

УДК 621.395

**В.М. ЛОКАЗЮК, О.В. ІВАНОВ***Хмельницький національний університет, Україна***МЕТОД РОЗРАХУНКУ ОКУПНОСТІ ОСНОВНИХ ВИДІВ  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ ДЛЯ РІЗНИХ ГРУП АБОНЕНТІВ**

Представлено метод розрахунку економічної доцільності надання телекомунікаційних послуг, котрий враховує реальний стан надання таких послуг у конкретних мікрорайонах міст. Метод є основою розроблення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для визначення стратегій надання телекомунікаційних послуг певним групам абонентів.

**телекомунікаційні послуги, телефонний зв'язок, абонентське середовище, штучна нейронна мережа**

**Вступ**

На сьогодні неможливо уявити собі наше суспільство без наявності телекомунікаційних послуг. Особливу роль у глобальній інформатизації суспільства відіграють засоби телефонного зв'язку. Вони у наш час представлені новими інформаційними технологіями, зокрема, мобільним зв'язком, IP-телефонією та ін. Телекомунікаційні канали зв'язку використовуються для масового доступу до глобальної мережі Internet. Широко поширені і інші телекомунікаційні послуги, зокрема, з'єднання домашніх комп'ютерів через швидкісну транспортну лінію ("місцевий Ethernet").

Потреби населення у телекомунікаційних послугах постійно зростають, як і можливості телекомунікаційних компаній. Зрозуміло, що абоненти бажають, щоб ці послуги були найдешевшими, а оператори – зацікавлені у швидкій окупності матеріальних витрат наданих послуг і одержанні прибутків.

**1. Формулювання проблеми**

Для визначення залежності витрат на надання телекомунікаційних послуг та їх окупності умовно розподілимо абонентське середовище на декілька груп.

До першої групи віднесемо абонентів житлових районів, до другої – абонентів, що є юридичними особами з кількістю телефонів до 15-ти. Це невеликі

фірми, малі підприємства тощо. До третьої групи віднесемо абонентів – юридичні особи, що мають кількість телефонів більше 15-ти. Це середні та великі підприємства, фінансові установи, навчальні заклади тощо.

Кожна із зазначених груп має свої телекомунікаційні потреби. Серед них: а) телефонний зв'язок; б) доступ до мережі Internet (комутований); в) доступ до мережі Internet (виділена лінія); г) "місцевий Ethernet"; д) виділений швидкісний Internet (Real IP); е) цифрові канали для виділених підрозділів та партнерів; є) радіозв'язок малого радіусу дії типу DECT; ж) інші потреби.

Але у операторів зв'язку не завжди наявні можливості задоволення усіх висунутих вимог абонентів. Це зумовлено відсутністю технічних можливостей операторів, зокрема, відсутністю достатньої кількості швидкісних цифрових каналів, виділених підрозділам, а також відсутністю правових підстав – тієї чи іншої ліцензії на частоти номерного ресурсу та ін.

Виходячи з вимог абонента на той чи інший тип послуг, перед оператором постає задача підбору технології, за допомогою якої таку послугу можна надати.

Підбір технології визначається багатьма факторами, основні з яких це вартість,

масштабованість (можливість нарощувати при необхідності технологічну ємність), окупність та ін. [1].

Основною задачею є економічна доцільність надання телекомунікаційних послуг з врахуванням реального стану надання цих послуг у конкретних мікрорайонах міст. Така задача є важкоформалізованою. Ефективним підходом для її вирішення є розроблення і подальше впровадження інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для визначення стратегій надання телекомунікаційних послуг згаданим вище групам абонентів [2].

## 2. Вирішення проблеми

**2.1. Структура та перелік потреб абонентського середовища.** Для визначення залежності витрат на надання телекомунікаційних послуг та їх окупності умовно розподілимо абонентське середовище на декілька груп.

До першої групи віднесемо абонентів житлових районів, до другої – абонентів, що є юридичними особами з кількістю телефонів до 15-ти. Це невеликі фірми, малі підприємства тощо. До третьої групи віднесемо абонентів – юридичні особи, що мають кількість телефонів більше 15-ти. Це середні та великі підприємства, фінансові установи, навчальні заклади тощо.

Визначимо перелік телекомунікаційних потреб кожної із зазначених абонентських груп.

Потреби першої групи:

- а) телефонний зв'язок;
- б) доступ до мережі Internet (комутований);
- в) “місцевий Ethernet”;
- г) інші потреби.

Потреби другої групи:

- а) телефонний зв'язок (пряме підключення, або за допомогою використання міні-АТС, здійснюється через аналогові або цифрові лінії ISDN BRI);
- б) доступ до мережі Internet (виділена лінія);
- в) інші потреби.

Потреби третьої групи:

- а) телефонний зв'язок (як правило, використовуючи відомчу АТС та ISDN PRI);
- б) виділений швидкісний Internet (Real IP);
- в) цифрові канали для виділених підрозділів та партнерів;
- г) радіозв'язок малого радіусу дії типу DECT;
- д) інші потреби.

