

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІР

Інформаційно-комунікаційні технології належать до важливих галузей економіки сучасної розвинутої держави. Для України, незважаючи на її відоме відставання від світового рівня розвитку інформаційних технологій (ІТ), створення і розвиток національної інформаційної інфраструктури є нагальною потребою.

В даний час до напрямків, що вимагають найбільш інтенсивного розвитку, на наш погляд, належать такі:

- використання ІТ широкими шарами населення, що особливо актуально здійснити в сільській місцевості. З цією метою необхідно широко впроваджувати ІТ у навчальний процес шкіл, університетів, інших навчальних закладів, з одночасним підключенням їх до загальнонаціональної освітньої мережі Інтернет;
- розвиток дистанційного навчання (**e-learning**), що стане в найближчі роки, мабуть, найпопулярнішим застосуванням Інтернет. Незаперечним є той факт, що кожен учень, у якій би школі він не навчався, заслуговує кваліфікованих учителів, можливості вивчення шкільних предметів з використанням мультимедійних технологій, доступу до всесвітньої мережі Інтернет, відповідних технологій дистанційного навчання. Таким є шлях оволодіння сучасним рівнем знань, адже забезпечення рівних прав доступу до високоякісної освіти є ключовим правом молоді XXI ст.;
- розвиток телемедицини, що також базується на використанні сучасних мережевих комунікацій і технологій.

Головним фактором успішного просування в цих напрямках є прогрес у Інтернет-технологіях, що створюють новий єдиний простір для спілкування і співробітництва, додаючи поняттю "зв'язок" більш широке тлумачення. Дуже знаменно, що нові стандарти обладнання, засобів зв'язку та програмного забезпечення дозволяють вирішувати різні за напрямками телекомунікаційні задачі однаковою способом. У роботі також розглядається таке застосування ІТ і телекомунікацій, як розширення кількості послуг телефонного зв'язку, особливо для сільської місцевості.

Традиційно розвиток телефонних систем і систем передачі дискретної інформації проводився на різному обладнанні. У телефонії — це комутаційні пристрої АТС, а в системах передачі даних — пристрої доступу, маршрутизатори та ін. Останнім часом намітилася стійка тенденція до розробки універсальних систем передачі голосу і даних на основі єдиного комутаційного цифрового середовища (**integrated service networks**). Розроблена авторами концепція побудови національної інформаційної мережі суттєво спирається на створення єдиних інтегрованих мереж на основі пакетної комутації ІР. Мережі ІР пропонують високий рівень інтеграції послуг, невисоку вартість розгортання та експлуатації, а також максимальне використання наявної інфраструктури передачі даних, оскільки ІР інтегровано поверх широкого спектру носіїв як у складі локальних (LAN), так і глобальних (WAN) мереж, включаючи оптоволоконні (IP/MPLS, IP/ATM, IP/SDH, IP/Gigabit Ethernet, IP/FG-Ethernet), кабельні (xDSL, кабельні відеосистеми) та безпроводові (IEEE 802.11, GSM, GPRS, xMDS) системи. Більшість існуючих технологій побудови телекомунікаційних мереж масштабу регіону потребують великих додаткових вкладень та часто не здатні надати необхідний набір послуг з потрібною якістю та в необхідному обсязі.

1. Концепція побудови національної інформаційної мережі.

Існуючі на сьогодні методи підключення локальної мережі до глобальної (наприклад, до Інтернет) можна класифікувати таким чином.

1. *Підключення через мідно-кабельні лінії.* Це рішення є традиційним і має ряд позитивних сторін: просте проектування, наявність досвідченого персоналу по будівництву та експлуатації та все ще задовільна вартість. Основні недоліки – велика вартість обслуговування та обмежена пропускна спроможність.
2. *Підключення через DSL.* Поява цієї технології була визначена зростаючим попитом на нові послуги за умови достатньої кількості звичайних мідно-кабельних абонентських ліній. В основі технології лежить ідея високочастотного ущільнення існуючих абонентських ліній. З'єднання здійснюється по звичайній телефонній лінії таким чином, що дані та голос передаються від клієнта до телефонної станції на різних частотах.
3. *Використання волоконно-оптичних (FO) ліній зв'язку (ВОЛЗ) на ділянці «останньої милі»* має ряд переваг. ВОЛЗ має великий запас по смузі пропускання, якої достатньо не тільки для надання всіх відомих телекомунікаційних послуг, але й для передачі програм телебачення, створення різних інтерактивних систем і т. ін. Цінові показники також сприятливі - вартість оптичного кабелю постійно знижується. Оптичні абонентські лінії практично не потребують обслуговування та є дуже довговічними. Недоліки такого рішення визначаються такими чинниками: необхідністю витрат на прокладку кабелю, дефіцитом спеціалістів, високою вартістю кінцевого обладнання для прийому–передачі та мультиплексування.
4. *Використання фіксованого радіодоступу (WLL – Wireless Local Line).* Даний спосіб підключення абонентів в останні роки почав широко застосовуватися по всьому світі для рішення задач надання традиційних послуг аналогової телефонії. Надання з допомогою засобів радіодоступу цифрових, особливо широкосмугових послуг ускладнюється обмеженістю частотного ресурсу. Для безпроводової передачі даних використовуються спеціалізовані системи. Радіодоступ застосовується в основному альтернативними операторами, що не мають власної кабельної розподільчої мережі. Ефективний він також у важкодоступних та малонаселених районах.

