

НАВЧАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС КОМП'ЮТЕРНИХ ТА МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФКПІ ТА КН



НАВЧАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС КОМП'ЮТЕРНИХ ТА МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФАКУЛЬТЕТУ КІБЕРБЕЗПЕКИ, ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

1 Призначення комплексу

Навчально-лабораторний комплекс комп'ютерних та мережевих технологій Факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук (далі – Комплекс) створений з метою забезпечення якісної практичної підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальностями факультету. Основним призначенням Комплексу є організація та проведення лабораторних занять, виробничих практик і самостійної роботи студентів, спрямованих на набуття реальних фахових компетентностей, що відповідають актуальним вимогам ринку праці в галузях телекомунікацій, комп'ютерних мереж та інформаційної безпеки. Комплекс інтегрує повноцінну телекомунікаційну інфраструктуру на базі обладнання провідних виробників галузі, яка дозволяє відтворювати реальні умови функціонування корпоративних та операторських мереж і тим самим усуває розрив між теоретичними знаннями, отриманими в аудиторії, та практичними навичками, необхідними для роботи за фахом. Така концепція побудови навчального середовища відповідає сучасним вимогам стандартів вищої освіти, які передбачають формування у випускника здатності розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми в умовах, максимально наближених до реального виробничого середовища.

Провідний Ethernet-сегмент Комплексу побудований на основі ієрархічної топології з кількома рівнями комутації та централізованою маршрутизацією і є головним середовищем для формування базових та поглиблених фахових компетентностей у галузі мережевих технологій. Саме цей сегмент дозволяє студентам набувати здатності проектувати, налаштовувати та адмініструвати мережеву інфраструктуру підприємства, що є одним із ключових результатів навчання для більшості освітніх програм факультету. Тут студенти отримують практичний досвід роботи з протоколами динамічної маршрутизації, технологіями розмежування мережевого трафіку, механізмами резервування каналів зв'язку та управління якістю обслуговування. Набуті вміння безпосередньо відповідають вимогам до фахівця, здатного здійснювати монтаж, налагодження та технічне обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, а також виконувати інструментальні вимірювання та діагностику їх стану. Навчальні дисципліни, пов'язані з комп'ютерними мережами, системами комутації та телекомунікаційними мережами, широко використовують цей сегмент для проведення практичних і лабораторних занять.

Сегмент пасивних оптичних мереж стандарту GPON призначений для формування компетентностей у сфері сучасних технологій широкосмугового доступу, які сьогодні є основою телекомунікаційної інфраструктури операторів зв'язку. Практична робота в цьому сегменті забезпечує здобуття вмінь щодо налаштування, випробування та введення в експлуатацію споруд і засобів телекомунікацій, а також розуміння принципів розподілу смуги пропускання у пасивних оптичних мережах. Наявність оптичного лінійного термінала та абонентських терміналів різних виробників формує у студентів здатність працювати з гетерогенним обладнанням і розуміти особливості забезпечення сумісності у багатовендорному середовищі, що є важливою практичною навичкою для майбутнього фахівця. Цей сегмент також дозволяє вивчати принципи управління потоками навантаження мережі та досліджувати характеристики пропускної здатності оптичних систем доступу, що становить суттєву частину підготовки з дисципліни «Напрямні системи в телекомунікаціях» та суміжних курсів. Інтеграція оптичного сегменту з основною мережею Комплексу дозволяє моделювати повний маршрут передачі даних від абонента до вузла агрегації і далі до мережі Інтернет, що надає навчальному процесу системного характеру.

Безпроводовий сегмент Комплексу, представлений точками доступу двох різних поколінь стандарту Wi-Fi, забезпечує практичне освоєння технологій бездротового зв'язку, роль яких у сучасних мережах постійно зростає. Можливість одночасної роботи з обладнанням стандартів Wi-Fi 4 та Wi-Fi 6 формує у студентів здатність порівнювати технологічні покоління, оцінювати переваги новітніх рішень та обґрунтовувати вибір технологій при проектуванні реальних мереж. Налаштування механізмів автентифікації, шифрування та розмежування доступу у бездротових мережах безпосередньо пов'язане з формуванням компетентностей у сфері захисту інформації, що є важливою складовою підготовки фахівців з кібербезпеки та захисту інформації. Дослідження особливостей роботи у різних частотних діапазонах, вивчення механізмів OFDMA та MU-MIMO, аналіз показників якості обслуговування у навантажених бездротових середовищах – все це дозволяє сформувати поглиблене розуміння технологій, що активно застосовуються у системах Інтернету речей, корпоративних мережах та мережах доступу наступного покоління. Практичні заняття в цьому сегменті є базовими для дисциплін, присвячених бездротовим мережам та безпеці бездротових комунікацій.

Додатковий сегмент на базі обладнання Cisco виконує важливу роль у розширенні практичного досвіду студентів та формуванні здатності орієнтуватися в обладнанні різних виробників, що є необхідною умовою ефективної роботи в реальних телекомунікаційних інфраструктурах. Робота з

операційною системою Cisco IOS надає студентам навички налаштування і діагностики мережевого обладнання, затребувані на ринку праці, і органічно доповнює досвід, набутий при роботі з платформою MikroTik RouterOS. Цей сегмент використовується для моделювання сценаріїв підключення віддалених об'єктів до основної мережі, що дозволяє вивчати принципи побудови розподілених корпоративних мереж та досліджувати методи забезпечення їх захищеності. Здатність налаштовувати та контролювати дотримання політик безпеки на рівні мережевого обладнання, виконувати перевірку його цілісності та функціональності, а також документувати виконані роботи – ці результати навчання безпосередньо формуються у ході роботи із зазначеним сегментом. Таким чином, наявність обладнання різних вендорів перетворює Комплекс на повноцінний полігон для підготовки фахівців, здатних ефективно працювати в умовах реальної, а не уніфікованої мережевої інфраструктури.

Окремим функціональним складником Комплексу є сегмент IP-телефонії, що дозволяє вивчати технології передачі голосу через мережі з комутацією пакетів. На базі маршрутизатора Cisco 2811 розгорнуто сервер Cisco Unified Communications Manager Express, який виконує функції керуючого елемента голосової інфраструктури та забезпечує реєстрацію, адресацію і маршрутизацію викликів між підключеними абонентськими пристроями. До сегменту підключено два апаратних IP-телефони Cisco 7942G з мікропрограмним забезпеченням стандарту SIP, що надає можливість досліджувати процеси встановлення та завершення голосових з'єднань у реальному мережевому середовищі, вивчати механізми сигналізації та кодування мовного трафіку. Поряд з апаратними телефонами до сегменту може бути підключений програмний SIP-клієнт, встановлений на комп'ютері або мобільному пристрої, що суттєво розширює можливості для дослідження різних сценаріїв взаємодії абонентів та особливостей роботи протоколу SIP у гетерогенних абонентських середовищах. Формування практичних навичок у цьому сегменті безпосередньо пов'язане зі здатністю розуміти принципи конвергентних мереж, де голосовий і даних трафік передається єдиною інфраструктурою, а також із вмінням налаштовувати і діагностувати мультисервісні телекомунікаційні системи, що є важливою складовою компетентностей сучасного фахівця у галузі телекомунікацій.

Комплекс також є основним матеріально-технічним ресурсом для проходження студентами навчальної, технологічної, виробничої та переддипломної практик. Під час практик здобувачі самостійно розробляють і реалізують мережеві сценарії, виконують завдання з адміністрування та технічного обслуговування обладнання, проводять діагностику несправностей і відновлення мережевої зв'язності, а також складають нормативну та звітну

документацію відповідно до вимог стандартів. Саме в ході практичної роботи з реальним обладнанням студенти набувають того рівня самостійності та відповідальності, який передбачений програмними результатами навчання і є необхідним для успішного початку професійної кар'єри. Комплекс охоплює технологічні рішення, що застосовуються у різних секторах галузі – від корпоративних мереж підприємств і організацій до операторських мереж доступу, – що забезпечує широкий профіль підготовки і дозволяє випускникам факультету успішно конкурувати на ринку праці незалежно від конкретного напрямку подальшої діяльності. Таким чином, Навчально-лабораторний комплекс комп'ютерних та мережових технологій є ключовим елементом практичної складової підготовки фахівців факультету, що безпосередньо визначає рівень їх готовності до самостійної професійної діяльності за обраним фахом.

