

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-56-42>

УДК: 621.3:004.9

**Круліковський Борис Борисович**, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0001-7944-551X>

**Степанюк Юрій Ігорович**, студент

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

## ЛОКАЛЬНА АТС ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

**Круліковський Б.Б., Степанюк Ю.І.** Локальна АТС підприємства на базі комп'ютерної мережі. В роботі проведено аналіз сучасних телекомунікаційних технологій на предмет можливостей і потенційних вразливостей, які можуть виникнути внаслідок російського повномасштабного вторгнення в Україну. Після обґрунтованого врахування переваг IP-технологій, найбільше уваги приділено їх використанню для побудови надійної і захищеної системи телефонного зв'язку підприємства. При цьому підкреслено економічну вигідність поєднання в одній системі спільної роботи проводових і стільникових абонентів, які отримують послуги від незалежних операторів зв'язку. Це зменшує залежність надійності каналів від геолокації базових станцій і дозволяє розширити географію стабільно доступних абонентів. На думку авторів найбільш ефективною є інтеграція традиційних технологій зв'язку з IP-технологіями на основі використання власної цифрової міні-АТС, керування якою доцільно покласти на персональний комп'ютер. Безперервна комунікація співробітників можлива тільки завдяки створенню автономної інформаційно-комунікаційної структури на основі існуючої локальної комп'ютерної мережі підприємства. Це дає підстави пропонувати функціональну схему захищеного телефонного зв'язку між абонентами підприємства та зовнішнім середовищем на основі використання власної локальної обчислювальної мережі (ЛОМ). Така система дозволяє інтегрувати всі наявні в межах підприємства аналогові і цифрові апаратні засоби та забезпечує стабільний зв'язок навіть в умовах відключення енергоживлення на досить тривалий час. Важливою є також можливість підтримки сталого зв'язку без необхідності одноразових суттєвих капіталовкладень на модернізацію інфраструктури.

**Ключові слова:** телефонний зв'язок, інформаційно-телекомунікаційна система, IP-телефонія, надійність

**Krulykovskiy B., Stepaniuk Y.** Local PBX of an enterprise based on a computer network. The paper analyzes modern telecommunication technologies for opportunities and potential vulnerabilities that may arise as a result of Russia's full-scale invasion of Ukraine. After carefully considering the advantages of IP technologies, the article focuses on their use to build a reliable and secure enterprise telephone system. At the same time, the author emphasizes the economic profitability of combining wireline and cellular subscribers receiving services from independent telecommunications operators in one system. This reduces the dependence of channel reliability on the geolocation of base stations and allows to expand the geography of consistently available subscribers. According to the authors, the most effective way is to integrate traditional communication technologies with IP technologies through the use of a dedicated digital mini-PBX, which should be controlled by a personal computer. Continuous communication of employees is only possible through the creation of an autonomous information and communication structure based on the existing local computer network of the enterprise. This gives grounds to propose a functional scheme of secure telephone communication between enterprise subscribers and the external environment based on the use of its local area network (LAN). Such a system allows you to integrate all the analog and digital hardware available within the enterprise and ensures stable communication even in the event of a power outage for a sufficiently long time. It is also important to be able to maintain stable communication without the need for one-time significant investments in infrastructure modernization.

**Key words:** telephone communication, information and telecommunication system, IP-telephony, reliability

**Постановка проблеми.** Воєнний час в Україні формує додаткові вимоги до роботи критично важливого комп'ютерного обладнання та засобів зв'язку: для нормального функціонування офісу підприємства в продовж робочого дня необхідно враховувати можливість припинення подачі електроживлення екстрено та за графіком, а також тимчасового припинення роботи підприємств стаціонарного (провідного) та стільникового зв'язку.

