

9. **Protsenko, M. B.** Analysis of Curvilinear Antenna Array and Optimization of its Parameters / M. B. Protsenko, A. V. Iaremenko: Proc. of 12th Intern. Conf. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Lviv – Slavske, Ukraine, February – March 2014.— P. 140–141.

10. **Protsenko, M. B.** Potential Properties of Curvilinear Antenna Arrays for MIMO Technology Implementations / M. B. Protsenko, I. Yu. Rozhnovskaya, A. A. Iaremenko: Proc. of 2th Intern. Conf. IEEE BlackSeaCom 2014, Chisinau, Moldova, May 2014.— P. 130.

11. **Protsenko, M. B.** Investigation of directional properties of curved antenna arrays / M. B. Protsenko, A. A. Iaremenko // Measuring and Computing Devices in Technological Processes.— 2014.— Issue 2(47).— P. 99–102.

12. **Проценко М. Б.** Исследование электродинамических методов разнесения для МИМО технологий / М. Б. Проценко, И. Ю. Рожновская: материалы V Междунар. науч.-техн. симпозиума «Новые технологии в телекоммуникациях», 17–21 янв. 2012 г., Вышків, Україна.— С. 25–27.

13. **Немировский, А. С.** Борьба с замираниями при передаче аналоговых сигналов / А. С. Немировский.— М.: Радио и связь, 1984.— 208 с.

14. **Венскаускас, К. К.** Компенсация помех в судовых радиотехнических системах / К. К. Венскаускас.— Л.: Судостроение, 1989.— 264 с.

М. Б. Проценко

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ РАДІОСИСТЕМ ІЗ МІМО

Розглянуто методи підвищення ефективності телекомунікаційних радіосистем із МІМО завдяки застосуванню когерентного додавання сигналів та рознесеного прийому. Особливу увагу приділено застосуванню антенних решіток з метою побудови багатоелементних антен МІМО. При цьому здобуто важливі співвідношення для визначення параметрів антенних решіток. Доведено ефективність рознесеного прийому сигналів у плані зменшення впливу їх замирання.

Ключові слова: когерентне додавання сигналів; рознесений прийом; параметри антенних решіток; багатоелементні антени МІМО; замирання сигналів.

M. B. Protsenko

THE METHODS OF TELECOMMUNICATIONS RADIO SYSTEMS IMPROVMENT

In this study the author examines the methods of telecommunication radio systems efficiency improvement by applying the coherent addition of signals and diverse signal reception. Special attention is paid to the use of antenna arrays for building multi-element MIMO antennas. Important correlations were obtained to determine the antenna arrays parameters. The efficiency of signals diverse reception method in order to decrease the influence of fading is shown.

Keywords: coherent addition of signals; diverse signal reception; antenna arrays parameters; multi-element MIMO antennas; signals fading.

УДК 621.398.96

О. Г. ВАРФОЛОМЕЄВА, А. П. БОНДАРЧУК, кандидати техн. наук, доценти;

Ю. Л. ЛАВРЕНЮК, магістр,

Державний університет телекомунікацій, Київ

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕЮ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ НА РІВНІ ДОСТУПУ

Розглянуто можливості використання новітніх результатів розвитку мереж доступу, побудованих на базі різних технологій, для розробки вимог щодо систем управління ними.

Ключові слова: мережі доступу; мережа NGN; концепція TMN; протоколи; технології управління.

Вступ

З огляду на застосування різних технологій у мережах доступу сформувалося кілька принципових підходів до організації системи управління такими мережами. Найпоширеніший із них передбачає використання моделі ІТУ, що спирається на концепцію TMN. Докладний опис цієї концепції подано в Рекомендації М.3010.

Стандартний інтерфейс управління в системі TMN — це інтерфейс Q₃ на основі протоколу загального управління інформацією СМІР (Common Management Information Protocol).