Список обладнання комплексу

№	Тип обладнання	Кількість
	Комутатори	
	Комутатор L2 D-Link DES-3526	
	Комутатор L2 D-Link DES-3528	
	Комутатор L2 DES-3200-10	
	Комутатор Cisco L3 3750G-48PS-S	1
	Комутатор L2+ ISCOM2128EA-MA-AC	1
	Оптичний комутатор L2+ ISCOM2828F-AC	1
	Комутатор TP-Link TL-SF1024	1
	Маршрутизатори	
	Маршрутизатор MikroTik CCR2004-16G-2S+PC	1
	Маршрутизатор Cisco C2811	1
	Маршрутизатор Cisco C1841	1
	Маршрутизатор Cisco C881	1
	Бездротове обладнання	
	Точка доступу MikroTik cAP (RBcAP2nD)	1
	Точка доступу MikroTik cAP ax (cAPGi-5HaxD2HaxD)	1
	Точка доступу Cisco AIR-CAP2702I-E-K9	1
	Обладнання SIP телефонії	
	IP телефон Cisco CP-7942G	2
	Обладнання пасивних оптичних мереж	
	Оптичний лінійний термінал Feixun FP6508 (GEPON)	1
	Оптичний абонентський термінал FoxGate E1001MZ (GEPON)	3
	Оптичний абонентський термінал BDcom P1702-4G	3
	ДБЖ	
	PowerWare 9125 (ДБЖ)	1
	PowerWare 9125 (АКБ)	3

	Монтажне обладнання	
	Кросувальний ніж Cor-X UA-3003	1
	Кримпер для роз'ємів RJ-45 + RJ-11	1
	Багатофункціональний тестер FNIRSI LPM-10A	1
	Кабельний тестер ANENG M469D (RJ45 + RJ11)	2

2 Розміщення обладнання

Усе обладнання Навчально-лабораторного комплексу змонтовано в одній стандартній 19-дюймовій стійці формату ETSI висотою 46 юнітів. Розміщення обладнання в стійці підпорядковане логіці технологічної сегментації мережі та враховує вимоги до зручності обслуговування, прокладання кабельної інфраструктури і забезпечення нормального теплового режиму роботи обладнання. Завдяки компактному розміщенню всіх сегментів в одній стійці студенти мають зручний фізичний доступ до будь-якого вузла мережі, що є важливою умовою ефективного проведення лабораторних робіт. Два IP-телефони Cisco 7942G, що входять до складу сегменту IP-телефонії, встановлено безпосередньо поруч зі стійкою по обидва боки від неї, що забезпечує зручний доступ до них під час практичних занять.

У самій верхній частині стійки, на позиції 46U, розміщено 1-юнітову панель для двох точок доступу Wi-Fi: точки доступу стандарту Wi-Fi AX (802.11ax) у діапазоні 5 ГГц та точки доступу стандарту Wi-Fi AC (802.11ac) у діапазоні 2,4 ГГц. Таке розміщення у верхній частині стійки забезпечує найкращі умови для поширення радіосигналу в навчальному приміщенні та мінімізує вплив металевих конструкцій стійки на характеристики бездротових з'єднань. Позиції з 39 по 44U є вільними і зарезервовані для можливого подальшого розширення складу Комплексу. На позиціях 36–38U (6U) розміщено секцію абонентських терміналів EPON – обладнання пасивної оптичної мережі, яке завдяки своїй компактній установці у виділеному блоці забезпечує зручний доступ до оптичних роз'ємів та можливість підключення і відключення оптичних патч-кордів у ході лабораторних робіт.

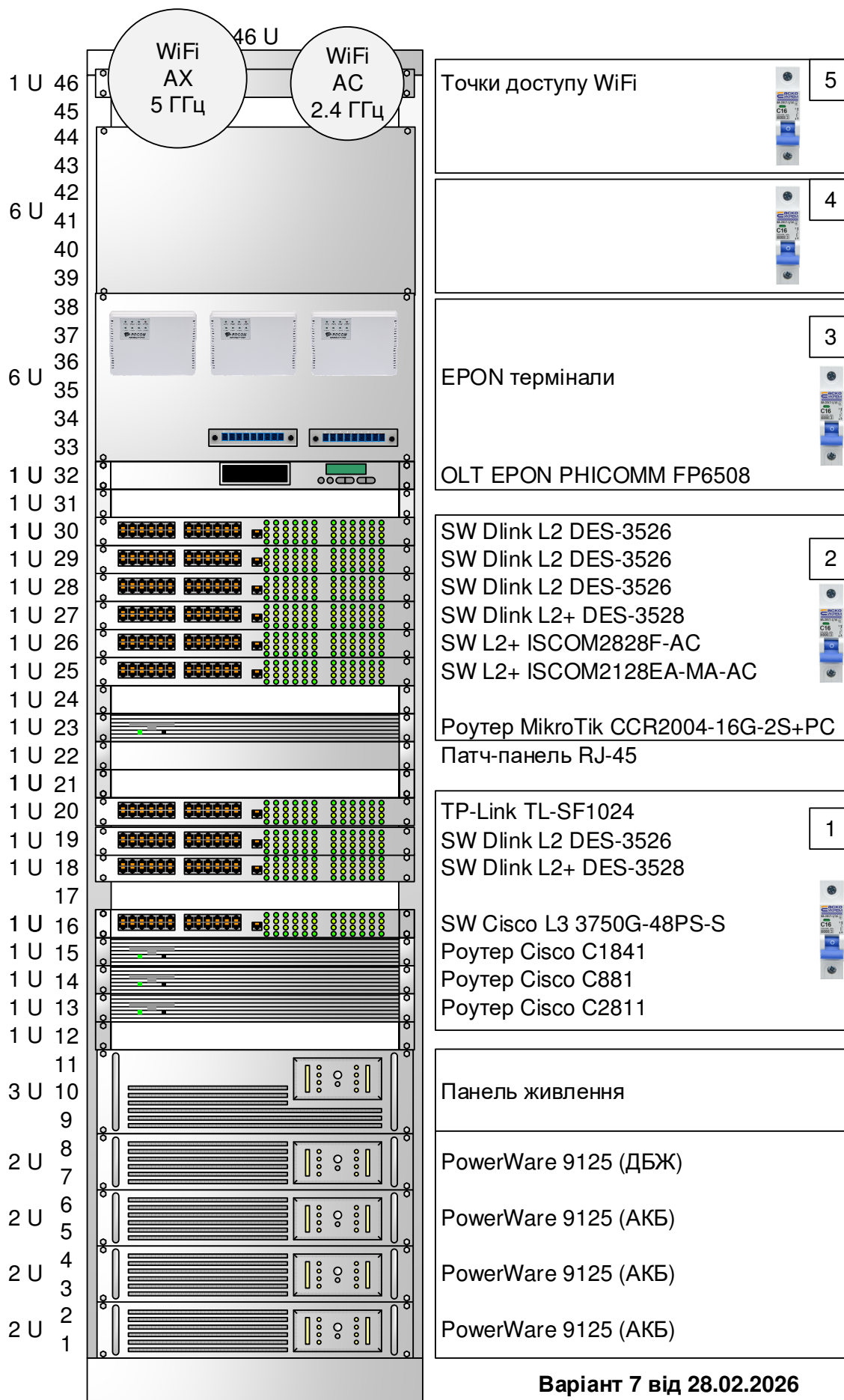
Нижче, на позиції 33U, встановлено оптичний лінійний термінал OLT EPON RHICOMM FP6508, який є центральним керуючим елементом сегменту пасивних оптичних мереж і безпосередньо пов'язаний з блоком абонентських EPON-терміналів оптичними кабелями, що прокладені вертикально всередині стійки. Позиції 31–32U є вільними. Основний сегмент комутації розміщено на позиціях 25–30U: тут встановлено чотири комутатори D-Link DES-3526 (позиції 28–30U та один нижче) і два комутатори – D-Link DES-3528 та Raisecom ISCOM2828F-AC – на позиціях 26–27U, а також Raisecom ISCOM2128EA-MA-AC на позиції 25U. Ці пристрої формують багаторівневу

інфраструктуру комутації Комплексу і є основою для проведення лабораторних робіт з технологій Ethernet, VLAN та протоколів резервування каналів зв'язку. На позиції 23U розміщено головний маршрутизатор MikroTik CCR2004-16G-2S+PC, який виконує функції центрального вузла маршрутизації та шлюзу до мережі Інтернет, а на позиції 22U – патч-панель RJ-45, що забезпечує структурований кросировочний вузол для кабельної інфраструктури Комплексу. Позиції 21U вільна.