При наявності на підприємстві офісних провідних телефонів міської телефонної мережі в момент блекауту зв'язок стає неможливим. Масова наявність стільникових телефонів у працівників також не гарантує безперервності зв'язку між ними через підключення стільникових телефонів до інших операторів, які мають різну готовність оперативного та тривалого продовження роботи свого обладнання в разі припинення подачі електроживлення. Безперервність електроживлення вирішується за рахунок використання пристроїв UPS, автономних електрогенераторів, накопичувачів електроенергії, але безперервна комунікація співробітників можлива тільки завдяки створенню автономної інформаційно-комунікаційної структури на основі існуючої локальної комп'ютерної мережі.

Мета дослідження полягає у забезпеченні стійкої енергонезалежної та захищеної системи електрозв'язку підприємства шляхом розробки та впровадження гібридної мультисервісної цифрової телефонної системи на основі комп'ютерної мережі підприємства з власною цифровою АТС. Це дасть можливість:

- об'єднати наявні аналогові, стільникові засоби зв'язку, комп'ютеризовані робочі місця та наявну комп'ютерну мережу у єдину автономну інтегровану інформаційно-комунікаційну систему підприємства;

- розподілити капітальні вкладення та витрати на підготовку технічного персоналу до етапу поступового переходу від аналогової до цифрової телефонної системи;

- перейти від аутсорсингу послуг телефонних компаній та дата-центрів до самостійного керування власною автономною інформаційно-комунікаційною системою.

**Завдання дослідження.** Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

1) провести аналіз існуючих технологій телефонії з акцентом уваги на їх перевагах і недоліках.

2) проаналізувати наявне на ринку обладнання та програмне забезпечення, що придатне для створення автономних офісних телефонних мереж, та здійснити обгрунтований вибір оптимального варіанту.

3) здійснити розробку функціональної схеми телекомунікаційної системи на основі обраних засобів апаратно-програмного забезпечення.

4) встановити можливості модифікації існуючої локальної комп'ютерної мережі підприємства для застосування її в якості основи автономної інтегрованої мультибазисної інформаційно-комунікаційної системи підприємства.

### **Схемотехнічні рішення АТС на основі технології IP-телефонії.**

Існує декілька варіантів схемотехнічних рішень для створення офісної АТС на базі IP-телефонії.

Організація АТС на базі IP-телефонії із зовнішнім менеджментом – рішення, для тих, хто не хоче мати клопоту з розгортанням та адмініструванням власного серверу або міні IP-АТС (рис. 1).

Великі оператори зв'язку використовують не тільки фізичні сервери для керування телефонними мережами клієнтів але й переносять функції VoIP-АТС у віртуальне середовище – хмару.

Хмара – це група серверів [1, 48с], які функціонують як одне ціле. Їхні спільні потужності поділяються на окремі віртуальні сервіси, як наприклад, IP АТС клієнтів. Цим досягається максимально ефективного використання потужностей серверного середовища, тому що окремі сервери відносно не залежать від активності окремого клієнта.

Для абонента послуг телефонного оператора і віддаленого менеджменту його телефонної мережі немає різниці яким чином реалізовані функції IP АТС: фізично чи віртуально. Всі питання повнофункціональної та безперебійної роботи АТС лягають на плечі телефонної компанії.

Організація телефонної мережі зводиться до підключення груп SIP/VoIP телефонів або софтофонів (з ПК або смартфонів) до маршрутизаторів, які підключаються по виділеному каналу до телефонного оператора. Тобто АТС компанії фізично знаходиться в приміщенні телефонного оператора – провайдера IP-телефонії. Це може бути або фізичне обладнання або віртуальна АТС у хмарі провайдера у складі всіх необхідних серверів.

Маршрутизатор має підтримувати технології VoIP/SIP. Зрозуміло, засоби IP-телефонії підключаються до маршрутизатора через порти Ethernet RJ-45 або для підключення у SIP мережу використовуються швидкісні Ethernet 100/1000 Мб/с.

Якщо компанія продовжує використовувати аналогові телефони, факси, необхідно придбати VoIP-шлюз, через який вони можуть підключатися до комп'ютерної мережі.

