

УДК 004.4'24:681.5.015.23

DOI 10.36910/775.24153966.2023.75.28

Ю.В. Трофімова, І.С. Кондіус, Л.Ю. Федік*Луцький національний технічний університет***ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ
ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

У статті викладено основні стадії проектування ліній зв'язку мережі. Розглянуто вибір типу з'єднання між пристроями та протоколів, які використовуються для проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж. Досліджено їх переваги і недоліки. А також зазначені основні стандарти, якими керуються для проектування цих ліній зв'язку для об'єктів систем автоматизації. Крім цього враховані технологічні аспекти, які необхідно враховувати для досягнення оптимальної продуктивності, надійності та безпеки проектуючої лінії зв'язку обчислювальної мережі.

Ключові слова: лінія зв'язку, обчислювальна мережа, проектування, стандарт.

Yu.V. Trofimova, I.S. Kondius, L.Y. Fedik**FEATURES OF COMPUTER NETWORK COMMUNICATION LINE DESIGN
AUTOMATION SYSTEM OBJECTS**

The article outlines the main stages of designing network communication lines. The choice of the type of connection between devices and the protocols used for the design of communication lines of computer networks is considered. Their advantages and disadvantages are studied. Also, the main standards that are used to design these communication lines for objects of automation systems are specified. In addition, the technological aspects that must be taken into account in order to achieve optimal performance, reliability and security of the designing communication line of the computer network are taken into account.

Key words: communication line, computer network, design, standard.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток техніки і технологій, неможливий без передачі великого обсягу даних мережами. Які стали надійно і високоефективно застосовуватися як на виробництві, так і в побуті. Під час проектування гнучких автоматизованих виробництв і пунктів управління об'єктами в системах автоматизації важливим етапом є проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж. Наявність на підприємстві локальної обчислювальної мережі дозволяє користувачам колективно застосовувати різні спеціалізовані засоби та інструменти для вирішення професійних завдань. Внаслідок об'єднання комп'ютерів у мережу, якісного і надійного зв'язку між ними, забезпечення максимальної продуктивності та ефективності роботи мережі в цілому [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями ліній зв'язку обчислювальних мереж займалися такі вчені як: Чекмарьов Ю.В. (2009), Ахрамович В.М. (2010), Колесниченко Д.Н. (2011), Коломосець Г.П. (2012), Карпенко М.Ю. (2019), Трегуб В.Г. (2019) та інші.

Вирішення невирішених раніше частин. Однак невирішеними питанням під час проектування обчислювальних мереж залишилися лінії зв'язку обчислювальних мереж систем автоматизації.

Формулювання цілей статті. Тому формування етапів і особливостей проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж стало завданням дослідження.

Виклад основного матеріалу. Для побудови комп'ютерних мереж застосовуються лінії зв'язку. Серед основних стадій проектування ліній зв'язку мережі слід виділити такі:

1. планування і дизайн мережі (визначення потреб користувачів і розміщення вузлів мережі, вибір технологій та протоколів, які будуть використовуватися для побудови мережі);
2. вибір обладнання (визначення типу обладнання, яке буде використовуватися для створення мережі, включаючи маршрутизатори, комутатори, кабелі тощо, розміщення вузлів мережі та потребу в пропускну здатності);
3. встановлення обладнання (монтаж, настройка і підключення кабелів, налаштування маршрутизаторів, комутаторів і іншого обладнання);
4. встановлення програмного забезпечення на кожному вузлі мережі (операційні системи, антивірусне програмне забезпечення, брандмауери тощо);
5. тестування та відлагодження мережі для перевірки її роботоздатності та надійності (перевірка з'єднань, швидкості передачі даних, виявлення та виправлення помилок і проблем, які можуть виникнути в процесі використання мережі);
6. забезпечення безпеки (використання шифрування для захисту передачі даних,

налаштування брандмауерів і інших захисних програм, а також забезпечення фізичної безпеки обладнання);

7. моніторинг і управління мережею (моніторинг швидкості передачі даних, стану обладнання та інших параметрів мережі, а також віддалене управління мережею за допомогою спеціального програмного забезпечення);

8. резервне копіювання та відновлення роботи мережі в разі виникнення помилок або аварій [2].

