

ВИКЛИКИ ПРОЄКТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МАГАЗИНУ

Юрій Каун¹, Оксана Собчук^{1,2}

CHALLENGES OF DESIGNING A STORE'S NETWORK INFRASTRUCTURE

Yuriy Kaun¹, Oksana Sobchuk^{1,2}

¹Луцький інститут розвитку людини Університету «Україна», вул. Гонгадзе, 5, Луцьк, 43020, Україна

²Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, Луцьк, 43025, Україна

Abstract. *The study identifies and categorises the key challenges that professionals encounter when designing a store's network infrastructure. The focus is on technical, organisational, and operational constraints. Taking into account modern technologies, regulatory requirements and best design practices, the paper proposes possible approaches to overcoming these challenges.*

Вступ. Мережева інфраструктура магазину відіграє критично важливу роль в забезпеченні функціонування ключових бізнес-процесів, включаючи роботу касових систем (POS-терміналів), зв'язок зі складом, взаємодію з постачальниками, обслуговування клієнтів і підтримку онлайн-продажів.

Особливої актуальності питання проєктування набуває в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій. Хмарні сервіси, системи відеоспостереження, цифрові платіжні платформи, інтернет речей (IoT) та електронна комерція змінюють вимоги до ІТ-інфраструктури. Усе це зумовлює потребу в побудові масштабованих, захищених та ефективних мережових рішень, здатних адаптуватися до динамічного середовища. Крім того, якість мережі безпосередньо впливає на бізнес-показники магазину: швидкість обслуговування клієнтів, безпеку даних, контроль товарообігу та задоволеність покупців. Тому дослідження викликів проєктування мережевої інфраструктури має як практичну, так і стратегічну значущість.

Метою даного дослідження є виявлення та систематизація основних викликів, з якими стикаються фахівці під час проєктування мережевої інфраструктури роздрібного магазину. У фокусі уваги — технічні, організаційні, експлуатаційні труднощі. У межах роботи передбачається запропонувати можливі підходи до подолання зазначених викликів, враховуючи сучасні технології, нормативні вимоги та кращі практики проєктування.

Основна частина. Визначимо основні виклики створення мережевої інфраструктури магазину. Одним із ключових організаційних викликів у процесі проєктування мережевої інфраструктури магазину є необхідність узгодження технічних рішень з бізнес-процесами торгового закладу [1]. Мережева інфраструктура повинна не лише відповідати сучасним технічним стандартам, а й ефективно підтримувати конкретні операційні потреби — обробку транзакцій, ведення обліку, логістику, клієнтське обслуговування тощо. Невідповідність між технологічними рішеннями та реальними бізнес-вимогами може призвести до зниження продуктивності, дублювання функцій або надмірних витрат. Проєктування сучасної, масштабованої та захищеної мережі потребує значних інвестицій у якісне обладнання, програмне забезпечення, засоби безпеки, а також в обслуговування та оновлення систем. Однак на практиці бюджети часто виявляються обмеженими, що змушує проєктантів шукати компроміси між функціональністю, якістю та вартістю рішень.

Ефективне функціонування мережевої інфраструктури залежить від того, наскільки добре працівники магазину володіють базовими навичками роботи з ІТ-системами. Тому проєкт передбачає не лише впровадження технічних рішень, а й організацію навчання користувачів, особливо у сфері безпеки, обробки даних і реагування на інциденти.

Крім того, суттєвим чинником успішного проєкту є взаємодія з зовнішніми партнерами — провайдерами Інтернету, постачальниками обладнання, системними інтеграторами. У процесі розгортання мережі часто виникає потреба координувати дії різних сторін, що вимагає ефективного управління комунікаціями, договірними зобов'язаннями та термінами виконання робіт.

Одним із ключових технічних завдань під час проєктування мережевої інфраструктури магазину є вибір оптимальної мережевої топології. У той час як класичні варіанти — топологія зірки, шини чи кільця — застосовуються в залежності від масштабу й потреб об'єкта, в умовах сучасного роздрібного бізнесу найдоцільнішим рішенням вважається *гібридна топологія*. Вона дозволяє поєднати переваги кількох підходів, забезпечуючи гнучкість, відмовостійкість і адаптивність до розширення мережі. У межах такого підходу важливо також визначити *архітектуру мережі* — як правило, обирають клієнт-серверну модель, яка забезпечує централізоване управління ресурсами, та *мережеву структуру*, яка найчастіше є доменною (з централізованим контролем автентифікації та політик доступу).

Значним технічним викликом є забезпечення *стабільного Wi-Fi-покриття* на всій території магазину, включаючи торговий зал, касову зону, складські приміщення та офіс адміністрації. Необхідно враховувати фізичні перешкоди (стелажі, стіни, обладнання), щільність клієнтів і кількість одночасних з'єднань. Правильне зонування та розміщення точок доступу дозволяє уникнути «мертвих зон», а також забезпечити якісний сервіс для як персоналу, так і клієнтів (наприклад, через гостьовий Wi-Fi).

