

УДК 004.738.5

В.П. Богдан

ТЕХНОЛОГІЇ СПОЛУЧЕННЯ КІНЦЕВОГО (КЛІЄНТСЬКОГО) ОБЛАДНАННЯ З ВУЗЛОМ ДОСТУПУ ПРОВАЙДЕРА

Здійснено огляд сучасних технологій сполучення кінцевого (клієнтського) обладнання з вузлом доступу провайдера (оператором зв'язку).

Ключові слова: “остання миля”, проводовий зв'язок, бездротовий зв'язок, передача даних.

Осуществлен обзор существующих технологий соединения конечного (клиентского) оборудования с узлом доступа провайдера (оператором связи).

Ключевые слова: “последняя миля”, проводная связь, беспроводная связь, передача данных.

Paper gives an overview of modern technologies of the connection of finite (client) equipment with the access node of a provider (communication statement).

Keywords: “last mile”, wire communication, wireless communication, data transmission.

Вступ

“Остання миля” – це канал, що сполучає кінцеве (клієнтське) обладнання з вузлом доступу провайдера (оператора зв'язку). Наприклад, при наданні послуги підключення до мережі Інтернет “остання миля” – це ділянка від порту комутатора провайдера на його вузлі зв'язку до порту маршрутизатора клієнта в його офісі. Для послуг комутованого (dial-up, діалупного) підключення “остання миля” є ділянкою між модемом користувача і модемом (модемним пулом) провайдера. До “останньої милі”, зазвичай, не включається розводка дротів усередині будівлі.

Термін використовується, головним чином, фахівцями в галузі зв'язку.

До технологій “останньої милі”, як правило, відносять XDSL, FTTH, Wi-Fi, WiMAX, DOCSIS, PLC. До устаткування “останньої милі” можна віднести також XDSL-модеми, мультиплексори доступу, роутери, оптичні модеми і перетворювачі, радіомультиплексори.

1. Загальні відомості.

Високошвидкісні оптоволоконні лінії передають дані з високою швидкістю, але коли справа доходить до безпосередньої точки призначення, тобто до кінцевого користувача, то сигнал, перш ніж потрапити до будівлі, повинен пройти по низькошвидкісних телефонних лініях. Десятки компаній намагаються вирішити цю проблему, вкладаючи сотні мільйонів доларів в найрізноманітніші технології, починаючи з DSL і ADSL, коаксіальних телевізійних кабелів, безпроводового радіодоступу і закінчуючи передачею даних через супутник. Чому віддати

перевагу? Що ефективніше? Такі питання часто задають ті, хто зіштовхнувся з необхідністю організації “останньої милі”.

Прямої відповіді на це питання немає. Однак можна охарактеризувати найбільш поширені рішення побудови “останньої милі”, порівнявши потреби з пропозиціями професіоналів.

1.1. Організація “останньої милі” на основі телефонних мереж і каналів зв'язку загального користування.

Цей варіант побудови компонентів “останньої милі”, незважаючи на його дешевизну, застосовується тільки в регіонах з добре розвинутою інфраструктурою зв'язку.

На початку тисячоліття Dial-up був наймасовішим способом виходу в Інтернет. За різними оцінками, понад 60 % домашніх користувачів використовували саме цю технологію. Однак через обмеженість перспектив Dial-up домінувала ця технологія на ринку недовго.

XDSL – технічні рішення, що об'єднуються цією аббревіатурою, орієнтовані на використання мідних ліній. Вони дозволяють організовувати канали з різною пропускну здатністю – від декількох десятків кілобіт до десятків мегабіт за секунду. Швидкість з'єднання залежить не тільки від конкретної технології, але і від відстані між абонентами.

Найбільшої популярності набули мережі доступу, побудовані за допомогою асиметричної технології ADSL і симетричної SHDSL. Вони забезпечують підключення користувачів по одній або двом парам звичайного абонентського телефонного кабелю на швидкостях в кілька мегабіт за секунду.

1.2. Організація “останньої милі” з використанням виділених каналів зв'язку.