На позиціях 18–20U встановлено ще три комутатори: TP-Link TL-SF1024 (позиція 20U), D-Link DES-3526 (позиція 19U) та D-Link DES-3528 (позиція 18U), що разом з верхнім блоком комутаторів утворюють повну комутаційну інфраструктуру Комплексу. Позиція 17U є вільною. Нижче, на позиціях 12–16U, зосереджено обладнання сегменту Cisco: комутатор Cisco L3 3750G-48PS-S (позиція 16U), маршрутизатор Cisco C1841 (позиція 15U), маршрутизатор Cisco C881 (позиція 14U) та маршрутизатор Cisco C2811 (позиція 13U), на якому розгорнуто сервер Cisco CME для підтримки сегменту IP-телефонії. Позиція 12U є вільною. Таке групування обладнання Cisco в окремий блок зручне для проведення лабораторних робіт, що потребують одночасного налаштування кількох пристроїв цього виробника, і дозволяє чітко візуально відокремити різні сегменти Комплексу.

Нижній ярус стійки – позиції 1–11U – відведено виключно під систему електроживлення. На позиціях 9–10U (3U) розміщено панель живлення для розподілу електроенергії між усіма пристроями стійки. Решту простору нижнього ярусу займає система безперебійного живлення PowerWare 9125: сам ДБЖ потужністю розміщено на позиціях 7–8U (2U), а три додаткові блоки акумуляторних батарей – на позиціях 5–6U, 3–4U та 1–2U відповідно, кожен обсягом 2U. Розміщення системи живлення у найнижчій частині стійки є технічно обґрунтованим рішенням, оскільки акумуляторні батареї мають значну вагу і такий розподіл маси забезпечує стійкість конструкції. Загальний ресурс акумуляторних батарей забезпечує тривалу автономну роботу всього обладнання Комплексу при відключенні зовнішнього електроживлення, що гарантує безперервність навчального процесу.

СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ НА СТІЙЦІ ETSI



3 Архітектура мережі

Навчальна телекомунікаційна мережа побудована за принципом ієрархічної топології з централізованим управлінням та розподіленою структурою доступу. Центральним елементом мережі виступає маршрутизатор MikroTik CCR2004-16G-2S+, який через інтерфейс ether1-WAN забезпечує підключення до мережі Інтернет, а через інтерфейс ether2-LAN з'єднується з головним комутатором D-Link DES-3528, що виконує роль ядра локальної мережі. До головного комутатора через порти 25 та 26 підключаються два абонентські комутатори D-Link DES-3526, кожен з яких надає 24 порти для підключення клієнтських пристроїв та має виділений 26-й порт для адміністративного управління, при цьому 25-й порт використовується як uplink до головного комутатора. Така архітектура забезпечує можливість підключення до 48 кінцевих пристроїв через два рівні комутації з централізованим управлінням та резервуванням каналів зв'язку.

Паралельно з основною провідною інфраструктурою, мережа включає два додаткових сегменти - безпроводний та оптичний, які інтегровані з центральним маршрутизатором через виделені інтерфейси. Безпроводний сегмент представлений двома точками доступу MikroTik різних поколінь - cAP (RBcAP2nD) та cAP ax (cAPGi-5NaxD2NaxD), які підключаються до маршрутизатора через інтерфейси ether9-AP та ether10-AP відповідно, що дозволяє досліджувати особливості роботи стандартів Wi-Fi 4 та Wi-Fi 6 в єдиній мережовій інфраструктурі. Оптичний сегмент побудований на базі технології GPON та включає оптичний лінійний термінал PHICOMM FP6508, який через інтерфейс ether5 маршрутизатора інтегрується з основною мережею, а через порт PON1 з'єднується з пасивними оптичними розгалужувачами 1x8, що забезпечують підключення до восьми оптичних абонентських терміналів BDcom P1702-4G кожен, створюючи можливість для одночасного підключення до 16 ONU-пристроїв для детального вивчення принципів функціонування пасивних оптичних мереж.

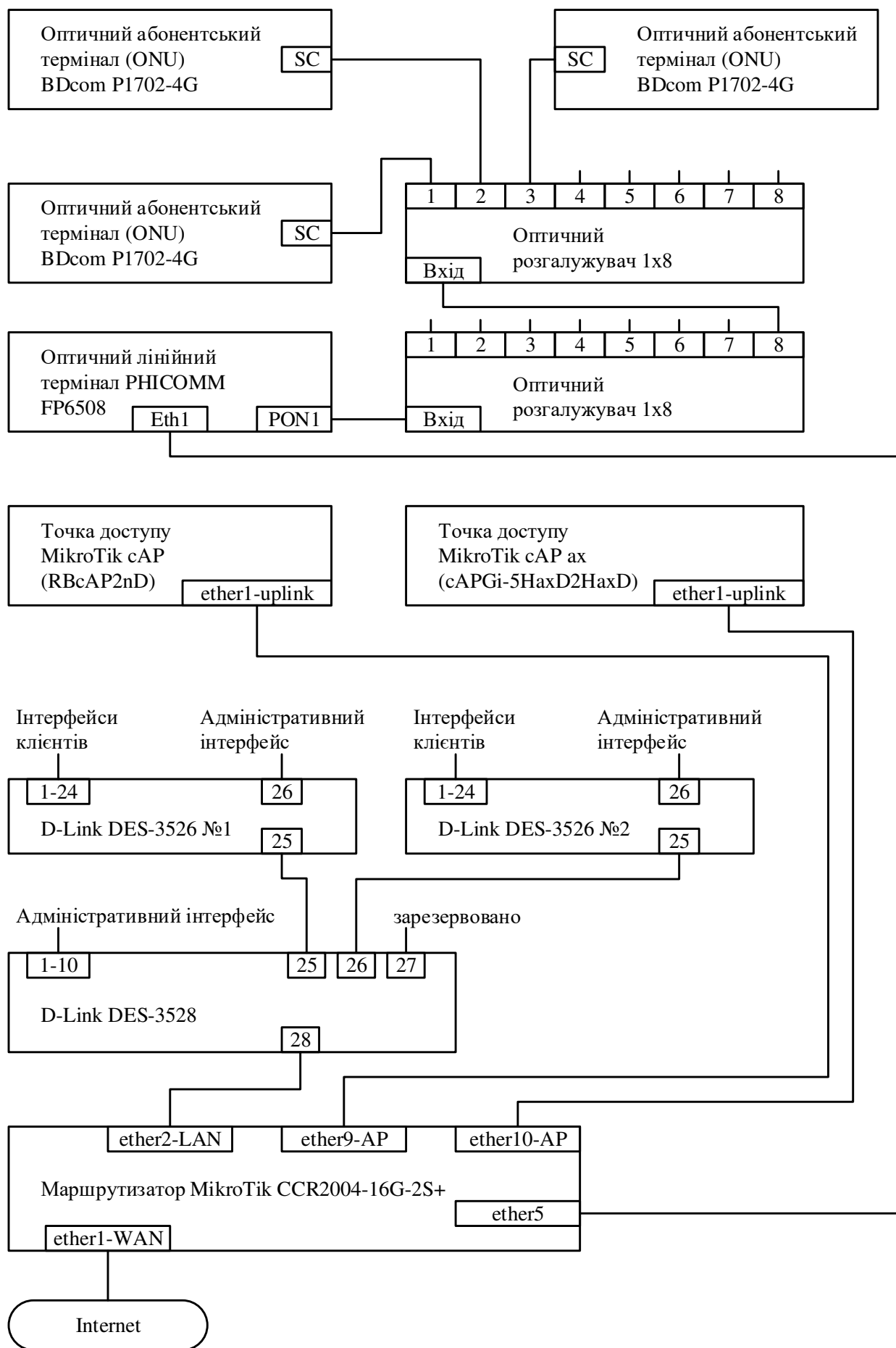


СХЕМА ФРАГМЕНТУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ЛАБОРАТОРІЇ ФКП ТА КН (ч. 1)

