

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИБОРУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ ІСНУЮЧОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Інститут аерокосмічних систем управління НАУ, e-mail: iacs@nau.edu.ua

У статті розглядається математична модель вибору телекомунікаційних засобів для надання розширеної номенклатури телекомунікаційних послуг населенню на основі існуючої телекомунікаційної інфраструктури. Передбачена перевірка обраних засобів за критерієм електромагнітної сумісності з функціонуючими телекомунікаційними засобами, сортування варіантів побудови телекомунікаційної мережі на основі оцінки показників інвестиційних проектів.

Ключові слова: телекомунікаційні засоби, електромагнітна сумісність, GSM, CDMA, EVDO, HSDPA

Вступ. Наразі частина населення і підприємств України стикається з проблемою отримання якісних телекомунікаційних послуг. Якщо в великих містах нашої країни ця проблема вирішується вже достатньо давно і успішно, то в малих і середніх з населенням від 5 до 30 тисяч чоловік це питання залишається актуальним. Це пов'язано насамперед з тим, що великі оператори даного ринку послуг не розглядають подібні місця, як потенційно прибуткові ринки і не вважають за потрібне інвестування грошей в розвиток відповідної інфраструктури. Проте вказана проблема має значну соціальну значимість, а населення, школи, лікарні і підприємства таких населених пунктів є потенційними споживачами широкого спектру послуг. Виходячи з цього актуальним можна вважати створення умов для швидкого і економічно обґрунтованого впровадження телекомунікаційних засобів, які дозволили б надавати кінцевим абонентам широку номенклатуру послуг на відповідному якісному рівні.

Постановка завдання. Одним із засобів, що сприяють досягненню цієї мети є побудова математичної моделі, що дозволяє на основі врахування існуючої телекомунікаційної інфраструктури та місцевих умов запропонувати декілька варіантів розгортання телекомунікаційної мережі, які є кращими за встановленими критеріями оцінки.

Алгоритм вибору телекомунікаційних засобів. Номенклатура послуг населенню поділяється на групи за ознакою наближеності вимог до параметрів телекомунікаційних мереж [1]. Поділ населених пунктів на категорії K за кількістю населення також проводиться за критерієм відповідності кількості абонентів необхідним показникам мережі [1]. У роботі розглядається третя (5 000 – 10 000 мешканців), четверта (10 000 – 30 000) та п'ята (більше 30 000) категорії населених пунктів.

Кількість можливих абонентів визначається за статистичними даними у конкретному регіоні.

Для третьої категорії населених пунктів K_3 можна обмежитися другою групою телекомунікаційних послуг та на невеликій території третьою з урахуванням того факту, що у цих населених пунктах знаходяться школи, лікарні тощо.

Для четвертої категорії населених пунктів обмежуємося другою та третьою групами телекомунікаційних послуг завдяки нерівномірному розподілу щільності населення. Завдяки наявності багатоквартирних будинків може виникнути потреба у четвертій групі набору послуг.

П'ята категорія населених пунктів потребує телекомунікаційні послуги до четвертої групи включно. Завдяки наявності значної кількості підприємств, філіалів банків тощо, може з'явитися потреба у п'ятій групі набору телекомунікаційних послуг.

Аналіз існуючої інфраструктури телекомунікаційних засобів. Для побудови математичної моделі раціонального вибору телекомунікаційних засобів для надання послуг населенню необхідно створити базу даних з інформацією про існуючу телекомунікаційну інфраструктуру в тому чи іншому населеному пункті. Оскільки неможливо охопити базою даних всі населені пункти для кожної категорії доцільно ввести множину типових випадків інфраструктури $T^k = \{T_1^k, T_2^k, \dots, T_q^k\}$, де k - номер категорії; q - кількість типових випадків.

Кожен з елементів множини T_i^k є множиною телекомунікаційних засобів $T_i^k = \{t_{i1}^k, t_{i2}^k, \dots, t_{is}^k\}$, де s - кількість телекомунікаційних засобів у i -ому випадку інфраструктури для населеного пункту категорії k .