В якості протоколу каналного рівня в мережах радіодоступу найдоцільнішим є використання стандарту **IEEE 802.11**. Протокол **IEEE 802.11** і його розширення **802.11a**, **802.11b** та **802.11g** для роботи обладнання в діапазоні частот 2.4–5.2 ГГц є, де-факто, стандартом для радіомереж.

На фізичному рівні за стандартом **802.11** визначено два широкосмугових радіочастотних метода передачі. Технологія широкосмугового сигналу збільшує надійність, пропускну здатність, а також дозволяє багатьом незв'язаним один з одним пристроям розділяти одну смугу частот з мінімальними завадами для кожного з них.

Стандарт **802.11** використовує метод прямої послідовності **DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)** і метод частотних стрибків **FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)**. Ці методи несумісні один з одним.

Для модуляції сигналу **FHSS** використовують технологію **FSK (Frequency Shift Keying)**. Під час роботи зі швидкістю 1 Мбіт/с використовують **FSK** модуляцію по Гауссу 2-го рівня, а зі швидкістю 2 Мбіт/с – четвертого рівня.

Метод **DSSS** використовує технологію модуляції **PSK (Phase Shift Keying)**. На цій швидкості (1 Мбіт/с) використовується диференційний двоічний код **PSK**, а на швидкості 2 Мбіт/с – диференційна квадратична **PSK** модуляція.

У діапазоні 2400–2483,5 МГц при використанні методу **FHSS** уся смуга поділяється на 79 каналів шириною 1 МГц. При цьому передавач і приймач узгоджують схему переключення каналів, мінімізуючи одночасне використання одного й того ж каналу. Метод **FHSS** дозволяє використовувати дуже просту схему прийомопередавача, але він обмежений максимальною швидкістю у 2 Мбіт/с. (При розширенні каналу до 2 МГц

максимальну швидкість можна збільшити до 3 Мбіт/с, але при цьому потрібно використовувати більш високий діапазон частот).

Метод **DSSS** ділить діапазон 2,4 ГГц на 14 каналів з частковим перекриттям. Для запобігання взаємним завадам необхідно, щоб ці канали були на відстані 30 МГц один від одного. Тому в одному й тому ж самому місці може одночасно використовуватися максимум 3 канали. Щоб компенсувати сторонні завади, використовують 11-бітну послідовність, наприклад, код Баркера, коли кожний вихідний біт даних перевтілюється в 11 біт даних, що передаються. Така надлишковість для кожного біту значно підвищує надійність передачі. Тому, якщо частину сигналу буде втрачено, він з великою часткою імовірності буде поновлений на прийомі. Таким чином, мінімізується число повторних передач даних.

Метод **OFDM** дозволяє забезпечити пропускну спроможність 6 Мбіт/с у каналній смузі 1,75 МГц (12 Мбіт/с у каналній смузі 3,5 МГц) з коефіцієнтом спектральної ефективності 3,4 біт/с/Гц і коефіцієнтом повторного використання – 2:1. за пропускну спроможності базових станцій до 72 Мбіт/с при розподіленні у смузі 10,5 МГц (192 Мбіт/с в 28 МГц відповідно).

При розповсюдженні стандарту в **802.11b** був внесений додаток, що дозволяє збільшити швидкість передачі даних до 5,5 Мбіт/с та 11 Мбіт/с (до 52 Мбіт/с для коротких відстаней в стандарті **802.11g**). Для роботи при великих рівнях завад, що характерно при збільшенні відстані передачі, у стандарті **802.11b** пропонується використовувати динамічний зсув швидкості, який дозволяє автоматично змінювати швидкість передачі в залежності від властивостей радіоканалу.

Три з зазначених вище методів підключення потребують використання існуючої або створення нової кабельної інфраструктури. Але якщо використання існуючих ліній є на сьогодні найбільш раціональним рішенням, то прокладання наземних ліній зв'язку для побудови нових вузлів розподілу та доступу до національної інформаційної мережі в Україні взагалі є недоцільним через велику територію, складні умови (різної природи) та брак необхідних засобів.