Використовують також модель ІЕТФ, що включає в себе стандартні базові засоби мережного управління (Network Management Framework), застосовувані в мережі Інтернет; модель мережного управління АТМ Форуму; модель управління фірми ІВМ, а також моделі із застосуванням технологій ТІНА та СОРВА.

Кожна з концепцій, використовуваних при побудові систем управління мережами доступу, має свої переваги та недоліки. Утім усі вони потребують чималих витрат при впровадженні. Більшість моделей для забезпечення обміну інформа-

цією управління між мережними елементами на прикладному рівні застосовують протокол SNMP (*Simple Management Network Protocol*).

Протягом останнього десятиріччя багато компаній не лише розширюють уже існуючі мережі, а й будують нові, залучаючи новітні мережні технології та відповідне обладнання. При цьому постають труднощі, пов'язані із застосуванням багатьох різних, іноді несумісних мережних технологій. Зокрема, дедалі ускладнюються завдання безперервного управління роботою мережі, а також стратегічного планування її розвитку. Адже кожна нова технологія потребує своєї власної системи підтримки та управління, що, у свою чергу, призводить до невиправданого зростання кількості обслуговувального персоналу та обладнання, особливо коли йдеться про управління великими гетерогенними мережами й постає нагальна потреба в автоматизованому управлінні мережами (включаючи й те, що звичайно називають плануванням можливостей мережі), інтегрованому щодо всіх різних мережних оточень. Відсутність такої єдиної системи управління призводить не лише до зазначених негативних наслідків, а й унеможливорює використання вільних ресурсів однієї мережі іншою мережею.

Основна частина

Згідно з базовими принципами взаємодії відкритих систем (OSI) (Рекомендація ITU X.700) на системи управління сучасними мережами доступу (як і будь-якими іншими мережами зв'язку, незалежно від їхньої структури, ідеології побудови тощо) покладаються такі завдання:

- управління при відмовах (*fault management*) — виявлення пошкоджень, їх локалізація, індикація та вжиття заходів щодо усунення пошкоджень;

- управління конфігурацією (*configuration management*) — перемаршрутизація трафіку при перевантаженнях, введення додатково встановлених на мережі справних засобів, вилучення з експлуатації елементів мережі, що відмовили, і заміна їх на справні;

- управління робочими характеристиками (*performance management*) — оцінювання показників якості роботи мережі та її елементів, яке включає в себе координацію залежних від часу дій з управління та задоволення операційних вимог щодо функцій порту користувача, вузла обслуговування через відповідний інтерфейс, а також щодо управління ресурсами; аналіз інформації користувача та збір даних про робочі характеристики;

- управління розрахунками (*accounting management*) — використання набору функцій, які забезпечують прийом заяв стосовно надання ресурсів споживачам і ведення відповідних розрахунків;

- управління безпекою (*security management*) — введення в дію набору функцій, які забезпечують автентифікацію користувача, конфіденційність, цілісність даних, контроль доступу до інформації.

В усіх функціональних сферах завдання управління виконуються на кількох ієрархічно зв'язаних між собою логічних рівнях.

Тут виокремлюються:

- 1) рівень загального (ділового) управління (*Business Management Layer — BML*) — найвищий рівень ієрархії;

- 2) рівень управління послугами (*Service Management Layer — SML*);

- 3) рівень управління мережею (*Network Management Layer — NML*);

- 4) рівень управління елементами мережі (*Network Element Management Layer — NEML*);

- 5) рівень елементів мережі (*Element Layer — EL*) — найнижчий рівень ієрархії.

Для побудови сучасних мереж доступу слугують різні базові мережі та технології. На фізичному рівні використовується гібридна (оптичне волокно + симетричний кабель) кабельна мережа. Значного розвитку набуло застосування оптичного кабелю в мережах доступу на базі технології FTТх. Головні різновиди цієї технології такі:

- ♦ FTТН (*Fiber To Home*) — оптика до дому;

- ♦ FTТВ (*Fiber To Building*) — оптика до будинку (будівлі);

- ♦ FTТС (*Fiber To Car*) — оптика до групи будинків.

