандарт TIA/EIA-606-A та міжнародний ISO/IEC 14763-1.

Згідно з вимогами стандарту ANSI/EIA/TIA-606A «Адміністрування телекомунікаційної інфраструктури комерційних будівель» нижчезазначені пасивні елементи і обладнання повинні мати унікальний ідентифікатор та бути промаркованими: кабелі, кросові панелі, комутаційні пристрої, телекомунікаційні приміщення, кабельні канали, елементи системи телекомунікаційного заземлення [90].

У робочій документації обов'язково подати шаблони для маркування кожного типу обладнання та приклади маркування.

Згідно з вказаними стандартами на адміністрування ключовим компонентом такої системи є база даних, де відображаються дані про окремі компоненти самої СКС, а також про постійні і тимчасові зв'язки між ними.

Крім того, в таку базу даних заносяться дані про з'єднання, за допомогою яких здійснюється сполучення різних стаціонарних ліній СКС і забезпечується їхній зв'язок з активним мережевим устаткуванням. Це дозволяє вирішити низку найважливіших завдань, у тому числі відстежити шлях передачі сигналу від роз'єму розетки до порту активного обладнання, оптимізувати схему з'єднань, запланувати зміну конфігурації і виконати інші аналогічні операції.

Відповідно до загальної теорії побудови баз даних, будь-який запис незалежно від його призначення формується у вигляді заздалегідь визначеної сукупності полів із міркувань зручності їхнього використання, забезпечення ефективності складання різних звітів, полегшення пошуку необхідної інформації і т. д. Стосовно адміністрування структурованої проводки одним з ключових полів є унікальний ідентифікатор конкретного компонента.

Схема побудови ідентифікатора багато в чому залежить від того, який нормативний документ, покладений в основу системи адміністрування проводки.

Наприклад, ідентифікатор P701-1-1 може бути присвоєно розетковому модулю 1 інформаційної розетки на робочому місці 1 в кімнаті 701.

За стандартом ANSI/EIA/TIA-606A структура ідентифікатора горизонтальної підсистеми має вигляд

$$fs-an, \quad (7.1)$$

де *f* – цифра(и), що позначають поверх будівлі, на якому розташована телекомунікаційна кімната (TR);

*s* – буква(и), які унікальним чином ідентифікують TR на поверсі *f*, або місце в будинку (позначення кімнати), де розташована TR;

*a* – це 1-2 букви, які унікальним чином ідентифікують патч-панель (інше комунікаційне обладнання) з послідовно пронумерованими портами (конекторами), які слугують частиною горизонтальної комутації;

*n* – це 2-4-значове число, що позначає порт на патч-панелі, комутаторі, розетці або іншому комутаційному обладнанні горизонтальної підсистеми.

Структура ідентифікатора може мати вигляд:

$$X-R-Y, \quad (7.2)$$

де X означає префікс;

R – реперний (опорний) елемент;

Y – суфікс.

Вибір реперного компонента для опису окремих стаціонарних ліній та їхніх складових частин на рівні горизонтальної підсистеми залежить від низки факторів, у тому числі від призначення структурованої проводки [91]. У ролі таких компонентів використовуються:

– технічне приміщення кросового приміщення поверху або його аналог у звичайних офісних СКС, система адміністрування яких реалізована відповідно до положень зарубіжних нормативних документів;

– ТР робочого місця користувачів у тих ситуаціях, коли з різних причин у звичайних офісних СКС при побудові системи адміністрування частково або повністю ігнорована зарубіжна нормативна база і перевага віддається вітчизняній практиці;

– окрема монтажна шафа або стійка машинного залу в ЦОД згідно з стандартом TIA-942-A для кабельних систем у ЦОД.

Міжнародний стандарт ISO/IEC 14763-1 вводить іншу схему побудови ідентифікатора, яка відрізняється від схеми, рекомендованої його американським аналогом. Відповідний формат цього елемента системи наведено в табл. 7.1.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таблиця 7.1 – Структура ідентифікатора елемента СКС за стандартом ISO/IEC 14763-1

| Поле 1  | Поле 2                                 | Поле 3                                       | Поле 4                                      | Поле 5               |
|---|--|--|---|----------------------|
| Загальна інформація про будівлю або про її місцезнаходження | Місцезнаходження приміщення            | Ідентифікатор конкретного компонента СКС     | Номер порта активного мережевого обладнання | Додаткова інформація |
| <i>(2 блоки по 5 алфавітно-цифрових символів)</i>           | <i>(7 алфавітно-цифрових символів)</i> | <i>(1 знакомісце + 3 позиції для номера)</i> |   |                      |
| HSE01 (від англ. «будинок 01»)                              |  |  |   |                      |

Ідентифікатори розподіляють на кілька полів БД, і системний адміністратор зазвичай працює тільки з полями 2-4.

Зважаючи на те, що ані ANSI/EIA/TIA-606A, ані ISO/IEC 14763-1 не мають гармонізованого з ними стандарту в Україні [21], їхні вимоги для маркування мережевого обладнання мають рекомендаційний характер та враховуються за бажанням інсталятора (адміністратора) мережі.

### 7.1.1 Маркування компонентів телекомунікаційної шафи

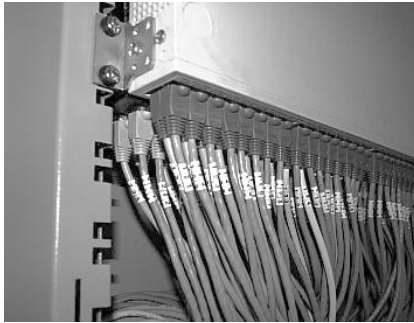
За стандартом TIA/EIA-606-A суфікс відокремлюється від індексу за допомогою роздільника у формі короткого тире. У процесі присвоєння номерів беруться до уваги тільки патч-панелі. Таким чином, вентиляторні полиці, організатори кільцевого чи іншого типу, а також аналогічне обладнання, що знаходиться в телекомунікаційній шафі, не маркується і не включається в нумерацію. Номер порту на патч-панелі позначається цифрами. Прийнята традиційна схема нумерації: зверху вниз, починаючи з А, і зліва направо, починаючи з 01 або з 001 залежно від кількості портів окремої патч-панелі.

В Україні загальноприйнятою є нумерація приміщень цифрами замість літер, тому, наприклад, четвертий порт на другій патч-панелі в телекомунікаційній шафі приміщення 402 на першому поверсі маркується ідентифікатором 1-402-B04. Тут «1» – це префікс (номер поверху у будівлі), «402» – реперний компонент (номер приміщення кросової TR), «B04» – суфікс (порт номер 04 другої патч-панелі, тобто «B»).

## 7.1.2 Маркування кабелів

### 7.1.2.1 Маркування магістральних кабелів

Кожен магістральний кабель має бути промаркованим добре видимою на відкритій частині кабелю наклейкою на відстані не більше 300 мм від кінця кабелю до наклейки (рис. 7.1).



*Рисунок 7.1 – Вузол СКС з маркуванням*

Наприклад, за стандартом TIA/EIA-606-A (рис. 7.2), кабель, що знаходиться в приміщенні А на першому поверсі (1) та комутується на перший порт (01) другої зверху патч-панелі (В), маркується **1А-В01**.



*Рисунок 7.2 – Маркування магістрального кабелю*

У нашій країні цей напис адаптується до більш сприятливого вигляду з використанням національного алфавіту (крім букв, що не вимовляються, – Ь; букв, схожих з цифрами – З, О, Ч; і таких, що не входять в інші кириличні алфавіти – Є, Ї, Г). Але слід обговорювати, який саме алфавіт буде використовуватись для маркування елементів обладнання ЛОМ. Змішувати алфавіти не доцільно.

При маркуванні лінійних кабелів та комутаційних шнурів зазначаються два їхні кінці. На відміну від патч-панелей, згідно з ISO/IEC 14763-1 у ролі роздільника ідентифікаторів близького і далекого кінця використовується знак «правобіжна похила риска» (/). Кінці лінійного кабелю і вилки шнура прив'язуються до конкретного порту комутаційної панелі.

Відповідно до такого підходу шнур або кабель може бути промаркований таким чином: 1-404-RJ01-2/1-402-B04 (ліворуч – порт 2 на телекомунікаційній розетці RJ01 в приміщенні 404 на першому поверсі). Другий кінець того ж кабелю отримає «інверсне» маркування 1-402-B04/1-404-RJ01-2.

### 7.1.2.2 Маркування кабелів у робочих приміщеннях

Ідентифікаційна мітка розташовується поблизу кожної вилки таким чином, щоб у процесі експлуатації кабельної системи була видимою системному адміністратору. На підставі мітки за допомогою відповідних записів можна з експлуатаційного документа (кабельного журналу) простежити повний тракт передачі інформаційного сигналу від роз'єму до порту активного мережевого обладнання.

Зазвичай маркування кабелю здійснюється на обох його кінцях на відстані до 6 см від кінця кабелю (відстань маркера від роз'єму збільшується при високій щільності кабелів, наприклад, біля портів комутатора). На кабель наклеюються маркери з вказанням через тире:

- назви (номера) приміщення;
- номера пристрою (назви відповідного комп'ютера або ін. обладнання);
- номера порту на пристрої.

Зазвичай, на кожному кінці кабелю в робочому приміщенні вказується тільки шифр порту, що знаходиться на іншому кінці (на відміну від маркування магістральних кабелів, де вказуються обидва кінцеві пристрої), тобто маркування кабелю здійснюється «навхрест».

Наприклад, кабель, що з'єднує другий порт роутера R1 в приміщенні № 3 та п'ятий порт світча SW2 в приміщенні № 4, буде маркуватись за такою схемою (рис. 7.3).



Рисунок 7.3 – Приклад маркування кабелю «навхрест»

### 7.1.3 Маркування обладнання в робочих приміщеннях

В одному робочому приміщенні або у всій ЛОМ на місці компонента В в ідентификаторі може бути використане позначення певного комутаційного обладнання з наскрізною нумерацією обладнання одного функціоналу, наприклад:

- а) SW1, SW2 – комутатори в одному приміщенні; 1-SW1, 2-SW1 – комутатори в різних приміщеннях; TC-SW1 – комутатор у телекомунікаційній шафі (рис. 7.4);
- б) R – маршрутизатор;
- в) AP – точка доступу;
- г) MC – медіаконвертор;
- д) NAS – мережеве сховище і т. д.

Для горизонтальної системи в межах одного поверху зазвичай номер поверху випускається (див. рис. 7.4).

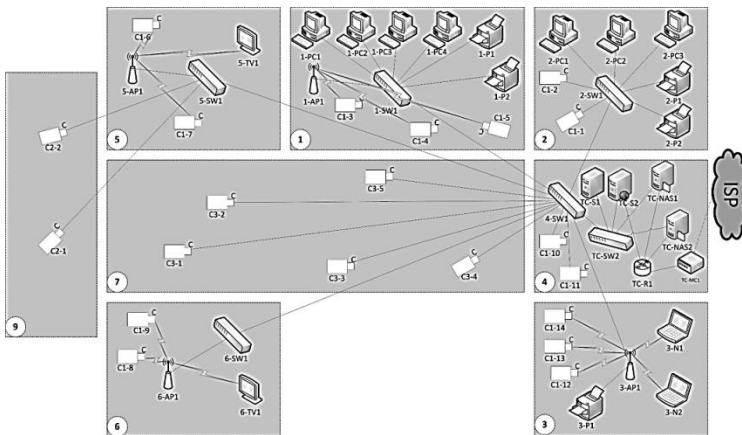


Рисунок 7.4 – Нумерація обладнання на структурній схемі одного поверху в робочих приміщеннях

За такою нотацією маркування номери портів комутатора (суфікс у вигляді цифри) повинні бути відділені від цифри номера самого комутатора ще одним коротким тире. Тобто формула (7.1) набуває вигляду (7.3) або (7.4).

$$f-s-a-n, \quad (7.3)$$

або  $s-a-n. \quad (7.4)$

Наприклад, для комутатора 4-SW1 порти будуть маркуватись, як наведено в табл. 7.2.

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Таблиця 7.2 – Схема маркування активного обладнання

| Номер приміщення | Тип та номер обладнання | Номер порту |
|------------------|-------------------------|-------------|
| 4-               | SW1-                    | 2           |

Тобто 4-SW1-2 – це другий порт комутатора SW1, встановленого в приміщенні № 4 (рис. 7.5).

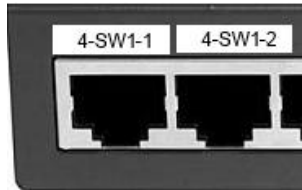


Рисунок 7.5 – Маркування портів активного комутаційного обладнання

### 7.1.4 Маркування портів розеток

Маркування портів розеток здійснюється українським стандартом ДСТУ Б А.2.4-42:2009 «Система проектної документації для будівництва. Телекомунікації», приклад наведено в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Схема маркування портів телекомунікаційних розеток

| Тип під'єднаних мереж та номер поверху | Номер кімнати | Номер розетки | Номер порту |
|--|---------------|---------------|-------------|
| D4                                     | 05.           | 01.           | 1           |

Тобто D4.05.01.2 – це другий порт розетки D під № 01, встановленої в приміщенні № 05 на 4-му поверсі. Складові маркування відокремлюються крапкою (див. табл. 7.3).

Маркування порту розетки виконується безпосередньо на корпусі розетки, шляхом наклеювання спеціального маркера (рис 7.6).

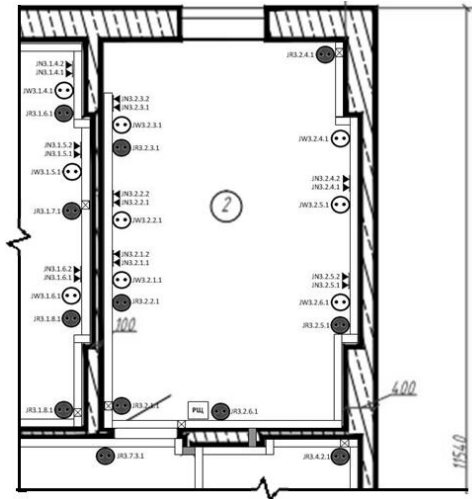


Рисунок 7.6 – Маркування портів телекомунікаційної розетки

Приклад маркування телекомунікаційних розеток на кабельній трасі наведено на рис. 2.13. Розетки абонентські на трасі прокладання кабелів нанесені, але не марковані, тому що не використовуються для передачі даних у ЛОМ. На рис. 2.13 видно, що, наприклад, у приміщенні № 7, розташованому на 1-му поверсі, встановлено:

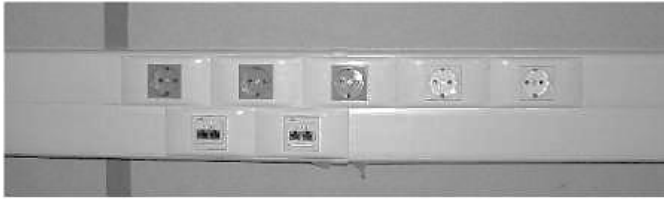
- три двоporteві телекомунікаційні розетки (D1.07.01.x, D1.07.02.x, D1.07.03.x) для підключення телекомунікаційного, комп'ютерного або периферійного обладнання ЛОМ;
- дві одноporteві телекомунікаційні розетки (D1.07.04.1, D1.07.05.1) для підключення телекомунікаційного, комп'ютерного або периферійного обладнання ЛОМ;
- дві одноporteві телекомунікаційні розетки (T1.07.01.1, T1.07.02.1) для підключення телефонії.

Якщо у ЛОМ використовується технологія PLC, тоді абонентські розетки підлягають обов'язковому маркуванню (рис. 7.7). Крім того, доцільно розрізняти за умовними графічними позначеннями (див. табл. 2.15) розетки для електроживлення побутових приладів (зазвичай білі, позначені як JW) та обладнання ЛОМ (наприклад, червоні, позначені як JR). З рис. 7.7, а, згідно з умовними графічними позначеннями, наведеними в табл. 2.15, зрозуміло, що і телекомунікаційні, і абонентські розетки вбудовані в повітряний закритий жолоб; причому абонентські розетки є одноporteвими, а телекомунікаційні – двоporteвими. Монтаж може при цьому виглядати, як показано на рис. 7.7, б.



а)





б)

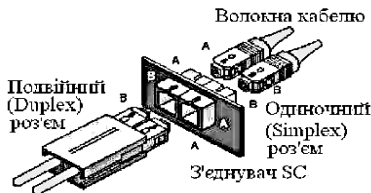
Рисунок 7.7 – Траса прокладання кабелів ЛОМ та маркування (а) і монтаж розеток (б) за технологіями Ethernet та PLC

### 7.1.5 Маркування оптоволоконних роз'ємів

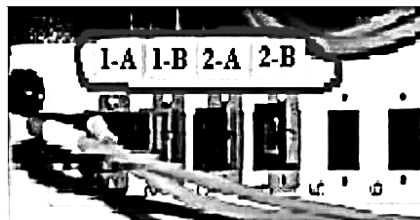
Згідно з додатком Н до стандарту ISO/IEC 11801 [100; 101], оптоволоконний роз'єм повинен забезпечуватися символьним маркуванням у вигляді букв А і В. Вилку з маркуванням А завжди необхідно підключати до розетки з таким же маркуванням, і навпаки (рис. 7.8).

Для ВОК мітка хвостовика є опціональним компонентом і служить головним чином для завдання правильної орієнтації вилки при її підключенні до розетки роз'єму, наприклад, комутація оптичних трактів шнурами, оснащеними вилками симплексних роз'ємів ST, SC, LC і аналогічними їм.

Подвійна вилка SC роз'єму за стандартом повинна мати різне маркування своїх половин, причому, якщо дивитися на неї з боку наконечників так, щоб ключі були зверху, то ліва вилка завжди маркується буквою А, а права – буквою В. Маркування прохідної розетки (з'єднувача SC) має одну особливість – по різним своїм сторонам вона має різне маркування (див. рис. 7.8).



а)



б)

Рисунок 7.8 – Маркування SC-роз'єму:  
а – на кабелі; б – на активному обладнанні

Сенс маркування вилок та розеток роз'єму SC полягає в тому, що воно дозволяє визначити напрям «руху» оптоволоконного сигналу. Вилка з маркуванням А завжди є *джерелом*, а розетка з таким же маркуванням – *приймачем*, і навпаки.

Аналогічно, на мережевому устаткуванні розетка з маркуванням А є входом оптоволоконного приймача, а з маркування В – виходом оптоволоконного передавача. Дотримуючись цього правила (п. 10.3.5 ISO/IEC 11801), у кабельній лінії завжди утворюватиметься перехрещення пар оптоволокон і завжди витримуватиметься полярність волоконно-оптичної кабельної лінії.

## **7.2 Технології та обладнання для маркування елементів СКС**

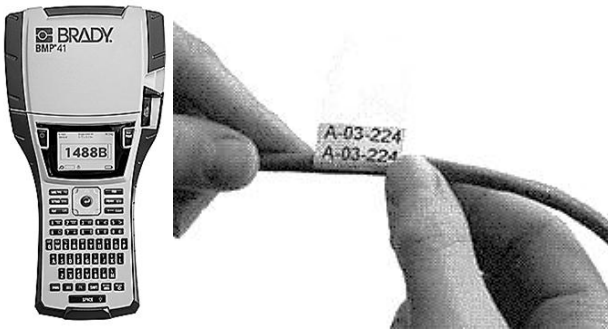
Відповідно до вимог, наведених у розділі 10.2 стандарту TIA/EIA-606-A, для створення міток у СКС слід використати довговічні матеріали, наприклад, поліестр, вініл, поліолефін та інші полімери. З метою друкування написів можна задіяти портативні пристрої і настільні принтери (лазерні, струминні, матричні і термографічні). Згідно із зазначеним стандартом використання рукописних паперових етикеток не допускається.

У більшості випадків кабельне маркування наноситься безпосередньо на поверхню і вимагає використання або стаціонарних, або мобільних (переносних) пристроїв.

### **7.2.1 Термотрансферне маркування**

#### **7.2.1.1 Друк на вінілових маркерах та аналогах**

Найпопулярніший спосіб маркування кабелів і проводів – це маркування за допомогою вінілових маркерів, що самоламінуються (рис. 7.9). Інформація на такі маркери наноситься спеціальною ручкою BRADY або друкується термотрансферними принтерами (нп., Zebra TLP 2824). Такий маркер являє собою смужку плівки, яка має матову непрозору частину (для нанесення ідентифікації) та прозору частину (для захисту нанесеної на матову частину інформації).



*Рисунок 7.9 – Фіксація на кабелі маркера, надрукованого на самоклейкому папері або на вініловому маркері*

Уся смужка має спеціальне клейове покриття, що швидко полімеризується при натисканні. Особливо цінне те, що прозора частина міцно прикріплюється сама до себе і дає надійне маркування навіть в умовах забрудненої поверхні кабелю.

Ширина маркера варіюється від 6,35 мм для заздалегідь виготовленого ідентифікатора (цифра, буква, символ) до 51 мм [71].

Діаметр кабелю і проводів, для яких використовуються стандартні маркери, – від 2 мм до 56 мм. Для оцінки завдання на маркування елементів СКС: зовнішній діаметр 4-парної витієї пари FTP CAT. 5E виробництва «Одесакабель» – 5,2 мм; зовнішній діаметр 50-парного кабелю UTP – 15,8 мм.

Друк маркерів може здійснюватись також на спеціальній етикет-стрічці термотрансферними принтерами або етикет-пістолетами (нп., Printex X Maxі 6), а також за допомогою звичайних принтерів на самоклейкому папері типу «Рафлатак» з наступною фіксацією на об'єкті ЛОМ (див. рис. 7.9). У такий спосіб зручно маркувати не тільки кабелі, а й порти патч-панелей, розеток тощо.

Термотрансферні принтери Zebra, Datamax, Citizen, Primera, Proton, Toshiba, Brother забезпечують друк від десятків до тисяч етикеток на добу зі швидкостями від 30 до 250 мм/с.

### **7.2.1.2 Друк на термозбіжних трубках**

Кабельні маркувальні принтери Canon M1 (Японія) моделі Mk1500 і Mk2500 призначені для друку маркувальної інформації на ПВХ і термозбіжній трубці або на клейкій стрічці (рис. 7.10). Стійкість

маркування забезпечується термотрансферним друком. Відмітна особливість маркувального принтера Mk2500 – підключення до комп'ютера через USB-порт.

Процес підготовки до друку на термозбіжній трубці дуже легкий: треба просто відкрити кришку та вставити трубку. Роздільна здатність такого принтера 300 dpi. Швидкість друку на трубці – від 12 до 40 мм/с (від 20 до 40 шт./хв). Дані для друку – приблизно 2500 символів на трубку. Умови експлуатації результатів маркування: температура від 15 до 32,5°C, вологість від 10 до 85 %.



а)

б)

в)



г)



д)

*Рисунок 7.10 – Маркування кабелю за допомогою термотрансферного принтера Canon Mk1500: а – термозбіжні трубки; б – процес маркування; в – результат маркування кабелю; г – зовнішній вигляд принтера; д – принтер у зборі*

У таких принтерах, як правило, застосовують мікропроцесорний контролер, що забезпечує з'єднання принтера з комп'ютерною системою не тільки через стандартні інтерфейси RS-232, Centronics та USB, але і через пряме підключення до локальної мережі Ethernet з підтримкою протоколів TCP/IP, FTP, WWW, XML, e-mail. Також є вбудована FLASH-пам'ять для зберігання шрифтів користувача.

### 7.2.1.3 Друк на поліуретанових бирках

Термотрансферний друк може також використовуватись для вирішення задач, пов'язаних із маркуванням та ідентифікацією інформаційних і електричних мереж у польових умовах. Для цього призначений маркер кабелю RAPIDO від компанії BRADY – поліуретанова бирка товщиною від 0,25 до 4,5 мм з жовтим покриттям, надрукована термотрансферним способом на портативному ручному принтері BRADY TLS2200 (рис. 7.11).

Кабель просто вставляється в отвори маркера. Маркер легко можна переміщати по довжині кабелю і перевертати. Температура експлуатації такого маркування від мінус 40 до плюс 80 °С, тобто, таке маркування придатне для Outdoor-обладнання.

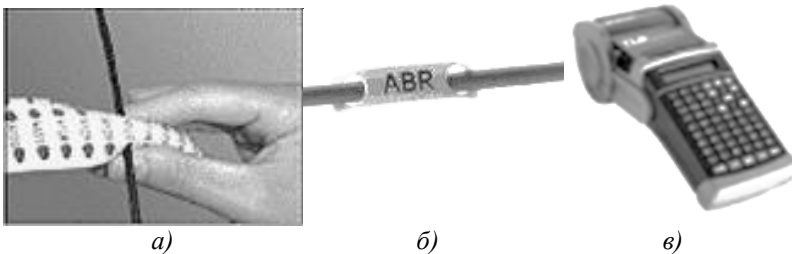


Рисунок 7.10 – Маркування RAPIDO:

*а – риббон R-6010; б – готовий маркер на кабелі; в – принтер TLS2200*

### 7.2.2 Краплеструменевий метод маркування

Як правило, для маркування кабелів зі світлою і темною поверхнею використовується краплеструменевий метод із застосуванням одного дворядкового апарата МАК-2 (124 символи в рядку з висотою знака 1,2 – 15 мм) з перемішуючим пристроєм, що дає можливість застосовувати чорне, жовте або біле пігментне чорнило [61].

У такий спосіб на теперішній час маркується кабельна продукція виробництва заводу «Одескабель» (рис. 7.11). Практика використання такого кабелю показала стійкість маркування у складних виробничих умовах та при використанні кабелю на вулиці.



а) б)  
*Рисунок 7.11 – Краплеструменевий принтер МАК-2 (а)  
та промаркована за його допомогою віта пара (б)*

### 7.2.3 Лазерне маркування

Для високоякісного маркування портів комутаторів, маршрутизаторів та іншого комутаційного обладнання з металевими або пластиковими корпусами застосовується ударно-механічне та лазерне маркування за допомогою газового, діодного або волоконного лазера (рис. 7.12) фірм SIC Marking (Франція), який працює на частоті 20-80 кГц з довжиною хвилі 1064 нм, або «AUTOMATORINTERNATIONALSRL» (Італія). Вказані лазери здатні виконувати гравірування такої інформації, як текст, цифри, символи, логотипи, рисунки, штрих-коди, 2D-коди та ін. [105].



*Рисунок 7.12 – Переносний лазерний маркіратор SIC Marking*

### Контрольні питання для самоперевірки

1. В який спосіб здійснюється заводське маркування кабелю «вита пара»?
2. В який спосіб здійснюється польове маркування магістральних кабелів?
3. Які технології використовуються для маркування активного обладнання?
4. Яких кольорів мають бути патч-корди з маркуванням «LSZH»?
5. Які складові заводського маркування кабелю «вита пара»?
6. Яке маркування повинне бути на кабелі з оболонкою з горючих матеріалів?
7. Які види етикеток використовуються для термотрансферного маркування кабелю?
8. Яка швидкість та продуктивність маркування в термотрансферних принтерах?
9. В яких стандартах наведені вимоги щодо маркування кабелів СКС?
10. На якій відстані від кінця маркується кабель?
11. Чим відрізняється маркування подвійної вилки SC-роз'єму від одинарної?
12. Яка максимальна кількість символів може бути використана при краплетруменевому методі маркування кабелю?

### Тестові запитання

1. Як виглядає маркування калібру жили кабелю «вита пара»?
  - а) PVC;
  - б) LSZH;
  - в) AWG;
  - г) UTP.
2. Як маркується одножильний кабель?
  - а) STRENDED;
  - б) SOLID;
  - в) UTP;
  - г) 4PR.
3. Як маркується багатожильний кабель?
  - а) STRENDED;
  - б) SOLID;
  - в) UTP;
  - г) 4PR.

4. Маркування розеток виконується:

- а) окремим номером для кожної багатопортової розетки;
- б) окремим номером для кожного порту розетки;
- в) тільки для розеток електроживлення;
- г) тільки для телекомунікаційних розеток.

5. Для маркування елемента СКС використовується структура ідентифікатора:

- а) № компонента СКС – № приміщення – № порту обладнання ЛОМ;
- б) № порту обладнання ЛОМ – № приміщення – № компонента СКС;
- в) № приміщення – № компонента СКС – № порту обладнання ЛОМ.

б. Оптичному волоконну вилку з маркуванням А необхідно підключати до розетки:

- а) з маркуванням А;
- б) з маркуванням В;
- в) з маркуванням «приймач».



---

## 8 ОТРИМАННЯ СЕРТИФІКАТА СКС

---

Якщо проектування та монтаж ЛОМ виконувались фірмою, що є системним інтегратором та має відповідну будівельну ліцензію та сертифікат інсталятора СКС (див. розд. 1), тоді після закінчення монтажу та випробувань ЛОМ на СКС оформлюється відповідний сертифікат з 15 – 25-річною гарантією на виконану СКС.

У такому разі СКС повинна відповідати таким вимогами:

- технічне рішення та компоненти кабельної системи повинні повністю відповідати вимогам міжнародного стандарту ISO/IEC 11801, європейських стандартів EN 50173 та EN 50174 для кабельних мереж та вимогам стандарту якості ISO9001;

- усе пасивне обладнання повинно відповідати вимогам категорії 5E із застосуванням рішення за неекранованою технологією. Усі компоненти СКС повинні бути виготовлені «brand name» компанією, що має міжнародні сертифікати якості (ISO 9001, ISO 9002 або інші), побудова СКС від одного з таких виробників: Molex Premise Networks, Panduit, R&M, Siemon, Legrand, AMP;

- кожне робоче місце повинне бути обладнане як мінімум двопортовою інформаційною розеткою 2 x RJ-45, що може бути використана для підключення до відповідної мережі комп'ютерів чи телефонів;

- для побудови горизонтальних сегментів СКС слід використовувати кабель вита пара типу UTP 4P CAT. 5E, а за необхідності – S-FTP 4P PVC; СКС повинна будуватись за топологією «зірка»;

- необхідно забезпечити пропускну здатність СКС не менше 100 Мбіт/с між серверною і кінцевим робочим місцем;

- усі кабелі і розетки повинні бути промарковані відповідно до робочого проекту; міжповерхові переходи (вертикальні стояки) уточнюються на стадії проектування ЛОМ;

- розведення горизонтальних та магістральних сегментів СКС у коридорах повинне здійснюватися за підвісною стелею та в пластикових коробах по стінах там, де немає підвісних стель.

Розведення сегментів СКС у робочих та технологічних приміщеннях повинне здійснюватися таким чином:

- відкритим способом у ПВХ-коробі (при розрахунку ємності труб та коробів передбачається 25-відсотковий резерв вільного місця) або за підвісною стелею чи фальш-підлогою;

- при спільній прокладці телекомунікаційних кабелів і кабелів живлення необхідно дотримуватися норм мінімальної дистанції між кабелями фірм-виробників і інсталлятора СКС, що відповідають їхнім гарантійним зобов'язанням;

- комутаційні панелі необхідно розміщувати в комутаційних шафах у серверній; для адміністрування СКС слід використовувати сертифіковані виробником з'єднувальні комутаційні кабелі. З'єднувальні кабелі слід укласти на спеціальні тримачі кабелю для забезпечення безпечних ергономічних умов у комутаційній шафі; необхідна сертифікація СКС;

- для комутації телефонних ліній у шафах слід використовувати з'єднувальний кабель типу UTP 4p PVC CAT. 5E;

- після монтажу СКС повинна бути виконана її перевірка на відповідність категорії (не нижче CAT. 5E АБО згідно з ISO 11801);

Розбудована ЛОМ може отримати сертифікат СКС, якщо проект СКС було розроблено сертифікованими проектувальниками відповідно до чинних редакцій міжнародних стандартів і рекомендацій фірм-виробників СКС. Встановлення СКС має бути виконане сертифікованими монтажниками, з використанням професійного інструменту.

Після установки СКС всі кабельні з'єднання повинні бути протестовані кабельним сканером, протоколи тестування включаються в комплект документації на СКС.