У свою чергу кожен елемент t_{is}^k є множиною характеристик та параметрів певного типу телекомунікаційного обладнання $t_{is}^k = \{s_{is1}^k, s_{is2}^k, \dots, s_{isn}^k\}$, де n - кількість характеристик та параметрів, що враховуються при розрахунках.

У населених пунктах усіх категорій за станом на кінець 2010 р. наявна телекомунікаційна інфраструктура багатьох національних GSM провайдерів. Базові станції у цих регіонах з великою ймовірністю підтримують радіотехнологію EDGE. Термінальне обладнання також повинно підтримувати цю технологію. Також є можливість використання супутникового зв'язку для доступу до мережі Інтернет.

У населених пунктах третьої категорії може бути встановлено обладнання для розгортання мереж третього покоління на основі стандартів «CDMA2000 1x-EVDO Rev.A» та «UMTS 2100 з надбудовою HSDPA», що базуються на технології CDMA. Ці стандарти передбачають передачу даних на швидкостях до 3,1МБіт/с та 3,6МБіт/с відповідно та передачу мови. Також існують магістральні лінії зв'язку до опорно-транзитної автоматичної телефонної станції (ОТАТС) дротового телефонного зв'язку та доступу до мережі Інтернет. Вони можуть базуватись на радіорелейних станціях чи волоконно-оптичних лініях зв'язку.

У населених пунктах четвертої категорії існує інфраструктура 3-ї категорії, та можуть бути прокладені мережі типу MAN та LAN, які використовуються для надання розширеної номенклатури послуг населенню у місцях з великою щільністю населення. Наприклад, у мікрорайонах багатоповерхівок. MAN та LAN створюються на основі технології ВОЛЗ FTTB та Ethernet.

Населені пункти п'ятої категорії включають інфраструктуру четвертої та можуть мати додатково бездротові мережі за технологіями WiFi та WiMAX.

До множини характеристик та параметрів певного типу телекомунікаційного обладнання належать: середня швидкість на одного абонента, затримка пакетів даних, ширина частотної смуги каналу зв'язку з магістральною лінією зв'язку, можливість вдосконалення, час та витрати на модернізацію, територіальне положення, інтерфейси та протоколи підключення до магістральної лінії зв'язку тощо.

Умови поширення радіохвиль будемо характеризувати за допомогою множини $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{ln}\}$, а характер забудови - $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_{un}\}$. Типовими є випадки, коли радіотраса проходить над ділянками з різним характером забудови. В умовах низького рівня розвитку телекомунікаційної інфраструктури основною проблемою для побудови мережі є пошук точки присутності оператора (ТПО).

З'єднання телекомунікаційних мереж регулюються правилами, що встановлюються Національною комісією з питань регулювання зв'язку України [2]. Необхідно також враховувати потребу в нових магістральних лініях зв'язку.

База даних повинна включати інформацію економічного характеру, а саме: вартість обладнання, вартість будівельно-монтажних та налагоджувальних робіт, терміни розгортання засобів. Вибір телекомунікаційних засобів, що задовольняють вимогам до мережі для певної групи послуг, відбувається у відповідності з розробленим алгоритмом [1].

Використовуються вагові коефіцієнти, що відображають «чутливість» конкретної послуги до певного параметру телекомунікаційної мережі. Наприклад, до другої групи включені послуги «Сервіс миттєвих повідомлень ICQ» та «VoIP». Для послуги «Сервіс миттєвих повідомлень ICQ» параметр «затримка» не є критичним, параметр «втрата пакетів», до певної міри, також (завдяки використанню протоколу TCP/IP, в якому реалізовано механізм контролю доставки пакетів та повторна передача втраченого пакету). Мінімальна швидкість передачі даних обмежується тільки рівнем комфортності користувача.