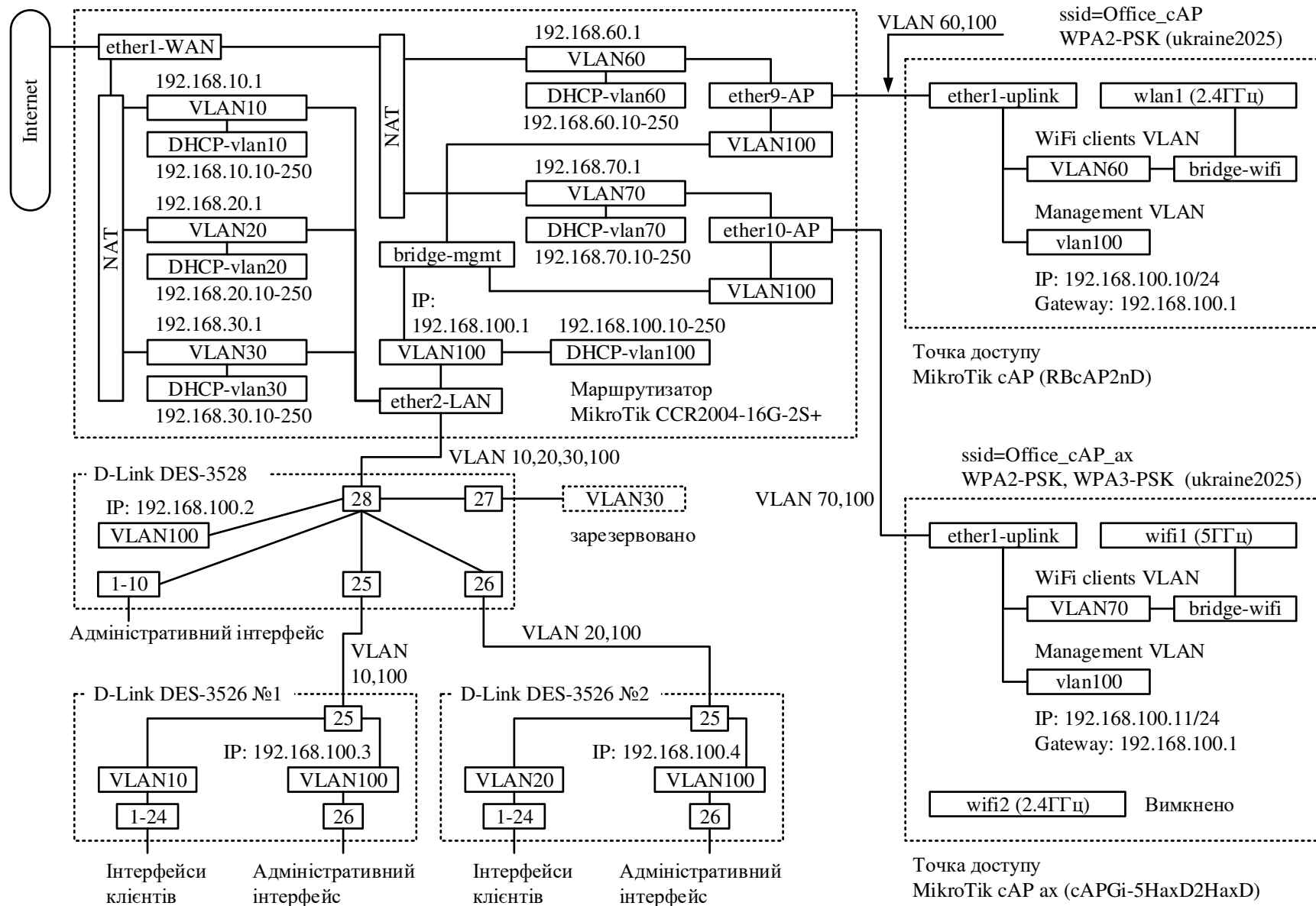
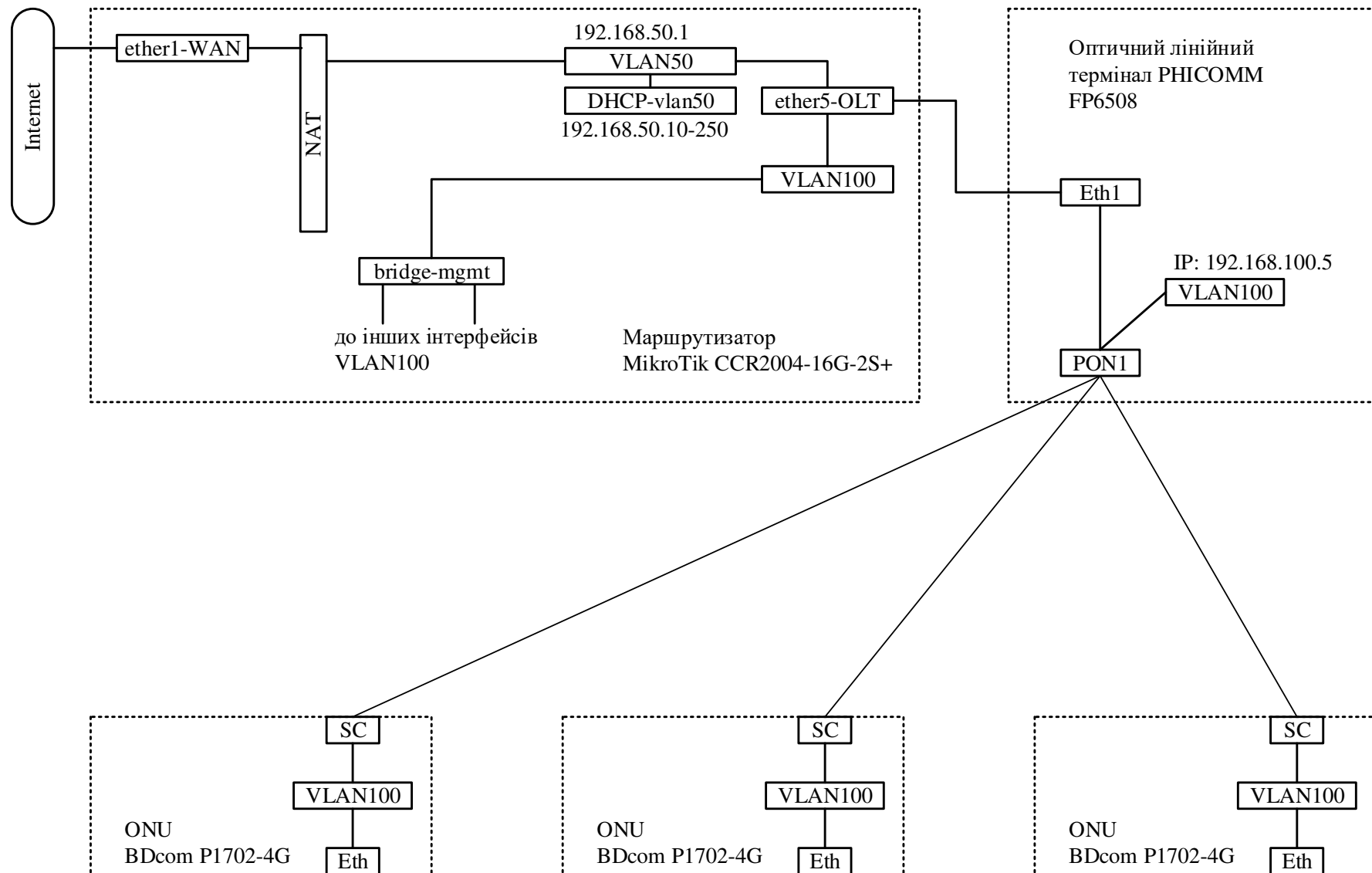
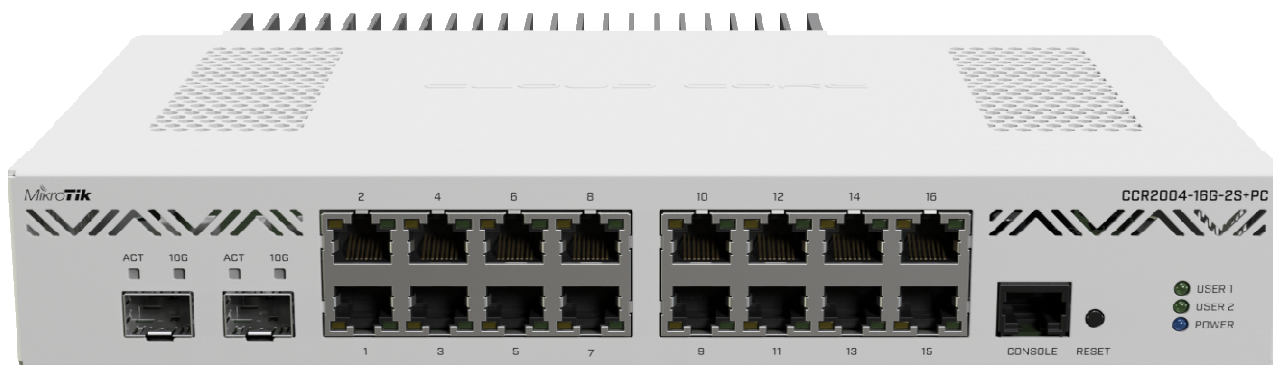