Найбільшу кількість абонентів, що мають фіксований широкосмуговий доступ до глобальної інформаційної інфраструктури, підімкнено до мереж, побудованих на основі існуючої інфраструктури телефонних кабельних мереж за рахунок застосування таких технологій, як xDSL. З огляду на постійне послаблення обмежень на відстань у технології xDSL і зростання доступної пропускної здатності, інтерес до засобів DSL останніми роками зростає. До головних різновидів технології xDSL належать SHDSL, ADSL і VDSL.

Для створення мереж доступу використовуються також технології безпроводового передавання даних Wi-Fi (сімейство протоколів IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n та ін.), а також WiMax.

Одна з найважливіших вимог, що висуюються до мереж доступу, полягає в тому, аби кожна така мережа мала свою систему управління, яка не тільки виконує функції управління даною мережею, а й має вихід на вищий рівень управлінської ієрархії.

Система управління мережею доступу має багаточасову структуру (рис. 1). При цьому процеси управління взаємодіють між собою за принципом *менеджер-агент*. Кожний елемент системи управління виконує одну з можливих функцій *менеджера* або *агента*. До функцій *менеджера* належать видача команд і отримання повідомлень.

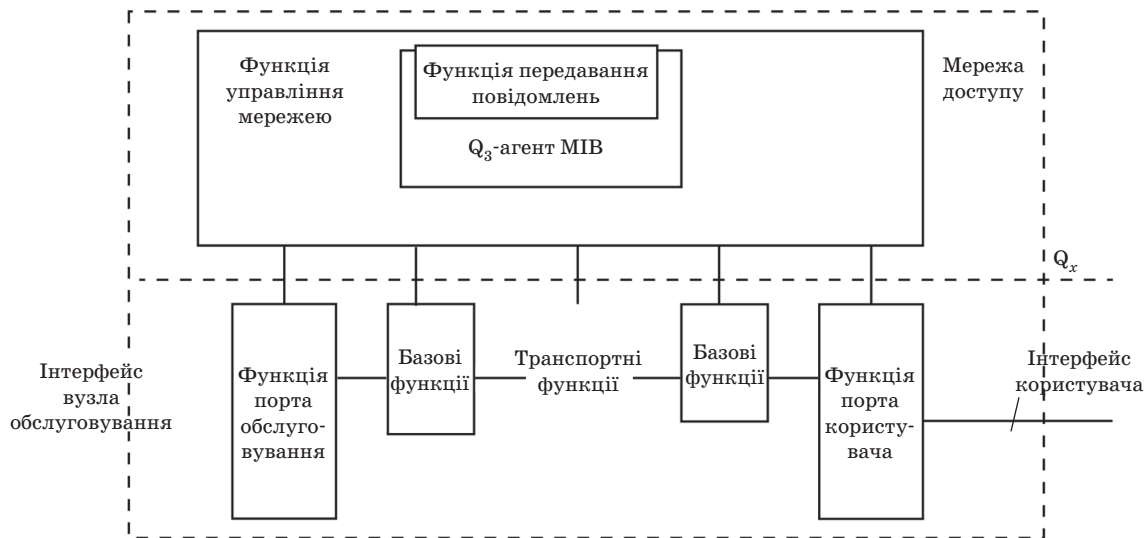


Рис. 1. Функціональна архітектура системи управління мережею доступу

При цьому *агент* виконує команди *менеджера* і видає повідомлення про стан об'єкта управління.

Загалом систему управління мережею доступу можна подати як дворівневу структуру: нижчий рівень — функція системного управління мережею доступу (SMF) і вищий рівень — функція операційної системи (OSF).