Так само недоцільним при побудові нових мереж є і використання в них традиційної технології каналної комутації, оскільки пакетна комутація дозволяє надавати більший спектр послуг за менших витрат. Незважаючи на те, що сьогодні канална комутація широко використовується в телефонії, на наш погляд, її подальше використання не є перспективним. Щорічний форум ІТУ з напрямків розвитку зв'язку повністю визнав ІР-мережі і ІР-телефонію за найкращий шлях розбудови мереж зв'язку в країнах, що розвиваються [1,2]. На користь поєднання ІР-технологій і пакетної комутації в галузі зв'язку говорять і результати досліджень, проведених агентством TeleGeography [3]. За їх результатами, лише в 2001 р. частка ІР-телефонії у складі світового міжнародного телефонного трафіку збільшилася до 6% (близько 10 млрд. хв. розмов) порівняно з 3,8% у 2000 р.

Для традиційних мереж з каналною комутацією типовим вважалося одночасне надання послуг зв'язку вісьмом-десятьом абонентам з кожних 100. Пакетна комутація разом із інтелектуальними системами розподілення потоків та використанням досконаліших технологій цифрової передачі даних дозволяють підняти планку одночасного обслуговування з 8–10% до 30–60%. Вибухоподібний характер трафіку в сучасних мережах передачі голосу, даних та мережах інтегрованих послуг ще більше посилює недоліки традиційних мереж каналної комутації.

Особливо яскравим прикладом, що ілюструє різницю між мережами каналної та пакетної комутації під навантаженням, стали сумні події у США 11 вересня 2001 р. В той день у мережах Північної Америки майже на порядок зросли обсяги як голосових з'єднань, так і запитів до інформаційних ресурсів Інтернет – таких як **CNN**, **Yahoo** та **MSN**. Один з авторів роботи мав нагоду голосового спілкування в режимі реального часу з абонентами північноамериканського **PSTN**, що здійснювалось через супутниковий канал з первинною

мережею Level3 за допомогою експериментальної телефонно-абонентської станції “Юнібокс”. Якість голосового зв’язку, що здійснювався оператором **IDT Inc.** з використанням обладнання Cisco, Lucent та Nortel, лишалася прийнятною як для стаціонарних телефонів, так і для мобільних апаратів (**Nextel**). Кількість недоступних абонентів була тим меншою, чим ширше використовувались технології пакетної комутації **IP**. Недоступність окремих ліній експерти здебільшого пояснювали вичерпанням ресурсів каналної комутації локальних носіїв у місцевих провайдерів, розрахованих саме на 10–15% завантаження. Тоді ж було проаналізовано дані про стан транспортних мереж з пакетною комутацією. Незважаючи на багаторазове зростання навантаження як голосовим трафіком, так і даними середні показники часу обігу практично не змінилися і в межах вузлів **DCA** (Вашінгтон, округ Колумбія) становили близько 1,7–2,1 мс.

Невелика вартість впровадження **IP**-рішень пов’язана не тільки з відносно дешевими транспортною частиною та каналоутворюючим обладнанням, а й із зростанням потужності й здешевленням сучасних обчислювальних засобів, які використовуються для забезпечення пакетної комутації **IP**. Наприклад, магістральне **IP**-рішення для комутації голосових потоків на базі промислових мікро-ЕОМ на 10 тис. абонентів коштує приблизно 250 тис. дол. США (виробництва Cisco або Lucent), тоді як ціна рішень на базі інших технологій сягає навіть мільйона доларів США (продукція Siemens або Alcatel).

Таким чином, можна зробити такі висновки щодо особливостей **IP**-мереж інтегрованих послуг з пакетною комутацією:

- **IP** є найбільш завершеним стандартним і, одночасно, популярним стеком мережевих протоколів, що має багаторічну історію;
- майже всі великі мережі зараз передають основну частину свого трафіка за допомогою протоколу **IP**;
- стек протоколів **IP** підтримується всіма сучасними операційними середовищами;
- **IP** є гнучкою технологією для з’єднання різнорідних систем як на рівні транспортних підсистем, так і на рівні прикладного сервісу;

Транспорт **IP** не тільки об’єднує різнорідні мережі та обчислювальні середовища, але й дозволяє інтеграцію/повторне використання існуючого обладнання, причому не тільки каналного, а й кінцевого, наприклад, АТС з інтерфейсами **ІКМ-30**, каналізованими **E1/E2** або **ISDN**. За рахунок розвинених механізмів тунелювання служб (**TDM** поверх **IP**) з’являється можливість зв’язати пристрої, що використовують застарілі технології доступу з розділенням у часі мережею, яка великою мірою складається з дешевих (істотно дешевших за **SDH** та **ATM**) каналів [4].

З врахуванням усього вищезазначеного, нам представляється розумним запропонувати концепцію побудови національної інформаційної мережі на основі технології **IP**, що максимально використовує як існуючу інфраструктуру магістральних мереж **SONET/SDH** і **ATM**, парку АТС і мідних пар у великих населених пунктах, так і унікальні українські наробітки в галузі систем мікрохвильового зв’язку (**МТРС**). Система **МТРС** є фізичним і каналним середовищем для передачі даних по протоколах верхнього рівня у відповідності з семирівневою еталонною моделлю **OSI** [5].

