

5 (102)' 2013

**ІНФОРМАЦІЙНО -КЕРУЮЧІ  
СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ  
ТРАНСПОРТІ**

Виходить 6 разів на рік

Видається з 23 квітня 1996 р.

**INFORMACIJO-KERUÛCI SISTEMI  
NA ZALIZNICNOMU TRANSPORTI**

---

**Зміст – Содержание – Contents**

**Видання**

Української державної  
академії залізничного  
транспорту

**Алешин Г.В.**

Новый метод математического программирования  
для прикладных задач радиоэлектронной  
системологии..... 3

**Воронко І.О.**

Диференціально - ігрова модель надійності  
мікропроцесорних систем моніторингу тягових  
електричних мереж залізниць..... 8

**Боцул А.В., Зубенко В.А., Волков А.С.,  
Штомпель Н.А.**

Свойства алгебраических сверточных кодов  
перемежения..... 16

**Трубчанінова К.А., Полякова К.В.**

Дослідження пропускної здатності мережі доступу в  
залежності від типу абонента ..... 23

**Стасюк О.І., Гончарова Л.Л., Максимчук В.Ф.,  
Голуб Г.М.**

Методи комп'ютерної інтелектуалізації режимів  
функціонування тягових мереж залізниць ..... 29

**Мирошник М.А., Котух В.Г., Пахомов Ю.В.**

Исследования влияния технологических режимов  
импульсной лазерной сварки на надежность  
корпусных изделий датчиков измерения физических  
величин ..... 36

**Слюсарь І.І., Уткін Ю.В., Слюсарь О.І.**

Трансфер технологій уніфікованих комунікацій в  
інтересах навчального процесу та управління вищим  
навчальним закладом ..... 39

УДК 621.395

СЛЮСАРЬ І.І., к.т.н., доцент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка),  
УТКІН Ю.В., к.т.н., доцент (Полтавська державна аграрна академія),  
СЛЮСАРЬ О.І., студентка (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка)

## Трансфер технологій уніфікованих комунікацій в інтересах навчального процесу та управління вищим навчальним закладом

*В роботі розглянуті технічні аспекти побудови корпоративної мережі IP-телефонії вищого навчального закладу. Для інтеграції послуг реального часу визначений інструментарій реалізації концепції уніфікованих комунікацій. Проведений аналіз способів забезпечення безшовного роумінгу. Запропонований підхід реалізації роумінгу в корпоративних мережах IP-телефонії на основі програмної IP-АТС.*

**Ключові слова:** роумінг, IP-телефонія, програмна IP-АТС, корпоративна мережа, уніфіковані комунікації, Wi-Fi, mesh-мережі.

### Постановка проблеми

Як відомо, в силу специфіки такого об'єкта, як вищий навчальний заклад, управління ним повинно бути централізованим, а враховуючи масштаби та складність – багаторівневим. Умовою стійкого функціонування такої багаторівневої системи є надійний та оперативний інформаційний обмін необхідного рівня та якості. Витрати на нього є складовою частиною вартості життєзабезпечення закладу. При цьому необхідно враховувати можливу територіально-розподілену структуру установи.

Для здійснення інформаційного обміну зазвичай використовуються ресурси місцевого інтернет-провайдера [1], телефонної мережі загального користування та операторів мобільного зв'язку. Однак, забезпечити об'єднане використання послуг реального часу таких як: миттєві повідомлення (чат), інформація про присутність (presence), телефонія (включаючи IP-телефонію), відеоконференція, спільна робота над документами, управління викликами та розпізнавання мови з уніфікованими поштовими системами (голосова пошта, електронна пошта, SMS, факс) звичайними засобами є досить складним і нерентабельним процесом. Як наслідок, виникає потреба в розробці проекту корпоративної мережі IP-телефонії, що буде відповідати сучасним тенденціям розвитку інфокомунікаційних сервісів і послуг, конфіденційності, надійності та живучості системи управління в цілому.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Головною рисою корпоративних мереж є те, що в них на перший план виходять інформаційні послуги [2]. Ці мережі не можуть обмежуватись лише транспортними послугами. Якщо мережі операторів зв'язку можуть і не надавати інформаційних послуг, так як комп'ютери користувачів знаходяться за межами їх відповідальності, то корпоративні мережі не можуть собі цього дозволити. Іншою особливістю корпоративної мережі є її масштабність. При об'єднанні в єдину мережу окремих мереж закладу, який має філіали або структурні підрозділи в різних містах, на перший план виходять проблеми, які в мережах робочих груп, відділів і навіть будівель мали або вторинне значення, або взагалі не проявлялись. Це обумовлює те, що повноцінна корпоративна мережа має включати в себе як локальні, так і глобальні мережі. Таким чином, корпоративна мережа є прикладом інфокомунікаційної мережі, тобто існує комбінація двох типів послуг - інформаційних і телекомунікаційних.