Протилежна ситуація складається з послугою «VoIP». Використовується протокол UDP, який не передбачає контролю за втраченими пакетами даних оскільки «час життя» пакету є обмеженим. До параметра «затримка» протокол більш чутливий тому, що ця послуга є

додатком реального часу. Мінімальна швидкість передачі даних (в обидва напрямки) повинна бути більшою від швидкості передачі потоку, який задається.

У населених пунктах категорій №4 та №5 завдяки нерівномірному розподілу ТПО, елементів інфраструктури та населення при проектуванні телекомунікаційної мережі необхідно використовувати комбінації з обладнання різних технологій з урахуванням таких параметрів як: наявність та тип ТПО, особливості забудови певного району населеного пункту, кількість потенціальних клієнтів та їх потреби в певних видах послуг тощо. Таким чином, у населених пунктах цих категорій, окремі райони для покриття телекомунікаційною мережею можна розглядати окремо один від одного, з урахуванням певного набору послуг лише для нього.

Вектор параметрів певного типу обладнання задається у базі даних у вигляді:

$$W_j = \{w_1; w_2; \dots; w_m\},$$

де: j – номер певного типу обладнання, m – порядковий номер параметру.

Вибір телекомунікаційних засобів, що задовольняють вимогам до мережі для певної групи послуг. Проводимо пошук серед множини M телекомунікаційних засобів елементів, які б разом з існуючою інфраструктурою утворили множини засобів $\Lambda = \{K_{II}^1, K_{II}^2, \dots, K_{II}^k\}$, що забезпечують надання послуг із заданою якістю. Відповідність параметрів певного типу обладнання заданому набору послуг визначається у роботі [1].

Процедури оцінки ЕМС пари незалежних радіоелектронних засобів (РЕЗ). Оцінка ЕМС апаратури мережі з іншими РЕЗ є необхідною. Процедури оцінки наведені у [3]. Дані для розрахунків знаходяться у підмножині параметрів множини M .

Висновки. Запропонований алгоритм вибору телекомунікаційних засобів для надання розширеної номенклатури телекомунікаційних послуг населенню на основі існуючої телекомунікаційної інфраструктури в результаті реалізації може служити ефективним засобом отримання інформації технічного та економічного характеру щодо можливих варіантів побудови телекомунікаційних мереж.

Список літератури

1. *Розробка методології та засобів вибору радіотехнології для надання розширеної номенклатури послуг зв'язку в депресивних регіонах України*/наук. керівник Сібрук Л.В. Проміжний звіт про НДР №592-ДБ09, № держ. реєстрації 0109U000684, НАУ, Київ, 2010. – 82 с..
2. *Рішення Національної комісії з питань регулювання зв'язку України. Правила взаємоз'єднання телекомунікаційних мереж загального користування. Затверджено 08.12.2005р. № 155.*
3. *Іванов В.О., Решетнік М.В., Бондаренко Д.П.* Алгоритм розрахунку норм частотно-територіального рознесення радіоелектронних засобів. – К.: Вісник ДУІКТ. – 2007. – Том5(3). – С.262 – 270.с.

Л.В. Сибрук, Д.П. Бондаренко

Математическая модель для выбора телекоммуникационных средств на основе существующей телекоммуникационной инфраструктуры

В статье рассматривается проблема выбора телекоммуникационных средств для предоставления расширенной номенклатуры телекоммуникационных услуг населению на основе существующей телекоммуникационной инфраструктуры. Проверка выбранных средств на электромагнитную совместимость (ЕМС) с существующими телекоммуникационными средствами и системами, сортировка результатов на основе оценки показателей инвестиционных проектов по внедрению вариантов телекоммуникационных средств.

L.V. Sibruk, D.P. Bondarenko

A mathematical model for the choice of telecommunications facilities on existing telecommunications infrastructure

The article discusses the problem of choice of telecommunications facilities to provide an expanded range of telecommunications services to the population on the basis of the existing telecommunications infrastructure. Checking the means chosen for the electromagnetic compatibility (EMC) with existing telecommunication facilities and systems, sorting the results based on an assessment of indicators of investment projects for the introduction of telecommunications options.