Процедура тестування проводки визначається документом ISO/IEC 11801:2002. Наприклад, для кабелю «вита пара» вимірюються такі параметри кабельних з'єднань (з обох сторін): Wire Map (карта з'єднань), Length (довжина), Attenuation (затухання), NEXT (наводки між окремими парами), ACR, PS NEXT (сумарні наводки між парами), ELFEXT (різнорівневі наводки), PS ELFEXT (сумарні різнорівневі наводки), Return Loss (зворотні втрати).

Встановлені СКС реєструються в їхніх фірмах-виробниках, які надають клієнтам багаторічну гарантію (15 – 25 років), підтверджену гарантійним сертифікатом фірми-виробника (Molex PN, Panduit, Siemon, EuroLAN та ін.).

СКС, яка пройшла сертифікацію, має такі переваги над іншими ЛОМ:

- є універсальною, тобто дає можливість використовувати її для передачі сигналів основних і перспективних видів мережевої апаратури різного призначення (даних, голосу, відео й т. ін.);

- дозволяє швидко і з мінімальними витратами організувати нові робочі місця і змінювати топологію без прокладки додаткових кабельних ліній;

- дозволяє організувати єдину службу експлуатації з мінімальною кількістю обслуговуючого і адміністративного персоналу;

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

- створюється на етапі будівництва будинку або переобладнання приміщень і має гарантований термін експлуатації 15 і більше років;
- не залежить від змін технологій і постачальників активного обладнання.

Однак більшість кабельних систем, що нині існують, мають низку недоліків, які не дають можливості своєчасно реагувати на зміну технологій і технічний прогрес. Такі кабельні системи створювалися для вирішення досить вузького кола завдань і для забезпечення підтримки функціонування конкретної і обмеженої номенклатури обладнання. За такого підходу не приділялося належної уваги забезпеченню відкритості архітектури створюваних кабельних мереж [67].

У результаті більшість організацій має вузькоспеціалізовану кабельну проводку (окремо комп'ютерні мережі, окремо телефонні тощо). У такій ситуації перехід на нові технології (наприклад, перехід з аналогової на IP-телефонію) практично завжди призводить до необхідності зміни всієї кабельної системи, що, у свою чергу, призводить до значних часових і фінансових витрат.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. На який максимальний строк може бути отриманий сертифікат з гарантією на виконану СКС?
2. Для отримання сертифіката вимогам яких стандартів для кабельних мереж повинна відповідати СКС?
3. Яка топологія використовується для СКС?
4. Який тип захисту кабелю «вита пара» повинен бути використаним для побудови горизонтальних сегментів сертифікованих СКС?
5. За якою мінімальною категорією може використовуватись кабель «вита пара» для сертифікованої СКС?
6. Яку мінімальну пропускну здатність повинна забезпечувати СКС між серверною і кінцевим робочим місцем для сертифікації?
7. Чи може робоче місце бути обладнане одною однопортовою інформаційною розеткою 1 x RJ-45? Чому?
8. З яким монтажним інструментом може бути поєднаний кабельний тестер для вити пари?
9. Яке пасивне обладнання ЛОМ повинно бути використане за відкритого способу розведення сегментів СКС у робочих приміщеннях?
10. Який максимальний діапазон температури допускається під час експлуатації оптоволокна?
11. Які мінімальні радіуси вигину повинні бути забезпечені для кабелів різних типів у СКС?

12. Який мінімальний резерв вільного місця передбачається під час розрахунку ємності труб та коробів у сертифікованій СКС?
13. Які параметри кабельних з'єднань для кабелю «вита пара» необхідно вимірювати під час сертифікації СКС?
14. Які провідні фірми-виробники кабельних тестерів?
15. Хто надає гарантію на компоненти СКС: фірма-інсталятор або фірма-виробник?

## Лабораторна робота № 7. Тестування кабельних систем ЛОМ

### 7.1 Ознайомлення з прийомами тестування оптоволокна

Список обладнання та комплектуючих для тестування оптоволокна узагальнити в таблицю (табл. Л7.1).

Таблиця Л7.1 – Обладнання та комплектуючі для тестування оптоволокна

| Пристрій | Зовнішній вигляд | Характеристики | Джерело живлення | Ціна, грн |
|----------|------------------|----------------|------------------|-----------|
| 1        | 2                | 3              | 4                | 5         |
| ...      |                  |                |                  |           |

### 7.2 Ознайомлення зі зразками протоколів тестування оптоволокна

Професійне тестування кабельних систем проводиться за допомогою обладнання фірми Fluke. Результати повинні бути узагальнені до протоколу, вигляд та графі якого є загальноприйнятими (рис. Л7.1).

**LINKWARE**  
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

**ID кабеля: F06-1**

Дата і час: 11/24/2010 04:34:49pm  
Запас: 1,03 dB (Loss)  
Врама, порт: S211801 Fiber Optic Link  
Тип кабелю: Multimode 50

**Суммарный результат: PASS**

Оператор: FLUNK  
Версия программы: 1.3100  
Версия линка: 1.0200

Модель: DTX-1800  
Сер. номер гл. модуля: 8717011  
Сер. номер удал. модуля: 8717014  
Главный модуль: DTX-MFM  
Удаленный модуль: DTX-MFM

|  |  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
|--|--|------------------------|-----|--|------------|------|------|---------------|--|--|--------|--------|---------|--|------|------|-----------|------|------|-----------------|------|------|------------------|------|------|-----------------|--------|--------|---|
| <b>Loss (R-&gt;M) PASS</b>   |  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| <p>Site / Time: 11242010 04:34:49pm<br/>Cable Type: Multimode 50<br/>Tester: DT5-1800 (871901 v1.3100)<br/>Module: DTX-MFM (8837024)</p> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr><td>Preparation Delay (ms)</td><td>297</td><td></td></tr> <tr><td>Length (m)</td><td>44,2</td><td>PASS</td></tr> <tr><td>Link ID:333,0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Result</td><td>883 nm</td><td>1323 nm</td></tr> <tr><td></td><td>PASS</td><td>PASS</td></tr> <tr><td>Loss (dB)</td><td>0,35</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>Loss Limit (dB)</td><td>1,91</td><td>1,90</td></tr> <tr><td>Loss Margin (dB)</td><td>1,56</td><td>1,40</td></tr> <tr><td>Reference (dBm)</td><td>-23,89</td><td>-24,82</td></tr> </table> | Preparation Delay (ms) | 297 |  | Length (m) | 44,2 | PASS | Link ID:333,0 |  |  | Result | 883 nm | 1323 nm |  | PASS | PASS | Loss (dB) | 0,35 | 0,50 | Loss Limit (dB) | 1,91 | 1,90 | Loss Margin (dB) | 1,56 | 1,40 | Reference (dBm) | -23,89 | -24,82 | <p>λ = 1,4785<br/>Number of Sockets: 2<br/>Number of Sockets: 0<br/>Patch Type: Multimode 50<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Reference Date: 11/24/2010 04:34:49<br/>Method A</p> |
| Preparation Delay (ms)   | 297  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Length (m)   | 44,2   | PASS                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Link ID:333,0  |  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Result   | 883 nm   | 1323 nm                |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
|  | PASS   | PASS                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss (dB)  | 0,35   | 0,50                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss Limit (dB)  | 1,91   | 1,90                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss Margin (dB)   | 1,56   | 1,40                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Reference (dBm)  | -23,89   | -24,82                 |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| <b>Loss (M-&gt;R) PASS</b>   |  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| <p>Site / Time: 11242010 04:34:49pm<br/>Cable Type: Multimode 50<br/>Tester: DT5-1800 (871901 v1.3100)<br/>Module: DTX-MFM (8837024)</p> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr><td>Preparation Delay (ms)</td><td>297</td><td></td></tr> <tr><td>Length (m)</td><td>44,2</td><td>PASS</td></tr> <tr><td>Link ID:333,0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Result</td><td>883 nm</td><td>1323 nm</td></tr> <tr><td></td><td>PASS</td><td>PASS</td></tr> <tr><td>Loss (dB)</td><td>0,37</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>Loss Limit (dB)</td><td>1,71</td><td>1,90</td></tr> <tr><td>Loss Margin (dB)</td><td>1,34</td><td>1,40</td></tr> <tr><td>Reference (dBm)</td><td>-24,72</td><td>-23,80</td></tr> </table> | Preparation Delay (ms) | 297 |  | Length (m) | 44,2 | PASS | Link ID:333,0 |  |  | Result | 883 nm | 1323 nm |  | PASS | PASS | Loss (dB) | 0,37 | 0,50 | Loss Limit (dB) | 1,71 | 1,90 | Loss Margin (dB) | 1,34 | 1,40 | Reference (dBm) | -24,72 | -23,80 | <p>λ = 1,4785<br/>Number of Sockets: 2<br/>Number of Sockets: 0<br/>Patch Type: Multimode 50<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Patch Length (m): 1,2<br/>Reference Date: 11/24/2010 04:34:49<br/>Method A</p> |
| Preparation Delay (ms)   | 297  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Length (m)   | 44,2   | PASS                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Link ID:333,0  |  |                        |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Result   | 883 nm   | 1323 nm                |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
|  | PASS   | PASS                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss (dB)  | 0,37   | 0,50                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss Limit (dB)  | 1,71   | 1,90                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Loss Margin (dB)   | 1,34   | 1,40                   |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |
| Reference (dBm)  | -24,72   | -23,80                 |     |  |            |      |      |               |  |  |        |        |         |  |      |      |           |      |      |                 |      |      |                  |      |      |                 |        |        |   |

Compliant Network Standards:

|                          |                         |                        |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| F201                     | 10GBASE-PL              | 10GBASE-FX             |
| 10GBASE-SX               | 10GBASE-LX              | 10GBASE-SM             |
| 10GBASE-R                | TotemPole 4 Fiber Optic | ATM 622 Fiber Optic    |
| ATM 155 Fiber Optic      | ATM 155/622 Fiber Optic | Fiber Channel 132      |
| ATM 622/622L Fiber Optic |                         | Fiber Channel 264/264L |

Рисунок Л7.1 – Протокол тестування ВОК фірмою LinkWare

260

### 7.3 Складання протоколів тестування кабелів ЛОМ

#### 7.3.1 Кабелів «вита пара» cat.3 та cat.5

#### 7.3.2 USB-кабелю

#### 7.3.3 Коаксіального кабелю

Робота виконується бригадою з трьох студентів, кожен з яких займається тестуванням одного окремого типу кабелю.

Під час тестування кабелів може бути використаний кабельний тестер, наведений у таблиці Л7.2.

Таблиця Л7.2 – LAN-тестер

| Пристрій  | Зовнішній вигляд  | Типи роз'ємів              | Характеристики  | Джерело живлення                          | Ціна, грн |
|---|---|----------------------------|---|---|-----------|
| 1   | 2   | 3                          | 4   | 5   | 6         |
| Дистанційний кабельний тестер RemoteCableTester E097X |  | RJ45<br>RJ11<br>BNC<br>USB | Тестує розрив/замикання, визначає наявність правильного з'єднання, відсутність кабелю і термінатора, неправильне/непаралельне з'єднання, визначає вид термінування Ethernet 10Base2/5 | Батарея 9В «Крона» (NEDA-1604, IEC 6LR61) | 750,00    |

Звіт з роботи складається один із зазначенням у списку авторів, хто і який кабель тестував.

Для кожного кабелю надається схема роз'єму із зазначенням типу сигналу, який подається на кожен контакт роз'єму (з нумерацією). Наприклад, на рис. Л7.2 наведено розташування контактів USB-кабелю у роз'ємах типу А та В, а в табл. Л7.3 – призначення контактів.

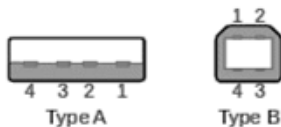


Рисунок Л7.2 – Розташування контактів USB-кабелю у роз'ємах типу А та типу В



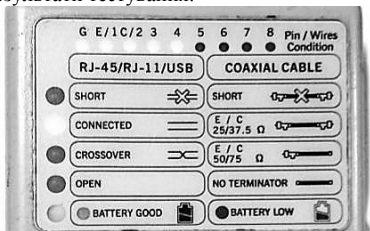
Таблиця Л7.3 – Призначення контактів кабелю

| № контакту | Призначення | Колір жили |
|------------|-------------|------------|
| 1          | VBUS        | Червоний   |
| 2          | D-          | Білий      |
| 3          | D+          | Зелений    |
| 4          | GND         | Чорний     |
| 5          | N/A         | Shield     |

## І. М. Журавська

Приклад протоколу тестування кабелю UTP cat. 6 наведено в табл. Л7.4.

Таблиця Л7.4 – Протокол тестування кабелю UTP cat. 6

|   |  |
|---|--|
| <br><b>ЧДУ ім. Петра Могили</b>                |  |
| <b>Cable ID:</b> F/UTP 4-Pair<br><b>Результат тестування:</b> <b>Open</b>   |  |
| <b>Cable ID:</b> F/UTP 4-Pair 24 AWG Cat. 6<br><b>ISO 11801</b><br><b>Date/Time:</b> 06.12.2013 11:10<br><b>Cable Type:</b> UTP | <b>Operator:</b><br>Novoseltsev Dima<br><b>Model:</b> Remote Cable Tester E097X<br><b>Status:</b> OPEN<br><b>Test limit:</b> ANSI EIA/TIA 568B |
| 1. Обладнання та комплектуючі, необхідні для тестування   | Тестер кабелю (Remote Cable Tester E097X)<br>                 |
| 2. Характеристики кабелю  | Тип роз'єму<br>Master – 8p8c, Slave – 8p8c (RJ-45)   |
|   | Конструктив та категорія<br>Master – Male, Slave – Male.<br>Cat 6  |
|   | Кількість та номери задіяних контактів<br>8p8c   |
| 3. Цілісність кабелю  | Результати тестування:<br>                                  |
| Тип кабелю  | F/UTP  |
| <b>Висновок</b>   | <b>Роз'єднано шостий контакт у роз'ємі, тому ані за схемою T568A, ані за схемою T568B патч-корд працювати не буде.</b>                         |

**Тестові запитання**

1. Скільки проводів у кабелі UTP задіяно під час передачі даних за стандартом Fast Ethernet 100Base-TX?

- а) шість;
- б) два;
- в) чотири;
- г) вісім.

2. Скільки проводів у кабелі UTP задіяно під час передачі даних за стандартом Gigabit Ethernet 1000Base-TX?

- а) шість;
- б) два;
- в) чотири;
- г) вісім.

3. Яким кабелем виконується монтаж ЛОМ поза приміщеннями?

- а) UTP;
- б) FTP;
- в) DGU;
- г) STP.

4. Який IP-код повинно мати обладнання ЛОМ, яке встановлюється поза будівлею (Outdoor)?

- а) IP20;
- б) IP44;
- в) IP54;
- г) IP66.

5. Яка мінімальна категорія кабелю «вита пара» може використовуватись у сертифікованій СКС?

- а) Cat. 5;
- б) Cat. 5E;
- в) Cat. 6.

---

## 9 ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕГМЕНТІВ ЛОМ

---

### 9.1 Обґрунтування рішення про використання Wi-Fi-технології

Бездротові сегменти комп'ютерної мережі в комерційних будівлях і виробничих підприємствах є альтернативою або доповненням до СКС.

Бездротові технології доцільно використовувати для підключення до сегмента ЛОМ нестационарних робочих місць (користувачів з ноутбуками, планшетами, смартфонами і т. п.). Необхідно приділяти серйозну увагу такій важливій частині будь-якого бездротового проекту, як польове радіообстеження об'єкта (Site Survey). Це необхідно для мереж 2G, 3G, Wi-Fi, WiMAX тощо.

Найбільш розповсюдженими серед бездротових стандартів у ЛОМ є Wi-Fi-з'єднання, хоча в деяких випадках більш доцільним є використання інфрачервоного зв'язку, атмосферних оптичних ліній зв'язку або Bluetooth.

За допомогою Wi-Fi-сегментів достатньо ефективно організувати ЛОМ між кількома будинками в кампусі організації. На сьогодні в ЛОМ за стандартом IEEE 802.11 поширені специфікації Wi-Fi A, Wi-Fi B/G, Wi-Fi N та можуть бути закладені при проектуванні нових сегментів специфікації Wi-Fi AC й Wi-Fi AD.

Підтримка стандарту 802.11n, який має більші порівняно з попередніми стандартами швидкість та радіус дії (рис. 9.1), дозволяє організувати в кампусі організації Wi-Fi-сегменти ЛОМ між кількома будинками, які перебувають на досить великій відстані один від одного, або в іншій ситуації, коли неможливо створити проводову інфраструктуру (віддалені офіси, навчальні корпуси, у сільській місцевості з важкопрохідним рельєфом, для обміну життєво важливою інформацією про пацієнта у ЛОМ медичного кампусу – наприклад, між районною та обласною лікарнями).

В основу специфікації 802.11n покладено технологію MIMO (множинні входи і численні виходи), що забезпечує можливість одночасного використання декількох антен, що працюють паралельно. У результаті одночасного прийому декількох сигналів пропускна здатність мережі підвищується. Висока швидкість роботи бездротових



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

мереж необхідна, насамперед, для передачі мультимедійних додатків – звуку і відео.

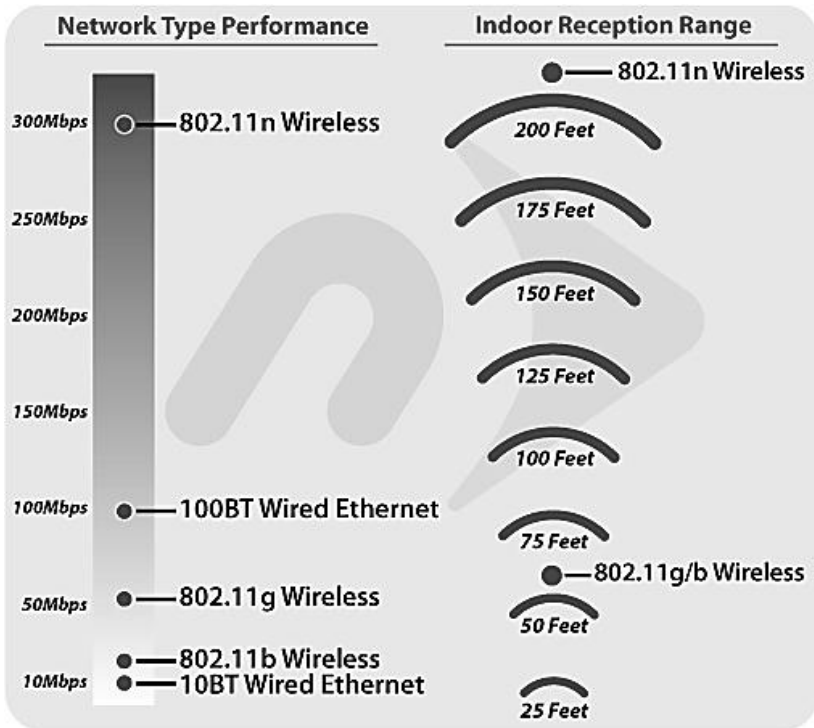


Рисунок 9.1 – Швидкість та дальність передачі даних у різних версіях Wi-Fi

Виконати оціночне попереднє проектування бездротової ЛОМ можна за допомогою будь-якого програмного комплексу, який дозволяє врахувати поверхові плани, конфігуровані будівельні елементи (стіни, двері, вікна) із змінними коефіцієнтами загасання відповідних радіохвиль, параметри на межі приміщень, типи використовуваного обладнання та антен і т. п. Створити модель розміщення точок доступу можна прямо на мапі майбутньої зони покриття реальної мережі.

Подібні програмні модулі є в компанії Cisco («WCS/Wireless Control System» та «Cisco Prime NCS/Network Control System»), у

компанії D-Link («Планировщик беспроводных сетей Wi-Fi Planner PRO») та ін. Ці системи є в демо-версіях (повноцінна система), що доступні протягом 30 днів.

Крім того, є велика кількість онлайн-калькуляторів для проектування бездротових мереж на допомогу інстальатору-початківцю [85]:

- «Калькулятор количества точек доступа Wi-Fi»;
- «Расчет Wi-Fi-решения (бюджетный)»;
- «Калькулятор – Зона Френеля»;
- «Калькулятор – конверсия dBm $\leftrightarrow$ mWt»;
- «Калькулятор – Уровень сигнала на приеме Rx, FSL, SOM».

## **9.2 Помилки монтажу під час розгортання мережі Wi-Fi**

Теоретично максимальна дальність зв'язку для Wi-Fi-обладнання зі стандартними антенами (зовнішніми і вбудованими) в умовах приміщення 100 м, на відкритому просторі 300 м. Дальність та конструкцію антени доцільно розраховувати для кожного окремого рішення з розгортання Wi-Fi-сегмента ЛОМ [50].

У проектуванні потрібно враховувати, що ці дані застосовуються для ідеальних умов (пряма видимість, гарне відображення сигналів, сприятлива радіо- і магнітна обстановка і т. п.). У реальних умовах дальність буде меншою, оскільки на частоті 2,4 ГГц (діапазон ISM – Industrial, Scientific and Medical – призначений для безліцензійного використання) і вище навіть скло є перешкодою для проходження сигналу, та в цьому діапазоні працює безліч пристроїв різних технологій. Для бездротового обладнання 802.11n в реальних умовах потік даних у приміщенні між кімнатами складає близько 50 Мбіт/с (чого достатньо для передачі HD-відео і великих файлів). На відстані до 100 км швидкість зменшується до 8 Мбіт/с.

У такому випадку доцільно використовувати точки доступу (ТД, англ. Access Point – AP) стандарту 802.11n зі швидкістю 300 Мбіт/с з коефіцієнтом підсилення 12 dBi, які працюватимуть у частотному діапазоні 5 ГГц.

Такі ТД зазвичай оснащені двома – чотирма зовнішніми антенами (рис. 9.2, в, г) по 150 або 100 Мбіт/с на одну антену, але можуть мати і вбудовану антену (рис. 9.2, а, б).



Рисунок 9.2 – Точки доступу з вбудованими (а, б) та зовнішніми (в, г) антенами

Не рекомендовано використовувати окреме джерело живлення, краще подавати електроживлення на ТД і передавати дані за допомогою одного й того ж кабелю «вита пара» за технологією Power over Ethernet (PoE). Крім того, слід враховувати вимоги до всепогодності такого обладнання і звертати увагу на ступінь захисту корпусу такої ТД (IP Code IP66/67 для в Outdoor-виконанні та IP66/67). Гарним прикладом такої ТД є модель TEW-676APBO компанії TRENDnet (алюмінієвий корпус, вбудована антена, дальність дії до 7 км в умовах прямої видимості).

Необхідно звертати увагу на наявність у комплекті устаткування захисту від перенапружень, викликаних грозовими розрядами (наприклад, комплект TEW-ASAL1, що включає в себе розрядник і провід заземлення). Такий розрядник підключається між ТД та кабелем зовнішньої антени (рис. 9.3). Може бути використаний антенний подовжуючий кабель 3 м (нп., D-Link ANT24-CB03N) або довший [31; 32].

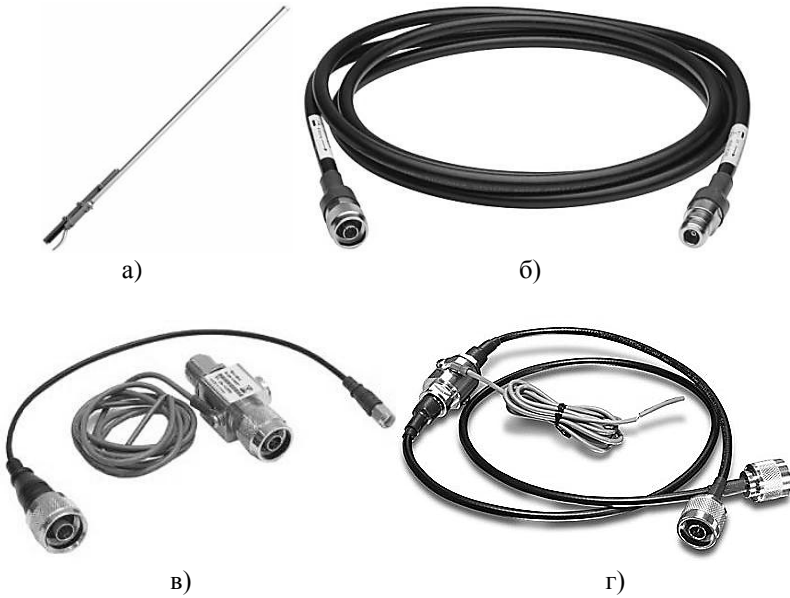


Рисунок 9.3 – Комплектуючі грозозахисту для бездротової ТД: зовнішня антена (а), антенний кабель 18 AWG з роз'ємами 2 x N-Туре F-M (б), грозовий розрядник із кабелем заземлення (в), грозовий комплект у зборі з кабелем та роз'ємами 2 x N-Туре (Female-Male) до ТД (г)



Рисунок 9.4 – Розподіл Wi-Fi-мереж між частотними каналами

Зважаючи на велику кількість Wi-Fi-мереж, що працюють на 6-му каналі (рис. 9.4), помилкою було б розгортання бездротового сегмента в цьому ж частотному діапазоні. Більш доцільним є рішення щодо використання на 1-му (декілька досить слабких мереж) або на 11-му каналах (досить потужна, але єдина Wi-Fi-мережа).

У такому разі необхідно відмовитись під час налагодженні Wi-Fi-обладнання від автоматичного вибору каналу, коли, зазвичай, обирається 6-й канал (рис. 9.5), та вказати канал вручну або за спеціальними алгоритмами [52].

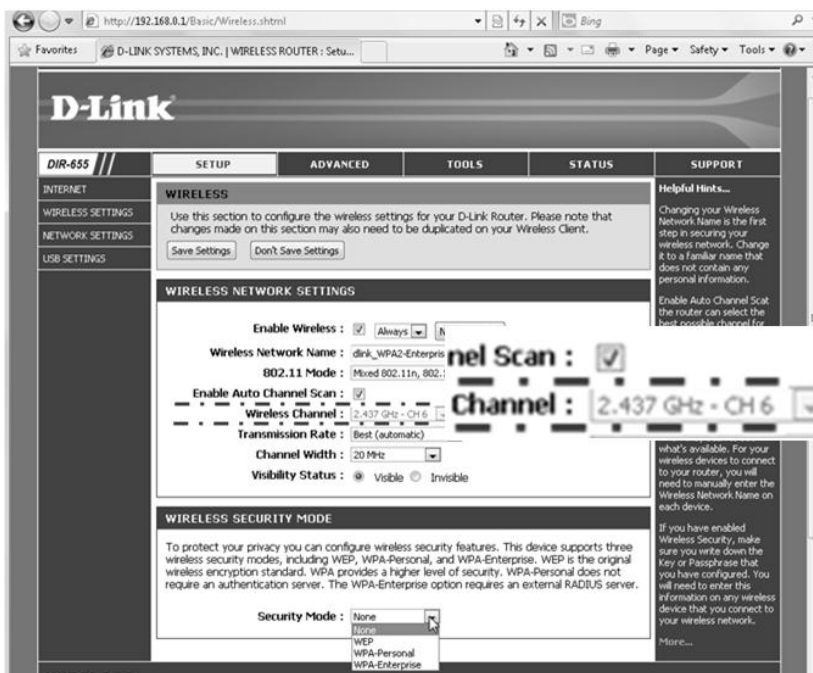


Рисунок 9.5 – Автоматичний вибір каналу 6 у Wi-Fi-обладнанні D-Link

### 9.3 Залежність пропускної здатності бездротового каналу підключення клієнтів до ЛОМ від режимів роботи Wi-Fi-точок доступу

У ЛОМ ТД може функціонувати в таких режимах роботи (рис. 9.6):

а) *точка доступу (Access Point Mode)* – працює як концентратор для підключення бездротових користувачів. За декількох підключень до однієї ТД смуга пропускання, наприклад, 54 Мбіт/с ділиться на кількість підключених користувачів;

б) *клієнт точки доступу (Wireless Client)* – для підключення до іншої ТД;

в) *міст (Point-to-Point, Bridge Mode)* – для об'єднання двох кабельних ЛОМ через бездротовий міст. У цьому режимі бездротові клієнти не зможуть підключатися до точки доступу, оскільки вона налаштована на роботу тільки з віддаленою точкою доступу, що працює в аналогічному режимі. Основна перевага використання цього режиму полягає в тому, що при об'єднанні двох сегментів мережі використовується вся можлива пропускна здатність бездротового каналу;

г) *міст з точкою доступу (Point-to-Multipoint)* – для роботи в ролі мосту і концентратора одночасно. Дозволяє з'єднати до шести кабельних ЛОМ. У цьому режимі бездротові клієнти не зможуть підключатися до ТД, оскільки вона налаштована на роботу тільки з віддаленою точкою доступу, що працює в аналогічному режимі;

д) *WDS (Wireless Distribution System) ma WDS with AP* – дозволяє одночасно підключати бездротових клієнтів до ТД, які працюють у режимі Bridge (міст, точка –точка) і Multipoint Bridge (міст, точка – багато точок). Однак швидкість передачі даних у бездротових клієнтів у такому режимі буде близько 1/3 від швидкості передачі даних між точками доступу;

е) *повторювач (Universal Repeater)* – для збільшення радіусу дії бездротової мережі. Точка доступу дозволяє розширити діапазон дії бездротової мережі за допомогою повторення сигналу від віддаленої точки доступу. Для цього в налаштуваннях точки доступу слід вказати MAC-адресу віддаленої точки доступу (опція MAC-clone). Для режиму Repeater рекомендується використовувати точки доступу від одного виробника, зроблені на однаковому чіпсеті. Кілька точок доступу дозволяють організувати «соти» (англ. «mesh») – зони для впевненого прийому, які «накладаються» одна на одну. При цьому, при зміні точок доступу відбувається короткочасний розрив зв'язку;

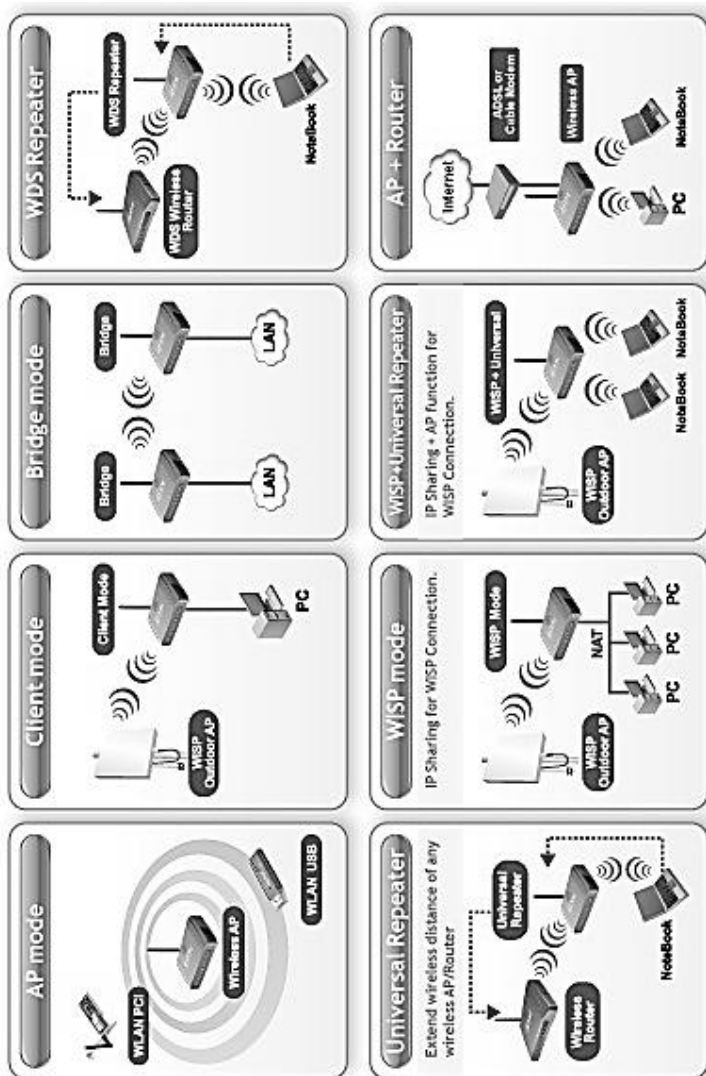


Рисунок 9.6. – Режими роботи ТД у ЛОМ

ж) клієнт маршрутизатора *WISP (Wireless Internet Service Prvider Client Router)* – для спільного підключення до Інтернету (підключення роутера до точки доступу провайдера та ретрансляція сигналу цієї ТД) домашніх і офісних комп'ютерів з портами Ethernet без додаткового маршрутизатора;

з) *повторювач WISP (WISP Repeater)* – для організації спільного доступу до Інтернету комп'ютерів як з портами Ethernet, так і з бездротовими інтерфейсами без установки додаткового маршрутизатора.