Передавальні станції, об’єднані оптоволоконними з’єднаннями, реалізують першу частину концепції побудови єдиного інформаційного середовища – транспортну магістраль – як зображено на рис.1. Такий варіант легко реалізується через високу масштабованість системи **МТРС** та її сумісність з обладнанням оптоволоконних магістралей, що використовуються, наприклад, компанією „Укртелеком”. Встановлене на магістралях „Укртелеком” мережеве обладнання (продукція фірм Alcatel, Lucent, Ericsson, Cisco) дозволяє передавати дані на швидкості 622–2048 Мбіт/с, але використовується нині, на жаль, лише 5–10% ресурсної ємності каналів. Інформаційне наповнення мережі Інтернет, голос, відео, мультимедіа та цифрова телефонія не повинні передаватись тільки із застосуванням

комунікацій телефонних з'єднань, і мають бути цілком цифровими завдяки підтримці магістральним обладнанням передових технологій та протоколів зв'язку по оптоволоконним парам – IP/Sonet, IP/SDH, IP/ATM, IP/Gigabit Ethernet з QoS.

Така магістраль приєднується до передавачів магістральних базових станцій МТРС (рис. 1), що розподіляють транспортний потік. Типова базова станція МТРС обслуговує до 80 абонентів у такій зоні.

Обладнання МТРС також підтримує протоколи цифрового зв'язку та може надавати послуги якісного зв'язку на швидкості до 34 Мбіт/с кожній станції розподілення каналу, що розміщена у радіусі 50 км. Станція розподілення МТРС відрізняється від магістральної базової лише використовуваними частотами каналу радіозв'язку та швидкістю до кінцевого абонентського вузла (сервера школи, сільради, навчального закладу, заводу, офісу фірми тощо): обслуговує район радіусом 20 км на швидкостях від 64 кбіт/с до 2-5 Мбіт/с. Таким чином, утворюється майже сотова структура побудови мережі.