СХЕМА ФРАГМЕНТУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ЛАБОРАТОРІЇ ФКП ТА КН (ч. 2)



4 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛАДНАННЯ

Маршрутизатор MikroTik CCR2004-16G-2S+PC



MikroTik CCR2004-16G-2S+PC — це високопродуктивний маршрутизатор рівня операторського класу, призначений для побудови масштабованих і надійних мереж як у корпоративному, так і в провайдерському середовищі. Пристрій оснащений потужним 4-ядерним процесором Annapurna Labs Alpine v2 на базі ARM архітектури, що забезпечує високу пропускну здатність і стабільну роботу навіть під великим навантаженням. CCR2004-16G-2S+PC має 16 гігабітних портів Ethernet для підключення доступу, а також 2 SFP+ порти зі швидкістю до 10 Гбіт/с для побудови магістральних ліній або високошвидкісних з'єднань. Завдяки активному пасивному охолодженню без вентиляторів, пристрій працює тихо, що робить його ідеальним для розміщення в офісних або дата-центрових умовах з жорсткими вимогами до шуму. Працює під керуванням RouterOS з ліцензією Level 6, що відкриває широкі можливості з маршрутизації, фільтрації трафіку, VPN, VLAN, брандмауера, QoS, а також розширеного моніторингу і керування. CCR2004-16G-2S+PC ідеально підходить для ролі основного маршрутизатора в мережах з високою інтенсивністю трафіку та вимогами до надійності.

Основні технічні характеристики (мережеві)

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Маршрутизатор, керований, рівень 3+ (L3+, з підтримкою фільтрації)
Процесор	4-ядерний ARM Cortex-A57, 1.7 ГГц (Annapurna Labs Alpine v2)
Кількість портів	16 x 10/100/1000Base-T + 2 x SFP+ (10G)
Пропускна здатність	До 10 Гбіт/с (залежить від конфігурації фільтрації та NAT)
Швидкість пересилання пакетів	Понад 120 млн пакетів за секунду (PPS)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q, VLAN filtering, bridge VLAN
Підтримка агрегації каналів	Bonding, LACP
Підтримка QoS	Advanced QoS, HTB, queue trees, packet marking
Підтримка VPN	IPsec, L2TP, PPTP, SSTP, OpenVPN
Протоколи керування	Winbox, WebFig, CLI, SNMP, API
Операційна система	MikroTik RouterOS (ліцензія Level 6)

Маршрутизатор Cisco 2811 (Integrated Services Router)



Cisco 2811 (Integrated Services Router) — це модульний маршрутизатор корпоративного класу з підтримкою інтегрованих служб, який забезпечує стабільну продуктивність, гнучкість конфігурації та надійне з'єднання для мереж середнього масштабу. Пристрій розроблений для використання в офісах, навчальних закладах, філіях підприємств та лабораторних середовищах, де потрібна підтримка багатьох інтерфейсів, розширених функцій маршрутизації та безпеки. Завдяки наявності слотів розширення (NME, HWIC, AIM, PVDM), маршрутизатор дозволяє адаптувати апаратну конфігурацію під конкретні завдання: підключення до WAN, організацію VPN-тунелів, голосову комунікацію або фільтрацію трафіку. Працює на базі операційної системи Cisco IOS з підтримкою повного набору протоколів маршрутизації (RIP, OSPF, EIGRP, BGP), механізмів QoS, ACL, NAT та централізованого керування через CLI, SNMP або Cisco Configuration Professional.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Модульний інтегрований маршрутизатор (Integrated Services Router)
Оперативна пам'ять	256 МБ DDR (стандарт), розширюється до 768 МБ–1 ГБ
Flash-пам'ять	64 МБ (стандарт), розширюється до 256 МБ (CompactFlash Type II)
LAN-порти	2 × 10/100BASE-T Fast Ethernet (RJ-45) [[1]]
Слоти розширення	1 × NME (Network Module Enhanced), 2 × HWIC, 2 × AIM (внутрішні), 2 × PVDM
Підтримка інтерфейсів	Serial, T1/E1, xDSL, 3G/4G (через HWIC), ISDN, Ethernet, Fiber (через модулі)
Протоколи маршрутизації	RIP v1/v2, OSPF, EIGRP, BGP, IS-IS, Static Routing
Безпека	Cisco IOS Firewall, IPS (опціонально), AAA (TACACS+/RADIUS), ACL, VPN (IPSec, 3DES/AES)
Підтримка VLAN	Так, 802.1Q, trunking, inter-VLAN routing (за наявності EtherSwitch-модулів)
QoS та трафік	Class-Based WFQ, LLQ, Policing, Shaping, NBAR
Управління	CLI (Console/Telnet/SSH), SNMP, Cisco Configuration Professional, Syslog
Операційна система	Cisco IOS Software (образи: IP Base, Advanced IP Services, Enterprise Services)
Енергоспоживання	До 150 Вт (залежить від встановлених модулів)

Маршрутизатор Cisco C1841

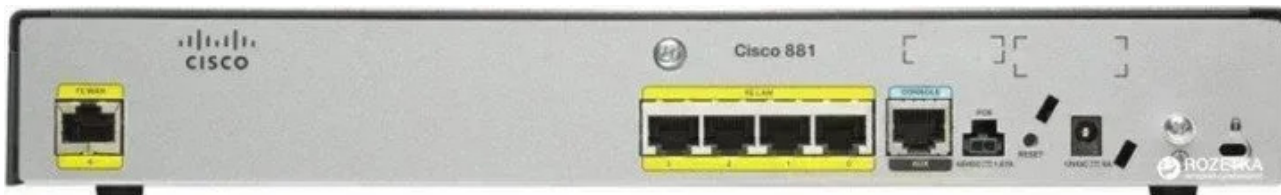


Маршрутизатор Cisco C1841 — це універсальний маршрутизатор серії Cisco 1800, призначений для побудови захищених, високопродуктивних та масштабованих мереж малого й середнього бізнесу, а також філій великих компаній. Пристрій поєднує в собі можливості маршрутизації, VPN, міжмережевого екранування, а також підтримку VoIP і інтеграцію з сервісами безпеки. Cisco C1841 має два вбудовані порти Fast Ethernet і два розширювані WIC/Interface-слоти для модулів WAN або голосових/даних інтерфейсів, що дозволяє налаштувати гнучку топологію відповідно до потреб конкретної мережі. Завдяки операційній системі Cisco IOS, маршрутизатор підтримує розширені функції маршрутизації, включаючи RIP, OSPF, EIGRP, BGP, а також доступ до розвинених механізмів безпеки — таких як ACL, NAT, IPSec VPN, Zone-Based Firewall та 802.1X. Надійність, апаратне шифрування VPN-трафіку (із встановленим VPN-модулем), можливість інтеграції з системами керування та масштабованість роблять Cisco C1841 надійним рішенням для реалізації захищеного доступу до корпоративної мережі або Інтернету у розподілених інфраструктурах.

Основні технічні характеристики (мережеві)

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Маршрутизатор, керований, рівень 3 (L3)
Процесор	266 МГц
Кількість портів	2 x 10/100 Fast Ethernet
Слоти розширення	2 x WIC/High-Speed WIC (HWIC), 1 x AIM (Advanced Integration Module)
Підтримка VPN	Так, IPSec (з VPN AIM-модулем — апаратне прискорення)
Підтримка NAT/PAT	Так
Підтримка QoS	Так, зокрема CBWFQ, LLQ, traffic shaping
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q
Протоколи маршрутизації	RIP, OSPF, EIGRP, BGP, статична маршрутизація
Безпека	ACL, Zone-Based Firewall, NAT, 802.1X, IPS/IDS
Протоколи керування	CLI (консоль/Telnet/SSH), SNMP, Cisco SDM
Операційна система	Cisco IOS