Структурну схему бездротової ЛОМ з підключенням до Інтернету в режимі *WISP* наведено на рис. 9.7. На цьому ж рисунку наведено моделі обладнання фірми EDIMAX, за допомогою яких можна побудувати такий сегмент.

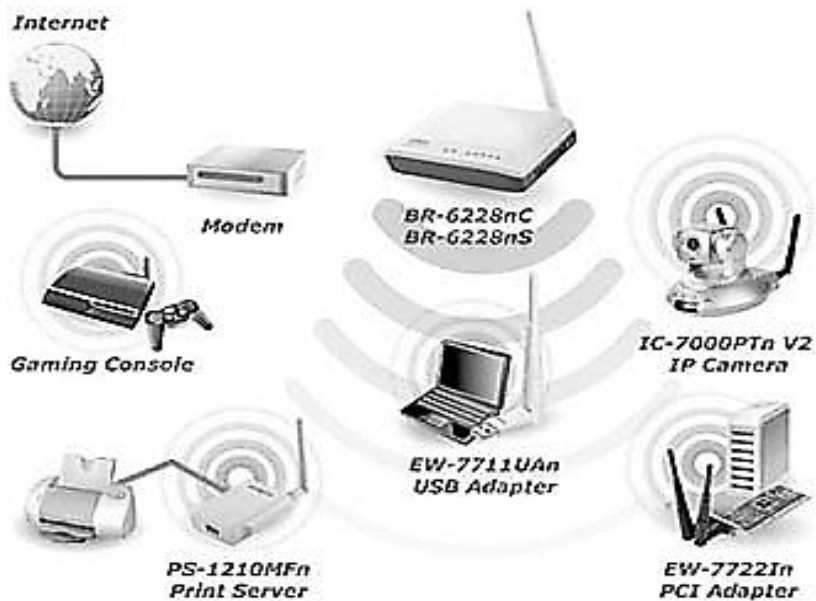


Рисунок 9.7 – Бездротова ЛОМ з підключенням до Інтернету в режимі *WISP*

Якщо планується використання моделей бездротових пристроїв, які мають вбудовану NAT-функцію (Network Address Translation), це рішення дозволить підключити до Інтернету одночасно до 253 проводових і бездротових клієнтів.



Для розвиненої бездротової інфраструктури з декількома точками доступу, коли клієнт потрапляє в зону дії декількох точок доступу, він на основі потужності радіосигналу і кількості помилок, що відбуваються в процесі сеансу зв'язку, вибирає оптимальну точку доступу і підключається до неї.

Після того, як клієнт отримує підтвердження про співробітництво від точки доступу, відбувається налаштування апаратури клієнта на радіоканал, у якому працює точка. Через певні проміжки часу клієнт перевіряє, чи немає точки доступу, що надає зв'язок більш високої якості, ніж підключена. Якщо така точка є, клієнт перепідключається до неї, налаштовуючись на її частоту.

Найчастіше перепідключення відбувається через ослаблення потужності радіосигналу від поточної точки доступу або якщо трафік через поточну точку доступу занадто великий. Для рівномірного розподілу навантаження відбувається перепідключення до однієї з вільних точок доступу (це одна з властивостей стандарту IEEE 802.11 – балансування завантаження).

Необхідно враховувати, що все вищесказане справедливе, якщо ж точка лише одна, клієнт буде працювати тільки з нею.

Особливість обміну даними в бездротових мережах полягає в тому, що від погіршення якості зв'язку швидкість передачі автоматично падає, але падає не плавно, а до наступного фіксованого значення, тобто дискретно. У загальному випадку швидкісний ряд виглядає таким чином: 1; 2; 5,5; 11; 22; 54 Мбіт/с. У разі поліпшенні якості зв'язку швидкість знову піднімається до оптимального на поточний момент значення.

Такі стрибки швидкостей зазвичай відбуваються тоді, коли обладнання останніх специфікацій стандарту 802.11 налаштоване на підтримку попередніх стандартів. Тобто як тільки в бездротовій ЛОМ з'являється клієнт із Wi-Fi-обладнанням застарілої специфікації, ті клієнти, які повинні встановити з ним зв'язок, теж переходять на застарілі стандарти, і швидкість обміну даними в ЛОМ становиться мінімальною.

Для запобігання описаного механізму необхідно під час розгортання бездротових сегментів ЛОМ відмовлятися від підтримки попередніх стандартів, тобто закладати в проект ЛОМ обмін трафіком тільки за стандартом 802.11n або вище.

Візуалізацію спроектованого бездротового сегмента ЛОМ наведено на рис. 9.8.

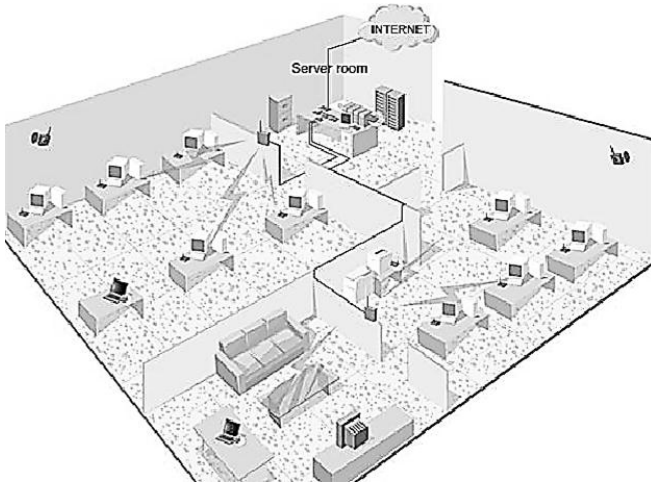


Рисунок 9.8 – Візуалізація бездротового сегмента ЛОМ

## 9.4 Дальність роботи Wi-Fi-обладнання

### 9.4.1 Фактори, що впливають на дальність роботи Wi-Fi-обладнання

На дальність роботи впливає безліч фізичних факторів: кількість стін, перекриттів і інших об'єктів, через які має пройти сигнал. Зазвичай відстань залежить від типу матеріалів і радіочастотного шуму від інших електроприладів у приміщенні.

Для того, щоб збільшити «далекобійність» бездротової мережі, під час проектування необхідно дотримуватись таких базових принципів:

1. Якщо можливо, скоротити кількість стін і перекриттів<sup>1)</sup> між абонентами бездротової мережі. Розташовувати точку доступу, радіошлюзи й абонентів мережі так, щоб кількість перешкод між ними була мінімальною.

2. Перевіряти кут між точками доступу, радіошлюзами та абонентами мережі<sup>2)</sup>. Треба розташувати абонентів ЛОМ так, щоб сигнал проходив під кутом 90 градусів до перекриттів або стін.

---

<sup>1)</sup> Кожна стіна та перекриття віднімає від максимального радіуса дії бездротової мережі від 1 до 25 м.

<sup>2)</sup> Стіна товщиною 0,5 м при куті падіння 45 градусів для радіохвилі подібна стіні товщиною 1 м. При куті в 2 градуси стіна стає еквівалентною перешкоді товщиною в 12 м!

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

3. Розміщувати абонентів ЛОМ так, щоб між ними не перебували металеві або залізобетонні перешкоди, які відбивають високочастотний сигнал.

4. Віддаляти від абонентів бездротових мереж, принаймні на 1-2 метри, електроприлади, що генерують радіоперешкоди (мікрохвильові печі, монітори, електромотори, ДБЖ і т. п.).

5. Не використовувати в проєкті бездротові телефони, які працюють у діапазоні ISM, та обладнання стандарту X.10 (наприклад, системи сигналізації).

### 9.4.2 Розрахунок дальності зв'язку під час використання Wi-Fi-обладнання фірми D-Link

Для збільшення радіуса дії бездротового пристрою можна замість стандартної передбачити використання зовнішньої антени, яка може бути підключена до бездротового пристрою за допомогою кабелю (який входить у комплект поставки антени) або напрямчу.

Вибирати антени для конкретних моделей точок доступу можна із застосуванням онлайн-калькуляторів, наприклад, фірми D-Link.

Приклад вдалого та невдалого вибору антен наведено на рис. 9.9, а.

**D-Link** Building Networks for People

$$Y_{дБ} = P_{т,дБ} + G_{т,дБ} + G_{р,дБ} - P_{min,дБ} - L_{т,дБ} - L_{р,дБ}$$

|       |    |    |   |      |     |     |
|-------|----|----|---|------|-----|-----|
| 122.6 | 17 | 18 | 6 | - 90 | 3.4 | 1.5 |
|-------|----|----|---|------|-----|-----|

Дальність: 2399 Метров

Антенна: ANT24-1801 (Длина кабелю: 0.5, Затухання в кабелі: 0.8) | Антенна: DWL-M60AT (Длина кабелю: 10, Затухання в кабелі: 0.8)

Скорість: 2 Мбпс

Передатчик: dwl-1750 | Приёмник: dwl-1700ap

Подсчитать | Сброс

а)



$$Y_{дБ} = P_{т,дБ} + G_{т,дБ} + G_{р,дБ} - P_{мін,дБ} - L_{т,дБ} - L_{р,дБ}$$

?

|       |    |    |     |      |     |     |
|-------|----|----|-----|------|-----|-----|
| 110.5 | 17 | 12 | 8.5 | - 81 | 3.4 | 5.4 |
|-------|----|----|-----|------|-----|-----|

Дальность:

596  
Метров

Длина кабеля

0

Затухание в кабеле

0

Скорость

22 Мbps

Подсчитать

Сброс

Длина кабеля

10

Затухание в кабеле

0.8

Передатчик

dwl-1750

Приёмник

dwl-520+

б)

Рисунок 9.9 – Приклад вибору Wi-Fi-антен за критеріями дальності (а) або швидкості (б)

Треба враховувати, що чутливість приймача зворотно пропорційна швидкості передачі даних. Тобто від зменшення швидкості зростає дальність зв'язку.

## 9.5 Впровадження в ЛОМ перспективних бездротових технологій

За необхідності реалізації в ЛОМ безпроводового трафіку потокового відео- та аудіоконтенту може бути застосована нова технологія Wireless Display (WiDi). Технологія була представлена компанією Intel у 2011 р. Роздільна здатність у WiDi 1.0 становила 720р, а у WiDi 2.0 – 1080р.

Такі питання стали актуальними після появи в користувачів мобільних комп'ютерів з процесором Intel Core i3, Core i5, Core i7 та з інтегрованою графікою.

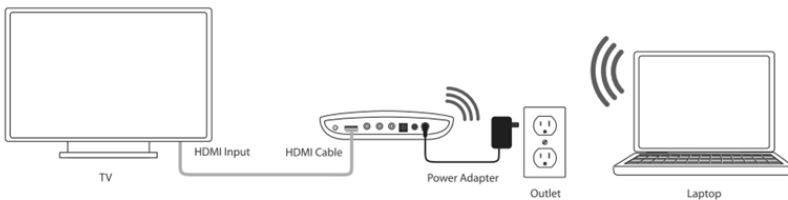
Використання технології WiDi надає можливість підключити ноутбук до HDTV на великий екран. Це можливо, наприклад, за допомогою приставки-адаптера D-Link DHD-131, під'єднаної до HDTV через HDMI-кабель (рис. 9.10), за допомогою Wi-Fi-з'єднання із забезпеченням досить хорошої швидкості потокової трансляції (до 300 Мбіт/с).



*Рисунок 9.10 – Адаптер D-Link DHD-131 з підтримкою технології Intel Wireless Display (WiDi):*

- 1 – кнопка Reset;
- 2 – порт HDMI;
- 3 – комозитні аудіо/відеоporti;
- 4 – цифровий аудіопорт S/PDIF;
- 5 – кнопка On/Off;
- 6 – роз'єм електроживлення.

Структурну схему такого підключення наведено на рис. 9.11 [55].



*Рисунок 9.11 – Структурна схема підключення обладнання за технологією WiDi*

Ще не набула комерційного використання, але швидко розвивається технологія передачі даних за допомогою видимого світла (англ. Visible Light Communication – VLC). Ця бездротова технологія є

конкурентом технології Wi-Fi, за аналогією з якою її називають Li-Fi (від англ. «light» – світло та «fidelity» – вірність).

На теперішній час у лабораторних умовах досягли швидкості передачі даних більше ніж 500 Мбіт/с (5 метрів), користуючись стандартними лампами білого світла (Берлін, Німеччина).

В Оксфордському та Единбурзькому університетах розробляють технологію паралельної передачі даних із використанням масивів світлодіодних ламп, в яких кожна лампа передає свій потік. Є також розробки, в яких використовують набори червоних, зелених і блакитних ламп для зміни частоти світла, оскільки кожна частота кодує свій канал передачі даних [7].

Оскільки VLC використовує світло, а не радіосигнали, ця технологія може бути використана в авіації, вбудована в медичні прилади, де Wi-Fi заборонений; можливе навіть використання її під водою, де Wi-Fi зовсім не працює (рис. 9.12).

Використання Wi-Fi небажане або просто небезпечне в таких місцях, як нафтові платформи, де радіохвилі можуть викликати іскру; під водою, де сіль проводить електрику; на літаках, де можливі перешкоди в роботі навігаційних приладів. У таких профільних ЛОМ перспективним є проектування мережі з використанням VLC-технології. Використання Li-Fi також суттєво знижує ризик витоку інформації.

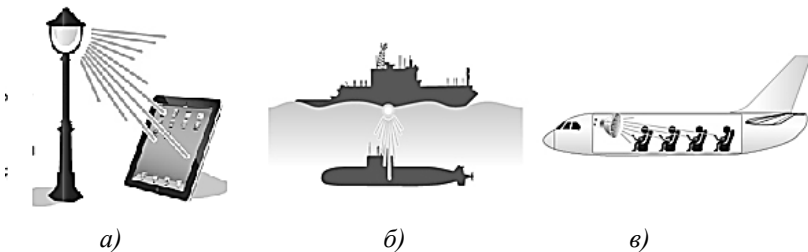


Рисунок 9.12 – Сфери застосування LiFi-технології: а – передача інформації через вуличне освітлення; б – під водою; в – у літаку

### Контрольні питання для самоперевірки

1. Яке комутаційне обладнання використовується тільки в мережах за стандартом IEEE 802.11?
2. Які бездротові стандарти належать до «пішохідних»?

3. Яка буква в технології Wi-Fi найшвидша?
4. За якою бездротовою технологією аналогічні порти ПК самі знаходять одне одного, але активними в мережі можуть бути не більше 8 пристроїв одночасно?
5. Який бездротовий інтерфейс має обмеження за кутом огляду?
6. Які бездротові технології не використовують радіохвилі?
7. Які заходи необхідно вжити, щоб Wi-Fi-сигнал не виходив за межі ЛОМ?
8. На якій дальності можна використовувати Wi-Fi-технологію в ЛОМ без наявних електромагнітних перешкод?
9. За допомогою якого пристрою можна перетворити настільний ПК з кабельного на бездротового клієнта?
10. Для підключення яких пристроїв призначений SharePort на точках доступу та Wi-Fi-маршрутизаторах?
11. В яких режимах може працювати точка доступу?
12. Чому Wi-Fi-сигнал не проходить через шафу-купе? Як необхідно вчинити?

### **Лабораторна робота № 8. Аналіз радіофіри та налагодження Wi-Fi-каналів бездротового обладнання ЛОМ**

#### **8.1 Встановити програму-аналізатор каналів inSSIDer та дослідити радіофір**

Для сканування та діагностики Wi-Fi мереж використовується утиліта inSSIDer (кросплатформеною, випускається у варіантах для Windows (вимагається .NET Framework 2.0) і Linux).

Сканування Wi-Fi-діапазону виконується за допомогою утиліти inSSIDer і в режимі реального часу надає масу корисної інформації про виявлені точки доступу: відображає знайдені мережі та їхні SSID, типи мереж, канали, на яких вони працюють, MAC-адреси точок доступу, їхнього виробника, рівень сигналу кожної з них, а також використовуваний метод шифрування.

Якщо на ПК (ноутбуці) встановлений GPS-приймач, inSSIDer показуватиме і географічні координати виявлених точок доступу.

Крім усього цього, inSSIDer креслить дуже наочні графіки, за якими, наприклад, дуже легко визначити, які точки доступу заважають одна одній.

Скріншот радіообстановки в приміщенні наведено на рис. Л8.1.



Рисунок Л8.1 – Радиообстановка в приміщенні в інтерфейсі inSSIDer

## 8.2 Визначити, на якому каналі працює власна мережа та інші наявні

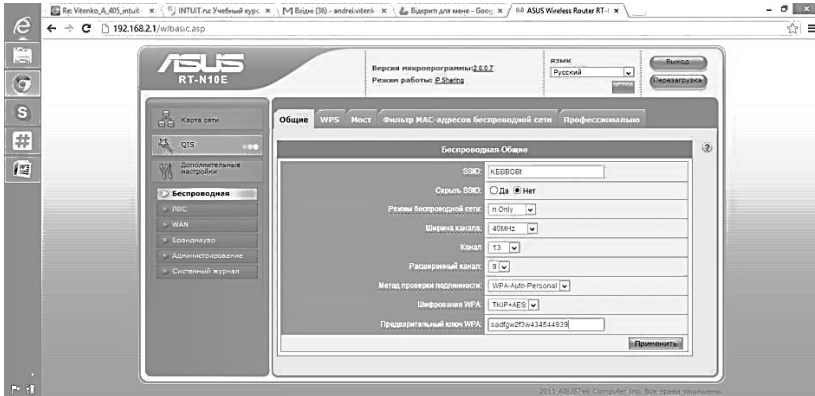
З рис. Л8.1 видно, що найбільш завантаженим є 1-й канал, і досліджувана Wi-Fi-мережа (найбільш потужна на рис. Л8.1) також розгорнута на 1-му каналі в результаті автоматичного налаштування каналу. Через це виникатиме багато завад під час передачі даних, оскільки на одній несучій частоті працює відразу три Wi-Fi-мережі.

## 8.3 Визначити номери менш завантажених каналів та переналадити власне бездротове обладнання

Оскільки більшість обладнання має налаштування автоматичного визначення каналу, дослідимо динаміку зміни каналу протягом деякого часу. Виявлено, що згодом найбільш перевантаженими стали 6-й та 11-й канали. Тому доцільно вручну переналадити власне Wi-Fi-обладнання на менш завантажений канал. Таким виявився 13-й канал (рис. Л8.2, б), на який доцільно вручну переналадити власне обладнання за допомогою веб-інтерфейсу (рис. Л8.2, а).



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж



а)



б)

Рисунок Л8.2 – Перенастроєння власної мережі на 13-й Wi-Fi-канал у веб-інтерфейсі роутера (а) та відображення в інтерфейсі inSSIDer (б)

### Тестові запитання

1. Скільки одночасно каналів, що не перетинаються, можна використовувати в діапазоні 2,4 ГГц?

- а) 4 канали;
- б) 13 каналів;
- в) 12 каналів;
- г) 3 канали.

2. Яка максимально можлива швидкість з'єднання за стандартом IEEE 802.11a?

- а) 22 Мбіт/с;
- б) 108 Мбіт/с;
- в) 11 Мбіт/с;
- г) 54 Мбіт/с.

3. Яка максимально можлива швидкість з'єднання може бути досягнута в режимі AdHoc?

- а) 108 Мбіт/с;
- б) 11 Мбіт/с;
- в) 300 Мбіт/с;
- г) 54 Мбіт/с.

4. На якій частоті працює стандарт 802.11a?

- а) 2,4 ГГц;
- б) 5 МГц;
- в) 2,4 МГц;
- г) 5 ГГц.

5. За якою топологією пов'язані в ЛОМ Wi-Fi-пристрої?

- а) повнозв'язаною;
- б) комірковою;
- в) «спільна шина»;
- г) кільце.

---

# 10 ПРОЕКТУВАННЯ СЕГМЕНТІВ ЛОМ НА БАЗІ ІСНУЮЧИХ У БУДИНКАХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ

---

## 10.1 PLC-технологія

Створення ЛОМ сектору SOHO/SMB з виходом в Інтернет на адаптерах Powerline Communication відповідає терміну «передача даних по електромережі» [10].

Обладнання зі швидкістю передачі даних 200 – 500 Mbps підтримує рекомендації HomePlug PowerLine Alliance і забезпечує передачу даних по проводам звичайної промислової мережі на відстані до 200 м.

Технологія PLC – інноваційна телекомунікаційна технологія, що базується на використанні силових електромереж для інформаційного обміну. PLC-технології доцільно застосовувати в тих випадках, коли:

- немає можливості прокладання додаткових кабельних систем у приміщенні;
- немає прямої електромагнітної видимості для організації бездротового зв'язку;
- у разі потреби швидкого розгортання ЛОМ (в межах 15 – 20 хв) на нетривалий час.

Використання електромережі в ролі каналів зв'язку має низку переваг:

- економія коштів (відсутні додаткові вкладення);
- простота використання;
- висока швидкість монтажу (не потрібна прокладка кабелю, укладання його в коробки, свердління стін і опорних конструкцій);
- висока надійність функціонування;
- збереження працездатності в широкому діапазоні температури;
- можливість оперативної зміни частоти кабелю, що передає інформацію.

Порівняно з Wi-Fi, PLC-технологія:

- не вимагає інсталяції та налагодження обладнання після підключення;
- більш стабільний зв'язок;

- більша безпека інформації;
- підходить для передачі Multicast-трафіку, наприклад, IPTV;
- на якість зв'язку не впливає матеріал і товщина стін у приміщенні.

Серед обмежень PLC-технології необхідно зазначити:

- усі використовувані адаптери мають бути підключені до однієї й тієї ж фази мережі і між ними не повинно бути трансформаторів (старі типи електролічильників були трансформаторними);
- використання PLC-технології може порушити радіоприймання, особливо на середніх і коротких хвилях;
- не працює через мережеві фільтри та ДБЖ;
- на якість зв'язку можуть негативно впливати дешеві енергозберігальні лампи, імпульсні блоки живлення та зарядні пристрої.

Подібні мережі можуть використовуватися в тимчасових офісах (коли немає можливості прокладки додаткових мережевих кабелів), житлових квартирах, а також для проведення презентацій і т. п. [111].

Для організації передачі даних через промислову електропроводку може бути використане таке обладнання:

1. Dynamix PL 200AV – міст (адаптер) Ethernet-Powerline забезпечує підключення різних офісних пристроїв із Ethernet-інтерфейсом на швидкості до 200 Мбіт/с до Powerline-мережі. Це можуть бути робочі станції, IP-відеокамери, IP-телефони, сервери бездротового доступу, до яких, відповідно, можуть бути підключені інші пристрої з використанням бездротового інтерфейсу.

2. DHP-1565 – роутер з підтримкою технологій PLC (на швидкості до 500 Мбіт/с), Wi-Fi (802.11b/g/n на швидкості до 300 Мбіт/с), Ethernet (вбудований 4-х портовий комутатор 10/100/1000BASE-T, з портом WAN 10/100/1000BASE-T) та портом USB 2.0 для підключення принтера, багатофункціонального пристрою (МФУ) або USB-накопичувача.

Підключення різного периферійного обладнання та ПК через PLC-міст наведено на структурній схемі рис. 10.1. У наведеному прикладі PLC-міст 01 в приміщенні № 13 (M13.01) підключає:

*а) через кабель електроживлення:*

- 1) за допомогою адаптерів A13.01-A13.07 проектори P13.01 та P13.07;
- 2) IP-камеру C13.01;
- 3) персональні комп'ютери PC13.01-PC13.06;
- 4) точку доступу AP13.01, через яку підключене обладнання, розташоване в іншому приміщенні (№ 14), за допомогою Wi-Fi-технології:

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

- ноутбук N14.05;
  - кондиціонери K14.01 та K14.02;
- б) за допомогою Wi-Fi-технології – ноутбук N14.01, розташований у приміщенні № 14;
- в) через кабель «вита пара» – інші сегменти корпоративної мережі за допомогою Ethernet-технології 802.3ab (швидкість у мережі до 1 Гбіт/с).

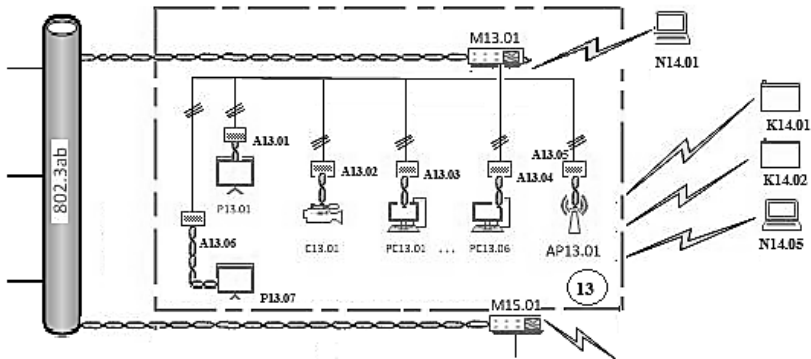


Рисунок 10.1 – Структурна схема сегмента ЛОМ з PLC-технологією

Таке рішення має велику функціональність і може бути застосоване також у приватних будинках, готелях, кемпінгах і т. п. (рис. 10.2).

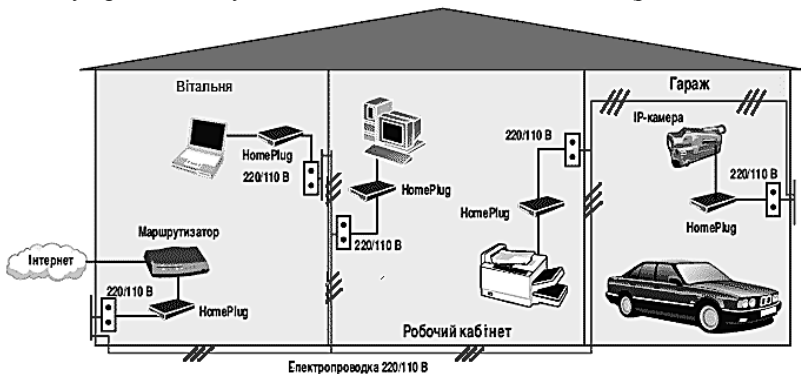


Рисунок 10.2 – ЛОМ приватного будинку за PLC-технологією

Користувачі ЛОМ, яким призначена інформація, що циркулює засобами PLC-технології, повинні бути підключені подовжувачами без

вбудованих фільтрів високих гармонік (рис. 10.3, а), наприклад, фільтри SVEN Optima (рис. 10.3, б), електричну схему якого наведено на рис. 10.3, в.

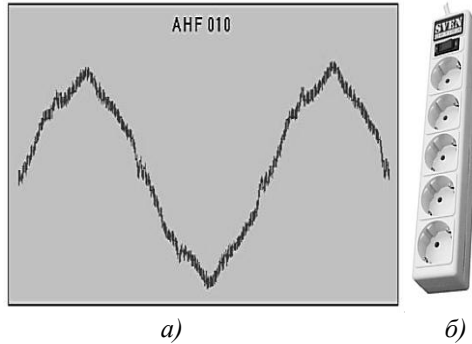


Рисунок 10.3 – Подовжувач SVEN без вбудованих фільтрів:  
а – змодельована осцилограма сигналу від PLC-обладнання  
на виході подовжувача; б – зовнішній вигляд подовжувача;  
в – електрична схема подовжувача

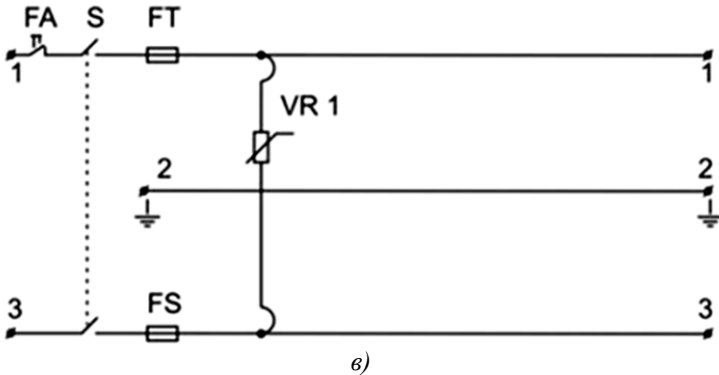


Рисунок 10.3, аркуш 2

Для фільтрації високочастотних (ВЧ) гармонік PLC-сигналу (рис. 10.4, а) при підключенні обладнання, яке не призначене для прийому трафіку (кондиціонери, принтери, телевізори, люмінесцентні лампи, користувачі, яким не призначена інформація, що циркулює в ЛОМ), можна використовувати, наприклад, найпростішу модель мережевого подовжувача («фільтра») Pilot L (рис. 10.4, б).

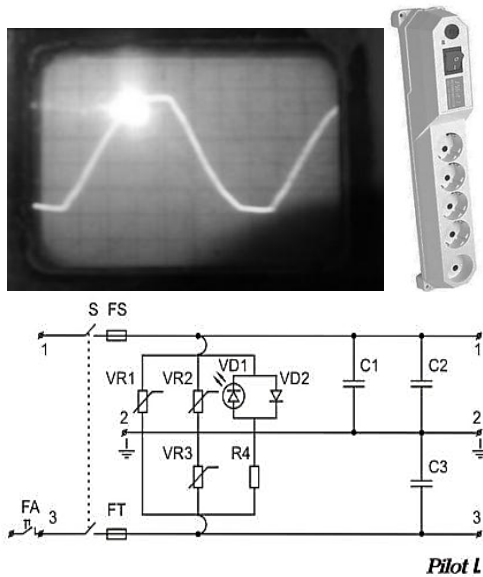


Рисунок 10.4 – Подовжувач Pilot-L з вбудованим фільтром:  
а – відфільтрована осцилограма сигналу від PLC-обладнання  
на виході подовжувача; б – зовнішній вигляд подовжувача;  
в – електрична схема подовжувача

Ця модель забезпечує варисторний захист від імпульсних перешкод і грозового розряду, є захист від перевантаження і струму короткого замикання. Для захисту від високочастотних перешкод використовується ємнісний фільтр (рис. 10.4, в).

### 10.2 HPNA-технологія

Проектуючи ЛОМ, доцільно включати до проекту HPNA обладнання за версією 3.0, яка передбачає швидкість до 128 Мбіт/с (іноді заявляється і 240 Мбіт/с), або за версією 3.1, яка передбачає фізичну швидкість передачі до 320 Мбіт/с. Використовуваний частотний діапазон 2 – 30 МГц.

Максимальна кількість користувачів HPNA 3.0 – до 50, а HPNA 3.1 – до 255. Але під час проектування необхідно враховувати, що зі зростанням кількості користувачів швидкість обміну падає. Тому

HPNA-рішення оптимальні для передачі голосу, даних і відеозображень (у тому числі відео за запитом, IPTV) на відстань до 600 метрів по телефонних лініях. Net-діаграму наведено на рис. 10.5 [88].