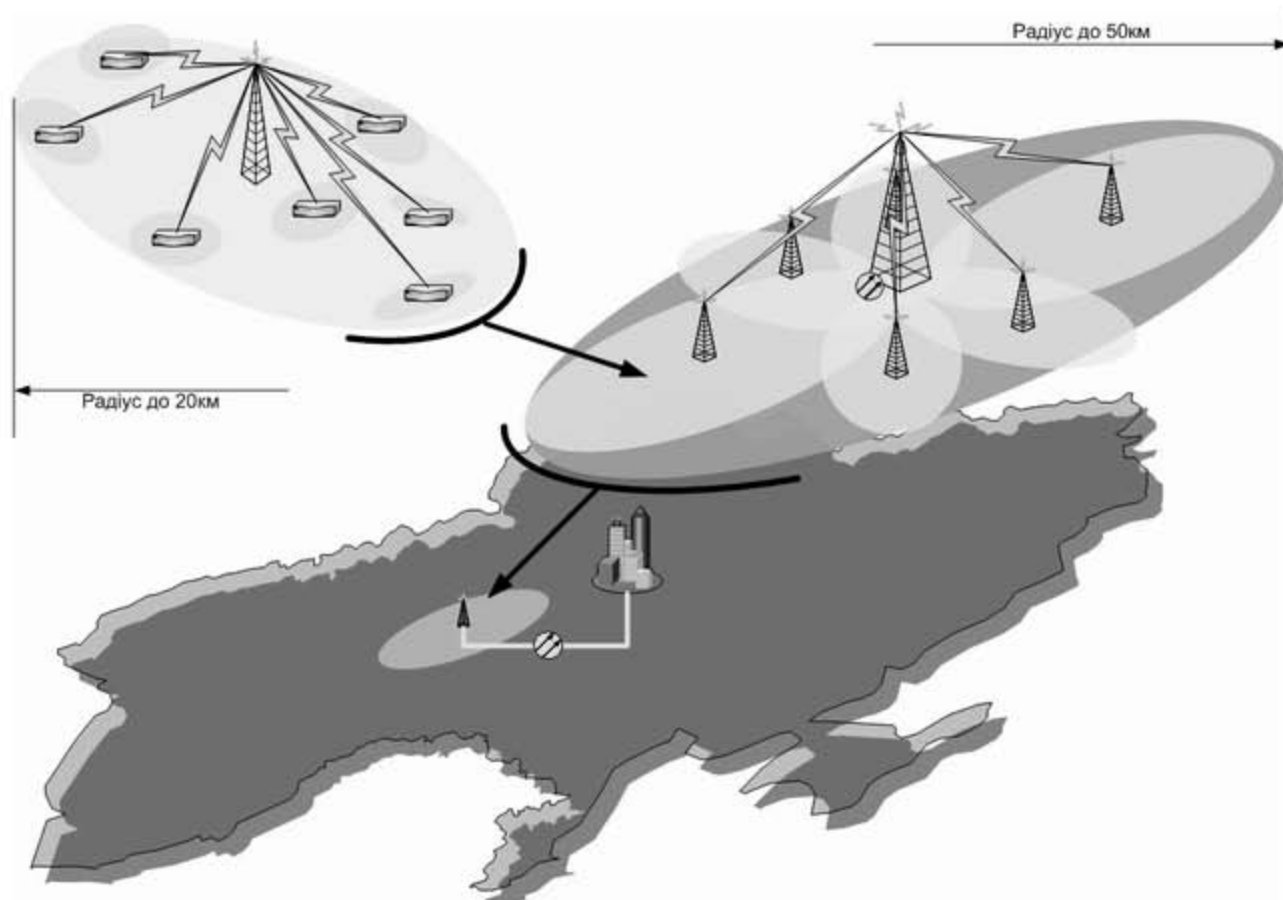


Рис. 1. Схема побудови національної інформаційної мережі

До складу системи МТРС входять центральна та приймальні станції. Основними елементами центральної станції є секторна антена чи антена з круговою діаграмою направлення, багатоканальний мікрохвильовий прийомопередавач, радіорелейна станція виділених напрямків і станція прийому даних. Приймальна станція – так званий „абонентський комплект” – являє собою набір обладнання, що встановлюється у споживача та забезпечує з'єднання з центральною (базовою) станцією.

Далі найбільшу увагу треба приділити побудові абонентського вузла, тому що все обладнання, яке використовується, повинне мати підтримку технології керування якістю каналу (швидкістю, затримками та пропускною спроможністю каналу). Фактично ці параметри задає абонент своїми діями, будь то пошук інформації в Інтернеті чи телефонна розмова, тому абонентське обладнання повинно мати не тільки підтримку технологій

керування якістю, але й інтелектуальну складову, що обраховує у кожний момент зв'язку необхідну пропускну спроможність і задає параметри всім ділянкам та пристроям магістралі. Більш того, абонентське обладнання повинне економити ресурс каналу всіма доступними методами.

Абонентський вузол – це сервер доступу та набір радіобладнання, що встановлюється на території користувача, щоб забезпечувати постійне цілодобове цифрове з'єднання з мережею передачі даних. Інфраструктуру кінцевого пункту автори уявляють собі локальною мережею інтегрованих послуг з середовищем передачі даних Ethernet, яка є найбільш сприятливою для стека протоколів TCP/IP та входом до такої мережі через шлюзовий пристрій.

Слід зазначити, що обладнання прийомної станції забезпечує лише транспортування даних між споживачем та центральною станцією, ніяк не аналізуючи чи обробляючи видану їй для передачі інформацію. Цю задачу, як і задачу розподілення інформації між абонентами, повинен розв'язувати більш інтелектуальний шлюзовий пристрій, що зветься маршрутизатором чи сервером доступу.

Шлюзовий пристрій з мінімальною, на думку авторів, функціональністю повинен підтримувати власний домен Інтернет, власну електронну пошту, власну Web-сторінку та архів FTP. Він також має контролювати трафік на предмет його об'єму, мати засоби контролю доступу та захисту локальної мережі від зовнішніх атак. Тобто можна сформулювати деякі мінімальні вимоги щодо пристрою, який реалізує підключення до WAN/Internet через абонентську станцію [6], та має:

- бути надійним (як в плані стабільності ОС, так і обладнання);
- не вимагати постійного супроводу з боку "системного адміністратора";
- надавати всі популярні (на кожний час використання) послуги;
- бути універсальним щодо підключення до нього пристроїв зв'язку або внутрішніх плат;
- реалізувати концепцію ресурсозбереження зовнішнього каналу.

2. Інтернет-сервер „Юнібокс”.

Важливою особливістю запропонованої концепції є "пізня прив'язка" – можливість вибору конкретної системи розподілу та доставки послуг передачі даних та телефонії (проводової, безпроводової чи комбінованої) на місці, в залежності від фінансових можливостей, концентрації та потреб абонентів. Обробка інформації (даних, голосу та відео) в такій системі здійснюється на рівнях 3 (і вищих) еталонної моделі OSI на базі відкритих стандартів пакетної комутації (IP, TCP, UDP, H.323/ITU-T G.723, G.729, G.711) затверджених ISO та ITU-T. Такий підхід значно спрощує схему побудови абонентської мережі в населеному пункті. Для обслуговування кінцевих споживачів послуг інтегрованої мережі використовується розроблений авторами інтернет-сервер „Юнібокс” (рис. 2.):

Для забезпечення користувачам звичайних „побутових” потреб інтернет-сервер „Юнібокс” надає ряд інтегрованих функцій по забезпеченню максимально сконцентрованого набору сервісів, включаючи голосовий, факсимільний то відеозв'язок:

- послуги телефонного та факсимільного зв'язку по звичайних 2-проводових телефонних лініях (ТПР-04/05) та/або безпроводової телефонії (наприклад, DECT), а також голосовий зв'язок поперх IP підключень
- крос-комутування кількох голосових/відеопотоків як в межах вузла, так і з зовнішніми абонентами (функції міні-АТС з послугами аудіо/відео конференц-зв'язку) та прозорим груповим мовленням для розподілу мультимедійної інформації (такої як потокове відео, наприклад, аудіо-відео навчальні матеріали, програми IP- телебачення)
- підключення до IP-мережі існуючого парку телефонного комутуючого обладнання (тунелювання TDM поперх IP)
- ведення докладної статистики (з можливістю збереження інформації про надані послуги до шести місяців) та білінг.