В цілому, існуючі проекти та рішення в області корпоративної телефонії свідчать про необхідність забезпечення наступних положень.

1. Наявність багатоканального телефонного номера.

2. Всі підрозділи незалежно від їх розташування об'єднані в єдину телефонну мережу із загальним планом номерів.

3. Співробітникам закладу доступні голосова пошта, конференції, селекторні наради та інші сервіси.

4. При використанні міжміського та міжнародного зв'язку ведеться детальний облік, є можливість запису розмов при викликах на екстрені номери або інші.

З іншого боку залишається актуальною задача оптимізації вибору способу комунікації працівників

закладу з врахуванням графіку роботи та систем CRM [3].

#### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**

Звичайні аналогові АТС не відповідають перерахованим вимогам, тоді як цифрові АТС мають високу вартість, яка, на жаль, не завжди виправдана. При цьому, для інтеграції послуг реального часу необхідно визначити інструментарій реалізації концепції уніфікованих комунікацій, який усуває зазначений недолік, а також забезпечує роумінг в корпоративних мережах IP-телефонії.

Базуючись на цих дослідженнях, **метою роботи** є підвищення ефективності інформаційного обміну корпоративної мережі вищого навчального закладу, який має територіально-розподілену структуру.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

У відповідності до зазначених вимог і враховуючи вже існуючу комунікаційну інфраструктуру вищого навчального закладу, яка забезпечує деякий рівень диверсифікації, в роботі пропонується реалізація концепції уніфікованих комунікацій (Unified Communications, UC) [4]. Вона позиціонується перш за все, як спосіб вирішення бізнесу-завдань установи за рахунок використання інтегрованих технічних продуктів, що дозволяють створити єдину комунікаційну інфраструктуру, яка об'єднує голосові, відео- та інформаційні додатки. UC мають переваги: співробітники отримують простий та ефективний комунікаційний інструмент для роботи в будь-яких умовах і практично з будь-якої точки світу. Таким чином, оптимізуються бізнес-процеси, збільшується продуктивність і ефективність управління, а значить, скорочуються витрати.

У загальному випадку, відповідно до принципів проектування корпоративних мереж, спочатку було детально проаналізовано організаційну структуру з метою виявлення потреби у інформаційному обміні між різними структурними підрозділами, а також зв'язку із зовнішнім світом [4], стан існуючої інфраструктури, в т.ч. необхідність реконструкції структурованої кабельної системи (СКС), економічна доцільність надлишкової структури для підвищення надійності. Надалі розроблялась логічна структура мережі (відображаються зв'язки між підрозділами), на основі якої визначається кількість активного мережного обладнання. Наступним кроком у створенні мережі є побудова технічної моделі. На даному етапі вибираються типи серверного, користувацького та активного мережного обладнання, визначається його кількість і виконується опис та техніко-економічне обґрунтування. Надалі проводяться встановлення та налагодження системи, її тестування та експлуатація.

Для побудови мережі обрані в якості базових телекомунікаційні технології Ethernet, що забезпечують 100 Мбіт/с, 1 і 10 Гбіт/с. На даний час вони складають вагомую конкуренцію класичним транспортним технологіям локальних і глобальних мереж [5]. Для підвищення надійності СКС, до неї закладена надлишковість структури [6]. Для побудови СКС запропоновано використання кабелю типу «вита пара» UTP 4x2x0,5 6cat (клас E). Мережі на базі СКС категорії 6 краще підтримують мультимедійні додатки в порівнянні з 5e, краще працюють в умовах неврахованих шумових дій, коливань температури та використання «неідеального» активного обладнання. Економічна перевага СКС категорії 6 у порівнянні з 5e обумовлена більшим в 2 рази смугою пропускання та очікуваним терміном життя.