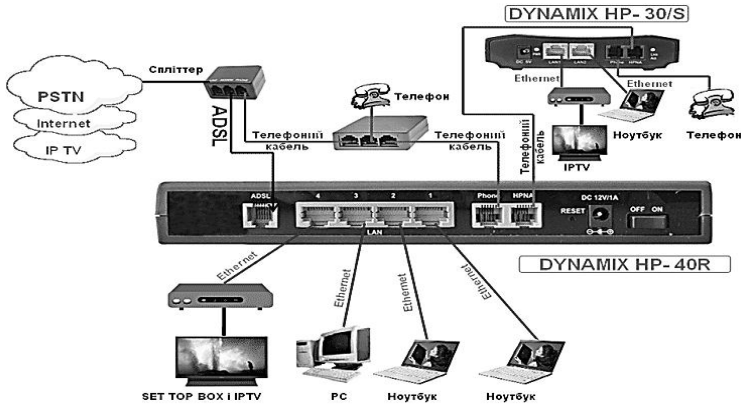


Рисунок 10.5 – Net-діаграма підключення клієнтів за технологією HPNA

Стандарт підтримує також якість обслуговування (QoS), тобто забезпечує клієнтам гарантовану смугу пропускання.

### 10.3 HCNA-технологія

Середовищем передачі даних є коаксіальний телевізійний кабель RG-59. Робоча відстань – до 1200 м.

Особливістю такого рішення є те, що всі користувачі ізольовані один від одного. Це означає, що ніхто з абонентів не може мати доступу до файлів, що зберігаються на комп'ютерах інших абонентів. Таке рішення найбільш оптимальне для готелів, котеджних селищ, багатоквартирних будинків – скрізь, де необхідно для надання послуги широкосмугового доступу в Інтернет або послуги «мультимедіа за запитом» забезпечувати недоторканність даних інших абонентів.

Зараз операторами кабельного телебачення (м. Одеса, м. Донецьк) вже реалізовані проекти HomeCNA мереж на базі обладнання DYNAMIX HP 51M (майстер) і DYNAMIX HP 51S («слейв», конвертор HCNA 3.1 – Ethernet). Роз'єми: Ethernet 2xRJ-45, 2xHCNA-порт (коаксіальний конектор F-типу Female: один для HCNA, інший для TV). Швидкість передачі даних – до 128 Mbps за стандартом HomeCNA 3.0.



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Мости Dynamix HP-51/M та HP-52/M не сумісні між собою, тому що використовують різні частотні діапазони (12 – 44 МГц та 12 – 24 МГц відповідно). Спільно з DYNAMIX HP-52/M («Майстер») працюють лише крайові («Слейв») пристрої DYNAMIX HP-52/S. Діаграму попарного застосування «Мастер»- та «Слейв»-обладнання HCNA наведено на рис. 10.6 [88].

Модуль розгалуження антен (англ. Multiple Distribution Unit – MDU) HCNA-моста Dynamix HP-51/M забезпечує можливість підключення до 31 кінцевого пристрою Dynamix HP-51/S, а Dynamix HP-52/M – до 61 Dynamix HP-52/S (рис. 10.7).

Таким чином, технологія HomeCNA дозволяє розширювати сервіси, надані користувачам, передавати мультимедійні дані, наприклад, «відео за запитом» або «мультимедіа за запитом» через існуючі коаксіальні кабелі без додаткових вкладень у побудування нової кабельної системи.

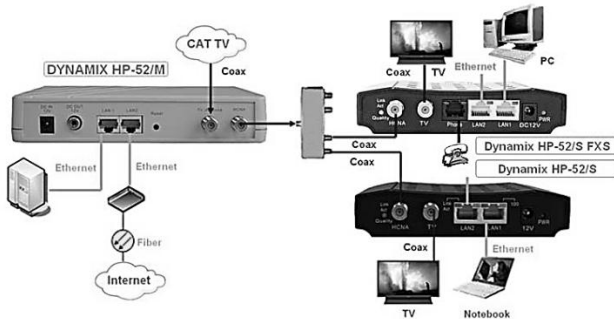


Рисунок 10.6 – Net-діаграма попарного застосування «Мастер»- та «Слейв»-обладнання HCNA

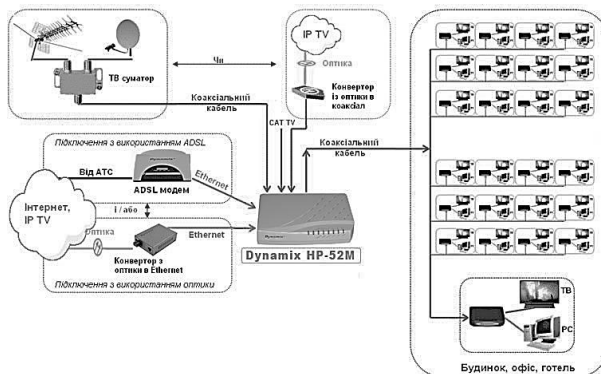


Рисунок 10.7 – Приклад підключення до 61 дистанційного пристрою DYNAMIX HP-52/S (DYNAMIX HP-52/S FXS)

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. На яку відстань забезпечує передачу даних обладнання за технологією PLC?
2. Яка нині максимальна швидкість передачі даних за технологією PLC?
3. Чому обладнання PLC не працює через мережеві фільтри та ДБЖ?
4. Роботі якого обладнання заважає PLC-технологія?
5. Яким чином можна відфільтрувати високочастотні гармоніки PLC-сигналу?
6. Які мережі поєднує PLC-мост?
7. Чи мають вплив на швидкість передачі даних за PLC-технологією електронагрівальні прилади?
8. На якій частоті передаються дані за технологією PLC?
9. Який елемент фільтру-подовжувача захищає від перенапруги?
10. Які специфікації PLC-технології існують на теперішній час?
11. Навіщо реалізована пріоритезація портів у PLC-мостах?
12. Які пристрої доцільно підключати до портів PLC-моста з Highest Priority?
13. Які пристрої доцільно підключати до портів PLC-моста з High Priority?
14. Які пристрої доцільно підключати до портів PLC-моста з Medium Priority?
15. В якій програмі можна виконати моделювання проходження ВЧ-гармонік в електричних схемах?
16. В якому частотному діапазоні працює обладнання HPNA?
17. Які специфікації HPNA-технології існують на теперішній час?
18. Який кабель використовується у HPNA-технології?
19. Який кабель використовується у HCNA-технології?
20. Яка максимальна відстань передачі даних за технологією HCNA?
21. На якій частоті працює побутова мережа електроживлення?

### **Лабораторна робота № 9. Побудування та експлуатація ЛОМ, що розгорнута за технологією PLC**

#### **9.1 Інсталяція PLC-мережі**

9.1.1 Добір та вивчення властивостей PLC-обладнання. Дослідження пріоритезації портів (рис. Л9.1).

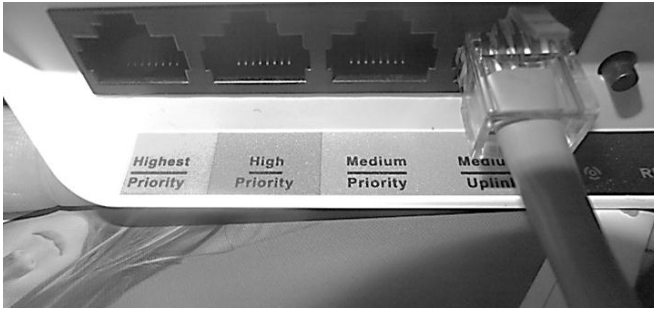


Рисунок Л9.1 – Пріоритезація портів у PLC-мості

9.1.2 Розгортання виродженої мережі (точка-точка). Аналіз використання спеціальних IP-адрес 169.254.x.x.

9.1.3 Підключення до ресурсів Інтернет через шлюз ЛОМ.

9.1.4 Вимірювання швидкості передачі даних у PLC-мережі.

9.1.5 Побудування структурної схеми ЛОМ.

9.1.5.1 Структурна схема виродженої ЛОМ.

9.1.5.2 Структурна схема ЛОМ, підключеної до ресурсів Інтернет.

9.1.6 Перспективні напрями використання PLC-мереж.

9.1.6.1 Пристрої та технології, які доцільно підключати до портів з Highest Priority.

9.1.6.2 Пристрої та технології, які доцільно підключати до портів з High Priority.

9.1.6.3 Пристрої та технології, які доцільно підключати до портів з Medium Priority.

**9.2 Аналіз впливу PLC-мереж на інших споживачів спільної лінії електроживлення. PLC-провайдерство**

**9.3 Аналіз впливу джерел електромагнітних перешкод на передачу даних у PLC-мережі**

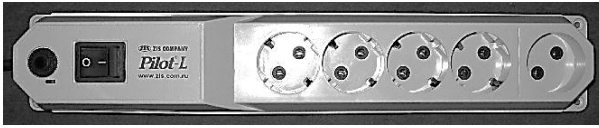
9.3.1 Вплив електронагрівальних приладів

9.3.2 Вплив електроподовжувачів з фільтрами

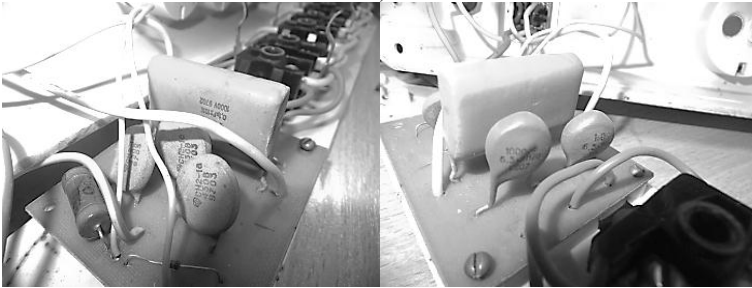
9.3.3 Вплив імпульсних приладів

Для аналізу впливу електроподовжувачів із фільтрами на передачу даних із використанням технології PLC слід дослідити склад компонентів фільтра подовжувача (наприклад, моделі Pilot-L), впевнитись у фільтрації цим подовжувачем високих гармонік із синусоїдального сигналу частотою 50 Гц.

Приклад монтажу внутрішніх елементів фільтра Pilot-L (рис. Л9.2, а) за електричною схемою рис. 10.4 наведено на рис. Л9.2, б.



а)



б)

в)

Рисунок Л9.2 – Подовжувач мережевий Pilot L з фільтром ВЧ-гармонік: а – зовнішній вигляд подовжувача; б, в – внутрішній монтаж фільтра

Для забезпечення передачі даних у сегменті ЛОМ за PLC-технологією ПК користувачів та комутаційне обладнання необхідно переключити на подовжувачі, наприклад, моделі SVEN Optima (рис. Л.9.3, а), монтаж вбудованих елементів якого наведено на рис. Л.9.3, б.

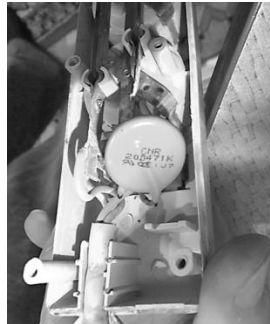


Рисунок Л9.3 – Подовжувач мережевий SVEN Optima без фільтра ВЧ-гармонік: а – зовнішній вигляд подовжувача; б – внутрішній монтаж фільтра з варистором CNR

За нормального режиму роботи варистор у фільтрі подовжувача SVEN Optima (рис. Л9.3) не впливатимуть на роботу схеми. Однак у момент кидка напруги в мережі варистор стає провідником і шунтує

електричне коло, яке захищає від перенапруги. У цей момент через варистор може протікати короткий, але дуже значний кидок струму.

### 9.4 Моделювання сигналів у мережі електроживлення з підключенням PLC-пристроїв (пакет SimuLink)

9.4.1 Модуляція сигналу в електромережі високою частотою PLC-сигналу.

9.4.2 Фільтрація PLC-сигналу фільтрами подовжувачів серії Pilot.

Моделювання проходження ВЧ-гармонік в електричних схемах (рис. 10.3, в та рис. 10.4, в) можна виконати в пакеті **SimuLink** (MathLab).

Необхідно впевнитись, що через фільтр SVEN Optima ВЧ-гармоніки PLC-сигналу проходять і процес передачі даних між ПК відбувається.

Треба також підтвердити (достатньо утилітою *ping*), що при підключенні ПК до PLC-сегмента ЛОМ навіть через найпростіший подовжувач із ВЧ-фільтром Pilot L, PLC-складова з синусоїди 50 Гц відфільтровується. У такому разі потоку даних між ПК, підключеними до ЛОМ засобами PLC-технології, не буде.

Електричні схеми фільтрів, які пропонується змоделювати у MathLab, наведено на сайті виробника фірми «ZIS» [116].

Рекомендується змоделювати процеси у фільтрах подовжувачів моделей **Pilot S**, **Pilot L**, **Pilot GL** (за варіантами).

## Тестові запитання

1. Яка максимальна кількість користувачів технології HPNA 3.0?
  - а) 5;
  - б) 50;
  - в) 255.
2. На якій частоті працює обладнання за технологією HPNA?
  - а) 2 кГц;
  - б) 2 МГц;
  - в) 2 ГГц.
3. Яка максимальна швидкість передачі даних за технологією HPNA 3.0?
  - а) 28 Мбіт/с;
  - б) 128 Мбіт/с;
  - в) 1,28 Гбіт/с.

4. Якій роз'єм використовується для підключення кабелю від ISP до HPNA-мосту?

- а) 8P8C;
- б) 6P4C;
- в) конектор F-типу.

5. Якій роз'єм використовується для підключення кабелю від ISP до HCNA-мосту?

- а) 8P8C;
- б) 6P4C;
- в) конектор F-типу.

6. Якій роз'єм використовується для підключення кабелю від ISP до PLC-мосту?

- а) 8P8C;
- б) 6P4C;
- в) конектор F-типу.

---

## 11 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОТРИМАННЯ НОРМ ОХОРОНИ ПРАЦІ, ПТБ ТА ППБ

---

Правила ПТБ та ППБ в Україні є обов'язковими для виконання всіма організаціями, незалежно від виду їхньої діяльності та форм власності. Крім них, існує низка інструкцій, яких слід дотримуватись для організації безпечної роботи в ЛОМ [47].

Згідно з ДСанПіН 3.3.2-007-98 та з Правилами охорони праці під час експлуатації ЕОМ НПАОП 0.00-1.28-10 площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 кв. м, а об'єм – не менше ніж 20,0 куб. м [38; 79].

Приміщення для роботи з відеотерміналами (ВДТ) мають бути обладнані системою кондиціонування повітря.

Робочі місця з ВДТ слід так розташовувати відносно світових прорізів, щоб природне світло падало збоку переважно зліва.

Розміщуючи робочі столи з ВДТ, слід дотримувати такі відстані: між бічними поверхнями ВДТ – 1,2 м, відстань від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ – 2,5 м.

Не можна застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, які містять сірку.

Виникнення пожеж може вивести з ладу на тривалий час будь-яку установку чи її обладнання, що може призвести до значних економічних збитків.

У всіх приміщеннях із серверами та робочими місцями, обладнаними ЕОМ, повинні бути встановлені переносні вуглекислотні вогнегасники [24].

Використання води для гасіння пожежі в приміщеннях, де встановлено електро- і радіоелектронне обладнання, недопустиме, не можна також користуватись і кислотно-лужними вогнегасниками.

У громадських будинках та приміщеннях з наявністю ПЕОМ, приміщеннях обчислювальних центрів рекомендується використовувати вуглекислотні вогнегасники типу ОУ-5, ОУ-8, ОУ-25, ОУ-80, вуглекислотні бром-етилові вогнегасники типу ОУБ-3 і ОУБ-7, вуглекислотні вогнегасники від ВВК-1 до ВВК-5, які придатні до експлуатації при температурі повітря від мінус 20 до плюс 50°C [70; 83].

Кількість вогнегасників для захисту приміщень визначають згідно з п. 3.8 норм належності, затверджених МНС України [104], та з урахуванням сумарної площі цих приміщень. Тобто слід передбачати

## І. М. Журавська

по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше на кожні 20 кв. м площі підлоги в офісних приміщеннях із ПЕОМ та електрощитових і на 50 кв. м площі підлоги приміщень машзалів.

Зважаючи на те, що згідно з вимогами ОНТП 24-86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности» у більшості відомчих норм відносять обчислювальні центри та приміщення для ЕОМ щодо вибухопожежної та пожежної безпеки до категорії «В» [36], для добору необхідної кількості вогнегасників можна користуватись даними, наведеними у табл. 11.1 [104].

*Таблиця 11.1 – Норми належності вуглекислотних вогнегасників для виробничих, складських будинків та приміщень промислових підприємств*

| № з/п   | Гранична захищувана площа, кв. м | Клас можливої пожежі | Мінімальна кількість вуглекислотних вогнегасників   |    |  |    |    |    |    |
|---|----------------------------------|----------------------|---|----|--|----|----|----|----|
|   |                                  |                      | Переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг  |    | Пересувний Вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг |    |    |    |    |
|   |                                  |                      | 3,5   | 5  | 7  | 14 | 18 | 28 | 56 |
| <b>Приміщення категорій А, Б, а також з наявністю горючих рідин</b> |                                  |                      |   |    |  |    |    |    |    |
| 1.1   | до 25 включно                    | В, (Е)               | 4   | 4  | 1  | –  | –  | –  | –  |
| 1.2   | більше 25 до 50 включно          | В, (Е)               | 8   | 8  | 2  | 1  | –  | –  | –  |
| 1.3   | більше 50 до 150 включно         | В, (Е)               | 13  | 13 | 3  | 2  | 1  | –  | –  |
| 1.4   | більше 150 до 250 включно        | В, (Е)               | –   | –  | 4  | 3  | 2  | 1  | –  |
| 1.5   | більше 250 до 500 включно        | В, (Е)               | –   | –  | –  | 4  | 3  | 2  | 1  |
| 1.6   | більше 500 до 1000 включно       | В, (Е)               | –   | –  | –  | –  | 4  | 3  | 2  |
| 1.7   | більше 1000                      | В, (Е)               | На першу 1000 кв. м площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 1.6 таблиці, на кожні наступні:<br>50 кв. м – згідно з п. 1.2 таблиці,<br>150 кв. м – згідно з п. 1.3 таблиці,<br>250 кв. м – згідно з п. 1.4 таблиці,<br>500 кв. м – згідно з п. 1.5 таблиці,<br>1000 кв. м – згідно з п. 1.6 таблиці |    |  |    |    |    |    |

Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними. Приклад розміщення вогнегасників див. на рис. 11.1.



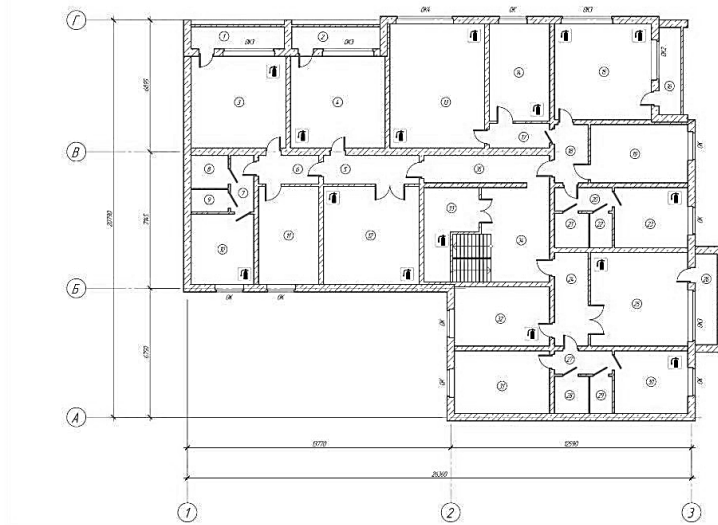


Рисунок 11.1 – План розміщення вогнегасників

Приміщення, в яких розміщуються робочі місця операторів сервера загального призначення, обладнуються системою автоматичної пожежної сигналізації та засобами пожежогасіння відповідно до вимог НАПБ Б.06.004-2005, ДБН В.2.5-13-98 [36].

Установки порошкового пожежогасіння не застосовують для захисту приміщень із ЕОМ, апаратних залів АТС та інших приміщень із великою кількістю відкритих контактних пристроїв [36].

Лінія електромережі для живлення ЕОМ з ВДТ і периферійними пристроями (ПП) виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового (L), нульового робочого (N) та нульового захисного провідників (PE). Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Не допустимо підключати ЕОМ з ВДТ і ПП до звичайної двопровідної електромережі, у тому числі з використанням перехідних пристроїв.

Не можна використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник.

Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення (див. рис. 4.12, рис. К.2).

Також не дозволяється підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники.

У приміщенні, де одночасно експлуатуються понад п'ять ЕОМ з ВДТ і ПП, на доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення ЕОМ з ВДТ і ПП потрібно будувати за магістральною схемою, по 3 – 6 з'єднань або електророзеток в одному колі.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Чи можна заземлювати обидва кінці витієї пари?
2. Як слід розташовувати робочі місця з ВДТ відносно світових прорізів?
3. Чому заборонено використання води для гасіння пожежі у приміщеннях з об'єктами ЛОМ?
4. Які норми для встановлення вогнегасників у приміщеннях із серверами та робочими місцями, обладнаними ЕОМ?
5. Які типи вуглекислотних вогнегасників рекомендується використовувати в приміщеннях з об'єктами ЛОМ?
6. Якого кольору виту пару не можна закладати за фальш-стелю? Чому?
7. Яке маркування використовується на негорючій витій парі? Якого вона кольору?
8. При якій температурі повітря можуть працювати об'єкти ЛОМ для забезпечення пожежної безпеки?
9. Чому не застосовують установки порошкового пожежогасіння для захисту приміщень із ЕОМ?
10. За якої кількості ЕОМ у приміщенні повинен встановлюватись автоматичний вимикач?
11. Чи можна використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник?
12. Якого кольору використовується провід для підключення заземлення? Фази?
13. На які сторони світу мають бути орієнтовані екрани ПК для мінімізації засвічування від сонячних променів з вікна?
14. Чому в приміщеннях із ПЕОМ необхідно встановлювати системи кондиціонування?
15. На якій відстані повинні бути розташовані інформаційні кабелі та кабелі електроживлення?

**Тестові запитання**

1. Яку площу необхідно передбачати на одного користувача під час проектування Інтернет-клубу?

- а) 6 кв. м;
- б) 4,5 кв. м;
- в) 12 кв. м.

2. Який об'єм приміщення необхідно передбачати на одного користувача під час проектування офісних приміщень?

- а) 16 куб. м;
- б) 20 куб. м;
- в) 12 куб. м.

3. Яку відстань необхідно передбачати при проектуванні від тильної поверхні одного ВДТ до екрана іншого ВДТ?

- а) 2,5 м;
- б) 1,2 м;
- в) 6 м.

4. Яку відстань необхідно передбачати між бічними поверхнями ВДТ?

- а) 2,5 м;
- б) 1,2 м;
- в) 6 м.

5. Який кабель треба використовувати для електроживлення об'єктів ЛОМ?

- а) двопроводовий;
- б) трипроводовий;
- в) жовто-зелений.

6. Які вогнегасники повинні бути встановлені у всіх приміщеннях із ЕОМ?

- а) кислотно-лужні вогнегасники;
- б) вуглекислотні вогнегасники;
- в) порошкові вогнегасники.

---

## 12 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ НАПРУГИ ЛОМ

---

Усі об'єкти ЛОМ – і електронні пристрої, і комп'ютерна техніка – мають як активну, так і реактивну складові навантаження, тобто повна потужність у вольт-амперах (ВА, англ. «VA») і активна потужність у ватах (Вт, англ. «W») зв'язані між собою коефіцієнтом  $\cos \varphi$ . На приладах (блоці живлення комп'ютера) вказують їхню активну споживану потужність у ватах.

Щоб підрахувати повну потужність у ВА, потрібно активну потужність у Вт розділити на  $\cos \varphi$ . Наприклад, якщо на блоці живлення комп'ютера написано «850 Вт» ( $\cos \varphi$  зазвичай не вказаний), це означає, що для грубого розрахунку повної потужності, яка споживається насправді, можна активну потужність розділити на 0,7. Споживана повна потужність дорівнюватиме  $850 \text{ Вт}/0,7 \approx 1200 \text{ ВА} = 1,2 \text{ кВА}$ .

Необхідно визначити суму потужностей усіх споживачів, що мають потребу в одночасному постачанні електроенергії (так званий «коефіцієнт одночасності» або «коефіцієнт попиту»), який для комп'ютерного обладнання може бути прийнятим 0,85 [37].

У табл. 12.1 вказано приблизні потужності комп'ютерної, телекомунікаційної і побутової техніки, яка може бути підключена до ЛОМ.

*Таблиця 12.1 – Характеристика споживаної електричної потужності та пускових струмів об'єктів ЛОМ*

| Споживач (найменування)                    | Потужність, Вт | Кратність пускового струму |
|--|----------------|----------------------------|
| Робоча станція (блок живлення)             | 250 – 550      | 3 – 10                     |
| Сервер                                     | 650 – 1250     | 3 – 10                     |
| Монітор (ЖК-ЕПТ)                           | 30 – 250       | 3                          |
| Ноутбук                                    | 45 – 120       | 3 – 10 (max 2,5 A)         |
| Принтер мережевий (струменевий, лазерний)  | 40 – 950       | 1 – 5                      |
| Проектор мультимедійний, копір             | 310 – 5400     | 2                          |
| ІР-камери відеоспостереження, принт-сервер | 5 – 10         | –                          |
| Маршрутизатор, комутатор без PoE           | 6 – 50         | –                          |
| Медіаконвертор                             | 15 – 20        | –                          |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Споживач (найменування)  | Потужність, Вт | Кратність пускового струму |
|--|----------------|----------------------------|
| Комутатор з PoE (на 20 портів, при функціонуванні всіх портів PoE)         | 460            | –                          |
| Бездротове обладнання (веб-камери, точки доступу, маршрутизатори і т. ін.) | 5 – 20         | –                          |
| Пристрої VoIP (телефони, маршрутизатори, голосові та GSM-шлюзи тощо)       | 4 – 300        | –                          |
| Побутові пристрої Home Network:  |                | –                          |
| – мікрохвильова піч  | 1500 – 2000    | 2                          |
| – холодильник  | 40 – 140       | 3 – 7                      |
| – кондиціонер  | 1000 – 3000    | 3 – 5                      |
| – пральна машина   | 2500           | 3                          |
| – пилосос  | 100 – 2000     | 3 – 7                      |

Необхідно зауважити, що лазерні принтери можна підключати тільки до ДБЖ потужністю не нижче ніж 2000 ВА, бо вони періодично споживають потужність, що в кілька разів перевищує «паспортну» (до 1,5 кВт).

Тобто необхідно враховувати збільшення навантаження під час пуску (кратність пускових струмів) деяких приладів, у складі яких є електродвигуни (див. табл. 12.1).

| №                                | Наименование токоприемника                         | Кол-во | мощность устройства, Вт. | Суммарная потребляемая мощность, Вт. |
|----------------------------------|--|--------|--------------------------|--------------------------------------|
| <b>Серверная комната</b>         |  |        |                          |                                      |
| Сетевое оборудование             |  |        |                          |                                      |
| 1                                | Маршрутизатор Cisco 1941                           | 1      | 190                      | 190                                  |
| 2                                | Коммутатор Cisco Catalyst 2960-C PoE Switch, 12 FE | 1      | 50                       | 50                                   |
| 3                                | Коммутатор Cisco Catalyst 2960-C Switch, 8 GE      | 2      | 50                       | 100                                  |
| 4                                | Коммутатор Cisco Catalyst 2960-C Switch, 8 FE      | 1      | 50                       | 50                                   |
| 5                                | Коммутатор Cisco Catalyst W5-C3750X-125-S          | 1      | 350                      | 350                                  |
| Серверной оборудование           |  |        |                          |                                      |
| 6                                | Криптошлюз на основе HP ProLiant DL320 G6          | 2      | 365                      | 730                                  |
| 7                                | Сервер HP ProLiant DL560 Gen8 E5-4640              | 2      | 1200                     | 2400                                 |
| 8                                | Сервер HP ProLiant DL360 G7                        | 2      | 460                      | 920                                  |
| 9                                | Система хранения данных                            | 1      | 500                      | 500                                  |
| Телефония                        |  |        |                          |                                      |
| 10                               | Модульная система электропитания для S12000        | 1      | 3296                     | 3296                                 |
| ИТОГО по серверной комнате:      |  |        |                          | <b>8586</b>                          |
| <b>Диспетчерская комната</b>     |  |        |                          |                                      |
| 11                               | Ноутбук 17"  | 4      | 100                      | 400                                  |
| 12                               | Монитор 20"  | 4      | 70                       | 280                                  |
| ИТОГО по диспетчерской комнате:  |  |        |                          | <b>680</b>                           |
| <b>Освещение помещений</b>       |  |        |                          |                                      |
| 13                               | Светодиодный светильник L-office 25 T              | 8      | 32                       | 256                                  |
| 14                               | Светодиодный светильник L-office 25 Em             | 2      | 33                       | 66                                   |
| ИТОГО по освещению:              |  |        |                          | <b>322</b>                           |
| <b>Система кондиционирования</b> |  |        |                          |                                      |
| 15                               | Внутренний блок PUNH2-RP100VKA                     | 2      | 90                       | 180                                  |
| 16                               | Внешний блок PUNH2-RP100VKA                        | 2      | 2390                     | 4780                                 |
| ИТОГО по кондиционированию:      |  |        |                          | <b>4960</b>                          |
| ИТОГО ПО СИСТЕМЕ:                |  |        |                          | <b>14548</b>                         |

Рисунок 12.1 – Фрагмент таблиці встановленої потужності об'єктів ЛОМ

Для підрахунку сумарної встановленої потужності обладнання ЛОМ доцільно узагальнити всі моделі телекомунікаційного, комп'ютерного та периферійного обладнання в загальну таблицю. Фрагмент такої таблиці наведено на рис. 12.1. У такій таблиці треба вказати потужність кожної моделі активного обладнання ЛОМ, розрахувати їхню споживану потужність та підсумувати. Згідно з отриманим значенням добирається модель стабілізатора та моделі ДБЖ [82].

Зазвичай стабілізатор добирається на всю встановлену потужність ЛОМ та підключається на силовий ввід до будинку (поверху), де розгортається проєктована ЛОМ.

Зважаючи на те, що отримана сума потужності всіх об'єктів ЛОМ є досить великою для добору одного ДБЖ на всю ЛОМ, ДБЖ встановлюють окремо до кожної групи обладнання, наприклад:

- у телекомунікаційну шафу серверної;
- у поверхові телекомунікаційні шафи (за наявності);
- до телекомунікаційного обладнання сегментів ЛОМ (у робочих приміщеннях). Слід зазначити, що комутаційне обладнання деяких фірм-виробників (нп. «Zyxel») найбільш ефективно включати в електричну мережу через UPS класу «Smart» або «On-line». Інакше, під час стрибків напруги живлення в електромережі (зниженні або підвищенні) можливі не тільки збої в роботі комутаційного обладнання («зависання» комутаторів та маршрутизаторів), а і скидання всіх користувальницьких налаштувань у заводські по замовченню. Особливо це стосується міжмережових екранів (апаратних файрволів);
- до вартісного периферійного обладнання ЛОМ, наприклад, медичних приладів (томографів, апаратів ультразвукового обстеження, рентгенівських установок тощо);
- до компонентів систем відеоспостереження і систем контролю і управління доступом (СКУД). Так, наприклад, відеокамери, біометричні замки, банкомати повинні працювати цілодобово та безперервно. Кожна втрата луна-пакетів, які за налаштуваннями системного адміністратора ЛОМ повинні безперервно надходити до серверів ЛОМ, може означати порушення цілісності об'єкта (випадкового або навмисного).

## **12.1 Вибір системи безперебійного електроживлення**

Зважаючи на те, що у більшості офісних приміщень електропостачання отримується тільки від одного джерела живлення, п. 5.18.1

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

передбачає обов'язкове встановлення акумуляторних батарей – ДБЖ (хоча частіше використовується розмовна назва «УПС», співзвучна англійській «UPS») – у кінотеатрах, у клубах та інших видовищних закладах.

Враховуючи те, що вимкнення електрики або падіння напруги в електромережі – нерідка подія в сучасному повсякденному житті, значення в поточній діяльності будь-якого підприємства важко переоцінити.