Наприклад, аналоговий шлюз Grandstream GXW4232 [2], наприклад, оснащений 32 портами FXS, що дозволяють підключати як аналогові телефонні, так і факсимільні апарати. Інтеграція в SIP мережу проводиться з використанням високошвидкісного інтерфейсу Ethernet 10/100/1000 Мб/с.

VoIP-шлюз є мостом між IP і аналоговою телефонною мережею.

Залежно від того, звідки надходить голосовий трафік, шлюз VoIP перетворює голосовий трафік у належну форму для цільових мереж, таких як IP або для аналогової телефонної мережі загального користування (ТМЗК).

Якщо голосовий трафік надходить з ТМЗК або від аналогових телефонів, шлюз VoIP перетворює аналогові голосові сигнали в цифрові. Потім він стискає і перетворює цифрові сигнали в серію пакетів даних, які передаються через IP-мережу за допомогою протоколу сигналізації.

Якщо голосовий трафік надходить з IP-мережі, шлюз VoIP розпаковує пакети даних в цифрові сигнали, а потім передає їх в аналогові канали.

В залежності від напрямку перетворення аналогового сигналу в цифровий є три типи шлюзів (рис. 2.):

- з FXS-портами, якщо треба підключити корпоративну IP-АТС до звичайної міської АТС;
- з FXO-портами, для підключення аналогових телефонів до цифрової телефонної мережі;
- гібридні VoIP-шлюзи, оснащені портами обох типів: FXO, FXS. У роз'єм FXO під'єднують аналогову лінію, а в FXS-порт — цифрову АТС (затребувані при відсутності у останньої вільних портів).

Додатково, для інтеграції мобільних абонентів зі смартфонами використовуються VoIP GSM шлюзи (рис. 2.).

Використання VoIP GSM шлюзів дає можливість дзвонити в межах офісу зі стаціонарних телефонів на стільникові і навпаки, а також зв'язуватись між мобільними абонентами різних операторів без використання послуг операторів стільникового і провідного зв'язку.

При виборі шлюзу VoIP необхідно врахувати:

- навантаження дзвінками: переконайтеся, що вибраний вами шлюз може впоратися з необхідною пропускну здатністю голосових дзвінків VoIP, з можливим подальшим зростанням на 20-25%;

- підтримку протоколів VoIP: найпоширенішими протоколами сигналізації дзвінків VoIP є SIP та H323.

- сумісність з портами роутера або АТС.

Щоб скористатися таким способом організації офісної АТС необхідно:

- вибрати провайдера IP-телефонії;
- підключити тариф АТС в особистому кабінеті на сайті провайдера (розрізняються функціоналом і кількістю робочих місць, що входять в пакет);

- додати додаткові платні послуги (оплачуються по абонентській платі) і співробітників понад пакет;

- налаштувати сценарії прийому дзвінків, голосову пошту, Запис дзвінків, переадресацію та інші функції;

- приступити до роботи.

**Перевагами підключення є:**

- незначний обсяг капіталовкладень по заміні/купівлі обладнання;
- відсутність необхідності модернізації офісної АТС та оновлення її програмного забезпечення;

- відсутність потреби тримати або оплачувати технічного спеціаліста з адміністрування офісної АТС;

- можливість використання в телефонній мережі аналогових телефонів і факсів (при застосуванні VoIP-шлюзу);

- простота експлуатації.

**Недоліками підключення до оператора VoIP телефонії є:**

- необхідність придбання маршрутизатора (роутера) з підтримкою VoIP;
  - дзвінки в середині компанії відбуваються через зовнішню АТС;
  - необхідно постійно оплачувати послуги телефонного оператора.
- функціональні можливості АТС обмежуються переліком послуг телефонного оператора в межах замовленого тарифного пакету.

**Офісна АТС на базі IP-телефонії з орендованим сервером у хмарі.**

В сучасній практиці клієнт не обов'язково має володіти власною АТС або оплачувати послуги по керуванню власною телефонною мережею телефонної компанії. З власних особливих міркувань та при наявності власних спеціалістів з обслуговування програмного забезпечення АТС компанія може орендувати сервер у Дата-центрі для встановлення на ньому необхідного програмного забезпечення, в тому числі такого, що виконує функції IP АТС.