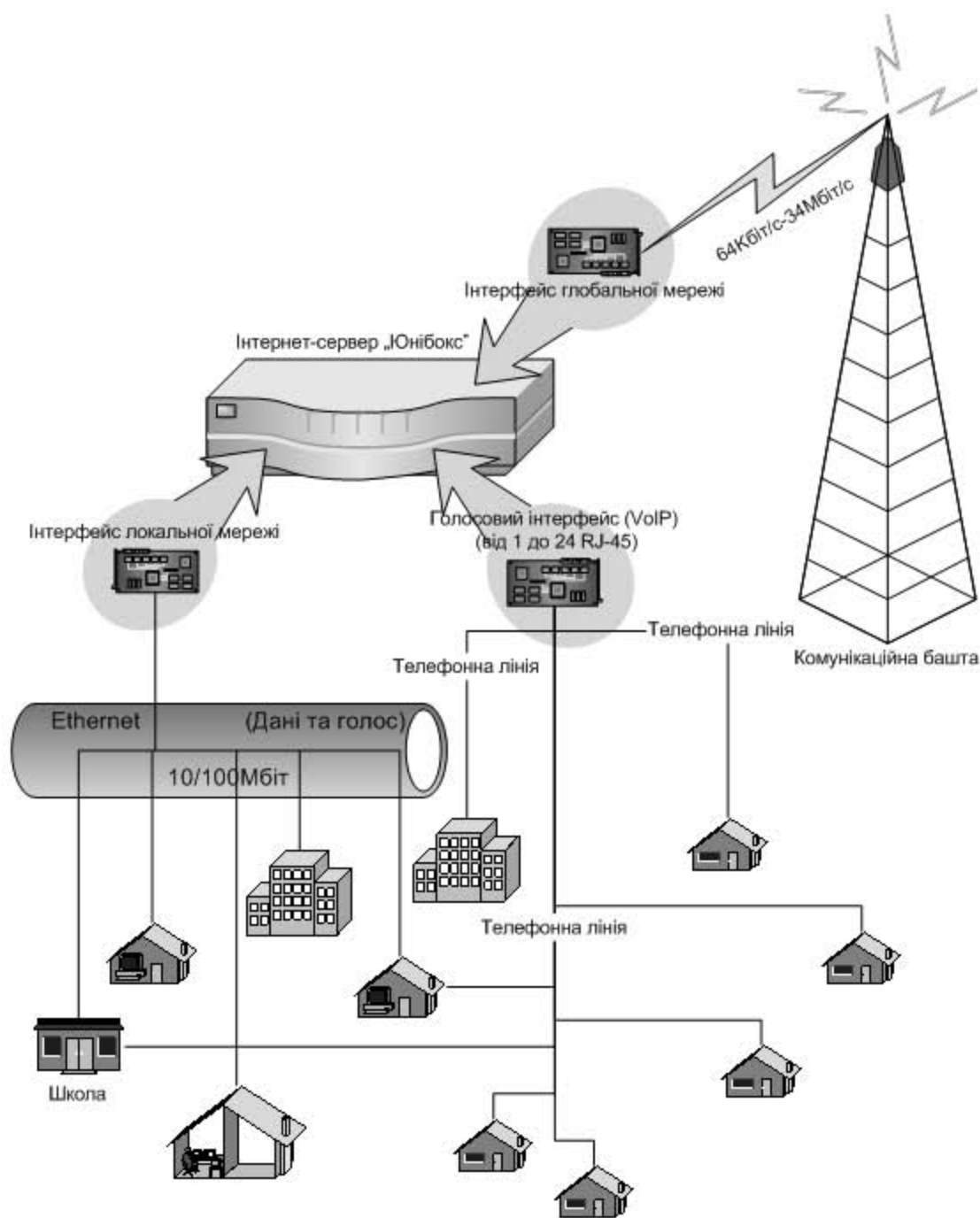


Рис. 2. Інформаційна інфраструктура населеного пункту

Такі послуги реалізовані не тільки апаратними (24 роз'єми RJ-11 на платі телефонії), але й програмними засобами інтернет-серверу "Юнібокс" завдяки розширенню стеку протоколів TCP/IP. Програмні компоненти інтернет-сервера „Юнібокс” забезпечують виконання всіх найсучасніших принципів, функцій та стандартів побудови інтегрованої мережі згідно з рекомендаціями ІТU:

- двосторонню взаємодію в реальному часі між терміналами H.323 і іншими терміналами ІТU (наприклад, звичайними телефонами), а також іншими шлюзами (шлюз H.323);
- комутацію трьох або більше кінцевих пристроїв (конференц-зв'язок) та можливість керування дзвінками між ними (багатовузловий контрольний модуль);

- Цифрове кодування даних в реальному часі. Крім аудіокодеків інтернет-сервер „Юнібокс” підтримує відео кодек H.261, а також ряд кодеків для передачі голосу з низькою швидкістю (G.729, NetCoder6.4);
- виконує такі функції (контролер шлюзу):
 - контроль зони;
 - контроль допуску;
 - контроль пропускну здатності;
 - трансляція адрес
 а також такі додаткові послуги як керування та авторизація дзвінків, сигналізація керування дзвінками та ін.

Для забезпечення потреб шкіл, державних та комерційних структур населеного пункту інтернет-сервер „Юнібокс” має звичайний мережевий Ethernet-інтерфейс, що забезпечує доступ локальної селищної до глобальної мережі (або Інтернету). Побудова селищної Ethernet-мережі повинна базуватись на ще одному підході – концепції єдиного активного пристрою в мережі [8]. Ця ідея полягає у тому, що для невеликої локальної мережі недоцільно створювати кластер серверів із різними функціями (окремі сервери пошти, WWW, захисту та інші). Програмне забезпечення інтернет-сервера „Юнібокс” повністю реалізує вимоги цієї концепції, оскільки в ньому інтегровано такі функції (рис.3.):

Маршрутизатор. Створює та підтримує таблиці маршрутизації для визначення найбільш оптимального використання зовнішнього каналу у процесі передачі інформації. Блок маршрутизації інтернет-сервера „Юнібокс” було реалізовано універсальним. Він підтримує всі основні види алгоритмів маршрутизації (статичні та динамічні, одно- та багатомаршрутні, однурівневі та ієрархічні, внутрішньо- та міждоменні, одноадресні та групові, тощо).

SMTP, POP3-сервер (електронна пошта, e-mail). Поштова система, реалізована на інтернет-сервері „Юнібокс” дозволяє фільтрувати небажані повідомлення ще на сервері та забирати електронні листи не тільки через поштові прикладні програми на комп'ютері користувача, але й за допомогою веб-інтерфейса з будь якої точки світу, або переадресовувати їх до будь-якої іншої поштової скриньки. Також надається можливість отримувати пошту на різні імена, але в одну скриньку.

NNTP (news)-сервер дозволяє створювати та супроводжувати в локальній мережі безкоштовні конференції та, за бажанням, транслювати їх на вибрані сервери в Інтернеті. Кожний користувач має можливість особисто обирати групи новин, на які він бажає підписатися.

HTTP(WWW, WEB)-сервер дозволяє завести не тільки центральну сторінку, але й надає можливість кожному користувачу мати власну сторінку. Підтримуються технології HTML, CGI, PHP. В інтернет-сервері „Юнібокс” також реалізовано технологію підтримки віртуальних хостів.

FTP-сервер надає можливість користуватися протоколом передачі файлів, дуже поширеним в мережі інтернет. При цьому користувачі можуть створити свій невеликий файловий архів, доповнювати його та поновлювати розташовані на сервері власні інтернет-сторінки.



Рис. 3. Функціональна блок-схема інтернет-сервера „Юнібокс”

PROXY-сервер. Проху-сервер кешує сторінки, що часто відвідуються користувачами, чим значно розвантажує зовнішній канал. Проху-сервер можна використовувати в режимі аутентифікації – кожен користувач отримує власний пароль, без якого він не зможе користуватися Інтернетом. Також реалізовано систему журналізації, що дозволяє відслідковувати найбільш популярні ресурси, кількість отриманих даних тощо. Механізм контролю Проху-сервера, реалізованого в інтернет-сервері „Юнібокс” дозволяє також заборонити доступ користувачів до небезпечних ресурсів – зокрема, розважальних або ігрових порталів, реклами чи еротики.

Служби обмеження доступу та розподілення ресурсів надають можливість створення так званих віртуальних приватних мереж (VPN) для об'єднання декількох територіально рознесених локальних мереж в одну. Це дозволяє об'єднати віддалені одна від одної комп'ютерні мережі в одну мережу для спільного користування ресурсами, забезпечуючи при цьому відповідний рівень безпеки.

Міжмережевий екран (**Firewall**) надає можливість захистити внутрішню мережу та обмежити швидкість доступу в Інтернет для будь-якого комп'ютера в локальній мережі.

NAT (Network Address Translation) – використовується для того, щоб усі комп'ютери локальної мережі мали доступ до Інтернету. Програмні засоби „Юнібокс”-

сервера дозволяють розмежувати доступ до зовнішніх ресурсів у часі. Кожен пристрій має власну базу даних користувачів і може повідомляти їх у разі зміни прав доступу або перерозподілу ресурсів. При конфігурації сервера „Юнібокс” є можливість задати різні правила безпеки і доступу до інформації для єдиного адресного простору, що дозволяє розмежувати повноваження користувачів у мережевих сегментах відповідно до їхніх функціональних обов'язків.