Основний критерій вибору ДБЖ – це вимоги до якості і безперебійності електроживлення обладнання, що захищається, яке можна розділити на три категорії:

а) обладнання, що абсолютно не допускає перерв в електроживленні (сервери, телекомунікаційне обладнання);

б) обладнання, що допускає незначні перерви в живленні під час автоматичного перемикавання на резервне джерело електроенергії (персональні комп'ютери);

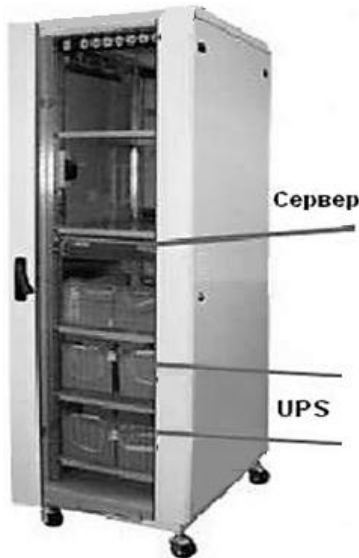
в) обладнання, що допускає перерву на час автоматичного пуску і ввімкнення резервного джерела електроенергії (офісне обладнання – факс, принтер, сканер).

Обладнання першої та другої категорій обов'язково слід захищати за допомогою ДБЖ.

У деяких специфічних видах діяльності (банківських установах, лікарнях, центрах обміну даних тощо), обираючи ДБЖ, необхідно забезпечити можливість роботи з дизель-генераторною установкою або використання двох входів від мережі електроживлення, а також можливість «гарячої» заміни батарей, тобто без виключення UPS і навантаження.

Враховуючи високотемпературний режим офісної діяльності в місцевих умовах, доцільно надавати перевагу ДБЖ зі спеціальними системами охолодження, розроблені для роботи в країнах з високими температурами (наприклад, ДБЖ фірми Enel – Туреччина).

ДБЖ для серверного вузла зазвичай встановлюють безпосередньо на полицях у телекомунікаційній шафі (стійці) нижче комутаційного обладнання та серверів (рис. 4.9) або відразу обирають конструкцію ДБЖ RackMount (тобто таку, яка монтується в шафу) шириною, що відповідає габаритам шафи (наприклад, 19"). Зважаючи на досить велику вагу ДБЖ, у телекомунікаційній шафі вони встановлюються в нижні юніти (рис. 12.2)



*Рисунок 12.2 – ДБЖ у телекомунікаційній шафі*

Для забезпечення безперервної роботи обладнання першої категорії треба використовувати ДБЖ класу «**On-Line**», що забезпечують миттєвий перехід на живлення від батареї.

Для захисту ПК та іншого обладнання, що належить до другої та третьої категорій, достатньо використовувати ДБЖ класу «**Off-Line**» (також відомі як «**Stand-By**») або «**Line-Interactive**» (останні мають вбудовані автотрансформатори, які згладжують скачки напруги, що забезпечує більший термін служби батарей).

**Back-UPS (Off-Line)** – найдешевші – при виході мережевої напруги за допустимі межі просто переходять на режим резервного живлення від батарей. Доцільно використовувати у тих випадках, коли якість електроживлення досить хороша (стабільна напруга в мережі). Зазвичай мають потужність 150 – 800 ВА, на виході завжди апроксимована синусоїда (у резервному режимі, зрозуміло).

**Line-interactive** (що «взаємодіють з мережею») – виконують також функції стабілізації напруги. Мають модуль автоматичного регулювання напруги (англ. AVR – Automatic Voltage Regulation), який може працювати в режимі або пониження, або підвищення напруги. Резервний режим включиться лише тоді, коли напруга упаде/підвищиться до такого рівня, що AVR буде не в змозі підтримувати



його на нормальному рівні. ДБЖ цього типу має ширший діапазон робочої напруги, ніж попередній ( $\pm 20\%$  від номіналу, який може бути 220, 230 або 240 В). Також в ДБЖ цього класу час переходу на живлення від батарей набагато нижче (близько 4 – 5 мс). Це найпоширеніший тип. Потужність від 350 до 6000 ВА, на виході може бути як апроксимація (причому навіть у вельми потужних моделях), так і чиста синусоїда.

**On-line** – найдорожчі ДБЖ. Мають постійно включений інвертор, що живиться від стабілізованого джерела постійного струму, тому те, що в цього UPS на виході, не залежить від того, що у нього на вході. Час перемикання на батареї – 0,0 мс. Потужність від 700 ВА, на виході завжди чиста синусоїда. Недоліками є низький ККД, шум, висока ціна.

Добираючи моделі ДБЖ, необхідно враховувати, що вони виконуються в 2-х модифікаціях [59] – з комп'ютерними (IEC) та сворозетками (Schuko – вимовляється «Шуко»).

Для імпульсних комп'ютерних блоків живлення тип напруги в резервному режимі (синусоїдальне або трапецеїдальне) не важливий. Але він має велике значення для потужних трансформаторних блоків живлення, електродвигунів (нп., у лазерному принтері): для них бажані ДБЖ з чистою синусоїдою, інакше вони можуть почати більше грітися, а у гіршому випадку можуть і згоріти. Проте малопотужні трансформатори (до 10 Вт) модемів, активних колонок без проблем працюють з апроксимованою синусоїдою (трапецією).

Потужність ДБЖ має перевищувати або дорівнювати сумарній потужності електронного обладнання, що підлягає захисту.

Комутаційне обладнання деяких фірм-виробників (нп. «Zyxel») найбільш ефективно включати в електричну мережу через UPS класу «Smart» або «On-line». Інакше при зниженій напрузі живлення в електромережі можливі збої в роботі обладнання цієї фірми.

ДБЖ з функцією «Smart» мають ширший діапазон робочої напруги, забезпечують захист від перешкод, підтримують більше налаштувань за допомогою програмного забезпечення.

Послідовність добору ДБЖ така:

- а) визначте перелік обладнання, що захищається;
- б) визначте сумарне номінальне споживання обладнання;
- в) визначте, чи є в ЛОМ навантаження з пусковими струмами (принтери, кондиціонери тощо). Підрахуйте споживання навантаження з урахуванням пускових струмів;
- г) визначте необхідний час автономної роботи навантаження;
- д) з'ясуйте, чи буде зростати навантаження найближчим часом і чи потрібно це врахувати в розрахунках.

Потужність одиночного ДБЖ (системи без резервного модуля) обирається з огляду на дві величини (яка більша):

- номінальне навантаження, помножене на 1,2 (коефіцієнт враховує зростання навантаження в перспективі, тобто рекомендований запас);
- номінальне навантаження, збільшене на перевантажувальну здатність (частіше до 150 % на 30 с), яка повинна покривати пускові струми навантаження.

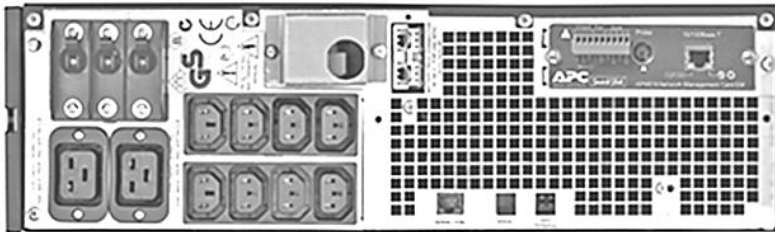
Для робочих станцій достатній час автономної роботи складає 15 – 20 хвилин, для серверів мінімальний час роботи на батареях – 30 хвилин.

У деяких специфічних видах діяльності (банківських установах, лікарнях, центрах обміну даних тощо), обираючи ДБЖ, необхідно забезпечити можливість роботи з дизель-генераторною установкою або використання двох входів від мережі електроживлення, а також можливість «гарячої» заміни батареї, тобто без виключення UPS і навантаження.

Враховуючи високотемпературний режим офісної діяльності в місцевих умовах, доцільно надавати перевагу ДБЖ зі спеціальними системами охолодження, розроблені для роботи в країнах із високими температурами (наприклад, ДБЖ фірми Epel – Туреччина).

ДБЖ для серверного вузла зазвичай встановлюють безпосередньо на полицях у телекомунікаційній шафі (стійці) нижче комутаційного обладнання та серверів (див. рис. 2.14) або відразу обирають конструкцію ДБЖ RackMount (тобто таку, яка монтується в шафу) шириною, що відповідає розмірам шафи (наприклад, 19").

Виходи ДБЖ (рис. 12.3) передбачають підключення навантаження за інтерфейсами («розетки») IEC 320 C13 (до 10 А), IEC 320 C19 (до 16 А), у деяких ДБЖ є захист для телефонної лінії (роз'єм RJ-11, тобто PIN:4 x бр4с).



**IEC320 C19 IEC320 C13**

*Рисунок 12.3 – Інтерфейси виходів*

*ДБЖ APC Smart-UPS RT 5000VA 230V: (8) IEC 320 C13, (2) IEC 320 C19*

У робочих приміщеннях зазвичай встановлюють малі ДБЖ різних виробників, що пропонуються в одному ціновому діапазоні, дуже близькі за технічними показниками і можливостями. Якщо ми говоримо про недорогі рішення – це APC (з 2009 р. – торгова марка компанії Shneider Electric), Inelt, Ippon, PowerCom та ін.

Відмінності малих UPS у різних розробників спостерігаються лише в наявності або відсутності деяких зручностей для задоволення специфічних запитів користувача. Такими відмінностями є форм-фактор (розміри пристрою), металевий або пластиковий корпус, стійко-габарити (ширина-висота-глибина), кількість розеток на корпусі, їхнє розташування, можливість моніторингу по USB-інтерфейсу.

Необхідно звертати увагу, що, наприклад, у моделей APC назва моделі може не вказувати на клас пристрою. Так, під однією маркою SMART-UPS продаються як лінійно-інтерактивні, так і онлайнові системи.

Наявність функції «Green Power» свідчить, що ДБЖ сам відключається за відсутності напруги в мережі і за відсутності навантаження на виході або коли її потужність дуже мала (близько 15 – 30 Вт). Тобто такі ДБЖ не можна використовувати для живлення малопотужних пристроїв (наприклад, телекомунікаційного обладнання). Відключити таку функцію інколи непросто.

Функція «Холодний старт» свідчить про можливість запуску ДБЖ за відсутності напруги в мережі.

Для систем сигналізації використовують спеціалізовані ДБЖ [31].

### **12.2 Вибір стабілізатора ЛОМ**

Установка стабілізаторів напруги виправдана в тому випадку, якщо протягом доби рівень напруги може мінятися від мінімального значення до максимального (нижче 195 або вище 245 В). У вітчизняній електромережі актуальним є перепад напруги від 173 до 280 В, тому установка стабілізаторів для сегментів мережі з комп'ютерним обладнанням украй бажана.

Слід зазначити, що згідно з п. 2.3.9 Правил охорони праці під час експлуатації ЕОМ [10] у приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних ЕОМ, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення. Таким чином, на вході стабілізатор підключається до

системи електропостачання через аварійний резервний вимикач, який добирається залежно від повної потужності стабілізатора (див. рис. 2.7-2.8).

Рекомендується вибирати модель стабілізатора з 20-відсотковим запасом від споживаної потужності. Таким чином створюється резерв потужності для підключення нового обладнання.

Для комп'ютерного обладнання застосовують однофазні стабілізатори таких типів:

- сервомоторні;
- релейного типу.

Релейні (6 – 36 ступеневі) стабілізатори – найдешевший й найбільш масовий тип універсальних стабілізаторів. Схема базується на комутації відведень автотрансформатора за допомогою різних комутаторів. Напряга на виході стабілізатора змінюється ступенєво. Такі стабілізатори напруги мають широкий діапазон вхідної напруги (140 – 250 В), високу точність підтримки вихідної напруги, не вносять спотворень до зовнішньої мережі і надійно працюють за будь-яких змін навантаження.

Електромеханічні (сервомоторні) стежачі системи дозволяють плавно регулювати напругу без переривання фази і без спотворення синусоїди. Серед переваг таких стабілізаторів можна виділити в декілька разів більший робочий ресурс, на відміну від коректорів на електронних ключах і реле, щонайширший діапазон корекції 100 – 280 В. Недоліками такого типу стабілізаторів є висока вартість, великі масо-габаритні показники порівняно із ступенєвими коректорами напруги, обмежена швидкість регулювання.

Сучасні стабілізатори, як правило, оснащені ще і додатковим захистом, тобто, якщо напруга мережі не дозволяє стабілізатору видати навантаженню необхідну напругу, він її відключить і автоматично включить лише тоді, коли вважатиме напругу безпечною для роботи підключених до нього електроприладів.

Найбільш розповсюджені на вітчизняному ринку джерела безперебійного живлення та стабілізатори торгових марок LogicPower, LUXEON, TrippLite та Volter потужністю від 0,5 до 10 кВА (від 0,3 до 6,5 кВт); орієнтовна вартість 500 – 1200 доларів США.

### **12.3 Вибір компонентів системи електроживлення ЛОМ**

Вибираючи модель і кількість ДБЖ та розподіляючи навантаження між ними, необхідно враховувати, що згідно з рекомендаціями п. 2.3.12

«Правил охорони праці під час експлуатації ЕОМ» [79] електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення персональних ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та обладнання для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ слід виконувати за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань або електророзеток в одному колі.

Таким чином, для захисту працівників від поразки електричним струмом, а обладнання від перевантажень і коротких замикань у приміщенні ЛОМ встановлюється розподільчий щит (РЩ) з автоматичними вимикачами (АВ) на групу ЕОМ з 3 – 6 од., характеристики яких розраховуються з сумарної потужності групи ЕОМ (рис. 12.4).

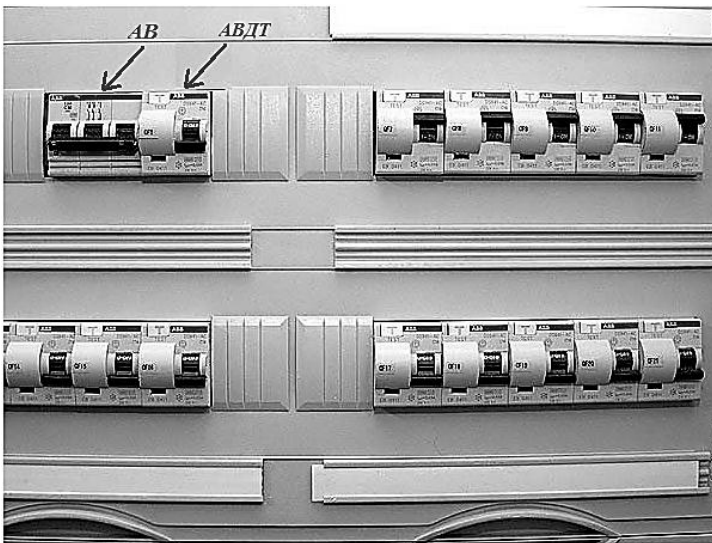


Рисунок 12.4 – РЩ з АВ та групами АВДТ на групу ЕОМ

### 12.3.1 Вибір автоматичних вимикачів для сегментів ЛОМ

У правильно складеній схемі електропроводки кожна лінію захищають не тільки автоматичним вимикачем, але ще й пристроєм захисного відключення – ПЗВ (рос. «УЗО»).

АВ повинен відключати напругу при тривалому перевищенні допустимого струмового навантаження (тепловий захист). АВ

розподіляються за кривими відключення згідно з ІЕС 898 (ГОСТ Р 50345-99):

- а) характеристика «В» – спрацьовування електромагнітного захисту між 3- і 5- кратним значенням номінального струму ( $I_{nr}$ );
- б) характеристика «С» – між 5- і 10-кратним значенням  $I_{nr}$ ;
- в) характеристики «D» і «K» – між 10- і 14-кратним значенням  $I_{nr}$ ;
- г) характеристика «U» – між 5,5- і 8,8-кратним значенням  $I_{nr}$ ;
- д) характеристика «L» – між 3- і 4-кратним значенням  $I_{nr}$ ;
- е) характеристика «Z» – між 2,5- і 3,5-кратним значенням  $I_{nr}$ .



Рисунок 12.5 – Однофазні автоматичні вимикачі

Автоматичні вимикачі випускаються, наприклад, міжнародною компанією Schneider Electric, яка має велику кількість представництв і в Україні (в м. Миколаїв на вул. 68 Десантників, 2 та на вул. Нікольська, 25). В Україні рекомендовані їхні вимикачі Multi 9 C60<sup>1)</sup> та NG125 з кривою «С», розраховані на номінальний струм від 0,5 до 125 А (рис. 12.5). Такі АВ доцільно використовувати на вводі електропостачання в сегмент ЛОМ [8; 117].

Для захисту електричних кіл із великими імпульсами струму та достатньо частим «зникненням/відновленням» струму (в межах 10 с) рекомендується на вводі окремих груп електроспоживачів встановлювати АВ з характеристикою «D». В Україні достатньо розповсюджені, наприклад, АВ виробництва компанії Moeller/EATON [19].

Розшифровка маркування АВ цієї компанії PL7-D16/1:

**PL7** – автоматичний вимикач, що має вимикаючу здатність 10 кА (зазвичай цифра дорівнює вимикаючій здатності АВ у кА, але для PL7 цей струм становить не 7, а 10 кА);

**D** – характеристика відключення «D»;

<sup>1)</sup> Літера після «Multi 9» – це характеристика кривої відключення; число означає максимальний рівень номінального струму в АВ цієї серії

16 – номінальний струм 16 А;



1 – кількість полюсів дорівнює «1», тобто АВ – однофазний однополюсний.

З АВ вітчизняного виробництва представляють інтерес стаціонарні автоматичні вимикачі від 10 до 1250 А ТОВ «Промфактор» (м. Кривий Ріг), наприклад, АВ2000/1 С100/240 УЗ/10 кА [73].

Для захисту мультимедійних пристроїв, комп'ютерів і т. п., тобто для використання у випадках спотворення сигналу навантаженням (де струм не є чисто синусоїдальним або має постійну складову) необхідно вибирати *диференційні АВ (АВДТ)* з високим рівнем нечутливості до перехідних процесів і до постійних струмів витоку типу «А», наприклад, DX Нрі виробництва компанії Legrand, DPN N Vigi компанії Schneider Electric або PFL7 компанії Moeller/EATON [8; 19; 43; 82].

Із вітчизняних АВДТ відомі, наприклад, АЗВ-2 С16/30 240УЗ/6 кА (ТОВ «Промфактор»), що означає «автоматичний вимикач захисного відключення, двополюсний, характеристика спрацьовування електромагнітного захисту «С», з номінальним робочим струмом 16 А, струмом витоку (спрацьовування) 30 мА, номінальною робочою напругою 240 В, кліматичного виконання «У», категорія розміщення 3, комутаційною здатністю 6 кА» [73]. Комутаційну здатність для групових пристроїв вибирають на рівні 6 кА, а для кінцевих – не менше 3 кА.

Маркування АВДТ згідно з ІЕС 60947-2-98 (ГОСТ Р 50030.2-99):

- типу «А» для захисту комп'ютерного обладнання ;
- типу «АС» для стандартних застосувань .

Якщо знехтувати вибором саме диференційного АВ, то підвищується ризик, *по-перше*, відключення комп'ютерного обладнання від електрики в результаті помилкового спрацьовування АВ при кожному «кидку» струму, викликаному включенням холодильного обладнання (наприклад, у мережі супермаркету), а *по-друге*, загрози для користувачів ПК у разі «пробою» (тобто, ушкодження ізоляції) корпусу ПК.

Для запобігання вказаним негативним процесам диференційний вимикач має дві функції:

- включення або відключення обладнання від джерела живлення;
- миттєве відключення в разі пошкодження ізоляції обладнання або мережі, коли струм витоку більший або рівний 10, 30, 300, 500 мА.

Отже, АВДТ об'єднують у собі функції захисного відключення (ПЗВ) й АВ; у них реалізований захист електричних кіл від коротких

замикань і перевантажень, а також захист людей від ураження електричним струмом при торканні до струмоведучих частин.

Після усунення несправності електроживлення може бути відновлене поворотом рукоятки.

Для захисту комп'ютерів та мультимедійних пристроїв рекомендується використовувати АВ з диференційним захистом (АВДТ). Розрахунок мінімального номінального струму автоматичного вимикача можна зробити за формулою:

$$I_{\min n} = 4.55 P, \quad (12.1)$$

де  $P$  – сумарна потужність групи споживачів (кВт), що підключаються до автоматичного вимикача;

**4,55** – коефіцієнт пропорційності (А/кВт).

В умовах півдня України необхідно враховувати, що для диференційних вимикачів величина гранично допустимого струму АВ залежить від температури довкілля.

У табл. 12.2 подано значення гранично допустимого струму залежно від температури [37]. Усі АВ рекомендовано обирати за нормами ІЕС 68.1 (ГОСТ 28198-89) в тропічному виконанні: ступінь Т2 (працює за відносної вологості 95 % та при температурі 55°C).

*Таблиця 12.2 – Залежність номінального струму АВДТ від температури довкілля*

| Номінальний струм, А | 25°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| 25                   | 32   | 30   | 25   | 23   | 20   |
| 40                   | 46   | 44   | 40   | 36   | 32   |
| 63                   | 75   | 70   | 63   | 56   | 50   |
| 80                   | 95   | 90   | 80   | 72   | 65   |

### **12.3.2 Вибір розподільчих електрощитів для сегментів ЛОМ**

Вимикачі розміщуються в спеціалізованому розподільчому пластиковому/металевому вбудованому/навісному щиті низької напруги (рис. 12.6). Щити обираються залежно від номінальної напруги (у В), номінального току (в А), ступеня (наприклад, ІР 30) та класу захисту (наприклад, І). Дверці корпусу щита зазвичай закриваються на замок.





а)



б)

Рисунок 12.6 – Розподільчі електрощити (РЩ):  
а – *туну Elegant 2/12*; б – *туну NRP*

Усередині корпусу встановлені стандартні 35-міліметрові DIN-рейки для необхідної кількості електроапаратів, елементи для кріплення нульової шини і шини заземлення, оперативна панель.

Необхідна кількість електроапаратів та кількість рейок, за якими розподіляються електроапарати (автоматичні вимикачі), зазвичай вказується в назві моделі щита. Наприклад, в назві «**Elegant 2/12**» вказано, що в щиті може бути розміщено на двох рейках 12 електроапаратів, по 6 на кожній рейці (рис. 12.7).

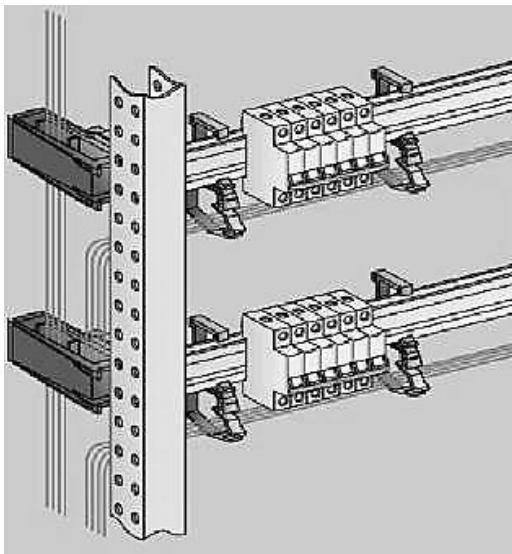


Рисунок 12.7 – Встановлення вимикачів на рейках в електрощиті

Замовляючи модель РЩ (рис. 12.8), необхідно врахувати, що для трифазного вводу АВ займає місця в РЩ мінімум як три стандартні модулі по 17,5 мм (тобто 52,5 мм), а ПЗВ має 4 полюси, тому займає місця в РЩ мінімум як чотири стандартні модулі (тобто 70 мм).

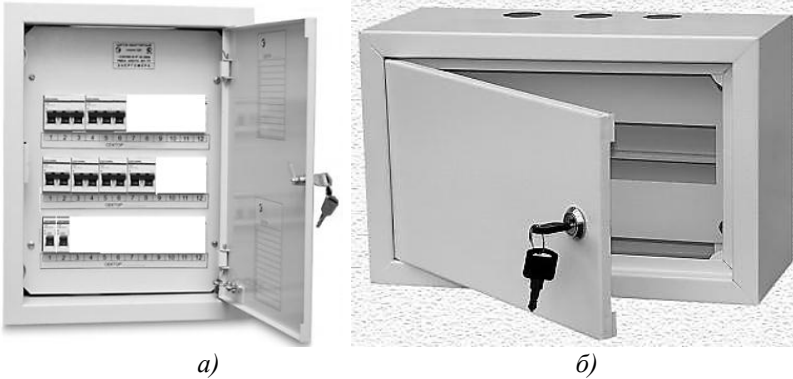


Рисунок 12.8 – Розподільні щити (РЩ): а – головний РЩ; б – РЩ у робочих приміщеннях

Ступінь захисту електричного щита для підключення обладнання ЛОМ має бути не менше IP20 або IPXXB (B – додаткова буква, що позначає захист людей від доступу до частин під напругою) відповідно до ГОСТ 14254-96 (IEC 529-89).

У ролі силових розеток (220 В) КСВЕ пропонується використовувати розетки Mosaic фірми Legrand червоного кольору з механічним блокуванням. Електричні розетки для КСЗЕ також бажано використовувати з механічним блокуванням, але білого кольору.

## 12.4 Приклад розрахунку параметрів електроживлення, стабілізації та ДБЖ для захисту ЛОМ

Розрахуємо повну потужність, за якою треба дібрати стабілізатор на вході ЛОМ з 33 об'єктів (ПК, сервери, ноутбуки, веб-камери, принтери) та ДБЖ для захисту цієї ЛОМ:

а) 18 шт. ЕОМ мають 17" TFT-монітори встановленої потужності  
 $P = 18 \cdot 60 \text{ Вт} = 1,08 \text{ кВт};$

б) 18 шт. ЕОМ з блоком живлення встановленої потужності  
 $P = 18 \cdot 40 \text{ Вт} = 7,2 \text{ кВт};$

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

- в) 2 шт. ноутбуки;  $P = 2 \cdot 120 \text{ Вт} = 0,24 \text{ кВт}$ ;
- г) 2 сервери  $P = 2 \cdot 800 \text{ Вт} = 1,6 \text{ кВт}$ ;
- д) 1 шт. 20-портовий світч із PoE  $P = 1 \cdot 420 \text{ Вт} = 0,42 \text{ кВт}$ ;
- е) 1 шт. 16 FE + 2 GbE-портовий світч  $P = 1 \cdot 10 \text{ Вт} = 0,01 \text{ кВт}$ ;
- ж) 1 шт. Wi-Fi-маршрутизатор 8-портовий з PoE та 9 веб-камер з PoE загальною потужністю  $P = 10 \cdot 7 \text{ Вт} = 70 \text{ Вт} = 0,07 \text{ кВт}$ ;
- з) 2 лазерні принтери  $P = 2 \cdot 600 \text{ Вт} = 1,2 \text{ кВт}$  (можна включити і в побутову мережу);
- и) кондиціонер у серверній з номінальним струмом 10 А ( $S = 10 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} = 2,2 \text{ кВА}$ ), пусковий струм близько 50 А ( $S = 11 \text{ кВА}$ );
- к) пожежна та охоронна сигналізація,  $S = 2 \text{ кВА}$ .

Разом сумарне споживання навантаження становить:

$$S \approx (1,08 + 7,2 + 1,6 + 0,42 + 0,01 + 1,2) \text{ кВт} / 0,7 + (11 + 2) \text{ кВА} = 16,44 + 13 \approx 30 \text{ кВА}.$$

З урахуванням рекомендованого запасу 20 % і можливості зростання навантаження в майбутньому потрібен стабілізатор загальною потужністю 35 кВА.

Зважаючи на те, що не все навантаження включається одночасно, можливо на ввіді електроживлення ЛОМ встановити стабілізатор напруги трифазного «Герц 16-3/50А (3x11000)» номінальної потужності 11000 кВА на одну фазу [98]. Максимальні межі діапазону гарантованої стабілізації вхідної напруги 260 – 450 В. Діапазон вихідної напруги 380 В плюс 3,8 %. Напруга захисного відключення 210 – 485 В. Тип – сімісторний. Вартість – близько 20 тис. грн.

Час реакції на зміну вхідної напруги – 20 мс. Стабілізатор оснащений захистом від підвищеної і зниженої напруги на вході, захистом від підвищення і пониження частоти мережі, захистом від перегріву трансформатора і силових ключів (сімісторів), захистом від перевантаження і захистом від короткого замикання. Передбачений режим «Транзит» («Вурасс»), за якого напруга з входу стабілізатора безпосередньо подається на вихід, при цьому стабілізатор відключений.

Для організації окремого електроживлення для сегмента ЛОМ на вході стабілізатор підключається до аварійного резервного вимикача, номінальний струм якого становить

$$I_{\min n} = 4,55 P = 4,55 \cdot 30 \text{ кВА} \cdot 0,7 \approx 96 \text{ А}.$$

Обираємо триполюсний (3р) АВ фірми «ИЭК» (Росія) модель **ВА 88-33 3р/100 А/35 кА** з номінальним струмом  $I_n$  100 А. Характеристика «С». Вартість – близько 500 грн.

Для підвищення рівня електробезпеки людей і електроустановок у низьковольтних електричних колах виробничого і побутового призначення, а також захисту від потенційної можливості виникнення

пожеж, викликаних несправністю електромережі, між стабілізатором і енергоспоживачами ставимо чотириполюсний пристрій (4р) захисного відключення **УКРЕМ ПЗВ-2002 4р/100 А/30 мА/АСКО** [18; 84; 98]. Вартість – близько 150 грн.

На вході в кожне приміщення оберемо 3-фазний автомат на 32 А з характеристикою «D» (вище ніж «C») – для запобігання помилковим спрацюванням), наприклад, автоматичний вимикач **УКРЕМ ВА-2006 3р/32 А/АСКО** вартістю близько 70 грн (рис. 12.9).



*Рисунок 12.9 – УКРЕМ ВА-2006 3р/32 А АСКО*

Усі 20 комп'ютерів для якісного електроживлення розбиті на 8 груп. У кожній групі по 3 ПК на 1 АВДТ (на кожен ПК передбачена окрема абонентська розетка червоного кольору); інше навантаження (периферійне обладнання) – по одному лазерному принтеру на кожні три групи, кондиціонер на дві групи, до яких входить телекомунікаційне та серверне обладнання (рис. 12.10).

Відповідно по фазах підключені:

– до фази А:

- 1) у приміщенні А – 3 ПК та 1 лазерний принтер;
- 2) у приміщенні Б – 3 ПК та телекомунікаційне обладнання;
- 3) у серверній – файловий сервер, лінія освітлення, розетки загального призначення;

– до фази В:

- 1) у приміщенні А – 3 ПК та телекомунікаційне обладнання;
- 2) у приміщенні Б – 3 ПК, лінія освітлення та 1 лазерний принтер;
- 3) у серверній – веб-сервер та телекомунікаційне обладнання;

– до фази С:

- 1) у приміщенні А – 3 ПК та лінія освітлення;

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

- 2) у приміщенні Б – 3 ПК та розетки загального призначення;
- 3) у приміщенні серверної – кондиціонер та розетки для додаткового комп'ютерного обладнання (сигналізація).