При побудові корпоративної мережі IP-телефонії в якості інструментарію UC запропоновано використовувати програмну IP-АТС, наприклад: 3CX Phone System Windows [5]. Її головною перевагою, у порівнянні з апаратними – це набагато менша вартість порівняно з традиційними рішеннями (рис. 1). Слід звернути увагу, що у випадку розширення мережі, надалі довелось би оснащувати традиційну АТС додатковими платами та іншими функціональними модулями, а в подальшому замінити АТС на досконалішу.

В цілому, при порівнянні з аналогами, IP-АТС 3CX має переваги [5]: робота з ОС Windows, віртуальними машинами; низька вартість у порівнянні з апаратними АТС; оперативність розгортання, модульний принцип побудови, широка номенклатура VoIP-обладнання, що підтримується; зниження вартості дзвінків за рахунок об'єднання віддалених офісів в єдину мережу через Інтернет; підключення телефонів до LAN; використання відкритого стандарту SIP, підтримання великої кількості номерів і ліній, а для розширення мережі досить підключити нові телефонні апарати та суттєво знизити вартість заходів щодо масштабованості мережі; можливість інтеграції 3CX з різними бізнес-додатками; легке розширення функціоналу та підвищення продуктивності (широкий набір функцій, включаючи такі як: автоматичне налаштування конфігурації для роботи з SIP-провайдерами та Skype, автосекретарь, обробка черги викликів, запис розмов, встановлення різних режимів доступу до сервісу та послуг, голосова пошта, утримання виклику, факс, велика номенклатура режимів адресації викликів, в тому числі з виходом на інші АТС або мобільні оператори, відповідно до регламенту персоналу організації і т. ін.).