Не вимагається додзвонюватися до провайдера, немає обривів зв'язку, телефонна лінія залишається вільною. Устаткування своєї локальної мережі можна зробити загальнодоступним інтернет-ресурсом. Існують різні способи підключення до мережі по виділених каналах на швидкостях від 64 кбіт/с до 100 Мбіт/с і вище по різних каналах доступу .

Доступ по оптичній лінії зв'язку дозволяє забезпечити найкращу якість і надійність лінії зв'язку, а також максимальну швидкість доступу. У цьому випадку за допомогою кінцевого і проміжного цифрового обладнання через оптоволокно організовуються канали зв'язку.

1.3. Організація “останньої милі” з використанням радіодоступу.

На цей час радіодоступ є одним із найбільш перспективних способів вирішення проблеми “останньої милі”. Принцип побудови “останньої милі” з використанням систем безпроводового доступу ґрунтується на розміщенні базових станцій в ключових точках максимального охоплення території.

Це рішення особливо ефективно в тих районах, де кабельні мережі розвинені недостатньо або й зовсім відсутні. Усі організації підключаються до провайдерів по виділених швидкісних радіоканалах передачі даних.

1.4. Супутниковий доступ.

Сьогодні широкого розвитку набули засоби радіодоступу, які базуються на використанні потужної волоконної лінії. Такі станції забезпечують, крім телефонії та Інтернету, повний пакет мультимедійних сервісів, що не завжди можливо з використанням, наприклад, наземних ефірних ліній. Крім того, незважаючи на те, що собівартість таких послуг, як телефонія та Інтернет, через складний тракт

радіодоступу та волоконну магістраль є нижчою ніж через супутник, часто рішення супутникового доступу для користувача виявляються більш привабливими. Це пов'язано з тим, що в ланцюжку послуг надання радіодоступу беруть участь 3–4 провайдери.

Супутниковий доступ, завдяки величезній зоні покриття, дозволяє реалізувати будь-які конфігурації мережі – повнозв'язкові, радіальні, радіально-вузлові і т. д. Іншими словами, собівартість каналу абсолютно не залежить від інтервалу, на якому потрібно встановити зв'язок. Можна сказати, що сьогодні супутникові рішення є виграшними серед будь-яких інших на відстанях понад 100 км.

Можливість організувати зв'язок в будь-якій точці, незалежно від рівня розвитку місцевої комунікаційної інфраструктури, становить величезну перевагу концепції супутникового доступу.

Наступна перевага “підйому контенту на супутник” полягає в оперативності організації зв'язку (протягом доби). При використанні інших рішень на це витрачаються місяці, а то й роки. Іноді замовник, чекаючи на закінчення будівництва, наприклад волоконної мережі, упродовж кількох років експлуатує систему супутникового доступу.

Якщо вести мову про використання супутникового зв'язку в регіонах з добре розвинутою інфокомунікаційною структурою, то супутниковий зв'язок, що дозволяє забезпечити швидкість отримання контенту в кілька сотень мегабіт, не має за цим показником конкурентів. У системах радіодоступу, особливо в діапазонах до 1,5-2 ГГц, таку швидкість отримати неможливо. Більш високочастотні мережі мають масу проблем, пов'язаних із загасанням сигналу і зоною охоплення. (Зрозуміло, що при безпосередньому доступі до волоконних мереж таких проблем не виникає.)

2. Технології передачі даних.

Залежно від поставлених задач існує низка технологій передачі даних, які використовуються при побудові мереж.

Фактично, потрібно вирішити дві задачі:

1. Створити опорну мережу зв'язку, яка буде “обплітати” від одного будинку до цілого міста.

2. Дотягнути “останню милю” і власне підключити абонента.

З першим, в принципі, все зрозуміло. На магістралях сьогодні використовується оптика. Дуже рідко буває так, що замість оптики ставиться радіорелейна станція і тільки тоді, коли до населеного пункту пролягає 50 кілометрів непрохідної тайги. Займаються подібними рішеннями, головним чином, оператори стільникового зв'язку: їм все одно з частотами доводиться працювати. Звичайний провайдер не має адміністративного ресурсу, щоб вибити собі частоту.