Нижчий рівень управління мережею доступу охоплює чотири рівні управління (EL, NEML, NML, SML) і виконує чотири основні функції управління мережею:

- 1) управління робочими характеристиками;
- 2) управління при відмовах;
- 3) управління конфігурацією;
- 4) управління захистом/безпекою.

Найвищий рівень (OSF) охоплює всю п'ятирівневу модель управління — від управління мережними елементами до управління бізнесом. Система управління мережею доступу характеризується архітектурою TMN і забезпечує загальні та прикладні функції. Загальні функції полягають у підтримці прикладних функцій мережі управління.

До загальних функцій належать:

- взаємодія між елементами системи управління по мережі передавання даних (DCN);
- зберігання інформації протягом певного інтервалу часу;
- управління доступом до інформації (захист інформації від несанкціонованого доступу);
- аналіз і опрацювання інформації;
- введення/виведення інформації з термінала користувача.

Розглянемо приклад можливої побудови системи управління мережею доступу, що перебуває в розпорядженні оператора мережі загального користування (рис. 2). Структура такої системи має враховувати обрані оператором принципи побудови мережі доступу та всієї його мережі, тип обладнання, кількість його постачальників, тип

платформ управління, реальний стан, плани та перспективи розвитку зазначеної системи управління з огляду на необхідність входження створеної системи управління мережею оператора в систему управління мережами зв'язку України.

Оскільки на всій мережі використовується обладнання доступу різних операторів, то управління мережею доступу здійснюється на базі концепції TMN. Управління елементами мережі реалізує оператор кожної мережі, тоді як управління послугами та загальне управління зосереджується в центрі управління всією мережею доступу. При цьому рівні управління елементами мережі об'єднуються через систему передавання даних на рівні управління всією мережею і взаємодіють між собою через вищі рівні управління. За допомогою інтерфейсів X вищі рівні управління взаємодіють із системами управління інших мереж.

У кожному регіоні створюється центр технічної експлуатації для використовуваних типів обладнання. Обсяг завдань, що їх розв'язує регіональний центр технічної експлуатації, мінімальний, а отже, чисельність персоналу невелика.

У разі конкретної реалізації системи управління мережею доступу є сенс, аби все обладнання на певний регіон забезпечував один постачальник, а обсяги постачання обладнання та наявні регіони поділити між двома постачальниками. Такий принцип уже застосовано при побудові мережі міжміських телефонних станцій на телефонній мережі загального користування України. Проблеми взаємодії різних типів обладнання в процесі управління розв'язуватимуться централізовано на вищих рівнях ієрархії управління, що дозволить обійтися мінімальним обсягом додаткового обладнання та програмного забезпечення, із залученням невеликої кількості персоналу найвищої кваліфікації, який опікуватиметься процесами міжсистемної взаємодії.