Оренда сервера – це можливість отримати необхідну кількість потужностей і ресурсів для реалізації власних задач, не витрачаючи великі гроші на покупку дорогого обладнання. В цьому випадку немає необхідності нести додаткові витрати, займатися пошуком і навчанням спеціалізованого персоналу.[3, 4с]

При цьому власник сервера (Орендодавець) самостійно забезпечує:

- повний контроль роботи сервера та програмного забезпечення на ньому клієнтом;

- безперебійне цілодобове 24x7 живлення сервера;
- комфортні умови роботи обладнання, як-то підтримку необхідних кліматичних параметрів у приміщенні;
- надання в оренду високоякісного надійного швидкісного обладнання від глобально відомих виробників з заслуженою репутацією;
- регулярне технічне обслуговування обладнання (а при необхідності, виконує його ремонт, заміну);
- забезпечує встановлення ліцензійної операційної системи, інших програм, необхідних для функціонування сервера;
- своєчасне оновлення серверного програмного забезпечення;
- надає послуги з безпеки роботи програмного забезпечення клієнта та ліній його зв'язку;
- надає лінії високошвидкісного Інтернету;
- надає цілодобову підтримку.

В деяких дата-центрах також забезпечується моніторинг зависання програм клієнта та автоматичні та систематичні мануальні бекапи програмного забезпечення на сервері для наступного його відновлення на час настання проблеми, у разі необхідності.

Панель керування при оренді виділеного сервера надається клієнту, як правило, безкоштовно.

Від клієнта вимагається наявність певних компетенцій для встановлення, налаштування свого програмного забезпечення на сервері, контролю його функціонуванням та сумісністю з встановленою на сервері операційною системою.

#### **Офісна АТС на базі IP-телефонії з програмним сервером.**

Найбільш розповсюдженими схемами організації IP-телефонної мережі компаній є схеми на основі IP-телефонії [5, 636с] з різноманітними схемами підключення до постачальника послуг телефонії.

Враховуючі можливості, які надає цифровий телефонний зв'язок основним ядром сучасної офісної мережі є апаратна або програмна IP АТС, а також невід'ємними компонентами є:

- IP телефони;
- софтофони на ПК, ноутбуках, що підключаються через кабельну мережу Ethernet;
- софтофони на базі ноутбуків, що підключаються у телефонну мережу через Wi-Fi;
- пристрої комутації IP телефонів (SIP, VoIP шлюзи, комутатори (switch), роутери з підтримкою цих технологій);
- пристрої комутації у IP-телефонну мережу аналогових телефонів, факсів (VoIP FXS шлюз);
- пристрої комутації у IP-телефонну мережу стільникових телефонів (VoIP GSM шлюз).

Процес будівництва офісної телефонної IP- мережі, в компанії, яка користується тільки аналоговими телефонними апаратами та факсами, починається з організаційних заходів по адаптації існуючого парку засобів зв'язку в нову цифрову телефонну мережу. Тобто необхідно придбати VoIP FXS шлюзи, комутатори та роутери з підтримкою SIP, VoIP, в залежності від вибраної моделі використання телефонів на робочих місцях. Придбання додаткового комутаційного обладнання для не критично важливих підключень, як-то VoIP GSM шлюз, нові IP телефони та шлюзи до них може здійснюватись в робочому порядку, в міру виділення коштів та заміні аналогових телефонів на цифрові.

Схема офісної АТС в цьому випадку буде виглядати як на рис. 3.

Наступним кроком в ході насичення телефонної мережі IP-обладнанням може бути перехід з програмної реалізації офісної АТС на апаратну з придбанням готової IP АТС.

#### **Офісна АТС на базі IP-телефонії та міні-АТС.**

Варіантом розвитку власної офісної АТС є застосування апаратних IP АТС в готовому до роботи стані від виробника (рис. 4). Цей підхід вимагає від компанії великих одномоментних вкладень в розрізі фінансів та повної готовності технічного персоналу до розгортання, налаштування та пере конфігурації АТС, в процесі внесення змін у топологію телефонної мережі і підключення нових абонентів.