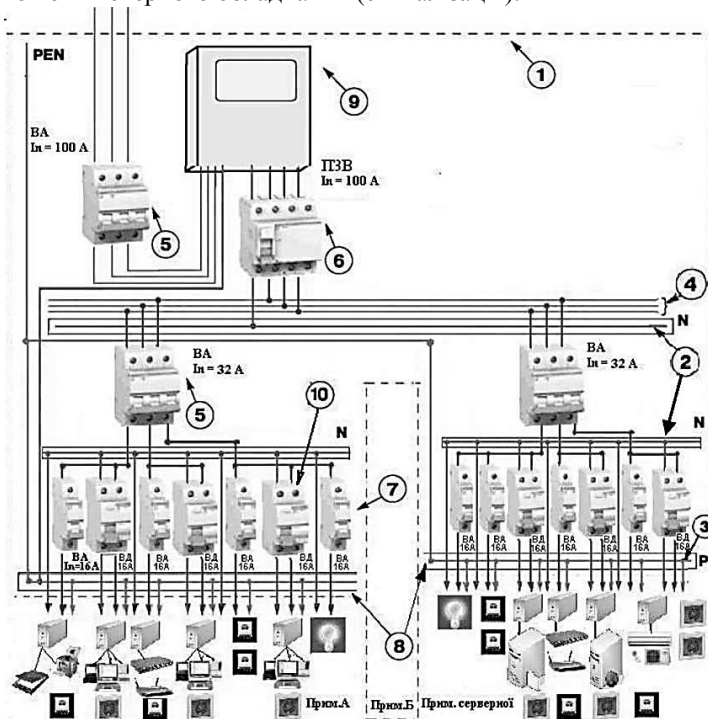


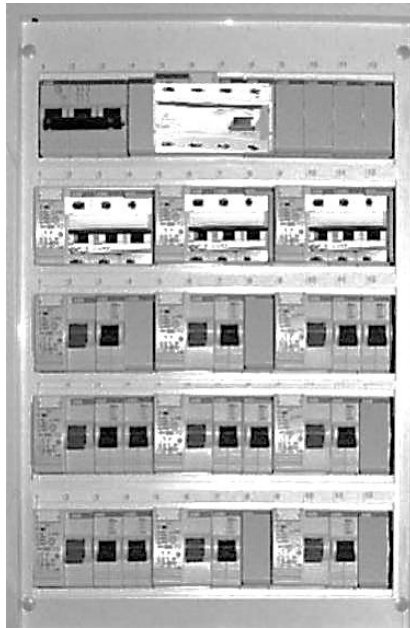
Рисунок 12.10 – Структура електропостачання 3-фазної ЛОМ:

- 1 – пластиковий корпус щита;
- 2 – сполучні елементи нульових робочих провідників;
- 3 – сполучний елемент затисків нульових захисних провідників, а також провідника зрівнювання потенціалів;
- 4 – сполучний елемент вхідних виводів захисних апаратів групових кіл;
- 5 – трифазний 3-полюсний автоматичний вимикач на вводі електропостачання;
- 6 – трифазний 4-полюсний Пристрій захисного відключення (ПЗВ);
- 7 – однофазний 1-полюсний автоматичний вимикач;
- 8 – лінії групових кіл;
- 9 – стабілізатор;
- 10 – однофазний 2-полюсний вимикач диференційного струму.

Зважаючи на те, що трифазна розводка електричних кіл передбачає рівномірний розподіл навантаження по всіх фазах (щоб запобігти перекосу напруги), у серверній обидва сервери та кондиціонер підключаємо на різні фази.

Розетки, підключені до АВДТ, марковані червоним кольором.

Варіант компоновки вимикачів у РЩ наведено на рис. 12.11. Компоновка вимикачів здійснена за територіальним принципом, тобто на одній DIN-рейці зібрані вимикачі всього обладнання та освітлення окремого приміщення і згруповані послідовно за фазами, з пропуском модуля між вимикачами різних фаз.



*Рисунок 12.11 – Варіант компоновки АВ у РЩ (ширина одного модуля АВ – 17,5 мм)*

На верхній рейці розташовано ввідний трифазний АВ та ПЗВ («УЗО») на 100 А. На другій рейці скомпоновані ввідні АВ всіх приміщень.

До вхідного трифазного АВ (див. рис. 12.10) підключаються:

- АВ на 16 А (8 шт.) моделі Multi 9 С60N 1р/16 А характеристика «С» 6 А (вартість – близько 40 грн);

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

– АВДТ на 16 А (6 шт.) моделі DX 08565 (тип «Нрі») 16 А-30 мА 230 В 1р + N 2 мод. характеристика «С» (Legrand). Вартість – близько 400 грн.

Оберемо в кожному приміщенні для захисту освітлювальних кіл автомат 1-полюсний (1р)  $I_n = 5$  А, характеристика «С», 6 кА Hyundai HIBD63-N 5, який встановлюється в кожному приміщенні на іншу фазу для отримання шахового відключення в разі зникнення фази (див. рис. 12.10).

До АВ та АВДТ на 16 А підключаються ДБЖ, до них, відповідно, телекомунікаційне та комп'ютерне обладнання (від 3 до 6 на групу).

У кожному приміщенні можна окремо встановити окремий РЩ електричний низьковольтний з кількістю модулів 8, де всі АВ цього приміщення (1 + 7) монтуються на одну DIN-рейку. Вартість такого РЩ близько 100 грн.

Необхідно врахувати, що для обладнання г)-е) у розрахунку повної потужності об'єктів ЛОМ (див. стор. 347) треба дібрати ДБЖ класу «on-line», тобто на повну потужність  $2,05 \text{ Вт}/0,7 \bullet 1,2 = 3,5 \text{ кВА}$  (з врахуванням пускового двократного струму серверів 4,5 кВА).

ДБЖ можна також обирати як за каталогами, так і за допомогою інтерактивних калькуляторів фірм-постачальників (рис. 12.12) [58].

Подбор источника бесперебойного питания  
от 350 до 10 kVA

Подбор источника бесперебойного питания от 350 VA до 10 kVA

Компания-производитель: ===== не имеет значения =====

Мощность: 4500 VA

Способ установки: ===== не имеет значения =====

Подобрать

Источники бесперебойного питания

НАЙДЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

| Компания  | Модель  | Мощность          | Исполнение |
|-----------|---------|-------------------|------------|
| PowerWare | 9120    | 5000 VA / 3500 Вт | напольный  |
| PowerWare | 9125    | 5000 VA / 3500 Вт | напольный  |
| NeuHaus   | Integra | 4000 VA / 3200 Вт | напольный  |
| CE        | NetPro  | 4000 VA / 2400 Вт | напольный  |

OK

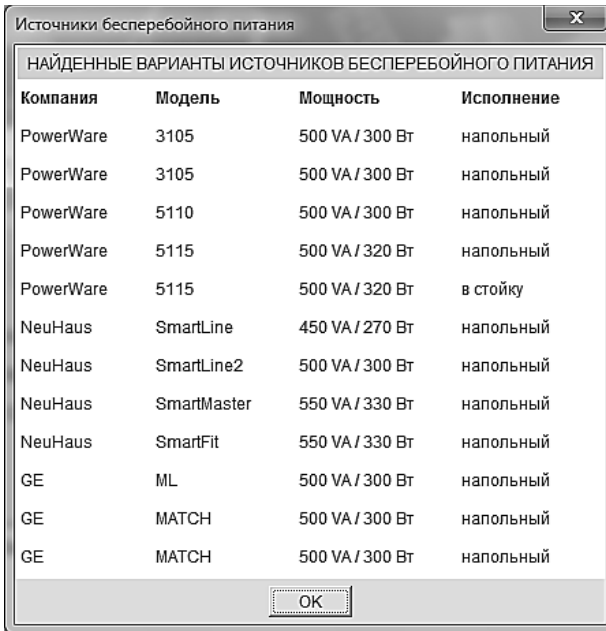
Рисунок 12.12 – Дибір ДБЖ  
за допомогою інтерактивного калькулятора

Пусковий струм кондиціонера в цьому прикладі можна не враховувати, тому що пускове споживання становить 11 кВА, що менше потужності підбраного ДБЖ.

Для серверів та телекомунікаційного обладнання можна також дібрати ДБЖ марки General Electric On-Line LanPro 5-11 номінальної потужності 5 кВА/4 кВт з вхідною напругою 172/285 В, час роботи при повному навантаженні 10 хв, при половинному навантаженні 25 хв. Вартість – близько 30 тис. грн.

Для монтажу в телекомунікаційну стойку (шафу) можна обрати ДБЖ APC Smart-UPS 5 кВА Rack/Tower (тобто, комбінованої конструкції: підлогова та стійкова заввишки 5U) номінальної потужності 5 кВА/4 кВт з вхідною напругою 160/286 В. Час роботи при повному навантаженні 9 хв, при половинному навантаженні – 27 хв. Інтерфейси виходів 8 x IEC 320 C13, 2 x IEC 320 C19; 4 x IEC Jumpers. Вартість – близько 20 тис. грн.

Для іншого обладнання доцільно обрати більш дешеві ДБЖ (рис. 12.13).



| Источники бесперебойного питания                     |             |                 |            |
|--|-------------|-----------------|------------|
| НАЙДЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ |             |                 |            |
| Компания   | Модель      | Мощность        | Исполнение |
| PowerWare  | 3105        | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| PowerWare  | 3105        | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| PowerWare  | 5110        | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| PowerWare  | 5115        | 500 VA / 320 Вт | напольный  |
| PowerWare  | 5115        | 500 VA / 320 Вт | в стойку   |
| NeuHaus  | SmartLine   | 450 VA / 270 Вт | напольный  |
| NeuHaus  | SmartLine2  | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| NeuHaus  | SmartMaster | 550 VA / 330 Вт | напольный  |
| NeuHaus  | SmartFit    | 550 VA / 330 Вт | напольный  |
| GE   | ML          | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| GE   | MATCH       | 500 VA / 300 Вт | напольный  |
| GE   | MATCH       | 500 VA / 300 Вт | напольный  |

Рисунок 12.13 – Результати добору ДБЖ потужністю 500 ВА за допомогою інтерактивного калькулятора



## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

Наприклад, якщо встановлювати ДБЖ на кожен ПК, що потребує захисту, можна обрати APC Back-UPS CS 500 VA (BK500-RS). Потужність 300 Вт /500 ВА з вхідною напругою 160/282 В, час роботи при повному навантаженні 4,5 хв, при половинному навантаженні – 15,9 хв. Вартість – близько 700 грн.

Якщо встановлювати по одному ДБЖ на групу з трьох ПК (з периферійним обладнанням, наприклад, робоче місце касира зі сканером), то можна обирати модель APC Smart-UPS SC 1000 VA USB 2U Rackmount/Tower/. Потужність 700 Вт /1000 ВА, вхідна напруга 160/280 В, час роботи при повному навантаженні 7,4 хв, при половинному навантаженні – 19,7 хв. Інтерфейси виходів 6 x IEC 320 C13, 2 x IEC Jumpers. Вартість – близько 2,5 тис. грн.

Таким чином, під час вибору ДБЖ доцільно керуватись таблицями виробників про час роботи ДБЖ на акумуляторах для забезпечення потрібного часу безперебійного живлення.

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Чим АВ відрізняється від АВДТ?
2. Які типи ДБЖ застосовуються в ЛОМ?
3. В які юніти ТШ встановлюються ДБЖ та стабілізатори? Чому?
4. Для чого застосовується ПЗВ («УЗО»)?
5. У яких одиницях вимірюється потужність ДБЖ? Стабілізатора?
6. Який коефіцієнт пов'язує повну та активну потужність обладнання ЛОМ?
7. Яке значення  $\cos \varphi$  використовується для розрахунку встановленої потужності об'єктів ЛОМ?
8. Якого кольору зазвичай передбачаються у проекті ЛОМ абонентські розетки для підключення ПК? Побутового обладнання?
9. Які об'єкти ЛОМ характеризуються високим пусковим струмом?
10. За якими критеріями розподіляються енергоспоживачі ЛОМ між АВ?

### **Тестові запитання**

1. В яких одиницях вимірюється повна потужність об'єктів ЛОМ?
  - а) у воль-амперах;
  - б) у ватах;
  - в) у джоулях/ват.

2. В яких одиницях вимірюється активна потужність об'єктів ЛОМ?

- а) у воль-амперах;
- б) у ватах;
- в) у джоулях/ват.

3. Якої мінімальної потужності треба обрати ДБЖ, до якого необхідно одночасно підключити телевізор (190 Вт) + монітор (25 Вт) + системний блок із блоком живлення 550 Вт?

- а) 800 ВА;
- б) 1100 ВА;
- в) 700 ВА.

4. Яке обладнання не можна включати з іншими в одну розетку електроживлення?

- а) Ethernet-комутатор;
- б) кондиціонер із вбудованою функцією Wi-Fi;
- в) холодильник, оснащений модулем стільникового зв'язку 3G.

5. В які юніти телекомунікаційної шафи монтуються ДБЖ та стабілізатор?

- а) у верхні юніти;
- б) у нижні юніти;
- в) все одно.

6. Окремий АВ необхідно встановлювати в приміщенні з ЕОМ, якщо їхня кількість перевищує?

- а) три одиниці;
- б) десять ПК;
- в) 20 комп'ютерів.

---

## 13 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

---

Пояснювальна записка курсової роботи оформлюється відповідно до чинних стандартів оформлення програмної, текстової та графічної документації (ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти в сфері науки та техніки. Структура і правила оформлення» та ін.) з урахуванням внутрішньокорпоративних вимог [69].

Стисло вимоги цього стандарту наведено нижче.

Матеріали курсової роботи подаються українською мовою.

Матеріали пояснювальної записки друкують комп'ютерним способом на одному боці односторонніх білих аркушів (листів) формату А4 (розмір 210 x 297 мм) через полуторний міжрядковий інтервал, текст вирівнюють по ширині аркуша, за необхідності допускається використання включених аркушів формату А3 (297 x 420 мм).

Текстовий редактор – Word з пакета Microsoft Office, Open Office Writer, Sun Star Office Writer та ін. Шрифт – Times New Roman 14 або інший з висотою літер і цифр не менш ніж 2,5 мм. Звіт повинен бути набраним одним базовим шрифтом (надалі – фонт). Допускається окремі частини звіту виконувати різними шрифтами тільки для ефектів виділення певних фрагментів.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки також.

Заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки наприкінці, не підкреслюючи (АНОТАЦІЯ, ЗМІСТ, ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ тощо). Кожен розділ треба починати з нової сторінки.

Перенесення слів у заголовку розділу не допускається. Після номера розділу, підрозділу, пункту та підпункту крапку не ставлять.

Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути:

- між заголовком і попереднім текстом 12 пунктів;
- між заголовком і подальшим текстом 6 пунктів.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту звіту і дорівнювати п'яти знакам.

Титульний аркуш виконується відповідно до вимог за зразком, наведеним на рис. 13.1 [69].

Помилки, описки та графічні неточності після друку допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.

Текст звіту слід друкувати, дотримуючись таких розмірів берегів: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.

Ті розділи пояснювальної записки, які оформлюються в основній рамці (відступ рамки зліва на 20 мм, з інших боків на 5 мм) та з написом по короткій стороні листа, мають відстань від рамки до межі тексту на початку і в кінці рядка не менше 3-5 мм. Відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої або нижньої рамки форми – не менше 10 мм.

Вимоги до форми, розмірів і порядку заповнення конструкторської документації встановлює ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 [44]. Ним передбачені три типи основних написів шириною 185 мм:

- форма 1 для перших аркушів креслень і схем висотою 55 мм (рис. 13.2);
- форма 2 для перших (або заповнених) аркушів текстових документів висотою 40 мм (рис. 13.3);
- форма 2а для наступних аркушів будь-яких конструкторських документів висотою 15 мм (рис. 13.4)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Чорноморський державний університет  
імені Петра Могили**

**Факультет комп'ютерних наук**

**Кафедра інтелектуальних інформаційних систем**

**КУРСОВА РОБОТА**

з дисципліни «Комп'ютерні мережі»

на тему «Проектування локальної мережі житлового будинку за технологією  
передачі даних Gigabit Ethernet (27 портів), Wi-Fi та GSM»

Студента 4 курсу 403 групи  
напряму підготовки 6.040303 «Системний аналіз»  
спеціальності 8.04030302 «Системи і методи  
прийняття рішень» \_\_\_\_\_ А. В. Могилу

(підпис)

\_\_\_\_\_ (дата)

Керівник доцент кафедри ІТ і ПС,  
к.т.н., доц. Журавська І. М.

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

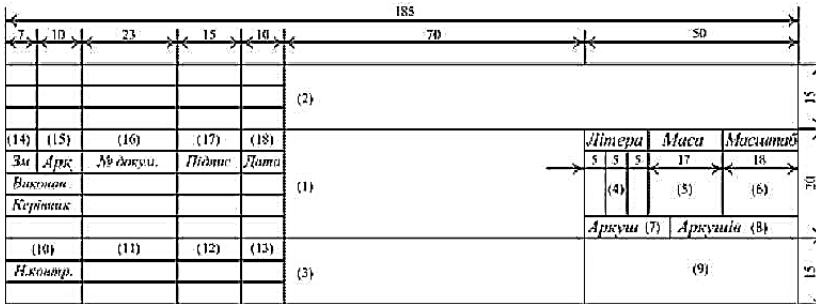
\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

**м. Миколаїв – 2013 рік**

*Рисунок 13.1 – Титульний аркуш курсової роботи*

# І. М. Журавська



*Рисунок 13.2 – Форма 1 напису перших аркушів креслень і схем*

Для заповнення основної рамки рекомендується використовувати умовно безкоштовний фонт ISOCP Regular [113].

Децимальний номер курсової роботи має структуру:

**X.XXXXXX–КР.ПЗ.ХХ–ХХХ.XXXXXX,**  
**1 2 3 4 5 6 7**

де 1 – шифр освітньо-кваліфікаційного рівня (для бакалавра – 6, для спеціаліста – 7, для магістра – 8);

2 – напрям підготовки відповідно до постанови Кабміну України від 13.12.2006 р. № 1719 [60]:

- а) 040303 – «Системний аналіз»;
- б) 050101 – «Комп’ютерні науки»;
- в) 050102 – «Комп’ютерна інженерія»;

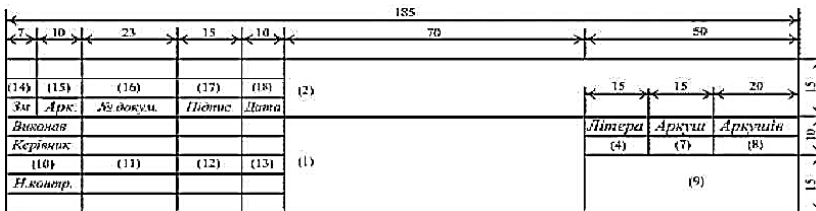
3 – КР – курсова робота;

4 – ПЗ – пояснювальна записка;

5 – скорочення від назви етапу робіт (ТЗ – технічне завдання, П – проект, Р – робоча документація, 00 – загальна ПЗ до КР);

6 – номер академічної групи;

7 – перші дві цифри означають рік вступу, останні чотири цифри визначаються особистим номером студента в списках факультету.



*Рисунок 13.3 – Форма 2 основного напису для перших аркушів текстових документів*

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Наприклад, для пояснювальної записки з курсової роботи, будуть використані десятичні номери:

6.050102-КР. ПЗ.00-405.2710404

6.050102-КР.ПЗ. ТЗ-405.2710404

6.050102-КР. ПЗ.П-405.2710404

6.050102-КР.ПЗ.Р-405.2710404

Децимальний номер курсової роботи та номер аркуша пояснювальної записки у напису пишеться арабськими цифрами. Рекомендований шрифт для десятичного номера – 10 мм, для текстів – від 2,5 до 5 мм.

Вступна та заключна частини курсової роботи оформлюються без основного напису.

Перша сторінка пояснювальної записки (титульний лист) не нумерується. Зразок оформлення титульного листа курсової роботи наведено на рис. 13.1.

Друга та третя сторінки пояснювальної записки – завдання на курсову роботу (з додаванням індивідуального графічного матеріалу), яке видається викладачем індивідуально кожному студенту або одне на двох студентів, якщо курсова робота комплексна.

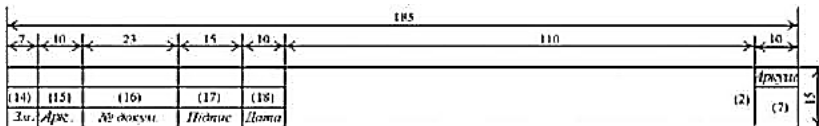


Рисунок 13.4 – Форма 2а основного напису для наступних аркушів будь-яких документів

Розділи основної частини (крім технічного завдання) оформлюються в рамках з основним написом.

Технічне завдання (ТЗ) згідно з вимогами ГОСТ 34.602-89 оформляють відповідно до вимог ГОСТ 2.105 на листах формату А4 за ГОСТ 2.301 без рамки, основного напису і додаткових граф до неї. Номер аркушів ТЗ проставляють, починаючи з першого аркуша, наступного за титульним аркушем, у верхній частині аркуша (над текстом, посередині) після позначення коду (визначеного десятичного номера) ТЗ. Зразок титульного аркушу ТЗ (додатку А до комплексної курсової роботи, виконаної двома студентами) наведено на рис. 13.5. Зразок аркуша, наступного за титульним ТЗ комплексної курсової роботи, наведено на рис. 13.6.

Додаток А  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Чорноморський державний університет  
імені Петра Могили  
Факультет комп'ютерних наук  
Кафедра інформаційних технологій та програмних систем

«Проектування сегменту ЛОМ за технологією PLC та Fast Ethernet на 40 портів для першого  
поверху бізнес-центру»

Технічне завдання

6.050101 – КР.ПЗ.ТЗ – 402.21120301

6.050101 – КР.ПЗ.ТЗ – 402.21120302

Студент \_\_\_\_\_ М.М. Белідаб  
(підпис)  
\_\_\_\_\_  
(дата)  
Студент \_\_\_\_\_ О.М. Белідаб  
(підпис)  
\_\_\_\_\_  
(дата)  
Викладач \_\_\_\_\_ І.М. Журавська  
(підпис)  
\_\_\_\_\_  
(дата)

н. Миколайів – 2013 рік

*Рисунок 13.5 – Зразок титульного аркуша ТЗ  
комплексної курсової роботи*



### ЗМІСТ

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....                       | 4  |
| 2 | ПРИЗНАЧЕННЯ ТА МЕТА СТВОРЕННЯ ЛОМ.....        | 7  |
|   | 2.1 Призначення СКС.....                      | 7  |
|   | 2.2 Мета створення СКС.....                   | 7  |
| 3 | ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ, ПОЄДНАНИХ В ЛОМ..... | 9  |
| 4 | ВИМОГИ ДО ЛОМ.....                            | 10 |
|   | 4.1 Вимоги до СКС в цілому.....               | 10 |
|   | 4.2 Вимоги до структури СКС.....              | 10 |
| 5 | СКЛАД ТА ЗМІСТ РОБІТ ПО СТВОРЕННЮ ЛОМ.....    | 14 |
| 6 | ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТУВАННЯ.....                 | 16 |























*Рисунок 13.6 – Зразок аркуша, наступного за титульним ТЗ комплексної курсової роботи*

Перші аркуші розділів П та Р основної частини виконуються в основній рамці з повним надписом за *Формою 2* (рис. 13.3), в якому наводиться визначений децимальний номер пояснювальної записки (у полі 2), підписи студента, керівника (12), назва розділу курсової роботи (1), номер аркуша (7) та кількість аркушів (8) у пояснювальній записці до цього розділу. Зразок оформлення титульного аркуша складової основної частини курсової роботи з основним написом наведено на рис. 13.7.



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

Усі наступні (після першого) аркуші розділів П та Р проектної документації ЛОМ виконуються з основним написом за *Формою 2а* (див. рис. 13.4). Приклад поточного аркуша додатків Б та В курсової роботи наведено на рис. 13.8.

| <i>СМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ В КРЕСЛЕНИХ ЛОМ</i>                                   |   |
|---|---|
| <i>Графічний<br/>примітку/об'єкт</i>  | <i>Назва</i>  |
|    | <i>Комп'ютер персональний</i>                         |
|    | <i>Сервер ІХСВ</i>                                    |
|    | <i>Сервер флориди</i>                                 |
|    | <i>Принтер багатифункціональний</i>                   |
|    | <i>Кондиціонер</i>                                    |
|    | <i>Проектор</i>                                       |
|    | <i>Ноутбук</i>  |
|    | <i>Коробка приставки SAN/SB</i>                       |
|    | <i>Роутер</i>   |
|    | <i>Медіаконвертер</i>                                 |
|    | <i>Світл зв'язки</i>                                  |
|    | <i>Контроль біометричний</i>                          |
|    | <i>Точка доступу</i>                                  |
|    | <i>Адаптер PLC</i>                                    |
|    | <i>Розетка електрична без<br/>пунктирних стрижень</i> |
|    | <i>Розетка електрична з<br/>пунктирними стрижнями</i> |
|    | <i>Розетка комутаційна</i>                            |
|    | <i>Розетка комутаційна<br/>двиполарна</i>             |
|   | <i>Веб-камера</i>                                     |
|  | <i>Вогнегасник</i>                                    |
|  | <i>Кабель сигнальний провідимий</i>                   |
|  | <i>Шара телекомунікаційна</i>                         |

|    |     |         |       |                                 |      |
|----|-----|---------|-------|---------------------------------|------|
|    |     |         |       |                                 |      |
| Зм | Док | № докум | Видат | Дата                            | Лист |
|    |     |         |       | 6.050101 – КР.ПЗР – 40221120301 | 6    |
|    |     |         |       | 6.050101 – КР.ПЗР – 40221120302 | 6    |

*Рисунок 13.8 – Зразок поточного аркуша проект у (П)  
та робочої документації (Р) курсової роботи  
з проектування ЛОМ (з штампом за *Формою 2а*)*

### Контрольні питання для самоперевірки

1. За яким ДСТУ оформлюються звіти з наукової діяльності?
2. Що необхідно навести у списку авторів будь-якого звіту?
3. Чи є необхідним перелік посилань у звіті? За яким стандартом він складається?
4. Додатки до звітів позначаються літерами або цифрами?
5. Чи обов'язково додатки до звіту повинні мати назву?
6. Чи допускається двосторонній друк пояснювальної записки до курсової роботи?
7. Чи допускається перенесення слів у заголовках розділів, підрозділів?
8. Якщо сторінка заповнена неповністю, чи можна на ній почати новий розділ?
9. Якщо сторінка заповнена неповністю, чи можна на ній почати новий підрозділ?
10. В якому нормативному документі наведено вимоги до Технічного завдання?
11. Який десятизначний код має напрям підготовки «Комп'ютерні науки»? Напрямок «Комп'ютерна інженерія»? Напрямок «Системний аналіз»?
12. Яка цифра перед напрямом підготовки відповідає рівню бакалавра? Спеціаліста? Магістра?
13. Який фонт використовується для оформлення проектної та робочої документації?
14. Яка форма основного напису згідно з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 використовується для перших аркушів пояснювальних записок проекту та робочої документації?
15. Яка висота основного напису згідно з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 для наступних аркушів будь-яких конструкторських документів?
16. Які відступи основної рамки на листах пояснювальних записок до проекту та робочої документації? Які відступи тексту від рамки?
17. Біля особистого підпису наводяться ініціали або прізвище особи?
18. Чи можна використовувати під час маркування списків латинський алфавіт?

### Тестові запитання

1. *Номери ілюстрацій до звіту:*
- а) однопозиційні;
  - б) двопозиційні;
  - в) трипозиційні.

## **Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж**

---

2. У розшифровці підпису авторів звіту (проекту) зазначається:
- а) П.І.пБ. скорочено та дата;
  - б) П.І.пБ. повністю та дата;
  - в) П.І.пБ. скорочено.
3. Який формат дати правильно використовувати у звітах?
- а) 15.06.2014;
  - б) 15.06.14;
  - в) 15/06/2014.
4. У звітах використовуються шрифти з висотою літер не менш ніж:
- а) 2,5 мм;
  - б) 5 мм;
  - в) 12 мм.
5. Які літери не можна використовувати для маркування додатків звіту?
- а) Г, Є, З, І, Ї, О, Ч, Б;
  - б) А, В, С, К, М, Р, Т, Х;
  - в) З, І, О, Ч.
6. Номери сторінок у пояснювальній записці до курсової роботи проставляються:
- а) зверху посередині;
  - б) знизу посередині;
  - в) зверху справа;
  - г) знизу справа.

---

## ВИСНОВКИ

---

Підсумуємо узагальнені вимоги до проектування ЛОМ за правилами СКС:

а) структурована кабельна система має бути виконана відповідно до стандартів – міжнародних (ISO/IEC 11801), європейських (CENELEC EN 50173), американських (ANSI/EIA/TIA-568, ANSI/EIA/TIA-569);

б) усі комунікації поверху мають бути зведені в єдиний центр комутації (поверховий крос), що прискорює обслуговування мережі та зменшує час, що витрачається на перекомутацію абонентів;

в) СКС проектується з врахуванням надмірності як за кількістю абонентів, так і за пропускнуою спроможністю. Таким чином, закладається можливість для подальшого її розширення без реструктуризації;

г) обладнання, використане для побудови СКС, повинне відповідати, як мінімум, категорії 5Е;

д) СКС повинна забезпечувати швидку перекомутацію ліній горизонтальної підсистеми і магістралі будівлі;

е) прокладка кабелів у коридорах повинна здійснюватися за фальшстелею, а за її відсутності у спеціальних кабель-каналах (коробках, лотках і т. п.) або в існуючих штробах;

ж) кожен елемент СКС маркується. Залежно від типу елемента маркування може наноситися кілька разів. Маркування складають інформаційну базу СКС, щодо якої здійснюється комутація і планування потужностей;

з) якщо на момент побудови ЛОМ невідома точна кількість необхідних робочих місць, то СКС проектується з розрахунку – одне робоче місце на кожних 6 кв. м (для звичайного офісу);

и) максимальна довжина горизонтальної провідки не повинна перевищувати 90 м;

к) лінії СКС не повинні розташовуватися поблизу ліній силової розводки системи електроживлення;

л) на кожне робоче місце повинні бути підведені два взаємозамінних лінки RJ-45.

За умови виконання СКС згідно з вищенаведеними правилами буде побудоване інформаційне середовище організації будь-якого профілю діяльності, яке служитиме довгі роки, не вимагаючи модернізації і заміни.

---

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

---

1. **ANSI/TIA/EIA-568-B (B.1, B.2, B.3).** Commercial Building Telecommunications Cabling Standard [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.csd.uoc.gr/~hy435/material/Cabling% 20Standard % 20-% 20ANSI-TIA-EIA% 20568% 20B% 20-% 20Commercial% 20Building % 20Telecommunications% 20Cabling% 20Standard.pdf](http://www.csd.uoc.gr/~hy435/material/Cabling%20Standard%20-%20ANSI-TIA-EIA%20568%20B%20-%20Commercial%20Building%20Telecommunications%20Cabling%20Standard.pdf). – Title from the screen.
2. Giga-IR. High-Speed Opto-Communication [Electronic Resource] // Web site of Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan. – Mode of access : URL : [http://www.soumu.go.jp/soutsu/kinki/studygroup/2009/THz3\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/soutsu/kinki/studygroup/2009/THz3_1.pdf). – Title from the screen.
3. Google Play Store [Electronic Resource] // Магазин для покупки приложений через интернет. – Mode of access : URL : <https://play.google.com/store/>. – Title from the screen.
4. IP Video System Design Tool (CCTV Design Tool) : скачать демо-версию [Электронный ресурс] // Веб-сайт команды профессионалов в отрасли видеонаблюдения и систем безопасности. фирмы JVSG. – Режим доступа : URL : <http://www.jvsg.com/ru/>. – Загл. с экрана.
5. IP Video System Design Tool : програма проектування систем відеоспостереження [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин софту «AllSoft». – Режим доступу : URL : [http://allsoft.ua/program\\_page.php?grp=120862](http://allsoft.ua/program_page.php?grp=120862). – Загол. з екрану.
6. IP Калькулятор [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL : <http://ip-calculator.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Li-Fi: световая замена Wi-Fi [Электронный ресурс] // Хакер. – 2011, 01 августа. – Режим доступа : URL : <http://www.haker.ru/56357>. – Загл. с экрана.
8. Multi 9. Оборудование для распределительных сетей низкого напряжения на токи от 0,5 до 125 А [Электронный ресурс] // Каталог оборудования компании Schneider Electric в Украине (M9-CAT 2002UA). – Режим доступа : URL : [www.schneider-electric.com.ua](http://www.schneider-electric.com.ua). – Загл. с экрана.
9. Netgear представила двухпортовый наноадаптер Powerline XAVB2602 [Электронный ресурс] // Новостной портал «SiteUA». – Режим доступа : URL : <http://goo.gl/ie0etm>. – Загл. с экрана.