Трохи окремо стоять АОЛЗ – атмосферні оптичні лінії зв'язку. Якщо просто – зв'язок по лазерному променю прямо через повітря. У деяких випадках АОЛЗ – незамінна річ. Наприклад, “стрельнути” канал на кілометр, в сусідній район, там прийняти і починати підключати абонентів. А тим часом у спокійному режимі тягнути магістральну оптику. Коли дотягли – переключатися з АОЛЗ на оптику. Можна використовувати в тих випадках, коли звичайними шляхами канал не організувати взагалі, або дуже довго.

Більш детально розглянемо друге, тобто підключення абонентів. Це як раз той момент, на якому й розпочинаються різні варіанти, починаючи від витой пари і закінчуючи WiFi та WiMAX.

Існує два варіанти технології побудови “останньої милі”:

- проводові технології;
- безпроводові технології.

До проводових належать усі ті, що мають фізичну форму і до яких можна доторкнутися: оптика, мідь, силові кабелі.

До радіохвиль доторкнутися не можна, але по ним, за певних умов, також прекрасно передається інформація.

2.1. Проводові технології.

2.1.1. Підключення по витій парі.

Ethernet на витій парі – на цей момент практично не має конкурентів і так буде ще впродовж довгого часу. Якщо починалося все зі звичайних модемів зі “смішними” швидкостями і доходило до гігабіт, то, природно, піде і далі. За надійністю – поза конкуренцією: є фізичний контакт – значить, є стабільний зв'язок. Абсолютно перевірений варіант, з великими можливостями.

2.1.2. Підключення по оптоволокну.

Оптоволокну – точно так само, як і мідна вита пара, має великий резерв на майбутнє. Навіть існуючий світловий пучок вже ділять на кольори – розкладають по спектру, де хвилю кожного кольору використовують як самостійний канал для передачі даних. Є 10-гігабітні рішення, розробляються 40- і 100-гігабітні. Трохи окремо стоїть технологія GEPON – пасивні оптичні мережі.

Мінуси:

– потрібно мати кілька бригад кваліфікованих монтажників, які вміють варити оптоволокну; відповідно, і зварювальні апарати, і різноманітне обладнання та апаратура для діагностики. Провайдеру-початківцю забезпечити це не так просто;

– кожному абонентові потрібно ставити пристрій за 500–1000 гривень. Не всі на це погодяться.

Плюси:

– якщо це GEPON останніх модифікацій, то не треба потужних кабелів у 144 волокна; при грамотному підході можна всі мережі тягнути дешевим 8-волоконним кабелем;

– відмінний заділ на майбутнє.

Загальний висновок з наведених вище технологій – поки що вони залишаються поза конкуренцією і будуть затребувані упродовж ще дуже довгого часу.

2.1.3. XDSL.

XDSL – на сьогодні досі залишається актуальним рішенням. Технологією послуговуються багато хто і багато де, оскільки вона залишається доступною й перевіреною. По суті, це той самий комутований доступ через всі наші старі вітчизняні лінії зв'язку. Є й нюанси: абонент повинен мати додатковий adsl-модем і обмежені швидкості через обмеження самої технології та перешкоди в мережах телефонного зв'язку.

Основний недолік полягає в тому, що для побудови мережі знадобиться власна телефонна станція.

2.1.4. PLC.

PLC – варіант, що використовується в деяких місцях за кордоном. Передача даних по електричній мережі. Ідея зрозуміла : якщо електрична мережа вже є, тоді чому б не організувати цими ж проводами й передачу даних? У розетку просто встромляється адаптер, а патч-корд під'єднується до комп'ютера абонента.

Плюс : не потрібна розводка додаткових проводів до кожної квартири, тому що мережа вже є.

Мінус : створює при роботі немалі перешкоди, які завадять, наприклад, абонентам спокійно слухати улюблену радіостанцію.

2.1.5. DOCSIS.

DOCSIS – технологія передачі даних по каналах кабельного телебачення. Використовувалася тими, в кого були мережі кабельного телебачення, та була джерелом нескінченних завад у каналі.