У такого підходу є свої переваги і недоліки.

На прикладі недорогого, потужного і компактного рішення IP-АТС Yeastar MyPBX 1600 (рис. 5) [4] продемонструємо це.

MyPBX 1600-це апаратна АТС, яка має прошивку на базі Oktell. У пристрої не налагоджений повний доступ до конфігурації Oktell, але разом з цим спрощені налаштування - для цього достатньо використовувати веб-інтерфейс. Це означає, що функціонал АТС звужується, але управління стає доступним навіть для недостатньо навчених співробітників[4].

Підключення АТС до працюючої інфраструктури здійснюється через звичайний комутатор. Якщо в компанії локальна мережа вже налагоджена, з процесом не виникає ніяких проблем.

Основними характеристиками MyPBX 1600 є: підтримка до 22 розмов одночасно; підтримка до 100 користувачів системи; автовідповідач з гнучкими налаштуваннями; голосова пошта; конференц-кімнати; парковка викликів; черговість викликів; переклад, захоплення, трансфер виклику; очікування дзвінка; маршрутизація дзвінка; АВН; Режим «не турбувати»; Call Detail Records; музичний супровід в режимі очікування; передача факсу, в тому числі на електронну пошту.

Крім того, існують додаткові можливості: переадресація викликів; доступ до зовнішніх ліній АТС-DISA; особистий кабінет користувача; запис розмов; груповий дзвінок; підтримка відео; SIP SMS; відображення статусу абонента.

Що є кращим – цей варіант чи хмарне (віртуальне рішення)?

1. Важлива перевага апаратних АТС-відсутність щомісячної абонентної плати SIP-провайдеру. Залишається тільки абонплата за користування каналом. Підрахунки показали, що апаратна АТС окупає себе вже через 10 місяців.

2. Можливість підключення діючого факсу і аналогової лінії до апаратної АТС. Коли лінія підключена через шлюз з FXO портом, аналоговий факс підключити набагато складніше, при цьому є велика вірогідність, що нічого не запрацює.

3. Керування телефонною станцією апаратного типу максимально спрощено, веб-інтерфейс багатьма мовами. Головні налаштування можна вибрати за півгодини. У цьому випадку, звичайно, хмарні рішення кращі - Налаштування вже встановлені для користувачів. Покупцям залишається тільки виконати налаштування реєстрації безпосередньо на телефонах.

4. Використовуючи апаратну АТС, можна вибрати будь-якого провайдера. Якщо використовується хмарна АТС, доводиться вибирати провайдера, який запропонований компанією-постачальником. Апаратна станція передбачає вказівку декількох SIP провайдерів і виконання маршрутизації за найдешевшими напрямками. Також є можливість вибрати SIP-провайдера в іншій країні і говорити за місцевими цінами.

5. Обидва варіанти передбачають підключення віддалених операторів, а також віддалених офісів. Це виконується легко, практично граючи. Єдиний нюанс - апаратна АТС потребує більшого об'єму налаштувань (кидок портів на маршрутизації, базові правила безпеки). Цей пункт також охоплює свободу переміщення, адже SIP реєстрація взагалі не прив'язана до місця знаходження АТС. Це означає, що однаковим акаунтом можна підключатися з будь-якого комп'ютера з підключеним Інтернетом.

6. Якщо розмови по Інтернету потрібно захистити, віддалених співробітників або цілі офіси можна підключити до апаратної станції через VPN тунелі. Для хмарної станції найчастіше не передбачена ця функція, тому, при бажанні, передані відомості перехоплюються простіше.

### **Офісна АТС на основі IP-телефонії та ЛОМ.**

На основі аналізу наведених варіантів реалізації корпоративної системи телефонного зв'язку керівництву підприємства запропонована гібридна мультисервісна цифрова телефонна система, структурна схема якої наведена на рис.6.