10. PowerLine – отличная замена перегруженной беспроводной связи [Электронный ресурс] // Веб-сайт фирмы D-Link. – Режим доступа : URL : <http://dlink.ru/ru/faq/266/1203.html>. – Загл. с экрана.
11. PLANET : сетевые решения для телекома [Электронный ресурс] // Веб-сайт фирмы PLANET Technology Corporation. – Режим доступа : URL : <http://www.planet.com.tw/en/Application/Telecom.php>. – Загл. с экрана.
12. **RFC 1517**. Applicability Statement for the Implementation of Classless Inter-Domain Routing (CIDR) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [www.ietf.org/rfc/rfc1517.txt](http://www.ietf.org/rfc/rfc1517.txt). – Загл. с экрана.
13. **RFC 1918**. Address Allocation for Private Internets [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918.txt](http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918.txt). – Загл. с экрана.
14. **RFC 3330**. Special-Use IPv4 Addresses [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [www.rfc-editor.org/rfc/rfc3330.txt](http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3330.txt). – Загл. с экрана.
15. TIA-1179 and Beyond: Addressing Information Technology Needs for Evolving Healthcare Facilities [Электронный ресурс] // Belden. – Режим доступа : URL : [http://belden.com/pdfs/Techpprs/Addressing\\_Info\\_Tech\\_for\\_Healthcare\\_Facilities.pdf](http://belden.com/pdfs/Techpprs/Addressing_Info_Tech_for_Healthcare_Facilities.pdf). – Загл. с экрана.
16. VLSM Calculator – калькулятор подсетей с маской переменной длины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.vlsm-calc.net/>. – Загл. с экрана.
17. Абрамов, В. О. Базові технології комп'ютерних мереж : навч. посібник / В. О. Абрамов, С. Ю. Клименко. – К. : А. С. К., 2013. –248 с.
18. Автоматические выключатели и УЗО Legrand [Электронный ресурс] // «Элек.ру» – электротехнический интернет-портал. – Режим доступа : URL : <http://www.elec.ru/files/127/000000196/attfile/02.pdf>. – Загл. с экрана.
19. Автоматические выключатели Moeller/EATON [Электронный ресурс] // Каталог Интернет-магазина «Технотон e-shop». – Режим доступа : URL : <http://shop.technoton.com.ua/itm/22067>. – Загл. с экрана.
20. Актуальное в СКС и АСУ [Электронный ресурс] // Форумы про СКС и АСУ. – Режим доступа : URL : <http://forum.11abi.com/viewtopic.php?f=9&t=21&p=96#p96>. – Загл. с экрана.
21. База нормативних документів [Електронний ресурс] // Веб-сайт НД ДП «УкрНДНЦ»– Режим доступу : URL : <http://csm.kiev.ua/nd/nd.php>. – Загол. з екрану.
22. Буров, Є. В. Комп'ютерні мережі : підручник / Є. В. Буров. – Львів : Магнолія 2006, 2007. – 262 с.
23. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Голов. ред. В. Т. Бусел, редактори-лексикографи В. Т. Бусел,



М. Д. Василега-Дерибас, О. В. Дмитрієв [та ін.]. – 2-е вид. – К. ; Ірпінь : Перун, 2005. – 1728 с.

24. **ВНТП 4-89.** Ведомственные нормы технологического проектирования. Определение категорий помещений и зданий объектов нефтепродуктоснабжения по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] : утв. приказом Госкомнефтепродукта РСФСР от 24.07.1990 г. № 82. – Введ. 1990-08-01. – Режим доступа : URL : <http://www.exd.ru/gosts/normativi/vntp%20%204-89.pdf>. – Загл. с экрана.

25. **ГОСТ 2.105-95.** Єдина система конструкторської документації. Загальні вимоги до текстових документів. Міждержавний стандарт [Електронний ресурс]. – На заміну ГОСТ 2.105-79 ; чинний від 1996-07-01. – Режим доступу : URL : <http://www.sciteclibrary.ru/gost/Index/5/5378.htm>. – Загол. з екрану.

26. **ГОСТ 2.306-68. ЄСКД.** Позначення графічних матеріалів і правила їхнього нанесення на кресленнях [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://budstandart.ua/read/document/show/3105694/id/3097826?submenu=10722>. – Загол. з екрану.

27. **ГОСТ 2.413-72. ЄСКД.** Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа [Электронный ресурс]. – Введ. 1973-07-01. – Режим доступа : URL : <http://www.gosthelp.ru/gost/gost37160.html>. – Загл. с экрана.

28. **ГОСТ 34.602-89.** Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы [Электронный ресурс]. – Введ. 1990-01-01. – Режим доступа : URL : <http://www.rts.Ua/rus/forpro/613/0/17/>. – Загл. с экрана.

29. **ГОСТ 14254-96 (МЕК 529-89)** Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (Код IP). Міждержавний стандарт – Чинний від 1997-01-01 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://document.ua/docs/tdoc3244.php>. – Загол. з екрану.

30. **ГОСТ Р 53246-2008.** Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. 2010-01-01. – М. : Стандартиформ, 2009. – 77 с. – Режим доступа : URL : [http://draft.ucoz.ua/Jd/0/12\\_53246-2008.pdf](http://draft.ucoz.ua/Jd/0/12_53246-2008.pdf). – Загл. с экрана.

31. Грозозащита AN-100 PoE [Электронный ресурс] // Интернет-магазин Mstream. – Режим доступа : URL : <http://mstream.com.ua/grozozashita-an-100-poe.html>. – Загл. с экрана.

32. Грозозащита NanoStation PRO для защиты точек доступа NanoStation Ubiquiti [Электронный ресурс] // Интернет-магазин

LanMarket. – Режим доступу : URL : <http://lanmarket.ua/grozozashchita/grozozashchita-nanostation-pro-version-1445/> – Загл. с екрана.

33. Гук, М. Ю. Аппаратные средства локальных сетей : энцикл. / М. Ю. Гук. – 1-е изд. – СПб. : Питер, 2005. – 576 с.

34. Гуржій, А. М. Контроль та керування корпоративними комп'ютерними мережами : інструментальні засоби та технології / А. М. Гуржій, С. Ф. Коряк, В. В. Самсонов, О. Я. Склярів. – Х. : Компанія СМІТ, 2004. – 544 с.

35. **ДБН А.2.2-3-2012.** Склад та зміст проектної документації для будівництва [Текст]. – На заміну ДБН А.2.2-3-2004 ; чинний від 2012-07-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 26 с.

36. **ДБН В.2.5-13-98.** Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд [Електронний ресурс] : затв. наказом Держбуду України від 22.05.2006 р. № 176. – Чинний від 2007-01-01. – Режим доступу : URL : <http://www.ukrsp.com/normativy/dbn-v25-13-98>. – Загол. з екрану.

37. **ДБН В.2.5-23-2003.** Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення [Електронний ресурс] : затв. наказом Держбуду України від 30.12.2003 р. № 228. – На заміну ВСН 59-88 ; чинний від 2004-06-01. – Режим доступу : URL : <http://ibud.ua/?CAT=dbn-info&itm=966>. – Загол. з екрану.

38. **ДСанПін 3.3.2.007-98.** Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин : затв. постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.1998 р. № 7 [Електронний ресурс] // БД «НАУ» версії 9.5.5.5. – Режим доступу : URL : <http://ohranatruda.in.ua/pages/4606/>. – Загол. з екрану.

39. **ДСТУ 3008-95.** Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст]. – Чинний від 1996-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 1995. – 38 с.

40. **ДСТУ 3582-97.** Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила [Текст]. – Чинний від 1998-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 1995. – 16 с.

41. **ДСТУ Б А.2.4-7:2009. СПДБ.** Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Текст]. – Чинний від 2010-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 75 с.

42. **ДСТУ Б А.2.4-40:2009-01. СПДБ.** Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах [Текст]. – Чинний від 2010-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 77 с.

43. **ДСТУ Б А.2.4-42:2009. СПДБ.** Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Робочі креслення [Текст]. – Чинний від 2010-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 42 с.

44. **ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.** Єдина система конструкторської документації. Основні написи [Текст] : (ГОСТ 2.104-2006, IDT). – На заміну ГОСТ 2.104-68 ; чинний від 2007-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с.

45. **ДСТУ ГОСТ 2.307-2013. ЄСКД.** Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT) [Електронний ресурс]. – На заміну ГОСТ 2.307-68 ; чинний від 2014-09-01 : введ. в дію наказом Мінекономрозвитку України від 11 грудня 2013 р. № 1470. – Режим доступу : URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200086238>. – Загол. з екрану.

46. Електронний магазин стандартів «Ліндекс» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://lindex.net.ua/>. – Загол. з екрану.

47. Охорона праці користувачів комп'ютерів / В. Ц. Жидецький. – Львів : Афіша, 2000. – 176 с.

48. Жуков, І. А. Експлуатація комп'ютерних систем і мереж : навч. посібник / І. А. Жуков, В. І. Дровозов, Б. Г. Масловський. – К : НАУ, 2007. – 368 с.

49. Жуков, І. А. Комп'ютерні мережі та технології : навч. посіб. / І. А. Жуков, В. О. Гуменюк, І. Є. Альтман. – К. : НАУ, 2004. – 276 с.

50. Журавська, І. М. Програмне забезпечення підбору параметрів та розробка абонентського обладнання доступу до Wi-Fi-мережі / І. М. Журавська, С. М. Божаткін, Є. О. Мосензов // Комп'ютерні системи та мережеві технології CSNT 2010 : тез. доп. III Міжн. наук.-техн. конф., м. Київ, 15-17 червня 2010 р. ; Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ, 2010. – С. 18.

51. Журавська, І. М. Проектування комп'ютерних мереж. Ч. I : Локальні мережі : навч.-метод. посібник [Текст] / І. М. Журавська. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – (Методична серія ; вип. 171). – 124 с. – ISSN 1811-492X.

52. Журавська, І. М. Аналіз та вибір Wi-Fi-мережі в умовах нестабільної ефірної ситуації [Текст] / І. М. Журавська // Технологічний аудит та резерви виробництва : наук. журн. – Х. : Технологічний центр, 2013. – Т. 5, № 5/5 (13), 2013. – С. 8–10. – ISSN 2226-3780. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.journals.indexcopernicus.com/abstracted.php?level=5&icid=1074424>. – Загол. з екрану.

53. Завистовский, А. СКС в законе по-украински / А. Завистовский // Сети и бизнес. – 2009. – № 5 (48). – С. 2–5.

54. Зоновое каблирование [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании «TE Connectivity». Продукция. – Режим доступа : URL : [http://www.ampnetconnect.ru/web/RU/Home/Solutions\\_Services/Zone\\_Cabling/](http://www.ampnetconnect.ru/web/RU/Home/Solutions_Services/Zone_Cabling/). – Загл. с экрана.

55. Инструменты для проектирования сети [Электронный ресурс] // Центр проектирования сетей D-Link. – Режим доступа : URL : <http://www.dlink.ua/ru/tools>. – Загл. с экрана.

56. Інтеграція даних щодо мережевого трафіку мультисервісної корпоративної мережі з класами постріляційної СКБД Caché / М. Т. Фісун, Г. В. Горбань, І. М. Журавська // Комп'ютерні системи та мережеві технології CSNT 2011 : тез. доп. IV Міжн. наук.-техн. конф., м. Київ, 14-16 червня 2011 р. ; Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ, 2011. – С. 63.

57. Инсталляторы Украины [Электронный ресурс] // Украинский единый портал по СКС. – Режим доступа : URL : <http://sks.ucoz.ua/index/0-5>. – Загл. с экрана.

58. Интерактивные калькуляторы подбора и проверки компонентов ЛВС [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании ADP NetWorks. – Режим доступа : URL : <http://www.adp.ru/poleznyie-raschety/>. – Загл. с экрана.

59. Источник резервного бесперебойного питания устройств видеонаблюдения и охранных систем Дунай-БП 1 А 12 В [Электронный ресурс] // Интернет-магазин систем охраны. – Режим доступа : URL : <http://bezpeka-store.com.ua/Bloki-pitaniya/View-all-products.html>. – Загл. с экрана.

60. **Кабінет Міністрів України. Постанова від 13.12.2006 № 1719.** Про перелік напрямів, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра [Електронний ресурс] // База даних «Законодавство України» веб-сайту Верховної ради України (редакція від 03.06.2010 р.). – Режим доступу : URL : <http://zakonl.rada.gov.ua>. – Загол. з екрану.

61. Каплевидная маркировка [Электронный ресурс] // Веб-сайт ЧП «Элан». – Режим доступа : URL : <http://markirator.com.ua/index.html>. – Загл. с экрана.

62. Каталог 2009 ОК-net Premium [Электронный ресурс] // Веб-сайт ОАО «Одескабель». – Режим доступа : URL : [http://odeskabel.com/lan-rus/images/stories/Catalog\\_LAN\\_NEW.pdf](http://odeskabel.com/lan-rus/images/stories/Catalog_LAN_NEW.pdf). – Загл. с экрана.

63. Каталог повних бібліографічних описів національних та міждержавних стандартів (ДСТУ, ДСТУ Б, КНД, ГОСТ, РСТУ, ГСТУ, СОУ) : база даних [Електронний ресурс] // Веб-портал «ЛЕОНОРМ». – Режим доступу : URL : <http://www.leonorm.com/p/ukr/news.htm>. – Загол. з екрану.

64. Каталог кабель-каналів та електромонтажного установчого обладнання фірми КОПОС KOLÍN [Електронний ресурс] // Каталоги продукції (ціна). – Режим доступу : URL : <http://www.allelectro.com.ua/pdf-catalogs>. – Загол. з екрану.

65. Каталог компонентів СКС. Чергёж разъёма 8P8C (RJ-45, IDC) [Электронный ресурс] // Веб-сайт компанії Hyperline. – Режим доступу : URL : [http://www.hyperline.ru/img/sharedimg/jacks/sx\\_plugin\\_brc.jpg](http://www.hyperline.ru/img/sharedimg/jacks/sx_plugin_brc.jpg). – Загл. с екрана.

66. Кулаков, Ю. О. Комп'ютерні мережі : підруч. / Ю. О. Кулаков, Г. М. Луцький ; за ред. Ю. С. Ковтанюка. – К. : Юніор, 2003. – 400 с.

67. Луцький, Г. М. Архитектура компьютерных сетей / Г. М. Луцький, Ю. О. Кулаков. – К. : Юніор, 2001. – 384 с.

68. Мережі ЕОМ : метод. вказівки до виконання курсової роботи [Електронний ресурс] / Укл. І. А. Жуков, В. О. Гуменюк, І. Є. Альтман. – К. : НАУ, 2003. – 72 с. – Режим доступу : URL : [http://udb.iit.nau.edu.ua/data/files/ems/file\\_63.pdf](http://udb.iit.nau.edu.ua/data/files/ems/file_63.pdf). – Загол. з екрану.

69. Методичні рекомендації до оформлення звітної текстової документації та кваліфікаційних робіт з напрямів та спеціальностей, закріплених за факультетом комп'ютерних наук / Укладачі М. Т. Фісун, І. М. Журавська ; під заг. ред. М. Т. Фісуна. – Миколаїв : Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – Вип. 204. – 96 с. (Методична серія).

70. Модулі газового пожегартушення [Электронный ресурс] // Средства пожаротушения. Харьковский механический завод, ГП МОУ. – Режим доступу : URL : <http://www.ua.all-biz.info/g21531/>. – Загл. с екрана.

71. Оборудование для печати Brady: системы печати, портативные и стационарные принтеры [Электронный ресурс] // Веб-сайт компанії «ЮМП-Запад». – Режим доступу : URL : [http://www.ump-zahid.com.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=24](http://www.ump-zahid.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=24). – Загл. с екрана.

72. **Національний банк України. Постанова від 04.07.2007 р. № 243.** Про затвердження Правил з технічного захисту інформації для приміщень банків, у яких обробляються електронні банківські документи [Електронний ресурс] // База даних «Законодавство України» веб-сайту Верховної ради України (редакція від 03.06.2010). – Режим доступу : URL : <http://zakonl.rada.gov.ua>. – Загол. з екрану.

73. Низковольтная модульная техника [Электронный ресурс] // Каталог продукции группы компаний «Промфактор» (г. Кривой Рог). – Режим доступу : URL : <http://www.promfactor.com/index.php?mode=rf2#top>. – Загл. с екрана.

74. Обзор изменений нового американского стандарта ANSI/TIA/EIA-568-B по сравнению с ANSI/TIA/EIA-568-A [Электронный

ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.adp.ru/PASSIVE/TEH\\_DOC/INFO/STANDART/568b.htm](http://www.adp.ru/PASSIVE/TEH_DOC/INFO/STANDART/568b.htm). – Загл. с экрана.

75. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – [4-е изд.]. – СПб. : Питер, 2010. – 943 с.

76. Оптоволоконна техніка [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://sinsoft.com.ua/optovolonnyj-kabel>. – Загол. з екрану.

77. Особенности ТИА-1179 «Стандарт телекоммуникационной инфраструктуры для учреждений здравоохранения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.ecolan.ru/imp\\_info/standarts/change/medcabling/](http://www.ecolan.ru/imp_info/standarts/change/medcabling/). – Загл. с экрана.

78. **Перелік робіт провадження господарської діяльності у будівництві, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури** ; додаток до Ліцензійних умов провадження господарської діяльності у будівництві, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури: затв. наказом Мінрегіонбуду України від 27.01.2009 № 47 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : [http://budstandart.ua/read/document\\_body/id/182078662](http://budstandart.ua/read/document_body/id/182078662). – Загол. з екрану.

79. **Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин** : затв. наказом Держгірпромнагляду України від 26.03.2010 р. № 65 [Електронний ресурс] // БД «Законодавство України». – Режим доступу : URL : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0293-10>. – Загол. з екрану.

80. **Правила улаштування електроустановок. ПУЕ:2006**: затв. наказом Мінпаливенерго України від 28.08.2006 р. № 305 [Електронний ресурс] // Веб-сайт «Охорона праці та пожежна безпека в Україні». – Режим доступу : [http://otipb.at.ua/load/pravila\\_ustrojstva\\_elilektroustanovok\\_pravila\\_ulashtuvannja\\_elektroustan\\_ovok\\_pue\\_2009/2-1-0-1043](http://otipb.at.ua/load/pravila_ustrojstva_elilektroustanovok_pravila_ulashtuvannja_elektroustan_ovok_pue_2009/2-1-0-1043). – Загол. з екрану.

81. **Правила улаштування електроустановок. ПУЕ:2011**. – Х. : Форт, 2011. – 736 с.

82. Он-лайнные инструменты для проектирования Wi-Fi [Электронный ресурс] // Веб-сайт «Практика применения Wi-Fi». – Режим доступа : URL : <http://wi-life.ru/uslugi/kalkulyator>. – Загл. с экрана.

83. Прайс-листы ПКФ «Наш электрик» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.nash-elektrik.com.ua/price-list.html>. – Загл. с экрана.

84. Пожарное оборудование [Электронный ресурс] // Каталог товаров компании «Промсизобеспечение» (г. Одесса). – Режим доступа : URL : [http://sizsnab.uaprom.net/product\\_list/group\\_266362](http://sizsnab.uaprom.net/product_list/group_266362). – Загл. с экрана.

85. Продажа электрооборудования. Автоматы и УЗО [Электронный ресурс] // Магазин электрики. – Режим доступа : URL : <http://www.networks-engine.ru/index.php?productID=71906>. – Загл. с экрана.

86. **Про затвердження Державних санітарних норм і правил влаштування, утримання, обладнання та організації роботи закладів, які надають послуги з комп'ютерної ігрової діяльності дітям** : затв. наказом МОЗ України від 15.12.2009 № 947 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0093-10>. – Загол. з екрану.

87. Различия между RJ-11 и RJ-12 [Электронный ресурс] // «Хаб.ру» : форум, энциклопедия, часто задаваемые вопросы. – Режим доступа : URL : [http://www.hub.ru/wiki/%D0%E0%E7%EB%E8%F7%E8%FF\\_%EC%E5%E6%E4%F3\\_RJ-11\\_%E8\\_RJ-12](http://www.hub.ru/wiki/%D0%E0%E7%EB%E8%F7%E8%FF_%EC%E5%E6%E4%F3_RJ-11_%E8_RJ-12). – Загл. с экрана.

88. Рішення на базі обладнання сімейства DYNAMIX [Електронний ресурс] // Веб-сайт компанії DYNAMIX. – Режим доступа : URL : [http://www.dynamix.ua/support/solution/index\\_sol.htm](http://www.dynamix.ua/support/solution/index_sol.htm) – Загол. з екрану.

89. Самарский, П. А. Основы структурированных кабельных систем [Текст]. – М. : Компания Ай-Ти ; ДМК Пресс, 2005. – 216 + 12 с. : ил. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.e-reading.org.ua/bookreader.php/131481/Samarskiii\\_-\\_Osnovy\\_strukturirovannyh\\_kabel%27nyh\\_sistem.pdf](http://www.e-reading.org.ua/bookreader.php/131481/Samarskiii_-_Osnovy_strukturirovannyh_kabel%27nyh_sistem.pdf). – Загл. с экрана.

90. Семёнов, А. Б. Администрирование структурированных кабельных систем / А. Б. Семенов ; НОУДПО «Институт АйТи». – М. : ДМК Пресс; Компания АйТи, 2008. – 192 с.

91. Семёнов, А. Схемы составления идентификаторов [Электронный ресурс] / А. Семёнов // Журнал сетевых решений/LAN. – 2008. – № 01. – Режим доступа : URL : <http://www.osp.ru/lan/archive/2008/>. – Загл. с экрана.

92. Семёнов, Ю. А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей : в 3-х ч. Ч. 1. Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных / Ю. А. Семёнов. – М. : ИНТУИТ, 2007. – 635 с.

93. Серверные шкафы (сетевое оборудование), телекоммуникационные, стойки серверные [Электронный ресурс] // Каталог продукции ВАТ «УХЛ-МАШ» (г. Киев). – Режим доступа : URL : [http://uhl-mash.com.ua/products/16/?utm\\_campaign](http://uhl-mash.com.ua/products/16/?utm_campaign). – Загл. с экрана.

94. Сетевое пассивное оборудование [Электронный ресурс] // Каталог Интернет-магазина Vint.com.ua. – Режим доступа : URL : <http://vint.com.ua/catalog/network/passive/>. – Загл. с экрана.

95. Скляр, В. Рынок СКС – уроки выживания / В. Скляр // Сети и бизнес. – 2011. – № 1 (56). – С. 42–60.

96. СКС. Глоссарий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.scs.ua/?q=node/477>. – Загл. с экрана.

97. Соединение П-296 с витой парой [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://nag.ru/projects/archive/28022/>. – Загл. с экрана.

98. Стабилизатор однофазный: рекомендации по выбору [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.elim-ua.com.ua/page/text/name=recommendation>. – Загл. с экрана.

99. Стандартные разъемы для категории 7 [Электронный ресурс] // Веб-сайт группы компаний ICS. База знаний ICS. – Режим доступа : URL : <http://www.icsgroup.ru/library/consult/detail.php?NUM=196>. – Загл. с экрана.

100. Стандарты телекоммуникационной инфраструктуры коммерческих зданий ISO/IEC 11801, EN 50173 и ANSI/TIA/EIA-568-A : аналитический обзор стандартов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.ixbt.com/comm/sks-1.shtml>. – Загл. с экрана.

101. Стеклов, В. К. Проектування телекомунікаційних мереж : підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації» / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. – К. : Техніка, 2002. – 792 с.

102. Технология LSA-PLUS [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании ADC KRONE. – Режим доступа : URL : <http://www.lsaplus.ru/>. – Загл. с экрана.

103. Технология VF-45 от компании 3М [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://freemarket.kiev.ua/message/533859-tehnologiya-vf-45--3m.html>. – Загл. с экрана.

104. **Типові норми належності вогнегасників** [Електронний ресурс] : затв. наказом МНС України від 02.04.2004 р. № 151. – Режим доступу : URL : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0554-04>. – Загол. з екрану.

105. Ударно-механическая и лазерная маркировка [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании «AUTOMATOR». – Режим доступа : URL : <http://automator.in.ua/udarno-tochechnaja-markirovka.html>. – Загл. с экрана.

106. **Україна. Закони. Про телекомунікації : № 1280-IV від 18.10.2003 р.** [Електронний ресурс] // База даних «Законодавство України» веб-сайту Верховної ради України (редакція від 03.06.2010). – Режим доступу : URL : <http://zakon1.rada.gov.ua>. – Загол. з екрану.

107. Фісун, М. Т. Використання OLAP-технології для аналізу мережевого трафіку засобами об'єктної СКБД Caché / М. Т. Фісун, Г. В. Горбань, І. М. Журавська // Комп'ютерні системи та мережеві технології CSNT 2012 : тез. доп. V Міжн. наук.-техн. конф., м. Київ, 13-15 червня 2012 р. ; Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ, 2012. – С. 129.



108. Фісун, М. Т. Інтеграція даних щодо мережевого трафіку мультисервісної корпоративної мережі з класами постреляційної СКБД Caché / М. Т. Фісун, Г. В. Горбань, І. М. Журавська // Наукові праці : наук.-метод. журн. – Миколаїв, ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – Т. 173, вип. 161. – С. 105–110. – ISSN 1609-7742. – (Серія «Комп'ютерні технології»).

109. Хитросплетения кабельных трасс [Электронный ресурс] / А. Барсков (компания «ИКС») // ИКС. – 2009. – № 9. – С. 81. – Режим доступа : URL : <http://www.iks-media.ru/articles/2767183.html>. – Загл. с экрана.

110. **Центральна виборча комісія України. Постанова від 04.06.2010 № 302.** Про вимоги до приміщень відділів ведення Державного реєстру виборців та регіональних відділів адміністрування Державного реєстру виборців та про норми забезпечення засобами зв'язку, обладнанням, інвентарем, оргтехнікою [Електронний ресурс] // БД «Законодавство України» веб-сайту Верховної Ради України (редакція від 04.06.2010). – Режим доступу : URL : <http://zakonl.rada.gov.ua>. – Загол. з екрану.

111. Черников, Ф. Альтернативная Ethernet : Домашние сети. Передача данных по электропроводке / Ф. Черников // СНІР. – 2005. – № 10. – С. 92-95.

112. Шкафы электротехнические напольные телекоммуникационные [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.tvd.com.ua/cat\\_61.htm](http://www.tvd.com.ua/cat_61.htm). – Загл. с экрана.

113. Шрифт: ISOCF Regular [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.xfont.ru/font/шрифт\\_ISOCFRegular\\_5279.htm](http://www.xfont.ru/font/шрифт_ISOCFRegular_5279.htm). – Загл. с экрана.

114. Экспертный анализ базовых стандартов СКС [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании «Эколан Тек». – Режим доступа : URL : [http://www.ecolan.ru/imp\\_info/standarts/review/](http://www.ecolan.ru/imp_info/standarts/review/). – Загл. с экрана.

115. Эксперт-СКС : программа проектирования кабельных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.expertsoft.ru/roect-cab-sistem>. – Загл. с экрана.

116. Электрические схемы сетевых фильтров Pilot S, Pilot L, Pilot GL [Электронный ресурс] // Веб-сайт компании ООО «ЗИС». – Режим доступа : URL : <http://zis.ru/more/26.html>. – Загл. с экрана.

117. Электрооборудование Шнейдер Электрик. Оборудование для распределительных сетей низкого напряжения на токи от 0,5 до 125 А [Электронный ресурс] // Цены НПАП «Авиокон проект». – Режим доступа : URL : <http://aviokon.lviv.ua/ru/trade/elektro/schneider/cenuchnaider.html>. – Загл. с экрана.

118. Этапы оцифровки в AutoCAD бумажного плана [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://оскс.ru/?p=7016>. – Загл. с экрана.