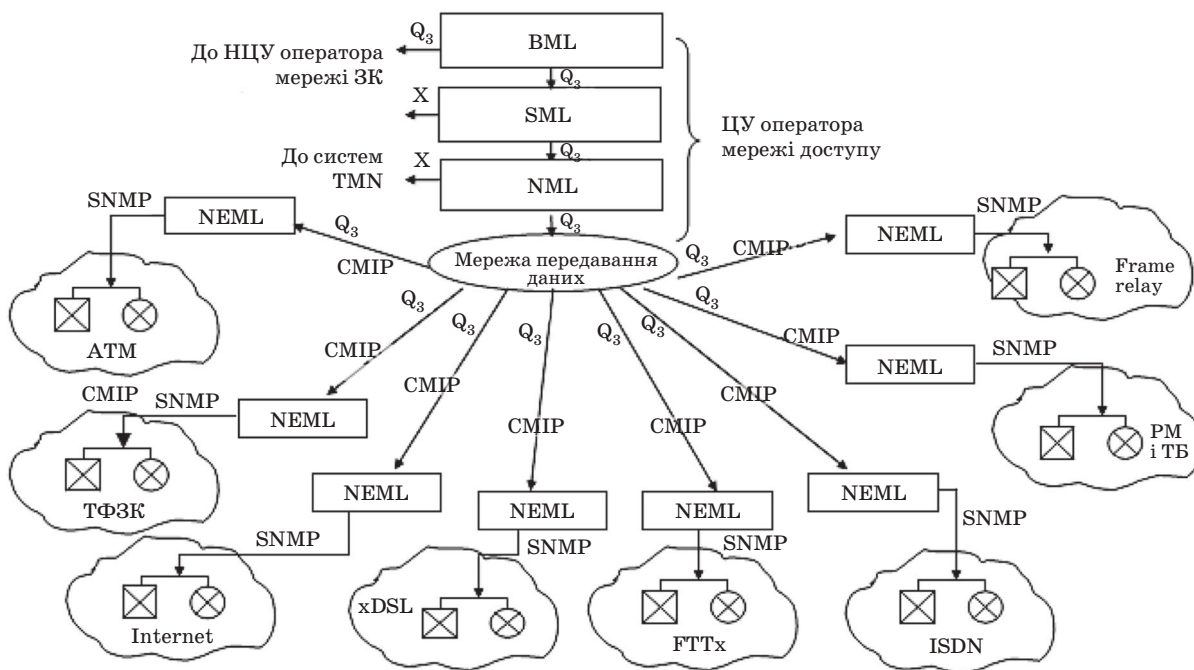


Рис. 2. Побудова системи управління мережею доступу (☒ — сервер доступу; ☉ — порт користувача)

Завдання управління на мережному рівні і на рівні мережних елементів виконує центр управління через інтерфейс Q_3 за протоколом CMIP.

Взаємодія центру управління з об'єктами управління реалізується за протоколами, які задає постачальник обладнання.

Вочевидь, вимоги до систем управління стрімко зростають, а тому щоб задовольняти ці вимоги й безперервно вдосконалювати управління мережею, відповідна система управління має включати в себе автономні підсистеми, упроваджені як комплексно, так і в індивідуальному порядку.

Висновок

Система управління мережею наступного покоління на рівні доступу включає в себе дві головні частини: систему ухвалення рішень і систему їх виконання, що принципово змінює традиційну

інтерпретацію понять технічної експлуатації та технічного обслуговування.

Література

1. **Стеглов, В. К.** Основи управління мережами та послугами телекомунікацій: підручник для студ. вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації» / В. К. Стеглов, Є. В. Кільчицький. — К.: Техніка, 2002. — 438 с.
2. **Денисьєва, О. М.** Средства связи для последней мили / О. М. Денисьєва, Д. Г. Мирошников. — М.: Эко-Терез, 1998.
3. **Бондарчук, А. П.** Основи інфокомунікаційних технологій / А. П. Бондарчук, Г. С. Срочинська, М. Г. Твердохліб. — К., 2015. — 76 с.
4. **Гольдштейн, Б. С.** Сети связи пост-NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. — СПб.: ВХВ-Петербург, 2013. — 160 с.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **А. М. Сільвестров**, Національний технічний університет України «КПІ», Київ.

О. Г. Варфоломеева, А. П. Бондарчук, Ю. Л. Лавренюк

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ НА УРОВНЕ ДОСТУПА

Рассмотрены возможности использования новейших результатов развития сетей доступа, построенных на базе различных технологий, с целью разработки требований к системам управления ими.

Ключевые слова: сети доступа; сеть NGN; концепция TMN; протоколы; технологии управления.

O. G. Varfolomeieva, A. P. Bondarchuk, J. L. Lavrenyuk

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL MODEL OF SYSTEM MANAGEMENT BY NETWORK OF NEXT GENERATION AT LEVEL OF ACCESS

The article discusses the possibility of using the results of today's access networks that are built using different technologies and the development of requirements for systems management.

Keywords: access network; the network NGN; the concept of TMN; protocols; technology management.