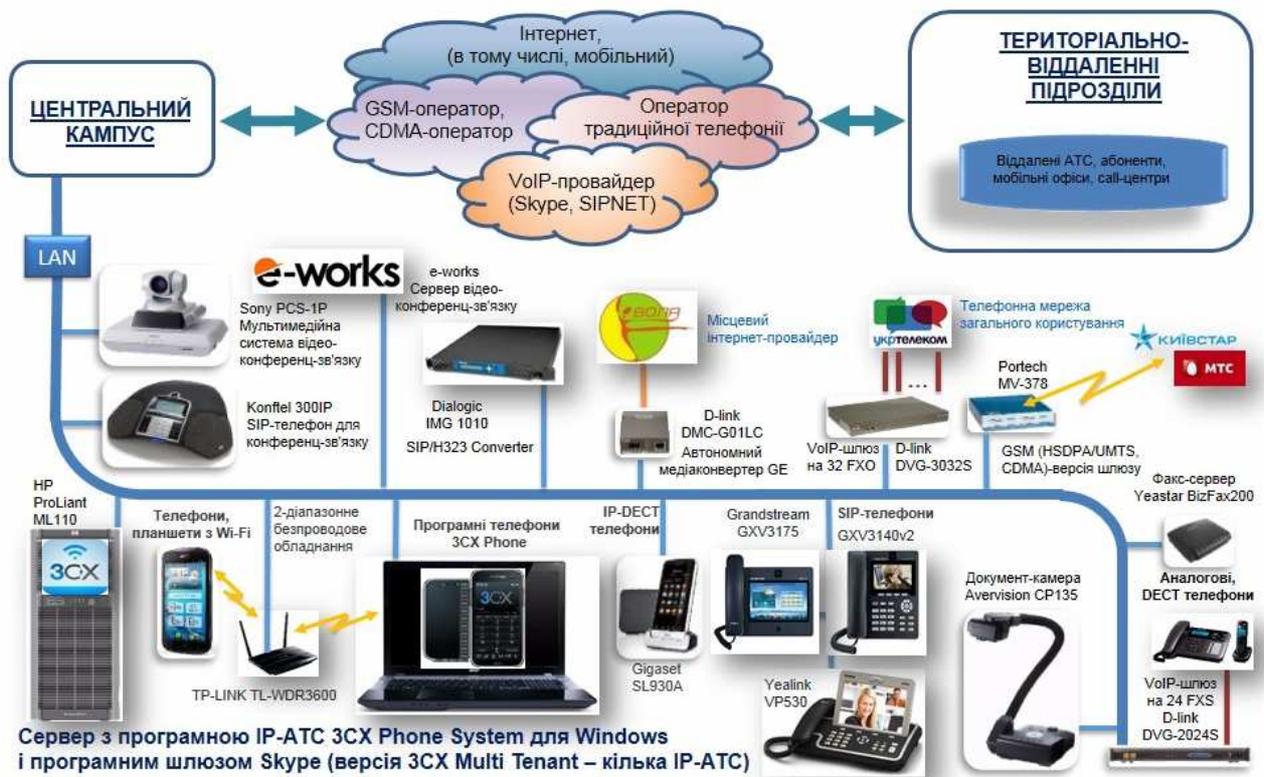


Рис. 1. Мережа IP-телефонії на базі IP-АТС 3CX

При цьому, IP-АТС 3CX може працювати в наступних мережах.

1. Проста мережа: VoIP дані передаються в межах однієї мережі.
2. Об'єднані мережі: VoIP дані передаються по двох мереж (або VLAN). Маршрутизатор буде передавати дані між двома мережами.
3. Роздільна мережа VoIP: VoIP дані передаються по окремій мережі. Маршрутизація здійснюється при наявності 2-ох мережних карт сервері 3CX Phone System.
4. Загальна мережа – NAT: Мережа, в якій трафік передається через громадську мережу безпосередньо в іншу мережу.
5. Загальна мережа VPN: Мережа, яка підключена через LAN-to-LAN VPN до іншої мережі.
6. Множинні інтернет шлюзи: Сценарій, де VoIP-трафік передається по окремій мережі Інтернет.

Відсутність прив'язки до конкретного виробника через те, що 3CX використовує відкритий стандарт SIP, можливе використання абсолютно будь-якого SIP-телефону або VoIP-шлюзу. В 3CX стандартний сервер дозволяє без ускладнень підтримувати велику кількість номерів і ліній, а для розширення мережі досить підключити нові телефонні апарати та суттєво знизити вартість заходів щодо масштабованості мережі. Вся система базується на звичайному Windows-сервері, що

дає розробникам можливість інтеграції 3CX з різними бізнес-додатками. Через те, що 3CX – цілком програмна система, розробнику легше розширювати її функціонал і підвищувати продуктивність (широкий набір функцій, включаючи такі як: автосекретарь, голосова пошта, утримання виклику і т. ін.). Система зберігає інформацію про вхідні та вихідних виклики в базі даних сервера, це дозволяє цілком контролювати звіти по телефонному трафіку та його вартості, як наслідок поліпшена звітність і можливе створення системи контролю витрат. Особливості SIP-протоколу дозволяють дзвонити та приймати виклики незалежно від того, де знаходиться абонент. Сама АТС встановлюється на комп'ютер з ОС Windows, що дозволяє робити необхідні налаштування та дії через простий і зручний віконний інтерфейс. При цьому не потрібні спеціальні знання телефонії та систем визначених виробників. Звичайно телефонні системи мають досить складний і специфічний інтерфейс і тільки фахівці можуть ефективно з ним працювати. У випадку з 3CX, для налаштування використовується веб-інтерфейс, що дозволяє легко конфігурувати телефонну систему та спростує її технічну підтримку.

В цілому, вибір АТС потребує ретельного підходу. При цьому необхідно визначити, які з критеріїв (функціональність, масштабованість, гнучкість налаштування, надійність, вартість наступного

розширення, модернізації, утримання та обслуговування) найбільш важливі в конкретній ситуації.