Обрана схема гібридної мультисервісної цифрової телефонної системи включає різноманітні комунікаційні елементи, що забезпечують високий рівень гнучкості і можливостей для офісного середовища. Основними компонентами системи є:

1. Маршрутизатори (роутери), що використовуються для забезпечення з'єднання з Інтернетом та управління мережевим трафіком. Маршрутизатори також можуть здійснювати функції фаєрволу для забезпечення безпеки мережі.

2. Комутатори (switch), що виконують функції блочної комутації мережі в офісі, завдяки чому дозволяють ефективно керувати трафіком між різними пристроями в ЛОМ.

3. FXO VoIP шлюзи призначені для підключення аналогових телефонів і факсів до VoIP-мережі. Їх основна функція - перетворення сигналів з аналогових пристроїв у цифрові для передачі через IP-мережу.

4. GSM VoIP шлюзи, що дозволяють інтегрувати стільникові телефони в VoIP-мережу шляхом з'єднання між IP-мережею і стільниковими операторами.

5. E1 VoIP шлюзи призначені для підключення SIP-телефонів до цифрових телефонних ліній (E1). Ці шлюзи забезпечують високу пропускну здатність і можливість одночасного з'єднання декількох телефонів.

6. Програмно-апаратна чи апаратна АТС, яка є центральним елементом системи і керує всіма з'єднаннями та функціями телефонної системи. АТС може бути як програмною (наприклад, Asterisk), так і апаратною (наприклад, PBX від виробників, таких як Avaya, Cisco тощо)

7. Мережевий комутатор або маршрутизатор забезпечує підключення всіх компонентів системи до мережі Інтернет і/або внутрішніх корпоративних мереж.

8. Інтернет-транки (зовнішні лінії) для підключення до зовнішніх телефонних мереж (транків) через SIP/VoIP провайдерів для здійснення викликів на загальнодоступні телефонні номери і міжнародні виклики.

9. Віддалені внутрішні абоненти: Це можуть бути віддалені користувачі або інші локалізації офісів, що підключені до основної телефонної системи через інтернет.

10. IP-телефони і софтфони. Це цифрові телефони, які підключені безпосередньо до мережевого комутатора чи маршрутизатора через Ethernet. Вони використовують IP-протокол для передачі голосової інформації по мережі.

11. DECT безпроводні телефони, що підключаються до базової станції, яка, в свою чергу, підключена до мережевого комутатора чи маршрутизатора через Ethernet.

Міні-АТС Yeastar S50 підтримує одночасне підключення як IP-телефонів, так і аналогових, що забезпечує гнучкість і можливість інтеграції з різними типами обладнання в одній системі. При цьому Yeastar S50 підтримує різні моделі IP-телефонів від різних виробників шляхом підключення безпосередньо до локальної мережі через Ethernet-порти на міні-АТС або через внутрішню WiFi мережу (якщо ця опція підтримується). З'єднання зазвичай здійснюється за допомогою протоколу SIP (Session Initiation Protocol), що є стандартом для VoIP-комунікацій. Yeastar S50 підтримує SIP для налаштування і управління IP-телефонами в мережі. В такому випадку IP-телефони можуть використовувати всі функції, які надає Yeastar S50, такі як конференц-звіти, групова інтеграція з CRM-системами і т. д. Кожен IP-телефон має свою унікальну IP-адресу і налаштовується через веб-інтерфейс або спеціальне програмне забезпечення.

Yeastar S50 також підтримує підключення аналогових телефонів через FXS порти (Foreign Exchange Station), що можуть підтримувати звичайні аналогові телефони або факсимільні апарати. Yeastar S50 має вбудовані FXS порти, які відповідають за підключення аналогових пристроїв, кількість яких залежить від моделі (наприклад, S50 підтримує до 8 FXS портів). Аналогові телефони конфігуруються через веб-інтерфейс Yeastar S50, де можна налаштувати номери телефонів, вибрані групи, правила маршрутизації і т. д.