У середовищі магазину одночасно функціонують різні типи пристроїв: POS-термінали, камери відеоспостереження, принтери, мобільні сканери штрихкодів, IoT-пристрої. Використання обладнання від різних виробників створює виклики щодо підтримки єдиних стандартів, сумісності драйверів, а також інтеграції в існуюче середовище. Крім того, мережа повинна бути *масштабованою* — з урахуванням можливості майбутнього розширення (відкриття нових відділів, підключення нових пристроїв, збільшення обсягу даних).

Окремої уваги потребує *питання пропускну здатності мережі*, що має забезпечити ефективну роботу всіх цифрових систем, які підтримують бізнес-процеси магазину. До них належать системи обліку товарів (ERP), управління взаєминами з клієнтами (CRM), касово-облікові системи (POS), а також платформи для онлайн-продажів, які мають забезпечувати синхронізацію даних у реальному часі. Високі вимоги до швидкості обміну даними зумовлюють потребу у якісному мережевому обладнанні, оптимізованих маршрутах трафіку та надійних каналах зв'язку.

У процесі функціонування мережевої інфраструктури магазину важливим завданням є забезпечення її *безперервної роботи*. Відмова критичного обладнання (маршрутизаторів, комутаторів, точок доступу чи серверів) може призвести до зупинки ключових бізнес-процесів. Особливо небезпечними є несподівані збої в години пікового навантаження. Тому необхідно передбачити механізми резервування (наприклад, дублювання каналів зв'язку, аварійне живлення, гаряче резервування серверів) та налаштувати автоматичне відновлення критичних сервісів. Ще одним експлуатаційним викликом є *організація сервісного обслуговування та технічної підтримки*. Для невеликих об'єктів критичним є баланс між витратами на ІТ-підтримку та рівнем надійності. Залучення зовнішніх підрядників або ІТ-аутсорсинг вимагає чітко прописаних SLA (угод про рівень сервісу), швидкого реагування на інциденти та регулярної профілактики. Важливу роль відіграє також навчання персоналу магазину щодо базових дій у випадку локальних збоїв або несправностей обладнання.

Крім того, експлуатація мережі потребує *постійного моніторингу стану інфраструктури*, а також своєчасного оновлення програмного забезпечення й прошивок

обладнання. Неналежне оновлення може стати причиною зниження продуктивності, появи вразливостей у системі безпеки або втрати сумісності з новими сервісами. Ефективний моніторинг має включати автоматизоване сповіщення про збої, аналіз навантаження на мережу та звітність для IT-відділу або відповідального фахівця. Також доцільно впроваджувати централізовані системи керування оновленнями для зменшення людського фактора та ризику помилок.

Розглянемо можливі підходи до подолання зазначених викликів, враховуючи сучасні технології, нормативні вимоги та кращі практики проєктування.

Для подолання організаційних викликів, пов'язаних з узгодженням технічних рішень із бізнес-процесами, доцільно застосовувати підхід *інтегрованого IT-планування*, який передбачає раннє залучення представників бізнесу до процесу проєктування мережевої інфраструктури. Важливо, щоб технічні фахівці мали чітке розуміння бізнес-логіки магазину, включаючи ключові точки взаємодії з клієнтами, маршрути обробки товару, логістичні потоки тощо. Створення карти бізнес-процесів (Business Process Map) на початковому етапі дозволяє сформувати технічне завдання, яке точно відповідає потребам організації та мінімізує ризики дублювання функцій або неефективних рішень.

Щоб збалансувати обмежені бюджети з потребою в якісній інфраструктурі, доцільно впроваджувати *модульний підхід до побудови мережі*. Він полягає в поступовому розширенні мережних рішень за рахунок попередньо закладеної масштабованості. Наприклад, використання комутаторів з підтримкою стекування, розгортання резервних портів, інтеграція віртуалізованих серверів та хмарних сервісів (наприклад, хмарних ERP/CRM) дозволяє уникати надлишкових витрат на старті та адаптувати інфраструктуру під майбутні потреби. Також ефективною є *оцінка повної вартості володіння (TCO)* під час вибору обладнання й сервісів.

Проблему недостатньої IT-компетентності персоналу можна вирішувати шляхом *впровадження системи навчання і сертифікації працівників*, яка охоплює як базові навички користування інформаційними системами, так і елементарні навички реагування на інциденти. Додатково, варто інтегрувати прості у використанні інтерфейси для ключових застосунків, інструкції та довідкові матеріали, що зменшують навантаження на технічну підтримку та знижують ймовірність людських помилок.

Технічні виклики доцільно долати шляхом застосування *гібридної топології з доменною структурою та клієнт-серверною архітектурою*, що дозволяє централізовано керувати ресурсами, забезпечує безперебійний доступ до систем і полегшує адміністрування. Для планування Wi-Fi-покриття слід використовувати професійні інструменти (наприклад, Ekahau, NetSpot), які враховують завади, інтерференцію та очікуване навантаження.

Масштабованість і сумісність мережі досягаються за допомогою *використання обладнання, сертифікованого за стандартами IEEE (802.3, 802.11ac/ax)*, а також підтримки VLAN, QoS і SNMP. Інтеграція розрізнених пристроїв і систем повинна базуватись на відкритих протоколах (наприклад, MQTT, REST API) та концепціях сумісності «plug-and-play», що особливо актуально у середовищі IoT-магазинів.