Враховуючі сучасні акценти на мобільність абонентів, в ЗСХ існують безкоштовні програм-клієнти для різноманітних платформ, в яких наявні правила переадресації, а користувач забезпечений єдиним інтерфейсом. Для їх реалізації виникає необхідність побудови такої безпроводової мережі на базі технологій Wi-Fi (IEEE 802.11 a/b/g/n/ac), яка

зможє забезпечити покриття сигналом великої площі, а також забезпечити нерозривність зв'язку (іноді використовується термін «безшовний роумінг») [6]. На підставі проведеного аналізу слід виділити два перспективних шляхи вирішення проблеми безшовного роумінгу у мережі IP-телефонії:

- побудова безпроводової MESH-мережі (рис. 2) [7];
- побудова Wi-Fi-мережі з контролером (рис. 3).

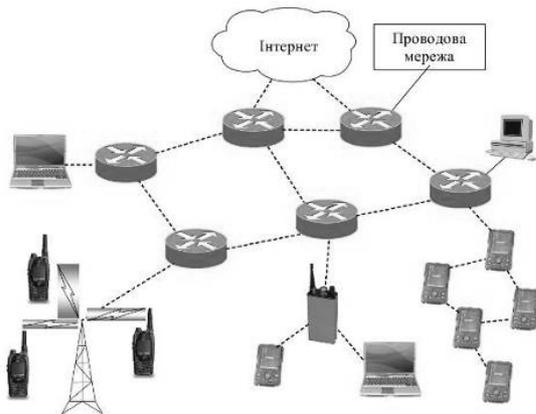


Рис. 2. MESH-мережа

Реалізація першого варіанту повинна передбачати вирішення кількох суттєвих інженерно-технічних завдань, наприклад: затримка при пересилці інформації в мережі (через використання проміжних пунктів) і класифікація та надання пріоритету трафіку у вузлах (і в об'ємі всієї мережі) для досягнення максимальної продуктивності та забезпечення максимуму зручностей користувачів. Хоча безпроводові mesh-мережі знаходяться у стадії розвитку, вони вже демонструють значний потенціал в області створення ефективних комунікацій, що відповідають вимогам бізнесу. Другий варіант забезпечує безшовний роумінг між точками доступу, а також дозволяє виявити присутність стороннього абонента, який підключився до корпоративної мережі IP-телефонії.

Однак, існують обмеження на впровадження цих рішень (не всі необхідні частотні діапазони для роботи зараз доступні в Україні). Окремо слід виділити специфічні рішення по реалізації технології VoIP DECT (на базі SIP) з підтримкою наскрізної передачі абонента (handover). На сьогодні з'явилося кілька продуктів (RTX8630 IP DECT), що вдало конкурують з відомими брендами за функціоналом і мають на порядок нижчу вартість. При таких варіантах побудови корпоративної мережі, клієнт отримує можливість пересуватися територією об'єкту без розриву з'єднання VoIP, відповідно пов'язаних з цим розривів розмови та/або погіршення якості зв'язку.

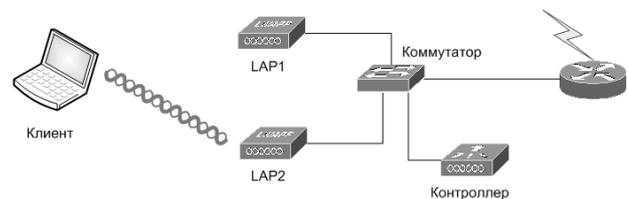


Рис. 3. Wi-Fi-мережа з контролером

В ході проведених досліджень визначено основні параметри та специфікації існуючих комплексних рішень від всесвітньовідомих виробників мережного обладнання (Cisco, Mikrotik, Ubiquiti Networks і т. ін.). Особлива увага приділялась можливостям і характеристикам сучасного VoIP-обладнання (Cisco, Grandstream, D-Link і т. ін.).