2.2. Безпроводові технології.

2.2.1 Radio-Ethernet.

Radio-Ethernet – загальна назва великої кількості стандартів, більшість із них цілком життєздатні. Деякі дозволяють підтримувати відносно великі дистанції, деякі працюють тільки на обмеженій території. Життєздатність визначається конкретним стандартом і його реалізацією.

2.2.2. Wi-Fi.

Wi-Fi загалом має широкі перспективи для використання. Однак знову ж таки технологія має свої мінуси. Обмеження щодо пропускної спроможності – 154мб/с за “теплих” умов. Реально, виходячи зі стандарту, максимальна швидкість всієї мережі перебуває на рівні “найслабшої ланки”. На практиці: якщо абонент знаходиться поруч із базовою станцією, то в нього хороша швидкість і все гаразд. Проте щойно до сітки підключився абонент, зв'язок із яким поганий (наприклад, далеко розташований) – база знижує швидкість обміну даними з таким абонентом до прийняттого рівня, при якому не втрачається зв'язок. А це автоматично позначається і на інших абонентах. Відповідно, незалежно від того, на якій відстані перебуватимуть абоненти від бази, швидкість залишатиметься невеликою. Для нормального використання такої мережі потрібна дуже велика кількість базових станцій, а це дуже збільшує витрати. Підходить для внутрішньоофісних рішень.

2.2.3. WiMAX.

WiMAX – телекомунікаційна технологія, розроблена з метою надання універсального безпроводового зв'язку на великих відстанях. Технологія WiMAX – це стандарт безпроводового зв'язку, що забезпечує широкосмуговий доступ на великих відстанях. Порівняно з кабельними лініями зв'язку та супутниковим доступом до мережі Інтернет, WiMAX є більш економічною та простою в експлуатації мережею. Сучасні технології передачі даних і зв'язку дозволяють забезпечувати високошвидкісну передачу даних на далеких відстанях. Проте ці рішення хороші лише для з'єднання великих вузлів мережі – як правило, такими вузлами є провайдери. Вживання таких складних високошвидкісних рішень для зв'язку вузлів і кінцевих споживачів економічно є абсолютно не вигідним.

Рішення “останньої милі” на базі технології WiMAX розгортаються в короткі терміни, забезпечують високу пропускну спроможність, економічно ефективні, забезпечують інформаційну безпеку операторові зв'язку і його клієнтам. Це

рішення є особливо ефективним у районах, де кабельні мережі розвинені недостатньо або відсутня можливість з'єднання кабелем. Переваги рішення задачі "останньої милі" на базі технології WiMAX: передача голосу, даних і іншої інформації по одному каналу; система управління і підтримки експлуатації, видаленої діагностики знижує експлуатаційні витрати; система може використовуватися як резерв для проводової інфраструктури для підвищення надійності

Через співзвучність назв WiMAX часто плутають з Wi-Fi. Проте ці технології мають мало спільного і використовуються для вирішення абсолютно різних завдань. Так, Wi-Fi використовується для побудови невеликих локальних мереж, як правило, для побудови внутрішньої мережі на підприємстві або вдома. У той час як WiMAX використовується телекомунікаційними компаніями як альтернатива іншим технологіям підключення клієнтів до Інтернету.

Загальний висновок щодо безпроводових технологій: життєздатні рішення є і будуть розвиватися надалі. Проте все одно на сьогодні при побудові мережі звичайна вита пара з магістральною оптикою є найбільш надійним, перевіреним, доступним за ціною і найбільш оптимальним рішенням на найближчі 5–10 років.

3. Використання в МВС України.

Наприкінці 2013 року співробітниками ДНДІ МВС України розпочато експлуатаційні випробування обладнання радіозв'язку в системі передавання даних виробництва компанії RADWIN, представленого ТОВ "Телефонні системи і мережі "Анфер".

Серія радіосистем RADWIN 2000 пропонує високу швидкість, стабільний зв'язок на великих відстанях і продуктивність операторського класу для IP і TDM телефонії.