Маршрутизатор Cisco C881



Маршрутизатор Cisco C881 — це універсальне мережеве рішення початкового рівня, розроблене для малого бізнесу, віддалених офісів або філій, де потрібне безпечне, стабільне та комплексне підключення до корпоративної мережі або Інтернету. Пристрій забезпечує функціональність маршрутизації, міжмережевого екранування (фаєрвол), VPN, підтримку VLAN та бездротового доступу (у деяких моделях), що дозволяє скоротити витрати на окремі мережеві компоненти. Cisco C881 оснащений чотирма портами LAN Fast Ethernet та одним WAN-портом, а також має вбудовані функції безпеки, включаючи Cisco IOS Firewall, IPS, NAT, фільтрацію контенту та шифрування для захищеного з'єднання між офісами через VPN. Працює під керуванням Cisco IOS, що дає доступ до потужних інструментів конфігурації, моніторингу та управління, зокрема через CLI, Telnet або SNMP. Компактний розмір і низьке енергоспоживання роблять Cisco C881 ідеальним вибором для розміщення на робочому столі або в монтажній шафі. Цей маршрутизатор добре підходить для організації захищеного віддаленого доступу, малого офісу з кількома користувачами або точок VPN-підключення.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Маршрутизатор, керований, рівень 3 (L3)
Кількість портів	4 x 10/100 LAN + 1 x 10/100 WAN
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q, до 8 VLAN
Підтримка NAT	Так, PAT, Static NAT
Підтримка VPN	IPsec, SSL VPN, GRE, L2TP
Безпека	Cisco IOS Firewall, Zone-Based Policy Firewall, IPS, DoS захист
QoS	Так, з підтримкою класифікації, пріоритетів та обмеження трафіку
Протоколи маршрутизації	Static, RIPv2, OSPF (обмежено), EIGRP (обмежено)
Протоколи керування	CLI, Telnet, SSH, SNMP, Cisco Configuration Professional
Операційна система	Cisco IOS

Комутатор D-Link DES-3200-10



Комутатор D-Link DES-3200-10 — це керований Fast Ethernet комутатор рівня 2, розроблений для використання в мережах малого та середнього бізнесу, а також у провайдерських рішеннях, де потрібна надійність, безпека та централізоване керування. Комутатор оснащений 8 портами 10/100Base-TX для підключення кінцевих пристроїв та 2 комбо-портами 10/100/1000Base-T/SFP, які забезпечують гнучке підключення до магістральної інфраструктури або резервних каналів. Завдяки підтримці функцій VLAN, QoS, ACL, 802.1X, STP/RSTP та IGMP Snooping, DES-3200-10 дозволяє ефективно керувати широкомовним трафіком, забезпечувати сегментацію мережі та підвищувати її безпеку. Комутатор підтримує функції DHCP-сервер/relay, а також керування через CLI, Telnet, SNMP та веб-інтерфейс, що робить його зручним для адміністрування як локально, так і віддалено. Завдяки своїй компактності та підтримці розширених функцій, пристрій добре підходить для реалізації доступу в FTTx-мережах, а також для розгортання в умовах обмеженого простору.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип комутатора	Керований, рівень 2 (L2)
Кількість портів	8 x 10/100Base-TX + 2 x комбо-порти (10/100/1000Base-T/SFP)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q (до 256 VLAN)
Підтримка агрегації каналів	IEEE 802.3ad Link Aggregation
Підтримка QoS	4 черги пріоритетів, 802.1p, DSCP, WRR
Протоколи керування	SNMP v1/v2c/v3, RMON, CLI, Telnet, Web GUI
Безпека	802.1X, ACL, Port Security, DHCP Snooping, IP-MAC-Port Binding
Підтримка протоколів	STP, RSTP, IGMP Snooping v1/v2
Пропускна здатність	5.6 Gbps
Швидкість пересилання пакетів	До 4.17 Mpps
Буфер пам'яті	1 МБ

Комутатор D-Link DES-3526



Комутатор D-Link DES-3526 — це керований мережевий пристрій рівня 2, призначений для створення високопродуктивної та надійної локальної мережі середнього або великого масштабу. Завдяки підтримці функцій керування, VLAN, QoS і протоколів безпеки, цей комутатор ідеально підходить для розгортання в корпоративних мережах, освітніх установах або провайдерських середовищах. Комутатор має 24 порти 10/100 Мбіт/с Fast Ethernet і 2 комбо-порти 10/100/1000 Мбіт/с (RJ-45/SFP), що дозволяє гнучко під'єднувати як кінцеві пристрої, так і магістральні канали. Підтримка протоколів SNMP, RMON, Spanning Tree і IGMP Snooping забезпечує ефективне керування мережею та оптимізацію трафіку. Завдяки розширеним функціям безпеки, включаючи контроль доступу 802.1X, ACL і Port Security, комутатор дозволяє захистити мережеву інфраструктуру від несанкціонованого доступу. Управління пристроєм можливе через веб-інтерфейс, CLI або Telnet, що забезпечує зручність адміністрування в різних середовищах. Наявність резервного порту для підключення джерела живлення дозволяє підвищити надійність пристрою у критичних мережевих сценаріях.

Основні технічні характеристики D-Link DES-3526

Характеристика	Значення
Тип комутатора	Керований, рівень 2 (L2)
Кількість портів	24 x 10/100Base-TX + 2 x комбо-порти (10/100/1000Base-T/SFP)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q (до 255 VLAN)
Підтримка агрегації каналів	IEEE 802.3ad Link Aggregation
Підтримка QoS	4 черги пріоритетів, 802.1p, DSCP
Протоколи керування	SNMP v1/v2c, RMON, Telnet, CLI, Web GUI
Безпека	802.1X, Port Security, Access Control List (ACL)
Підтримка протоколів	STP, RSTP, MSTP, IGMP Snooping v1/v2
Пропускна здатність	8.8 Gbps
Швидкість пересилання пакетів	До 6.55 Mpps
Буфер пам'яті	512 КБ

Комутатор D-Link DES-3528



Комутатор D-Link DES-3528 — це керований L2-комутатор для побудови масштабованих, безпечних та високопродуктивних мереж в корпоративному або операторському середовищі. Пристрій оснащено 24 портами 10/100 Мбіт/с Fast Ethernet та 4 гігабітними портами, два з яких є комбо (RJ-45/SFP), що дозволяє забезпечити гнучкість при підключенні до магістральної інфраструктури. Комутатор підтримує розширені функції VLAN, агрегацію каналів, пріоритети трафіку (QoS) і функції багаторівневої безпеки, включаючи ACL, 802.1X і фільтрацію MAC-адрес. Завдяки підтримці Spanning Tree Protocol, IGMP Snooping і статичного маршрутизації (на рівні L2+), пристрій підходить як для керування широкомовним трафіком, так і для організації резервних маршрутів. Комутатор забезпечує централізоване керування через CLI, Telnet, SNMP та Web-інтерфейс, що спрощує адміністрування навіть у складних мережах. DES-3528 відзначається високою продуктивністю, надійністю та широкими можливостями масштабування для майбутнього розвитку інфраструктури.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип комутатора	Керований, рівень 2 (L2)
Кількість портів	24 x 10/100Base-TX + 4 x 10/100/1000 (2 комбо SFP)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q (до 255 VLAN)
Підтримка агрегації каналів	IEEE 802.3ad Link Aggregation
Підтримка QoS	4 черги пріоритетів, 802.1p, DSCP
Протоколи керування	SNMP v1/v2c/v3, RMON, Telnet, CLI, Web GUI
Безпека	802.1X, ACL, Port Security, IP-MAC-Port Binding
Підтримка протоколів	STP, RSTP, MSTP, IGMP Snooping v1/v2, Static Routing (L2+)
Пропускна здатність	12.8 Gbps
Швидкість пересилання пакетів	До 9.5 Mpps
Буфер пам'яті	512 КБ

Комутатор Cisco Catalyst 3750G-48PS-S



Комутатор Cisco Catalyst 3750G-48PS-S — це високопродуктивний керований стековий комутатор рівня 3 з підтримкою гігабітних з'єднань, розроблений для розгортання в корпоративних мережах, де потрібна масштабованість, швидкість та функціональність. Оснащений 48 портами 10/100/1000 Мбіт/с з підтримкою живлення по Ethernet (PoE) та 4 SFP-слотами для підключення до оптичних магістралей, він забезпечує гнучке підключення як кінцевих пристроїв, так і міжмережевої інфраструктури. Комутатор підтримує стекування через технологію Cisco StackWise, що дозволяє об'єднувати до 9 пристроїв в єдину логічну одиницю з централізованим керуванням і високою відмовостійкістю. Пристрій реалізує функції маршрутизації на рівні 3, включаючи статичну маршрутизацію та підтримку протоколу RIP, а також широкий набір засобів безпеки, як-от ACL, DHCP snooping, порт-базований контроль доступу та захист від атак. Розширене управління доступне через CLI, SNMP або Cisco Network Assistant, що дозволяє гнучко адмініструвати навіть складні мережеві топології. Cisco 3750G-48PS-S підходить для критичних середовищ, які потребують продуктивності, надійності та підтримки PoE для IP-телефонії, бездротових точок доступу та інших мережевих пристроїв.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип комутатора	Керований, рівень 3 (L3, з обмеженою маршрутизацією)
Кількість портів	48 x 10/100/1000Base-T + 4 x SFP (mini-GBIC)
Підтримка PoE	Так, до 15.4 Вт на порт, загальний бюджет PoE — 370 Вт
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q (до 1005 VLAN, активних — до 255)
Підтримка агрегації каналів	EtherChannel
Підтримка QoS	4 черги пріоритетів, 802.1p, DSCP, Weighted Round Robin (WRR)
Протоколи керування	CLI, SNMP v1/v2c/v3, RMON, Telnet, SSH, Cisco Network Assistant
Безпека	802.1X, DHCP Snooping, Port Security, ACL, IP Source Guard
Підтримка протоколів	STP, RSTP, MSTP, RIP, Static Routing, IGMP Snooping
Пропускна здатність	32 Gbps (stacking bandwidth до 32 Gbps)
Швидкість пересилання пакетів	До 38.7 Mpps
Буфер пам'яті	1 МБ