Для забезпечення високої пропускної здатності мережі необхідно *впровадити сегментацію трафіку* за типами сервісів (ERP, CRM, POS, відеоспостереження) та налаштувати механізми *пріоритезації*. Варто також застосовувати сучасні маршрутизатори з підтримкою балансування навантаження та автоматичним перемиканням каналів (failover), що гарантує стійкість до пікових навантажень та зовнішніх збоїв.

Для зменшення експлуатаційних ризиків варто запровадити *системи моніторингу інфраструктури в реальному часі* (наприклад, Zabbix, PRTG або Nagios), які забезпечують автоматичне виявлення збоїв, ведення журналів подій та генерацію звітів. Централізоване управління оновленнями (через WSUS, SCCM або спеціалізовані рішення від виробників обладнання) дозволяє своєчасно встановлювати патчі та firmware без втручання оператора.

Для резервування критичних компонентів використовуються принципи N+1, RAID-масиви, джерела безперебійного живлення (UPS) та резервні лінії зв'язку.

Нарешті, ефективне управління взаємодією з провайдерами та підрядниками базується на *формалізованих угодах про рівень сервісу (SLA)*, які чітко визначають зони відповідальності, терміни реагування на інциденти, процедури ескалації та форми звітності. Застосування принципів ITIL у побудові сервісної моделі підтримки дозволяє стандартизувати процеси та підвищити якість обслуговування мережевої інфраструктури.

Інтеграція технологій штучного інтелекту у процеси проєктування та експлуатації мережевої інфраструктури магазину відкриває нові можливості для підвищення ефективності, надійності й адаптивності IT-середовища. Насамперед ШІ може бути застосований на етапі проєктування для *оптимізації розміщення мережевого обладнання*, включаючи точки доступу Wi-Fi, маршрутизатори та комутатори [2]. Алгоритми машинного навчання здатні аналізувати плани приміщень, враховувати матеріали конструкцій, очікувану кількість користувачів та мережеве навантаження для генерації найбільш ефективного розміщення елементів мережі з мінімізацією «мертвих зон» і втрат сигналу.

У сфері експлуатації ключовим напрямом є *використання ШІ для моніторингу й прогнозування збоїв* у роботі інфраструктури. Системи з підтримкою штучного інтелекту, наприклад на базі AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations), дозволяють у реальному часі аналізувати трафік, виявляти аномалії у роботі обладнання, передбачати потенційні збої та автоматично ініціювати коригувальні дії. Такі системи суттєво знижують час простою, підвищують стійкість мережі до навантажень та зменшують навантаження на IT-персонал.

Окремо варто відзначити потенціал ШІ у сфері *інформаційної безпеки*. Завдяки аналізу поведінкових патернів користувачів і мережевого трафіку, ШІ-системи можуть виявляти спроби несанкціонованого доступу, DDoS-атаки або витоки даних на ранніх етапах. Поєднання систем виявлення вторгнень з алгоритмами машинного навчання забезпечує адаптивний захист, який постійно вдосконалюється на основі накопиченого досвіду.

Крім того, інтелектуальні системи можуть бути інтегровані у *процеси підтримки користувачів*, зокрема через чат-боти чи віртуальних асистентів, які здатні автоматично відповідати на типові запити персоналу магазину, надавати інструкції з усунення збоїв або ініціювати звернення до служби підтримки. Це дозволяє знизити навантаження на технічний персонал і скоротити час реагування на інциденти. Штучний інтелект також ефективно застосовується у *моделюванні й оптимізації бізнес-процесів*, що взаємодіють з мережею. Наприклад, системи ERP і CRM з інтегрованими AI-модулями можуть аналізувати історичні дані, прогнозувати попит, оптимізувати запаси або персоналізувати пропозиції для клієнтів. Завдяки цьому IT-інфраструктура стає не лише інструментом підтримки операцій, а й драйвером стратегічного розвитку магазину.

Висновки. Отже, поєднання сучасних технологій, гнучких архітектурних рішень, стандартизованих процедур і фахової підготовки персоналу створює передумови для ефективного подолання викликів проєктування та експлуатації мережевої інфраструктури магазину. Комплексний підхід, з використанням штучного інтелекту, дозволяє не лише автоматизувати рутинні операції, а й забезпечити високий рівень надійності, гнучкості в умовах змін та глибоку аналітику процесів.

Бібліографія

1. Amin N. U., Junayen A. A., Nasrullah F. M., Mushtaq, M. Ahmed Abdullah Alsukhailah A. Design and Implementation of a Scalable Network Infrastructure for a Mid-Sized Organization. *Preprints* 2025, 2025010890. <https://doi.org/10.20944/preprints202501.0890.v1>
2. Моїсеєнко, Р. С. Аналіз сучасних методів проєктування комп'ютерних мереж за допомогою штучного інтелекту. Матеріали конференції KIT-2024, Харків, ХНАДУ, 20.11.2024. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/edd2e376-3328-4415-8d14-6e7516e98248/content>