Yeastar S50 забезпечує управління як IP-телефонами, так і аналоговими пристроями через єдиний інтерфейс управління, за допомогою якого можна легко налаштувати і керувати обома типами телефонів, розподіляти номери та здійснювати інші адміністративні функції.

Міні-АТС (Private Branch Exchange, PBX) і гібридна АТС, які були створені з використанням Asterisk, відображають гнучкість і можливості цього програмного забезпечення з відкритим кодом в сфері телефонії й комунікацій. Asterisk - це інструментарій, який можна використовувати окремо або в поєднанні з іншими проектами для створення Інтернету речей [6,7]. Слід пам'ятати, що встановлення, налаштування та конфігурування Asterisk передбачають, що це робить досвідчений адміністратор Linux-систем.

Все вищенаведене є підставою стверджувати, що застосування IP-технології та наявність широкої гами комутаційного обладнання при модернізації офісної телефонної мережі надають наступні можливості:

а) здійснювати поетапний перехід від аналогового обладнання до цифрового, з поступовою повною заміною фізично та морально застарілих моделей на цифрові;

б) перейти від офісної телефонної системи на базі старого типу телефонів/факсів та від отримання послуг телефонної компанії із зовнішнім керуванням процесами у телефонній мережі підприємства до самостійного керування автономною цифровою АТС з повномасштабним контролем всього комунікаційного обладнання і всіх технологічних процесів зв'язку;

в) продовжити експлуатацію старих аналогових телефонів після переходу від офісної телефонної системи на базі старого типу телефонів/факсів до самостійного керування автономною цифровою АТС.

Завдяки розподілу процесу у часі на етапи, впровадження технології IP-телефонії стає безболісним в плані поступових капіталовкладень, а також можливості поступової підготовки власного технічного персоналу, який в процесі розбудови телефонної мережі має час для підвищення своєї кваліфікації до потрібного рівня з метою самостійного створення, налаштування та змінювання конфігурації офісної IP АТС.

#### Список бібліографічного опису

1. Зінченко О.В., Іщеряков С.М., Прокопов С.В., Сєрих С.О., Василенко В.В. Хмарні технології. – Навчальний посібник. – К: ФОП Гуляєва В.М., 2020.
2. Grandstream GXW4232. Grandstream– веб-сайт. – URL: <https://www.grandstream.com/products/gateways-and-atas/voip-gateways/product/gxw4200-series>.
3. Learning Amazon Web Services (AWS) - A Hands on Guide to the Fundamentks of AWS - Mark Wilkins - Addison-Wesley, 2020
4. On-premix IP PBX System. Yeastar– веб-сайт. – URL: <https://www.yeastar.com/ip-pbx/>.
5. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.: іл
6. MyPBX Standart - веб-сайт - URL: <https://www.yeastar.com/de/mypbx-standard/>
7. Getting started with Asterisk - веб-сайт - URL: <https://www.asterisk.org/get-started/>

#### References

1. Zinchenko O.V., Ishcheryakov S.M., Prokopov S.V., Serykh S.O., Vasylenko V.V. Cloud technologies. – Study guide. – To: FOP Gulyaeva V.M., 2020.
2. Grandstream GXW4232. Grandstream– веб-сайт. – URL: <https://www.grandstream.com/products/gateways-and-atas/voip-gateways/product/gxw4200-series>
3. Learning Amazon Web Services (AWS) - A Hands on Guide to the Fundamentks of AWS - Mark Wilkins - Addison-Wesley, 2020
4. On-premix IP PBX System. Yeastar– веб-сайт. – URL: <https://www.yeastar.com/ip-pbx/>
5. Telecommunication and information networks: Textbook [for higher educational institutions] / P.P. Vorobienko, L.A. Nikityuk, P.I. Reznichenko. - K.: SAMMIT-Knyga, 2010. - 708 p.
6. MyPBX Standart - веб-сайт - URL: <https://www.yeastar.com/de/mypbx-standard/>
7. Getting started with Asterisk - веб-сайт - URL: <https://www.asterisk.org/get-started/>