Точка доступу MikroTik cAP (RBcAP2nD)



MikroTik cAP (RBcAP2nD) — це компактна та стильна бездротова точка доступу, спеціально створена для розгортання у внутрішніх приміщеннях, таких як офіси, готелі, кафе, навчальні заклади або підприємства, де важливо забезпечити стабільне Wi-Fi покриття без порушення дизайну інтер'єру. Пристрій підтримує стандарт 802.11b/g/n у діапазоні 2.4 ГГц, має потужну антену та дозволяє підключати велику кількість користувачів одночасно з хорошою якістю сигналу. MikroTik cAP працює під керуванням RouterOS з ліцензією Level 4, що забезпечує широкі можливості з маршрутизації, безпеки, VLAN, QoS, управління трафіком, hotspot-аутентифікації та багато іншого. Завдяки підтримці PoE-in, пристрій можна жити по Ethernet-кабелю, що спрощує інсталяцію у важкодоступних місцях. Додатковий Ethernet-порт дозволяє підключати інші мережеві пристрої безпосередньо. Завдяки сумісності з централізованими системами управління, такими як MikroTik CAPsMAN, ця точка доступу ідеально підходить для розгортання в мережах з десятками або сотнями пристроїв.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Бездротова точка доступу (Indoor AP)
Частотний діапазон	2.4 ГГц (802.11b/g/n)
Кількість LAN портів	2 x 10/100 Ethernet (один з підтримкою PoE-in)
Підтримка PoE	Так (Passive PoE, 10–60 В)
Потужність передавача	До 22 dBm
Антенa	Вбудована, всеспрямована, 2 x 2 MIMO
Протоколи бездротової мережі	802.11b/g/n, Access Point, Station, WDS
Безпека	WPA/WPA2 PSK, 802.1X, фільтрація MAC, ізоляція клієнтів
Підтримка VLAN	Так, 802.1Q, Virtual AP
Управління	MikroTik RouterOS, підтримка CAPsMAN, WebFig, Winbox, CLI
Операційна система	MikroTik RouterOS (ліцензія Level 4)

Точка доступу MikroTik cAP ax (cAPGi-5HaxD2HaxD)

MikroTik cAP ax (cAPGi-5HaxD2HaxD) — це високопродуктивна дводіапазонна точка доступу нового покоління з підтримкою стандарту Wi-Fi 6 (802.11ax), яка забезпечує покриття великої щільності користувачів, підвищену пропускну здатність і покращену стабільність з'єднання. Пристрій розроблений для використання у внутрішніх приміщеннях — таких як офіси, готелі, торгові центри та школи — і має компактний та естетичний корпус, що легко монтується на стелю або стіну. Завдяки підтримці одночасної роботи в діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц, cAP ax може обслуговувати більше пристроїв на вищих швидкостях з меншими затримками. Точка доступу оснащена потужним чотириядерним процесором, 1 ГБ оперативної пам'яті, гігабітним Ethernet-портом із підтримкою PoE-in та додатковим портом для підключення іншого пристрою. Працює на операційній системі RouterOS з ліцензією Level 4, що дозволяє реалізувати повноцінну маршрутизацію, VLAN, QoS, фільтрацію трафіку, hotspot-аутентифікацію та централізоване управління через CAPsMAN. MikroTik cAP ax — це рішення для сучасних мереж, де потрібна висока швидкість, масштабованість і стабільність бездротового з'єднання.



Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Бездротова точка доступу (Indoor Wi-Fi 6 AP)
Частотний діапазон	2.4 ГГц (2x2 MIMO) + 5 ГГц (2x2 MIMO), одночасна робота
Стандарт Wi-Fi	802.11a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6)
Кількість LAN портів	2 x 10/100/1000 Ethernet (один з підтримкою PoE-in)
Підтримка PoE	Так, Passive PoE та 802.3af/at
Потужність передавача	До 22 dBm (2.4 ГГц), до 27 dBm (5 ГГц)
Анени	Вбудовані, всеспрямовані (2 x 2 MIMO на кожен діапазон)
Протоколи бездротової мережі	AP, Station, WDS, Mesh, Virtual AP
Безпека	WPA3/WPA2, 802.1X, MAC-фільтрація, клієнтська ізоляція
Підтримка VLAN	Так, 802.1Q, VLAN per SSID
Управління	MikroTik RouterOS, підтримка CAPsMAN, Winbox, WebFig, CLI
Операційна система	RouterOS v7 (ліцензія Level 4)

Точка доступу Cisco Aironet 2702i (AIR-CAP2702I-E-K9)

Cisco AIR-CAP2702I-E-K9 — це високопродуктивна дводіапазонна точка доступу корпоративного класу з підтримкою стандарту Wi-Fi 5 (802.11ac Wave 1), яка забезпечує стабільне покриття, підвищену пропускну здатність і надійне з'єднання для щільних внутрішніх середовищ. Пристрій розроблений для використання в офісах, навчальних закладах, готелях та інших приміщеннях із високим навантаженням на бездротову мережу. Завдяки підтримці одночасної роботи в діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц, точка доступу може обслуговувати велику кількість клієнтів із мінімальними затримками. Модель оснащена технологіями Cisco CleanAir для інтелектуального виявлення перешкод, ClientLink 3.0 для покращення якості сигналу та 3x4 MIMO з трьома просторовими потоками для максимізації швидкості передачі даних. Працює під управлінням контролера Cisco Unified Wireless Network, підтримує VLAN, QoS, WPA2-сумісну автентифікацію, 802.1X та централізоване керування через Cisco WLC.



Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Бездротова точка доступу (Indoor Controller-based Wi-Fi 5 AP)
Частотний діапазон	2.4 ГГц (3x4 MIMO) + 5 ГГц (3x4 MIMO), одночасна робота
Стандарт Wi-Fi	IEEE 802.11a/b/g/n/ac (Wi-Fi 5, Wave 1)
Кількість LAN-портів	2 × 10/100/1000BASE-T Ethernet (RJ-45)
Підтримка PoE	Так, 802.3at PoE+, 802.3af PoE, Cisco Enhanced PoE
Потужність передавача	До 20 dBm (2.4 ГГц), до 23 dBm (5 ГГц)
Антени	Вбудовані всеспрямовані, посилення: 4 dBi (2.4 ГГц), 4 dBi (5 ГГц)
Протоколи бездротової мережі	AP, ClientLink 3.0, CleanAir, MRC, Beamforming, DFS
Безпека	WPA2-Enterprise / WPA2-Personal (AES/CCMP), 802.1X, MAC-фільтрація, клієнтська ізоляція
Підтримка VLAN	Так, 802.1Q, VLAN per SSID, динамічне призначення VLAN
Управління	Cisco WLC (контролер), Cisco Prime, CLI, SNMP, WebUI через контролер
Операційна система	Cisco IOS (controller-based architecture)
Пам'ять	512 МБ DRAM, 64 МБ Flash
Габарити (Ш×Г×В)	22.1 × 22.1 × 5.1 см
Регуляторний домен	Е (Європа): 2.4 ГГц (13 каналів), 5 ГГц (до 21 каналу)

Оптичний лінійний термінал Feixun FP6508 (GEPON)