---

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

---

|               |  |  |   |
|---------------|--|--|---|
| ADSL .....    | 108, 109,<br>111, 113, 127, 171, 231   | FSO .....  | 105, 106, 114, 118, 119   |
| AFNOR .....   | 137  | GB .....   | 179   |
| ANSI .....    | 21, 33, 37, 38, 41, 42, 43, 72,<br>136, 137, 143, 221, 225, 241, 242,<br>243, 262, 334, 335, 341, 344, 346 | GBIC, miniGBIC .....   | 142, 155, 164   |
| AP .....      | 14, 15, 61, 122, 123, 137,<br>171, 178, 246, 266, 270  | GE, GbE.....   | 38, 61, 107, 125, 126,<br>142, 143, 150, 170, 175, 203, 315   |
| APS .....     | 178  | GbEl .....   | 54  |
| ARJ .....     | 159, 203, 238  | GbEt .....   | 54  |
| AVR .....     | 304  | GbEs .....   | 54  |
| BS, BSI.....  | 137  | GbEz .....   | 54  |
| CEN.....      | 15   | GG .....   | 144, 159, 162, 177, 203, 204  |
| CENELEC ..... | 21, 137, 155, 334  | Giga-IR .....  | 117, 118, 335   |
| CCA.....      | 150  | GP .....   | 203, 238  |
| CCD.....      | 178  | GPL.....   | 28  |
| CIDR .....    | 78, 80, 81, 235, 336   | GPS .....  | 279   |
| CMOS .....    | 178, 179, 183, 186, 187  | HC .....   | 127   |
| CP .....      | 121  | HCNA, HomeCNA .....  | 105, 106,<br>113, 114, 152, 171, 288–290, 294   |
| DIN.....      | 137, 313, 318, 319   | HomePlug .....   | 111–113, 127, 283   |
| DNS.....      | 87, 92, 100, 129, 130, 179, 236  | HPNA, HomePNA .....  | 105, 106, 113,<br>127, 171, 287, 288, 290, 293, 294   |
| DSL .....     | 49, 105, 108, 109,<br>110, 111, 113, 114, 127, 171, 231  | IANA .....   | 81  |
| EIA .....     | 38, 41–43, 72, 119, 121, 136,<br>143, 148, 155, 172, 205, 221, 241–<br>244, 250, 262, 334, 335, 341, 344   | IDC .....  | 73, 160, 162,<br>196, 209, 210, 221, 238, 239, 341  |
| EF .....      | 127  | IEC.....   | 21, 25, 39, 48, 136, 141, 148,<br>151, 155, 159, 175, 176, 203, 204,<br>241–243, 245, 249, 250, 257, 258,<br>261, 306, 334, 344, 346, 352–356 |
| EN .....      | 25, 39, 42,<br>83, 136, 143, 237, 257, 334, 344  | IEEE802.3, 61, 107, 111, 112, 114, 124–127,<br>135, 137, 141, 167, 173, 273, 282 |   |
| ER .....      | 43, 127  | IETF.....  | 81  |
| ETSI .....    | 33   | IP .....   | 48, 60, 81, 91, 92, 94, 103–105,<br>126, 132, 167, 171, 178–182, 184–<br>188, 204, 235, 240, 252, 259, 300                                    |
| FC .....      | 155, 157, 158, 238   | IP Code .....  | 38–41, 202, 220, 222,<br>224, 230, 263, 267, 312  |
| FE .....      | 103, 125, 172, 315   | IPMI.....  | 136   |
| FEf .....     | 53   | IPTV .....   | 126, 284, 288   |
| FEt .....     | 53   |  |   |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

|                      |  |              |  |
|----------------------|--|--------------|--|
| IrDA .....           | 106, 114   | SC .....     | 19, 155, 158,<br>159, 165, 170, 238, 249, 250, 255   |
| ISM.....             | 115, 266, 275  | SCS .....    | 19   |
| ISO .....            | 21, 25, 33, 42–44, 83, 136,<br>137, 141, 143, 148, 151, 158, 164,<br>165, 175, 176, 241–243, 245, 249,<br>250, 257, 258, 262, 326, 334, 344                                | ScTP.....    | 149, 172   |
| ISP .....            | 50, 130–132, 134, 168, 213,<br>231, 294  | SFP.....     | 107, 142, 155, 164, 170  |
| JIS, JSA .....       | 137  | SFTP .....   | 148  |
| LAN.....             | 19, 33, 64, 105, 108, 111,<br>137, 152, 168, 179, 185, 198, 261  | SHDSL.....   | 108–110, 171   |
| LC ....              | 142, 155, 156, 158, 170, 238, 249  | SM,SMF.....  | 111, 140, 155, 158, 172  |
| Li-Fi.....           | 114, 278, 335  | SMB.....     | 108, 124, 125, 136, 166, 283   |
| LS, LSZH, LSOH ..... | 147, 151, 255  | SMTF.....    | 179  |
| LSA .....            | 199, 344   | SOHO... ..   | 108, 110, 124, 136, 165, 166, 283  |
| MDI, MDIX.....       | 164, 195   | ST .....     | 155, 157, 158, 238, 249  |
| MDU .....            | 289  | STP .....    | 143, 148, 149, 170, 172, 198, 263  |
| MM, MMF .....        | 155, 158   | TERA .....   | 159, 203, 204, 238   |
| MPLS .....           | 105  | TIA.....     | 38, 41–43, 72, 119, 121, 136,<br>143, 148, 155, 172, 205, 221, 241–<br>244, 250, 262, 334, 335, 341, 344   |
| NAT.....             | 372  | TC, TR ..... | 22, 43, 61, 74, 78–80, 172   |
| NIST .....           | 137  | UFIR .....   | 117  |
| NVP.....             | 151  | UPS .....    | 52, 73, 74, 302–307, 320, 321  |
| PAN.....             | 81, 105  | UTP.....     | 38, 60, 61, 64, 75, 76, 135,<br>138, 143, 147–149, 151, 159–161,<br>170–172, 174, 198, 200, 201, 205,<br>209, 211, 212, 219, 230, 238–240,<br>251, 255, 257, 258, 262, 263 |
| PDU.....             | 73, 223, 228   | VDSL .....   | 108, 109, 113  |
| PE .....             | 147  | VFIR .....   | 117  |
| PE-провідник.....    | 59, 210, 226   | VLAN .....   | 78, 105, 123, 125, 165–167   |
| PiMF.....            | 148, 149   | VLC .....    | 114, 277, 278  |
| PLC ... ..           | 76, 77, 105, 111–113, 135, 161,<br>171, 248, 249, 283–287, 290–294   | VLSM .....   | 80, 336  |
| PoE....              | 135, 170, 188, 231, 240, 267, 337  | VPN .....    | 108  |
| PSTN.....            | 168  | VLAN .....   | 78, 105, 123, 125, 165–167   |
| PVC.....             | 147, 255, 257, 258   | VoD.....     | 126  |
| RF .....             | 115  | WA.....      | 43   |
| RFC .....            | 78, 80, 81, 134, 336   | WAN.....     | 19, 33, 64, 105, 168, 236, 284   |
| RJ .....             | 42, 57, 60–64, 66, 73, 107,<br>108, 122, 126, 155, 158–162, 170,<br>172, 175–177, 194, 195, 198, 200–<br>207, 211, 217, 229, 238, 239, 245,<br>257, 259–262, 288, 306, 334 | WDS .....    | 171, 270   |
|                      |  | Wi-Fi.....   | 19, 38, 61, 80, 105, 106, 111,<br>114–117, 122, 152, 165, 168–171,<br>230, 264, 266, 268, 269, 273–285,<br>315, 322, 335, 339, 342   |
|                      |  | WISP.....    | 272  |

## І. М. Журавська




|                 |  |                  |   |
|-----------------|--|------------------|---|
| АВ .....        | 57, 58, 309, 312,<br>314–316, 318, 319, 321, 322   | ПВХ.....         | 66, 139,<br>147, 196, 251, 257, 357   |
| АВДТ.....       | 309, 311, 312, 318, 319, 321   | ПЕОМ.....        | 295, 296, 298   |
| АОЛЗ .....      | 106, 118   | ПЗ .....         | 27, 28, 32, 61, 83, 169   |
| АТС.....        | 37, 171, 221, 223, 297   | ПЗВ.....         | 230, 309,<br>311, 314, 316, 317, 318, 321   |
| ВДГ.....        | 37, 103, 295, 297–299  | ПЗЗ .....        | 178   |
| ВОК .....       | 38, 43, 138,<br>139, 141, 142, 158, 169, 172, 192,<br>193, 205, 238, 249, 260                        | ПК .....         | 36–38, 40, 49, 71,<br>78, 87, 88, 93, 94, 95, 97, 100, 101,<br>126, 131, 132, 165, 169, 173, 186,<br>195, 235, 236, 279, 284, 292, 293,<br>298, 304, 311, 314, 316, 321, 322  |
| ВОЛЗ.....       | 25, 138–140, 155, 192  | ПП297,298        |   |
| ГОСТ.....       | 26, 30, 34, 35, 39, 46,<br>75, 93, 137, 312, 314, 324, 327, 332                                      | ПТБ та ППБ ..... | 295, 297, 298   |
| ГОСТ Р .....    | 21, 27, 127, 310, 311  | ПУЕ .....        | 26, 217, 225, 226   |
| ДБЖ .....       | 57, 224, 227, 240, 275,<br>284, 290, 301–308, 314, 319–322   | Р, РД .....      | 35  |
| ДБН.....        | 25, 26, 34, 46, 56, 137, 222, 297  | РП .....         | 34  |
| ДСанПіН.....    | 229, 295   | СКС .....        | 19–21, 23–25, 27, 32, 34, 37,<br>42–44, 47, 51, 53, 57, 58, 61, 57, 59,<br>70–73, 75, 82, 83, 119, 125–127,<br>134–142, 158, 162, 163, 176, 190,<br>194, 200, 203, 212, 213, 218, 220–<br>223, 233, 234, 241–244, 250, 251,<br>255–260, 263, 264, 334 |
| ДСТУ .....      | 21, 25, 26, 29, 30, 47,<br>48, 51, 53, 54, 69, 70, 83, 86, 136,<br>137, 175, 239, 247, 323, 324, 332 | ТД .....         | 266–272   |
| ЕОМ.....        | 51, 56,<br>58, 295–299, 307, 309, 314, 322   | ТЗ .....         | 34–36, 326–329  |
| ЕП .....        | 34   | ТК .....         | 121   |
| ЄСКД.....       | 22, 30, 136  | ТП .....         | 35  |
| КДЗС.....       | 192  | ТР .....         | 47, 135, 179, 246, 268  |
| КМОП.....       | 178  | ТШ.....          | 38, 43, 72–74,<br>146, 224, 227–229, 321  |
| КСВЕ, КСЗЕ..... | 57, 58, 314  | ТфЗК.....        | 168   |
| ЛОМ.....        | 19, 21, 25, 38, 119, 153, 199,<br>213, 267, 284, 293, 313, 332, 368                                  | УкрСЕПРО.....    | 43, 44  |
| МЕК.....        | 16   | ЦОД.....         | 72, 144, 242  |
| НД .....        | 27   |                  |   |

## Додаток А

### Програмні додатки для вимірювання відстані для ОС Android

З програм-далекомірів, що працюють під керуванням ОС Android, лідерами скачування в 2014 р. (кілька мільйонів скачувань) стали Smart Measure v. 1.5.8 (1 – 50 м) і Smart Distance v. 1.3.3 (10 м – 1 км) від компанії Smart Tools Co. (табл. А.1).

*Таблиця А.1 – Основні характеристики деяких програм-далекомірів*

| Назва програмного додатку-далекоміра | Smart Distance v. 1.3.3 (Smart Tools co.)   | Smart Measure 1.5.8 (Smart Tools co.)   | LaserCAD Mobile (ООО «ЛазерСофт»)   |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Максимальна відстань                 | 10 м – 1 км   | 1 – 50 м  | –   |
| Рік випуску                          | 2014  | 2014  | 2014  |
| Потрібна версія Android              | 2.0 і вище  | 2.0 і вище  | 2.3.3 і вище  |
| Розмір                               | 988 кбайт   | 2,1 Мбайт   | 8,8 Мбайт   |
| Піктограма додатку                   |  |  |  |

Під час запуску на екрані з'являється область фотокамери з центральним виділенням і хрестиком усередині (рис. А.1, а).

Для визначення відстані до будь-якого об'єкта необхідно направити цей хрестик строго на підставу об'єкта (для довжини приміщення – на плінтус). У цей же час праворуч від центрального квадрата буде показано відстань, що вимірюється в метрах (рис. А.2). Одиницю виміру можна змінювати в налаштуваннях програми.

Для визначення висоти приміщення або відстані від підлоги до об'єкта по вертикалі необхідно вказати хрестиком на плінтус (рис. А.1, б) і натиснути кнопку «зробити знімок», розташовану праворуч у нижньому куті екрану. Далі в лівій частині екрана з'явиться кнопка з зеленим деревом, після натискання на яку потрібно акуратно провести на стіні від підлоги до стелі хрестиком знизу вгору і знову натиснути на кнопку «зробити знімок». Зліва з'явиться результат вимірювання висоти, у наведеному прикладі – від підлоги до картини на дальній стіні приміщення (див. рис. А.1, б). Результати з достатньою точністю

вимірювання далекомір визначає, починаючи з 3 метрів. Додаток підтримує 12 мов.

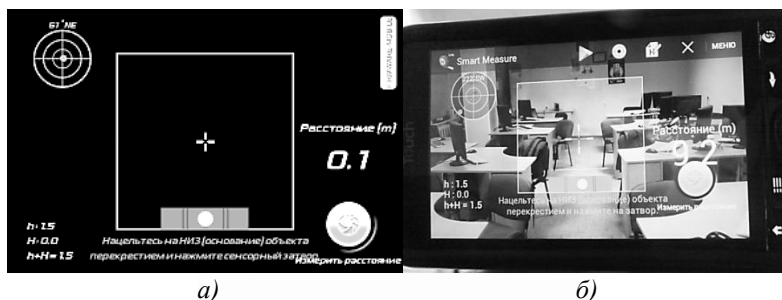


Рисунок А.1 – Вікно запуску (а) та результати вимірювання(б) у додатку Smart Measure 1.5.8

Існують також програми з ОС Android, які дозволяють складати первинні креслення за результатами вимірювань, виконаних програмою-далекоміром. Наприклад, LaserCAD Mobile від російської компанії «ЛазерСофт» дозволяє виконувати виміри лазерним далекоміром («лазерною рулеткою»), що має Bluetooth-інтерфейс (наприклад, далекомір Bosch DLE 150 Connect), з подальшою передачею результатів через Bluetooth на смартфон/планшет і наступною автоматичною побудовою креслення на екрані смартфона (рис. А.2). Обробка отриманого креслення проводиться за допомогою LaserCAD або спеціального модуля для програми Autodesk AutoCAD.

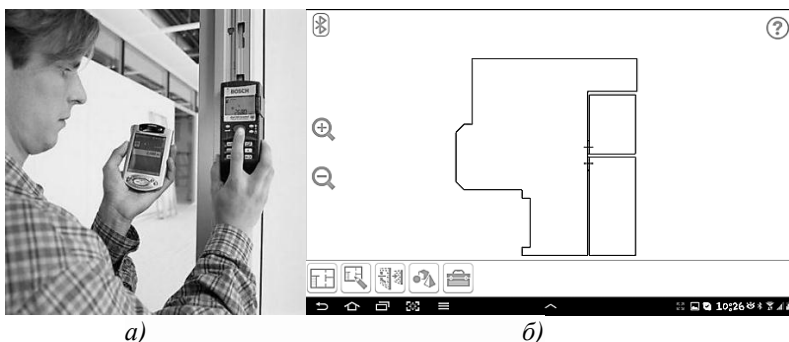


Рисунок А.2 – Вимірювання лазерною рулеткою Bosch DLE 150 Connect (а) та побудування креслень у додатку LaserCAD (б)

## Додаток Б

### Основні стандарти з СКС

Основні нормативні документи, вимоги яких необхідно враховувати під час проектування кабельних систем ЛОМ, – це стандарти IEEE 802.3, ISO/IEC 11801, EN 50173, TIA/EIA-568-B, IEC 61156, EN 50288 та інші, а також гармонізовані з ними міждержавні та національні стандарти (табл. Б.1).

*Таблиця Б.1 – Міжнародні стандарти з СКС та гармонізовані з ними вітчизняні НД*

| Позначення міжнародного стандарту | Назва та короткий зміст стандарту  | Національний (міждержавний) НД, гармонізований з міжнародним (ступінь гармонізації) |
|-----------------------------------|--|---|
| ISO/IEC 11801:1995                | Інформаційні технології. Структурована кабельна система для приміщень замовників.  |   |
| ISO/IEC 11801-2:2002              | Друге видання стандарту ISO/IEC 11801. Стандарт нормує структуровану кабельну проводку в приміщеннях замовників, які можуть складатися або з одного будинку, або з комплексу будівель. Стандарт описує структуру і мінімальну конфігурацію структурованої кабельної системи, вимоги до реалізації кабельної системи, параметри окремих кабельних ліній і процедури сертифікації. |   |
| ISO/IEC 8802-3:1993               | Інформаційні технології. Локальні та міські мережі. Частина 3 – метод множинного доступу із виявленням несучої і запобіганням конфліктів (CSMA/CD) і специфікації фізичного рівня.   | ГОСТ 34.913.3-91  |
| ISO/IEC 8802-4:1990               | Системи обробки інформації. Локальні мережі. Частина 4 – метод доступу з передачею маркера і специфікації фізичного рівня.   | ГОСТ 34.913.4-91  |
| ISO/IEC 8802-5:1992               | Інформаційні технології. Локальні та міські мережі. Частина 5 – метод доступу Token Ring і специфікації фізичного рівня.   | ДСТУ 4348-5:2004 (MOD)  |

## І. М. Журавська

| Позначення міжнародного стандарту | Назва та короткий зміст стандарту   | Національний (міждержавний) НД, гармонізований з міжнародним (ступінь гармонізації) |
|-----------------------------------|---|---|
| ISO/IEC 9314-3:1990               | Системи обробки інформації. Інтерфейс передачі даних по оптоволокну. Частина 3 – фізичний рівень середовища передачі.   |   |
| ISO/IEC DIS 9314-4                | Системи обробки інформації. Інтерфейс передачі даних по оптоволокну. Частина 4 – фізичний рівень середовища передачі. Одномодове оптоволокну.   |   |
| ISO/IEC CD 9314-9                 | Системи обробки інформації. Інтерфейс передачі даних по оптоволокну. Частина 9 – фізичний рівень передачі даних. Недороге волокно.  |   |
| ISO/IEC TR 9578:1990              | Інформаційні технології. З'єднувачі інтерфейсу зв'язку, використовувані в локальних обчислювальних мережах  | ДСТУ 4708:2006 (NEQ)  |
| ISO/IEC 11518-1:1995              | Інформаційні технології. Високошвидкісний паралельний інтерфейс. Частина 1 – специфікація механічних та електричних характеристик і сигналізації протоколу.   |   |
| ISO/IEC TR 11802-4                | Інформаційні технології. Телекомунікаційне і інформаційну взаємодію між системами. Локальні та міські мережі. Технічні звіти і керівництво. Частина 4 – метод доступу протоколу Token Ring і специфікація фізичного рівня. Додаток по оптоволоконних пристроїв. |   |
| ISO/IEC TR 12075                  | Інформаційні технології. Кабельні системи користувача. Керівництво з планування та встановлення для організації роботи протоколу Token Ring ISO/IEC 8802-5.   |   |
| ISO/IEC CD 14165-1                | Інформаційні технології. Оптоволоконний канал. Частина 1 – інтерфейси фізичного рівня та сигналізації.  |   |
| ISO/IEC 14709                     | Інформаційні технології. Підготовка приміщень замовників для роботи додатків.   |   |



## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Позначення міжнародного стандарту | Назва та короткий зміст стандарту  | Національний (міждержавний) НД, гармонізований з міжнародним (ступінь гармонізації) |
|-----------------------------------|--|---|
| ISO/IEC 14763-1                   | Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 1 – адміністрування.  |   |
| ISO/IEC 14763-2                   | Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 2 – планування і монтаж.  |   |
| ISO/IEC 14763-3                   | Створення та експлуатація кабельних систем приміщень замовників. Частина 3 – вимірювання оптоволоконних кабелів.   |   |
| ISO/IEC 15018                     | Інтегровані кабельні системи за винятком силової проводки будинків, малих офісів, домашніх офісів (SOHO) і будівель.   |   |
| IEC 708-1                         | Стандарт описує правила колірної кодування на основі дванадцяти кольорів.  |   |
| IEC 1158:2003                     | Стандарт описує передачу цифрових даних для вимірювання та управління, а також застосування польової шини для систем автоматичного регулювання та керування технологічними процесами. Стандарт розглядає польову шину як цифрову послідовну багатоточкову шину, що служить для забезпечення зв'язку з низькорівневими промисловими контрольно – вимірювальними пристроями, включаючи датчики, приводи, контролери. |   |
| IEC 60332-1:2004                  | Стандарт розглядає інструментарій та процедуру визначення стійкості одного електричного ізолизованого дроту, кабелю або волоконно-оптичного кабелю до вертикального поширення полум'я (одиначне горіння).  | ДСТУ 4216-2003 (MOD)  |
| IEC 60332-3:2000                  | Стандарт визначає метод вимірювання вертикального поширення полум'я вздовж пучка електричних або оптичних кабелів, що перебувають у вертикальному положенні.   | ДСТУ 4237-3 (MOD)   |

## І. М. Журавська

| Позначення міжнародного стандарту | Назва та короткий зміст стандарту  | Національний (міждержавний) НД, гармонізований з міжнародним (ступінь гармонізації) |
|-----------------------------------|--|---|
| IEC 60728                         | Стандарт визначає загальні технічні вимоги, методи вимірювання та моніторинг стану гібридних волоконно-оптичних коаксіальних кабельних мереж та розподільчих систем.   | ДСТУ IEC 60728 (IDT)  |
| IEC 60754:1994                    | Стандарт визначає метод вимірювання кількості газів галогенних кислот (за винятком фтористоводневих (плавикових кислот)), що виділяються при горінні кабелів.  | ДСТУ IEC 60754 (IDT)  |
| IEC 60793                         | Стандарт описує загальні технічні умови, методи вимірювання та методики випробування багатомодових оптичних волокон.   | ДСТУ IEC 60793 (IDT)  |
| IEC 60794                         | Стандарт містить загальні вимоги до геометричних, оптичних, фізичних, механічних, кліматичних параметрів волоконно-оптичних кабелів, а в певних випадках і до електричних параметрів. Також стандарт розглядає волоконно-оптичні кабелі, що використовуються з телекомунікаційним обладнанням, і кабелі, що містять оптичні волокна і електричні провідники. | ДСТУ IEC 60794 (IDT)  |
| IEC 61156-1:2002                  | Стандарт розглядає кабелі внутрішньої прокладки і містить вимоги до багатожилевих і симетричних кабелів парної/четверної скрутки, призначеної для застосування в рамках систем цифрової передачі, включаючи мережі типу ISDN, локальні мережі та системи передачі даних.   |   |
| IEC 61156-5:2002                  | Специфікація описує симетричні кабелі парної/четверної скрутки з характеристиками передачі до 600 МГц (включно), призначені для горизонтальної провідки в рамках систем класу D, E і F за стандартом ISO/IEC 11801:2000.   |   |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| Позначення міжнародного стандарту | Назва та короткий зміст стандарту  | Національний (міждержавний) НД, гармонізований з міжнародним (ступінь гармонізації) |
|-----------------------------------|--|---|
| IEC 61156-6:2002                  | Специфікація описує симетричні кабелі парної/четверної скрутки з характеристиками передачі до 600 МГц (включно), призначені для виготовлення комутаційних і абонентських шнурів, застосовуваних у рамках систем класу D, E і F за стандартом ISO/IEC 11801:2000.   |   |
| IEC 61156-7:2003                  | Специфікація описує симетричні кабелі парної скрутки з характеристиками передачі до 1200 МГц (включно), призначені для цифрової й аналогової передачі даних.   |   |
| ITU-T Rec. G.650                  | Характеристики середовища передачі. Визначення та методи вимірювань параметрів одномодових оптоволоконних кабелів.   |   |
| ITU-T Rec. G.651                  | Характеристики багатомодових градієнтних оптоволоконних кабелів 50/125.  |   |
| ITU-T G.652                       | Стандарт нормує характеристики одномодового оптичного волокна і кабелю на його основі, включаючи геометричні, механічні та оптичні параметри. Розглянуте волокно має довжину хвилі з нульовою дисперсією близько 1310 нм, оптимізовано для використання на довжинах хвиль близько 1310 нм і може бути використане в діапазоні близько 1550 нм. |   |

## Додаток В

### Орієнтовні ціни на монтаж елементів СКС

Орієнтовні ціни на монтаж ЛОМ, розбудовані ліцензованими інсталюаторами СКС України, наведено станом на 01.04.2014 (табл. В.1).

Таблиця В.1 – Орієнтовні ціни на монтаж елементів СКС

| № з/п                                  | Вид роботи  | Од. вим. | Ціна, грн |
|--|---|----------|-----------|
| <i>0.Проектування і документування</i> |   |          |           |
| 0.1                                    | Розробка технічного завдання  | 1 порт   | 3,25      |
| 0.2                                    | Проектування СКС  | 1 порт   | 7,80      |
| <i>1 Монтаж кабельних трас</i>         |   |          |           |
| 1.1                                    | Кріплення товстих коробів на бетонні і цегельні стіни                   | 1 м      | 20,00     |
| 1.2                                    | Кріплення товстих коробів на стіну з легких матеріалів                  | 1 м      | 15,00     |
| 1.3                                    | Кріплення тонких коробів (< 60 мм) на бетонні і цегельні стіни          | 1 м      | 16,00     |
| 1.4                                    | Кріплення тонких коробів (< 60 мм) на стіну з легких матеріалів h < 2 м | 1 м      | 9,00      |
| 1.5                                    | Кріплення тонких коробів (< 60 мм) на стіну з легких матеріалів h > 2 м | 1 м      | 14,00     |
| 1.6                                    | Кріплення товстих металевих коробів на бетонні і цегельні стіни         | 1 м      | 50,00     |
| 1.7                                    | Кріплення товстих металевих коробів на стіну з легких матеріалів        | 1 м      | 46,00     |
| 1.8                                    | Розбирання і збірка встановлених коробів                                | 1 м      | 7,00      |
| 1.9                                    | Установка стяжок на стіни з легких матеріалів                           | 100 шт.  | 12,00     |
| 1.10                                   | Розбирання і збірка встановлених металевих коробів                      | 1 шт.    | 20,00     |
| 1.11                                   | Установка стяжок на стіни з цегли (бетону)                              | 100 шт.  | 17,00     |
| 1.12                                   | Монтаж металевих лотків 100 x 60 мм над фальшстелею                     | 1 шт.    | 35,00     |
| 1.13                                   | Установка стяжок над фальшстелею  | 100 шт.  | 15,00     |
| 1.14                                   | Монтаж металевих лотків 200 x 60 мм над фальшстелею                     | 1 шт.    | 33,00     |
| 1.15                                   | Монтаж настінної консолі для кріплення металевих лотків                 | 1 шт.    | 17,00     |
| 1.16                                   | Кріплення до стелі металевих лотків (DR)                                | 1 шт.    | 26,00     |
| 1.17                                   | Монтаж поворотів металевих лотків (1 поворот)                           | 1 шт.    | 40,00     |
| 1.18                                   | Кріплення труби ПВХ за фальшстелею                                      | 1 м      | 10,00     |
| 1.19                                   | Укладання труби ПВХ у порожнисті стіни                                  | 1 м      | 6,00      |
| 1.20                                   | Кріплення труби ПВХ на стяжки   | 1 м      | 7,00      |
| <i>2 Прокладка кабелю</i>              |   |          |           |
| 2.1                                    | Трасування кабелю (виміри довжини, розтяжка, нарізка, маркування)       | 1 м      | 0,50      |
| 2.2                                    | Жгутування кабелю   | 1 м      | 0,50      |

## Проектування та монтаж локальних комп'ютерних мереж

| № з/п                                 | Вид роботи   | Од. вим. | Ціна, грн |
|---------------------------------------|--|----------|-----------|
| 2.3                                   | Укладання інформаційного кабелю в короби   | 1 м      | 0,20      |
| 2.4                                   | Укладання електричного кабелю в короби   | 1 м      | 0,60      |
| 2.5                                   | Укладання кабелю в міжповерховий канал   | 1 м      | 0,60      |
| 2.6                                   | Укладання кабелю на стяжки   | 1 м      | 0,30      |
| 2.7                                   | Укладання джгутованого кабелю над фальшстелею  | 1 м      | 0,30      |
| 2.8                                   | Укладання кабелю під фальшпідлогою   | 1 м      | 2,50      |
| 2.9                                   | Укладання кабелю в трубі   | 1 м      | 3,50      |
| 2.10                                  | Укладання 25-парного кабелю в короби   | 1 м      | 5,00      |
| 2.11                                  | Укладання волоконно-оптичного кабелю на стяжки у приміщенні                                  | 1 м      | 9,00      |
| 2.12                                  | Маркування кабелю  | 1 шт.    | 0,95      |
| <i>3 Монтаж кабелю поза будівлею</i>  |  |          |           |
| 3.1                                   | Установка повітряної підвісної (волоконно-оптичною) лінії                                    | 1 м      | 15,00     |
| 3.2                                   | Установка повітряної підвісної лінії зв'язку, УТР 4 пари                                     | 1 м      | 15,00     |
| 3.3                                   | Укладання волоконно-оптичного кабелю на стяжки поза приміщенням                              | 1 м      | 17,00     |
| 3.4                                   | Установка стяжок на стіні з цегли або бетону поза будівлею                                   | 1 м      | 26,00     |
| <i>4 Будівельні роботи</i>            |  |          |           |
| 4.1                                   | Розбирання і установка фальшстелі  | 1 м      | 12,00     |
| 4.2                                   | Пробивка бетонних і цегельних стін за допомогою бура діаметром 22 мм (товщина стіни 10 см)   | 1 отвір  | 22,00     |
| 4.3                                   | Пробивка стін з легких матеріалів за допомогою свердла діаметром 22 мм (товщина стіни 10 см) | 1 отвір  | 17,00     |
| 4.4                                   | Пробивка міжповерхового каналу за допомогою бура діаметром 22 мм (товщина перекриття 10 см)  | 1 отвір  | 90,00     |
| <i>5 Монтаж інформаційних розеток</i> |  |          |           |
| 5.1                                   | Підключення розетки  | шт.      | 14,00     |
| 5.2                                   | Монтаж розетки в коробку для порожнистих і капітальних стін                                  | шт.      | 10,00     |
| 5.3                                   | Монтаж розетки в короб   | шт.      | 11,00     |
| 5.4                                   | Монтаж розетки на стіну  | шт.      | 17,00     |
| 5.5                                   | Монтаж оптичної розетки в короб  | шт.      | 60,00     |
| 5.6                                   | Монтаж розпачної коробки на стіну  | шт.      | 10,00     |
| 5.7                                   | Монтаж підрозеткової коробки в цегельну стіну  | шт.      | 27,00     |
| 5.8                                   | Монтаж підрозеткової коробки в порожнисту стіну  | шт.      | 9,00      |
| 5.9                                   | Маркування розеток, портів кросу, роз'ємів   | шт.      | 0,50      |
| 5.10                                  | Обтиск конекторів RJ-11, RJ-45, BNC  | шт.      | 10,00     |
| 5.11                                  | Підключення розпачних коробок  | шт.      | 22,00     |
| 5.12                                  | Підключення автоматичного вимикача   | шт.      | 11,00     |
| 5.13                                  | Демонтаж і відключення розетки   | шт.      | 9,00      |
| <i>6 Монтаж кросів</i>                |  |          |           |
| 6.1                                   | Монтаж шафи 40U-45U  | шт.      | 250,00    |
| 6.2                                   | Монтаж шафи 32U-38U  | шт.      | 220,00    |
| 6.3                                   | Монтаж шафи 24U-28U  | шт.      | 200,00    |
| 6.4                                   | Монтаж шафи 15U-18U  | шт.      | 180,00    |

## І. М. Журавська

| № з/п                                       | Вид роботи   | Од. вим. | Ціна, грн |
|---|--|----------|-----------|
| 6.5   | Монтаж шафи 6U-12U   | шт.      | 125,00    |
| 6.6   | Монтаж настінної патч-панелі, з'єднувальної муфти                                | шт.      | 50,00     |
| 6.7   | Монтаж панелі електроживлення в шафу (стіжку)                                    | шт.      | 40,00     |
| 6.8   | Монтаж оптичного боксу, кросу на стіну   | шт.      | 50,00     |
| 6.9   | Монтаж патч-панелі, крос-панелі в шафу (стіжку)                                  | шт.      | 60,00     |
| 6.10  | Монтаж 19" кронштейна на стіну   | шт.      | 70,00     |
| 6.11  | Кросування патч-панелі, крос-панелі (обтиск, оброблення кабелю, джгутування)     | порт     | 14,00     |
| 6.12  | Кросування кабелю в плінт KRONЕ  | пара     | 3,50      |
| 6.13  | Зварювання оптичних волокон в боксі (муфті)                                      | волокно  | 100,00    |
| 6.14  | Установка механічних сплайсів оптичних волокон в боксі                           | волокно  | 75,00     |
| 6.15  | Обробка і монтаж оптичного кабелю в боксі (муфті)                                | волокно  | 175,00    |
| <i>7 Роботи з маркування</i>                |  |          |           |
| 7.1   | Маркування кабелю  | шт.      | 0,95      |
| 7.2   | Маркування порта на розетці/панелі   | шт.      | 0,35      |
| <i>8 Роботи з тестування</i>                |  |          |           |
| 8.1   | Атестація нових з'єднань мережі на категорію 5Е, гарантія 15 років               | порт     | 40,00     |
| 8.2   | Атестація існуючих з'єднань мережі на категорію 5Е                               | порт     | 45,00     |
| 8.3   | Тестування з'єднань  | порт     | 6,00      |
| 8.4   | Вимір і паспортизація волоконно-оптичних трактів                                 | волокно  | 95,00     |
| 8.5   | Вхідний контроль відрізаних оптичного кабелю замовника                           | волокно  | 80,00     |
| 8.6   | Швидка перевірка волоконно-оптичного кабелю                                      | волокно  | 40,00     |
| <i>9 Розцінки на електромонтажні роботи</i> |  |          |           |
| 9.1   | Проектування схеми силової електропроводки з врахуванням орієнтовних навантажень | шт.      | 800,00    |
| 9.2   | Заміна силової розетки, автоматичного вимикача (АВ)                              | шт.      | 33,00     |
| 9.3   | Монтаж нової силової розетки, АВ у бетонній стіні                                | шт.      | 80,00     |
| 9.4   | Монтаж нової силової розетки, АВ у цегельній стіні                               | шт.      | 80,00     |
| 9.5   | Укладання силового кабелю в стіні, стелі (цегла)                                 | п. м     | 26,00     |
| 9.6   | Укладання силового кабелю в стіні, стелі (бетон)                                 | п. м     | 26,00     |
| 9.7   | Пробивання штробу  | п. м     | 25,00     |

**Примітки:**

1. Усі ціни подано в гривнях без врахування ПДВ.
2. Наведено орієнтовні ціни для мережі на 100 портів.
3. Ціни зменшуються при великих обсягах робіт.
4. Ціни збільшуються:
  - на 30 % при роботі на висоті більше 2,5 м;
  - на 10-50 % при роботі в офісі без переривання його функціонування;
  - на 10-50 % за терміновість виконання робіт і роботу у вихідні дні;
  - на 10-50 % при роботі в приміщенні, заставленому меблями та обладнанням.

# ДЛЯ НОТАТОК

---

*Навчальне видання*

**Ірина Миколаївна  
ЖУРАВСЬКА**

**Проектування  
та монтаж локальних  
комп'ютерних мереж**

**Навчальний посібник**

---

Редактор, технічний редактор *Ю. Бойченко*.  
Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки *А. Іщенко*.  
Друк, фальшовально-палітурні роботи *С. Волинець*.

Підп. до друку 04.12.2015 р.  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсет.  
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.  
Ум. друк. арк. 20,93. Обл.-вид. арк. 12,08.  
Тираж 300 пр. Зам. № 4575.

Видавець і виготовлювач: ЧДУ ім. Петра Могили.  
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десанників, 10.  
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chdu.edu.ua.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009 р.