Однак локальні обчислювальні мережі на відміну від ліній зв'язку мережі являють собою систему комунікацій, яка дозволяє спільно користуватися ресурсами підключених комп'ютерів. Це можуть бути принтери, модеми, диски та інші пристрої. Локальні обчислювальні мережі дозволяють розташувати пристрої на значній відстані один від одного (до декількох кілометрів). Як правило, їх з'єднують швидкісні лінії зв'язку, а швидкість обміну при цьому становить від 1 до 10 Мбіт за секунду і більше.

Під час проектування локальних обчислювальних мереж дослідження їх основних характеристик здійснюється згідно стандарту ДСТУ ІЕС 60847:2003 Характеристика локальних обчислювальних мереж, а визначення технічних вимог до локальних обчислювальних мереж за ДСТУ 2229-93 "Системи оброблення інформації. Локальні обчислювальні мережі" [3].

Зокрема, для проектування волоконно-оптичних мереж користуються стандартом EN 50173-2007, який містить рекомендації щодо встановлення, налаштування та експлуатації мережі, а також дозволяє визначити мінімальні вимоги до якості зв'язку та пропускної здатності. А саме: рекомендації щодо вибору технічних засобів зв'язку, протоколів передачі даних, а також технічні вимоги до параметрів мережі: пропускної спроможності та швидкості передачі даних [4].

Наступним етапом проектування локальних обчислювальних мереж є вибір типу з'єднання між пристроями. Які класифікуються залежно від вимог до швидкості та надійності передачі даних, а також фізичної топології мережі на: коаксіальний кабель, вита пара, волоконно-оптичний кабель.

Коаксіальний кабель є одним із найпоширеніших типів з'єднання. Хоча він має досить низьку вартість, проте існує обмеження в швидкості передачі даних, які визначаються за ДСТУ EN 50117-1-2014 Кабелі коаксіальні для кабельних розподільчих мереж. Частина 1. Загальні технічні вимоги. У той же час вита пара сучасніший тип з'єднання, що використовується в більшості мереж Ethernet. Вона більш дорожча, ніж коаксіальний кабель і забезпечує більш високу швидкість передачі. До найсучасніших типів з'єднання слід віднести волоконно-оптичний кабель, який забезпечує найвищу швидкість передачі даних завдяки скляному чи пластиковому волокну, що передає дані у вигляді світлових імпульсів. Однак, недоліком цього типу з'єднання є найвища ціна і потреба особливого обладнання під час встановлення та обслуговування. Його вибір здійснюється за допомогою стандарту DIN VDE 0888 Маркування волоконно-оптичних кабелів [5].

Під час проектування волоконно-оптичних мереж також керуються стандартами ДСТУ 3256—95 "Системи передавання волоконно-оптичні. Терміни та визначення", ДСТУ 3257-95 Системи передавання волоконно-оптичні. Класифікація та умовні позначення, ДСТУ 3345—96 Системи передавання волоконно-оптичні. Загальні технічні вимоги. Завдяки цим стандартам визначають технічні параметри оптичних кабелів, а також норми їх експлуатації та контролю. А за допомогою стандарту ДСТУ EN 50173-1:2015 Інформаційні технології. Загальні кабельні системи. Частина 1. Загальні вимоги, визначають рекомендації щодо встановлення, налаштування, експлуатації мережі та вимоги до якості зв'язку і пропускної здатності [6].

Наступним етапом проектування локальних оптичних мереж є визначення фізичної топології мережі. Яка визначає фактичне розташування пристроїв у мережі та спосіб, яким вони з'єднані. Існує кілька типів фізичних топологій: зірка, кільце, шина та дерево.

Топологія зірка є найпоширенішою топологією у сучасних мережах. Завдяки тому, що всі пристрої пов'язані з центральним комутатором, керуючим передачею даних між пристроями, забезпечується високий рівень надійності. Через те, що відмова одного з пристроїв не зможе вплинути на роботу інших.

Стабільне застосування топології кільце може бути утруднене у випадку, якщо один із пристроїв виходить з ладу. Тому що всі пристрої з'єднані в кільце і дані передаються кільцем у одному напрямку. Така топологія вирізняється низькою вартістю, завдяки обмеженості кількості пристроїв, які можна підключити до кабелю.