PRINT-сервер: у разі підключення принтера, „Юнібокс” дозволить користувачам локальної мережі друкувати документи зі своїх комп'ютерів незалежно від інших, адже „Юнібокс” – завжди включений. Також можна заборонити друк з обраних комп'ютерів мережі, переглядати статистику друку на принтер.

Керування сервером здійснюється різними способами – за допомогою telnet-клієнта, консольного режиму (коли до пристрою під'єднуються монітор та клавіатура), або через зручний Web-інтерфейс (будь-яким WWW-клієнтом - Internet Explorer, Netscape, Opera, та ін.).

Апаратний контроль за станом операційної системи. Автоматична швидка перезагрузка пристрою в разі збою в роботі системи або мережевої атаки, відновлення початкової конфігурації пристрою при потребі.

Автори мають досвід впровадження такої системи в учбовому закладі. Мережа учбового закладу має складну топологію і складається з 80 комп'ютерів, що можна порівняти з невеликим селищем. Слід відзначити, що вимоги учбового закладу на порядок вищі за потреби звичайних абонентів населеного пункту. Впровадження інтернет-сервера „Юнібокс” дало такі результати:

- було забезпечено глобальний доступ до великих баз знань з різних дисциплін за допомогою мережі Інтернет;
- було зареєстровано власні мережеві імена;
- було забезпечено контроль та управління доступом до ресурсів глобальної мережі;
- учбовий заклад почав використовувати доступ для глобальної мережі для встановлення міжнародних зв'язків і співробітництва з іншими учбовими закладами та науковими центрами;
- всім користувачам мережі було надано можливість користування електронною поштою, книгами відвідувачів, службою новин, електронними форумами; забезпечення проведення телеконференцій;
- підвищився рівень загальноосвітньої підготовки користувачів;
- підвищився рівень їхньої фундаментальної підготовки;
- з'явилась можливість використання інтерактивних форм навчання;
- користувачі створили власні бази знань за допомогою найсучасніших технологій баз даних, експертних систем і HTML (гіпертексту);
- з метою організації інформаційного забезпечення дистанційного навчання та другої освіти були створені базові курси з навчальних дисциплін.

Авторами проведено розрахунки щодо реалізації такого проекту в сільській місцевості для максимального числа абонентів певного регіону (загальна площа покриття ~11,5 тис км²) при середній кількості ~20–25 абонентів на один населений пункт. Так, вартість цілком розгорнутої системи з використанням магістрального устаткування Cisco чи Lucent, радіоканалів МТРС і інтернет-серверів „Юнібокс” в якості кінцевого обладнання на сьогодні становить ~2,5–3 млн дол. США (~200\$/порт). Це є непоганим показником з урахуванням спектра наданих послуг, території покриття і малої концентрації споживачів послуг. Також можливе істотне зниження вартості за рахунок повного переходу на транспорт МТРС із вітчизняним устаткуванням.

Унікальність ситуації в Україні полягає у відсутності значних капітальних вкладень у розвиток інфраструктури цифрового зв'язку на базі єдиної технології (як, наприклад,

збудовані мережі ISDN в Європі). Впровадження наведеної концепції побудови національної інформаційної мережі на основі технології IP приведе до збільшення об'єму інформаційного забезпечення населення регіонів України та надасть їм якісно нові інформаційні послуги: високошвидкісний Інтернет, цифрові телефонію та телерадіомовлення.

Використавши найсучасніше рішення – розгортання власної IP-мережі масштабу держави, Україна могла б не копіювати із запізненням західний досвід, а зробити стрибок через декілька поколінь цифрового зв'язку та стати на один інформаційно-технологічний рівень з найрозвинутішими країнами світу.

Література

1. <http://www.itu.org>
2. Карве А. IP-коммутиция. как средство от заторов // LAN.– 1997.– № 5.
3. <http://www.telegeography.com>
4. Хелд Дж. Объединение голоса и данных // LAN.– 1997.– № 6.
5. Гранадзер А.Б., Мартиш В.Є., Савастьянов В.В., Тимошенко Ю.О. Концепція побудови регіональної телерадіоінформаційної мережі як частини національної інформаційної мережі // II Міжнародна наук.-практ. конф. "Електронні інформаційні ресурси-2001". Тези доповідей . – К.: УкрІНТЕІ, 27-28 листопада 2001. – С. 32-35.
6. Braden R., Postel J., Requirements for Internet gateways // RFC 1009
7. Braden R., Clark D., Shenker S. Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview // RFC 1633
8. Мартиш В.Є. Интернет-сервер. // III Міжнародна наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених "Системний аналіз та інформаційні технології". Тези доповідей. – К.: НТУУ "КПІ", 19-20 квітня 2001. – Ч.2. – С.92-93