OLT Feixun FP6508 — це компактний, модульний та високонадійний оптичний лінійний термінал для побудови мереж доступу FTTH на базі технології GEAPON (IEEE 802.3ah). Пристрій розміщується у корпусі типу «pizza-box» висотою 1U і підтримує до 2 сервісних слотів, кожен з яких забезпечує 4 PON-порти, тобто до 8 PON-інтерфейсів на одну OLT. Кожен PON-порт підтримує підключення до 64 абонентських ONU (загалом до 512 ONU на пристрій), що робить FP6508 оптимальним вибором для операторів і провайдерів із середньою щільністю покриття. Завдяки розширеній підтримці VLAN (IEEE 802.1ad), Q-in-Q, QoS, IGMP Snooping/Proxy, шифрування AES, механізмам резервування (гаряча заміна блоків живлення та контролера) та захисту мережі (у т.ч. 50мс кільцевий захист), пристрій забезпечує стабільну роботу сервісів Triple Play: інтернет, IPTV та VoIP. Наявність як електричних, так і оптичних гігабітних інтерфейсів для аплінку дозволяє гнучко підключати пристрій до ядра мережі. FP6508 підтримує локальне та віддалене керування через Ethernet, консольний порт або SNMP, а також пропонує можливість масштабування через змінні модулі.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Підтримка PON	До 8 портів EPON (2 модулі по 4 порти), IEEE 802.3ah
Абонентська ємність	До 512 ONU (64 ONU на порт)
Підтримка VLAN	До 4096 VLAN (IEEE 802.1ad), Q-in-Q
Підтримка QoS	IEEE 802.1p, DSCP, SLA з 64 кбіт/с кроком
Аплінк порти	4 x Gigabit Ethernet (RJ45), 4 x Gigabit SFP (LC)
Протоколи multicast	IGMP Snooping v1/v2, IGMP Proxy, до 256 груп
Підтримка DBA	Різні режими: фіксований, гарантований, максимальний, з пріоритетом
MAC-адреси	До 32 000
Безпека	AES, triple churning encryption, ACL (по порту, MAC, IP, TCP/UDP, ToS)
Агрегація каналів	IEEE 802.3ad, до 128 груп, по 8 портів у групі
Резервування	Гаряча заміна джерел живлення, модулів керування, швидкий кільцевий захист
Консоль / керування	RJ-45 (RS232), SNMP, CLI, локальний Ethernet
Дальність передачі	До 20 км (1:32), стандартно — до 20 км при 1:64

Оптический абонентский терминал FoxGate E1001MZ (GEPON)



Оптический абонентский терминал FoxGate E1001MZ — це компактний клієнтський пристрій класу ONU, призначений для підключення кінцевого користувача до мережі GEAPON за допомогою волоконно-оптичної лінії. Пристрій використовується в мережах FTTH (Fiber To The Home) і забезпечує надійний високошвидкісний доступ до Інтернету, IP-телефонії, IPTV та інших послуг. E1001MZ має один оптичний порт SC/UPC з підтримкою GEAPON (IEEE 802.3ah) і один гігабітний Ethernet порт RJ-45 для підключення до внутрішньої локальної мережі користувача або кінцевого обладнання. Завдяки простоті у встановленні, підтримці автоналаштування та сумісності з більшістю OLT-рішень, термінал є ідеальним вибором для провайдерів, які розгортають мережі доступу останньої милі. FoxGate E1001MZ підтримує функції VLAN, QoS, PPPoE та IGMP Snooping, що дозволяє ефективно керувати трафіком і забезпечувати якість обслуговування для мультимедійних сервісів. Пристрій розміщується у компактному пластиковому корпусі, який зручно встановлювати в житлових або офісних приміщеннях.

Основні технічні характеристики (мережеві)

Характеристика	Значення
Тип пристрою	ONU (оптичний абонентський термінал GEAPON)
Оптичний інтерфейс	1 x SC/UPC (GEAPON, швидкість до 1.25 Гбіт/с, довжина хвилі 1490/1310 нм)
Ethernet порт	1 x 10/100/1000Base-T (RJ-45)
Стандарт PON	IEEE 802.3ah (GEAPON)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q, VLAN tagging/untagging
Підтримка QoS	Так, класифікація та пріоритет трафіку
Підтримка IGMP Snooping	Так, для роботи IPTV
Режими доступу	Bridge / Router (в залежності від конфігурації OLT)
Автоналаштування	Підтримується (через OLT)
Керування	Через OLT (OMCI або пропрієтарний протокол)

Оптический абонентский терминал BDcom P1702-4G



BDcom P1702-4G — це сучасний оптичний абонентський термінал (ONU), що підтримує технологію GEPON (IEEE 802.3ah) і призначений для побудови мереж доступу FTTH (Fiber To The Home) у середовищі домашніх або малих офісних користувачів. Пристрій оснащений одним оптичним портом SC/UPC GEPON для підключення до магістральної мережі оператора та чотирма гігабітними Ethernet портами RJ-45 для підключення локальних клієнтських пристроїв. BDcom P1702-4G забезпечує високу пропускну здатність, стабільне з'єднання та підтримку ключових функцій керування трафіком — таких як VLAN, QoS, IGMP Snooping — що робить його оптимальним вибором для надання послуг Інтернету, IPTV та VoIP. Пристрій підтримує як bridge, так і routed режими, що дозволяє операторам гнучко налаштовувати модель доступу в залежності від сценарію. Завдяки підтримці автоконфігурації через OLT, термінал зручний у масовому впровадженні, а його компактний і ергономічний корпус ідеально підходить для монтажу в житлових приміщеннях.

Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	ONU (оптичний абонентський термінал GEPON)
Оптичний інтерфейс	1 x SC/UPC (GEPON, швидкість до 1.25 Гбіт/с, довжина хвилі 1490/1310 нм)
Ethernet порти	4 x 10/100/1000Base-T (RJ-45)
Стандарт PON	IEEE 802.3ah (GEPON)
Підтримка VLAN	IEEE 802.1Q, VLAN tagging/untagging
Підтримка QoS	Так, багаторівнева класифікація трафіку
Підтримка IGMP Snooping	Так, IGMP Snooping v1/v2 для IPTV
Режими роботи	Bridge / Router
Автоналаштування	Так, через OLT
Керування	Через OLT (OMCI або пропрієтарний протокол), Web/CLI (в routed режими)

IP-телефон Cisco 7942G (Unified IP Phone)

Cisco 7942G (Unified IP Phone 7940 Series) — це надійний корпоративний VoIP-телефон із підтримкою стандартних функцій IP-телефонії, який забезпечує якісну голосову комунікацію для офісних середовищ, навчальних закладів та контакт-центрів. Пристрій розроблений для інтеграції з платформою Cisco Unified Communications Manager (CUCM) і підтримує як протокол SCCP (Skinny), так і стандартний SIP, що забезпечує гнучкість у виборі рішення для керування викликами. Завдяки наявності двох Ethernet-портів 10/100 Мбіт/с, телефон може підключатися до мережі з живленням через PoE та одночасно забезпечувати доступ до мережі для підключеного комп'ютера, зменшуючи потребу в додаткових розетках. Монохромний графічний дисплей із підсвіткою, програмні клавіші та підтримка широкого набору кодеків (G.711, G.729, G.722) дозволяють організувати зручну та якісну голосову комунікацію з підтримкою функцій конференц-зв'язку, утримання виклику, переадресації та інтеграції з корпоративними каталогами.



Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Тип пристрою	IP-телефон корпоративного класу (VoIP, SCCP/SIP)
Дисплей	Монохромний графічний, 192 × 64 пікселі, із підсвіткою
Мережеві інтерфейси	2 × 10/100BASE-T Ethernet (RJ-45): порт для мережі + порт для ПК (PC passthrough)
Підтримка PoE	Так, IEEE 802.3af PoE або Cisco PoE (Class 2)
Живлення (опціонально)	Зовнішній адаптер 48 В DC (CP-PWR-CUBE-3)
Аудіокодеки	G.711a/μ-law, G.729a/b, G.722 (wideband), iLBC (залежить від CUCM)
Підтримка протоколів	SCCP (Skinny), SIP (RFC 3261), RTP/RTCP, TLS, SRTP
Безпека	TLS для сигналізації, SRTP для медіа, 802.1X-автентифікація, шифрування конфігурації
Функції викликів	Утримання, переадресація, конференц-зв'язок (до 3 учасників), виклик на очікуванні, швидкий набір, історія викликів
Інтеграція	Cisco Unified Communications Manager (CUCM), LDAP-каталоги, XML-додатки
Кнопки та індикація	2 програмні клавіші, навігаційний джойстик, індикатор повідомлень, регулятор гучності
Аудіовиходи	RJ-9 для handset, RJ-9 для гарнітури (підтримка EHS), вбудований динамік (hands-free)
Управління	Веб-інтерфейс телефону, CUCM Administration, CLI через консоль (обмежено)