Наступний тип фізичної топології мережі шина передбачає підключення пристроїв до одного кабелю. І забезпечує високу надійність і масштабованість як і топологія дерево. Проте останній тип топології потребує значної кількості кабелів і комутаторів [7].

До головних етапів проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж відноситься вибір протоколів, які використовуватимуться у мережі. Адже завдяки протоколу здійснюється

визначення способу передачі даних між пристроями, забезпечується безпека та конфіденційність інформації, що передається.

У сучасних локальних обчислювальних мережах застосовується велика різноманітність протоколів. Серед них найбільшою популярністю користуються Ethernet, TCP/IP, HTTP, FTP і SMTP.

Кожен із цих видів має свої особливості та переваги.

Так Ethernet — це найбільш популярний протокол кабельних комп'ютерних мереж, який функціонує на фізичному та каналному рівні мережевої моделі OSI. Було встановлено, що у 2016 році 85% комп'ютерів на планеті були підключені до мереж за протоколом Ethernet.

Ethernet як сімейство мережевих протоколів застосовується для передачі даних у локальних мережах (LAN). Вони визначають формат кадрів даних, метод доступу до мережі, а також способи передачі даних фізичним каналом зв'язку. Протокол Ethernet використовується для з'єднання комп'ютерів, серверів, принтерів, роутерів і іншого мережевого обладнання в одну локальну мережу. Для передачі даних протокол використовує метод доступу з детекцією несучої (CSMA/CD), який забезпечує ефективне використання пропускну спроможності каналу зв'язку. У процесі передачі даних протокол Ethernet використовує формат кадрів, що містять MAC- адреси призначення та джерела, даний пакет, контрольні суми та інші дані, що необхідні для правильної передачі даних. Ці кадри передаються фізичним каналом зв'язку витій парі кабелю, оптоволокну чи бездротовим каналам зв'язку.

Міжнародний комітет IEEE802, що спеціалізується на стандартизації в галузі локальних комп'ютерних мереж обмежує використання в локальних мережах кабелів довжиною до кількох кілометрів, підтримки декількох сотень станцій різноманітної топології зі швидкістю передачі інформації порядку 1-2 і більше Мбіт/с [8].

Враховуючи найбільшу популярність мережевого протоколу Ethernet, розглянемо стандарти, які застосовуються для його проектування в локальних обчислювальних мережах. До них відносяться IEEE 802.1b Інформаційні технології, мережі зв'язку і інформаційний обмін між системами, локальні і територіальні мережі, загальні специфікації, управління локальними і міськими мережами (1992), IEEE 802.2 Телекомунікаційний і інформаційний обмін між системами на каналному рівні (сумісно з стандартами IEEE 802.3, 802.4, 802.5) (1998) і IEEE 802.3 Характеристика кабельної системи для розподілених локальних і міських мереж з шинною топологією та товстим коаксіальним кабелем (10Base5), спосіб множинного доступу з контролем несучої виявленням конфліктів (CSMA/CD) (1995).

Завдяки стандарту IEEE 802.3 (частіше відомий як Ethernet) здійснюється визначення фізичних і логічних аспектів передачі даних мережею, параметрів кабелів, коннекторів, методів модуляції сигналу, форматів кадрів і інших аспектів фізичної технології мережі. А IEEE 802.2 (відомий як LLC) - отримання опису логічного каналу доступу до мереж, визначення формату кадрів даних, управління доступом до мережі та інші аспекти логічної технології мережі.

Визначити норми міжмодульного мостування в Ethernet-мережах, отримати опис, яким чином мережеві комутатори повинні взаємодіяти один із одним, щоб забезпечити ефективну передачу даних проектувальник здійснює згідно стандарту IEEE 802.1b (часто відомий як MAC Bridging) [9].

До найпоширеніших протоколів в інтернеті відноситься також протокол TCP/IP. Який забезпечує надійну передачу даних між пристроями та є основою інтернет-протоколу.

У той же час протокол HTTP використовується для передачі даних веб-сторінок між веб-сервером і веб-браузером. Він здійснює передачу інформації з високою швидкістю та має безліч додаткових функцій, таких як: кешування та керування сесіями.