RADWIN 2000 передає Ethernet і TDM по одному радіоканалу з використанням новітніх технологій MIMO і OFDM. Гнучка платформа системи дозволяє об'єднати різні частотні діапазони від 2,3–2,4 ГГц до 4,9–5,9 ГГц міжнародних стандартів зв'язку багатьох країн, у тому числі СНД, США, Європи, Канади, Індії та Китаю.

3.1. Основні характеристики:

- Корисна швидкість – 100 Мбіт/с;
- Ethernet і TDM до 16 потоків E1;
- Різні частотні діапазони на одній платформі (2.3–2.4 і 4.9–5.9 ГГц);
- Оптимальне використання спектра на каналі в 20 МГц;
- Новітні технології OFDM і MIMO;
- Відстані до 120 км;
- Вбудовані механізми для мінімізації перешкод.

3.2. Відомості про технології.

Для обладнання цієї серії компанія RADWIN використовує свій фірмовий радіоінтерфейс із вбудованою системою Diversity, а також новітні технології MIMO і OFDM.

Єдина платформа RADWIN 2000 підтримує різні частотні діапазони, забезпечує загальну швидкість до 130 Мбіт/с в радіоканалі, реальну повнодуплексну пропускну здатність до 50 Мбіт/с і дальність до 120 км.

Радіосистема пропонує підхід для різних Ethernet-додатків, у тому числі для транспортних IP- і WiMAX-мереж, приватних мереж, а також будь-якої високошвидкісної передачі даних.

Для досягнення високих експлуатаційних характеристик в обладнанні RADWIN 2000 застосовуються передові радіотехнології. Технологія MIMO забезпечує збільшення швидкості передачі даних і дальності каналу зв'язку без використання додаткової смуги пропускання або збільшення потужності передавача. Модуляція OFDM вважається провідною технологією модуляції для багатопроменевих середовищ і середовищ із інтенсивним обміном сигналами. Вона забезпечує ефективну передачу великого обсягу цифрових даних по радіоканалу.

3.3. Запропоновані можливості.

- Серія RADWIN 2000 є оптимальним рішенням, якщо потрібно більше ніж стандартне транспортне сполучення, а саме: велика швидкість, великі відстані, продуктивність операторського класу і передові радіотехнології.

- RADWIN 2000 найкращим чином підходить для різних додатків, включаючи транспорт для операторів стільникового зв'язку, підключення базових станцій WiMax і IP-мереж, широкосмуговий радіодоступ для великих підприємств і приватних мереж, які потребують високошвидкісного трафіку.

RADWIN 2000:

- Однією зі складових радіоінтерфейсу є унікальний механізм Automatic Repeat Request (автоматичний запит на повторну передачу), який виявляє і повторно відправляє пошкоджені або відсутні дані для підтримки якості передачі, забезпечуючи разом з тим низьку затримку і безперервну передачу навіть за значного рівня перешкод.

- Функція Automatic Channel Selection (автоматичний вибір каналу) гарантує, що передача виконується на найбільш стабільному каналі. Перевірка відбувається за допомогою моніторингу доступних каналів і динамічного вибору оптимального каналу відповідно до рівня перешкод.

- Automatic Adaptive Rate (автоматичне налаштування швидкості) – це технологія динамічного налаштування швидкості передачі даних за допомогою зміни як модуляції, так і кодування сигналу. Функція Automatic Adaptive Rate оптимізує швидкість передачі даних залежно від рівня перешкод, підтримуючи при цьому оптимальну якість зв'язку.

- Для забезпечення поліпшеної безпеки радіоінтерфейсу в RADWIN 2000 використовується передова технологія ідентифікації каналів зв'язку і шифрування за алгоритмом AES з 128-бітовим ключем.

Проведення експлуатаційних випробувань заплановане на перше півріччя 2014 року. Результати випробувань дадуть змогу зробити висновок щодо можливості використання обладнання і технологій RADWIN 2000 для їх застосування при організації процесу побудови "останньої милі" в системі МВС України.

Отримано 18.02.2014