Враховуючі останні тенденції, що пов'язані з масштабним застосуванням такого сервісу, як відеоконференція, в IP-АТС ЗСХ передбачена можливість використання технологій компанії e-works (Італія) [8]. Організація ЗСХ Web Conferencing Server повністю відповідає WebRTC. Стандарт WebRTC розробляється компанією Google, який покликаний задати нову динаміку технологій комунікації. Структурні підрозділи закладу зможуть розгорнути недорогі системи відеоконференцій, що спираються на існуючу мережну інфраструктуру та наявне програмне забезпечення. В цілому, розробником IP-АТС ЗСХ заявлені наступні можливості Web Conferencing: інтеграція з ЗСХ Phone System, доступний як в хмарі, так й локально (встановлюється на будь-який Windows сервер), безпечні та надійні аудіо- і відеоконференції в HD-якості, за рахунок WebRTC мінімальне навантаження на апаратну частину та можливість використовувати браузер, теле медицина, організація вебінарів та вебконференцій, віртуальна аудиторія, чат, дошка під нотатки, передача файлів, спільне

використання презентацій та додатків, запис і відтворення сесії, віддалена підтримка користувачів.

### Висновки з даного дослідження та перспективи

Таким чином, запропонований варіант корпоративної мережі IP-телефонії на основі UC і програмної IP-АТС ЗСХ, інтегрує послуги реального часу, підвищує продуктивність роботи закладу за рахунок зростання швидкості інформаційного обміну між працівниками (майже зникає необхідність фізичного переносу документації для ознайомлення з нею), а також доступу до інформації (значно спрощується її пошук). При цьому забезпечується автоматичний вибір найбільш оптимальних зав'язків (ліній зв'язку) в залежності від їх якості та наявного резерву. Іншими словами покращуються такі властивості інформації як своєчасність і доступність. Треба відмітити також високу захищеність інформації, як при зберіганні, так і при передачі на великі відстані. При зберіганні, захищеність досягається жорстким розмежуванням доступу між працівниками закладу. При передачі інформація шифрується криптографічними кодами, і навіть при можливості фізичного доступу до ліній зв'язку, злоумисник не зможе виділити корисну інформацію із переданих по лінії сигналів.

### Список літератури

1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [poltava.volvia.com/rus](http://poltava.volvia.com/rus).
2. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підруч. для ВНЗ. [Текст] / Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. – К.: «Саммит-книга», 2010. – 640 с.
3. Іванов О.В. Оптимізація вибору способів інформаційного обміну в системі уніфікованих комунікацій [Текст] / Іванов О.В., Помарова О.В. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 2. – С. 156-160.
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.ucif.org](http://www.ucif.org).
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.3cx.com.ua](http://www.3cx.com.ua).
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [expert.com.ua/73775-v-ukraine-protestirovali-sverxskorostnoj-wi-fi-802-11ac.html](http://expert.com.ua/73775-v-ukraine-protestirovali-sverxskorostnoj-wi-fi-802-11ac.html).
7. Lamme T., Potter D., Chellis J. CCNA: Cisco certified network associate//Network press, 1998, p. 538.
8. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.e-works.com](http://www.e-works.com).

**Слюсарь И.И., Уткин Ю.В., Слюсарь О.И. Трансфер технологий унифицированных коммуникаций в интересах учебного процесса и управления высшим учебным заведением.** В работе рассмотрены технические аспекты построения корпоративной сети IP-телефонии высшего учебного заведения. Для интеграции услуг реального времени определен инструментарий реализации концепции унифицированных коммуникаций. Проведен анализ способов обеспечения бесшовного роуминга. Предложен подход реализации роуминга в корпоративных сетях IP-телефонии на основе программной IP-АТС.

**Ключевые слова:** роуминг, IP-телефония, программная IP-АТС, корпоративная сеть, унифицированные коммуникации, Wi-Fi, mesh-сети.

**Sljusar I.I., Utkin Y.V., Sljusar O.I. Transfer of UC technologies for the benefit of the educational process and management of an institution of higher learning.**

The paper discusses technical aspects of building a corporate IP-telephony network of an institution of higher learning. Tools for implementation of the concept of unified communications has been defined for real time service integration. The analysis of the ways to ensure seamless roaming has been conducted. The approach of the implementation of roaming in IP-telephony corporate networks on the basis of the software IP-ATE.

**Key words:** roaming, IP-telephony, software IP-ATE, a corporate network, unified communications, Wi-Fi, mesh networks.

Рецензент: Калініченко Антоніна Володимирівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій (Полтавська державна аграрна академія)

*Поступила 22.10.2013г.*