На відміну від попередніх протоколів FTP використовується тільки для передачі файлів між пристроями. А надійна передача даних забезпечується завдяки безлічі функцій. Серед яких авторизація користувачів і керування правами доступу до файлів.

Для надсилання та отримання електронної пошти у локальних обчислювальних мережах використовується протокол SMTP. Завдяки якому забезпечується безпечна передача даних. Серед основних його функцій слід виділити перевірку правильності адреси електронної пошти та керування списками розсилки [10].

Під час проектування локальної обчислювальної мережі необхідно враховувати також такі фактори, як: швидкість передачі даних, пропускну спроможність, затримку і надійність. А також підбір обладнання відповідно до потреб користувачів і специфіки робочого процесу. Для цього необхідно провести аналіз потреб користувачів, визначити особливості робочого процесу та оцінити технічні особливості обладнання.

Окрім цього, під час проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж важливо враховувати питання безпеки та захисту від несанкціонованого доступу до мережі. Для цього можна використовувати різноманітні методи та технології, такі як: шифрування даних, аутентифікація користувачів і налаштування файрволів.

Висновки

Отже, проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж є складним і відповідальним процесом, який потребує ретельного аналізу технічних вимог і врахування сучасних тенденцій та технологій. У процесі проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж необхідно враховувати різноманітні фактори. Серед яких потреби користувачів, технічні характеристики обладнання, безпека та інші, що впливають на продуктивність та надійність мережі. При цьому необхідно дотримуватися певних стандартів. Адже правильно спроектована лінія зв'язку обчислювальної мережі забезпечить ефективну та надійну її роботу, що є важливим фактором для проектуючих об'єктів систем автоматизації.

Перспективи подальших досліджень

Особливості волоконно-оптичних систем передавання інформації під час проектування ліній зв'язку обчислювальних мереж об'єктів систем автоматизації.

Інформаційні джерела:

1. Федік Л.Ю., Кондіус І.С. Основні етапи проектування систем автоматизації і аналіз застосовуючих програм для реалізації цього процесу // Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки» за галузями знань «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки» Луцьк: ЛНТУ, 2022. Випуск 74. С.122-128 // DOI 10.36910/775.24153966.2022.74.20
2. ВИМОГИ ДО СУЧАСНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ. URL: <http://um.co.ua/4/4-15/4-153335.html>. (Дата звернення: 3.07.2023)
3. ДСТУ 2229-93 Системи оброблення інформації. Локальні обчислювальні мережі. Терміни та визначення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73890. (Дата звернення: 3.07.2023)
4. EN 50173-1:2007. URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/clc/cb4e34df-3051-4940-a870-5a37b6ba8016/en-50173-1-2007>. (Дата звернення: 3.07.2023)
5. ДСТУ EN 50117-1:2014 Кабелі коаксіальні для кабельних розподільчих мереж. Частина 1. Загальні технічні умови (EN 50117-1:2002, EN 50117-1:2002/A1:2006, EN 50117-1:2002/A2:2013, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=87553. (Дата звернення: 3.07.2023)
6. EN 50173-1:2015 Інформаційні технології. Загальні кабельні системи. Частина 1. Загальні вимоги (EN 50173-1:2011, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=96652. (Дата звернення: 3.07.2023)
7. Топологія комп'ютерних мереж. URL: https://stud.com.ua/53329/informatika/topologiya_kompyuternih_merezh. (Дата звернення: 3.07.2023)
8. Карпенко М.Ю. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерні мережі» (для студентів усіх форм навчання спеціальностей 122 Комп'ютерні науки, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 126 Інформаційні системи та технології) / М.Ю. Карпенко, Н.В. Макогон; Харків.нац.ун-т міськ.гос-ва ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. С. 13
9. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч.посібник. К.: Видавництво Ліра-К, 2019. 344 с.
10. Типи мережевих протоколів і їх призначення (HTTP, IP, SSH, FTP, POP3, MAC) URL: <https://deltahost.ua/ua/tipi-merezhevix-protokoliv-i-ih-priznachennya-http-ip-ssh-ftp-pop3-mac.html>. (Дата звернення: 3.07.2023)