Варто мати на увазі також, що телекомунікаційний попит абонентів будь-якої із зазначених груп відрізняється в залежності від величини та ступеня ділової активності населеного пункту в загальному.

### 2.2. Технологія надання послуг абонентам.

Розглянемо технологію та методику надання послуг абонентам.

Для прикладу візьмемо один з мікрорайонів у м. Хмельницькому – житловий масив “Озерна”. У цьому районі наявна АТС – квазіелектронна АТС типу “Квант”. Проведені маркетингові дослідження визначили головну потребу абонентів, що вже мають телефони – якісний Інтернет по комутованому доступу. Можливими шляхами реалізації даного попиту є:

1) заміна АТС на цифрову з наступною реалізацією комутованого доступу за швидкісними протоколами;

2) модернізація даної АТС із заміною механічної комутації на цифрову (у випадку механічних АТС типу АТС ДКС чи АТСКУ) або заміною керуючого комплексу, реалізація тонового набору та модернізація АК (у випадку квазіелектронних систем);

3) організація широкополосного доступу на базі технології xDSL шляхом дообладнання даної АТС концентраторами доступу (у цьому випадку якість комутації не впливатиме на швидкість доступу до Internet, так як відгалуження цифрового потоку здійснюється до комутаційного обладнання).

В останні роки ситуація на ринку Internet-послуг дещо змінилася. Зокрема, якщо раніше ознакою якісного Internet була достатня кількість ліній, то на сьогодні вирішальне значення для абонентів має співвідношення ціни послуги до швидкості прийому інформації. Стрімкий розвиток технології ADSL та її модернізованих варіантів (ADSL2 та ADSL2+) спонукав багатьох операторів телефонного зв'язку (власників телефонних ліній - базису ADSL) до провайдерської діяльності, створивши потужну конкуренцію традиційним провайдерам Internet.

Технологія «домового езернету» передбачає різноманітні сервіси користувачів даної мережі : фільмотека, різноманітні аудіо та відеопрограми пізнавального, навчального та розважального плану, нові комп'ютерні ігри, можливість зв'язку, проведення ігор та обмін інформацією всередині мережі, швидкісний Internet тощо.

Одним з найпоширеніших варіантів технічного вирішення організації даної послуги – підведення волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) до будинків, де розташовується конвертор для переходу на 100 Мб розподільчу мережу, виконану кабелем типу “вита пара”. Через комутатор відбувається також проходження інформації між двома учасниками мережі, та управління кожною точкою під'єднання. Це дає змогу, по-перше, ефективно використовувати ресурси мережі, не займаючи магістральні канали, а по-друге, здійснювати облік трафіка, регулювати швидкість, конфігурацію з'єднань по кожному абоненту окремо. На АТС розміщується серверна платформа для реалізації таких послуг, як потокове відео, аудіоінформація, можливість обміну між абонентами інформацією тощо. Окрім того, абонентам надається можливість швидкісного доступу до Інтернету. Для більш ефективного використання ВОЛЗ можна доушільнити їх телевізійним сигналом. У випадку доушільнення на вході оптоволоконної лінії до будинку ставиться

пристрій , що дозволяє вилучити телевізійний потік з подальшою трансляцією останнього по коаксіальному кабелю по квартирах. Недоліком цього рішення є те, що в помешкання абонента заходить два кабеля – вита пара та коаксіал. Інше рішення – завести в помешкання один коаксіальний кабель, де містився б телевізійний потік та мережа, і розділитись потім кабельним модемом (широко використовується в Канаді та США). Недолік цього рішення – висока вартість кабельного модема (150-250\$) та перевантаження магістралей, так як весь трафік буде проходити через центральний вузол.

З проведених планових розрахунків впровадження телекомунікаційних послуг [1] можна зробити наступні висновки:

1) окупність телекомунікаційних послуг залежить від специфіки груп абонентів та переліку потреб кожного з них;

2) істотне значення для окупності телекомунікаційних послуг мають вже наявні АТС та лінії зв'язку у мікрорайоні, який таких послуг потребує;

3) найнижча окупність телекомунікаційних послуг у мікрорайонах, де є потреба у заміні механічної АТС на цифрову;

4) вироблення стратегії та розрахунок окупності основних видів телекомунікаційних послуг з врахуванням реального стану надання цих послуг у конкретному мікрорайоні є складною неформалізованою задачею, котра потребує вирішення.

Найбільш прийнятним підходом для ефективного вирішення цієї задачі автори вважають розроблення і використання інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для визначення стратегій надання телекомунікаційних послуг.

Для формалізації процесу надання телекомунікаційних послуг розроблено його структуру (рис. 1).

Вихідними параметрами механізму оптимізації надання кількості номерів приймемо, згадані раніше, першу – А-групу, другу – В-групу та третю С-групу абонентів. Кількість об'єктів у групах визначиться множиною  $O = \{O_i; i = \overline{1, k}\}$ . Кількість телефонних номерів у групах визначиться множиною  $H = \{H_j; j = \overline{1, m}\}$ .

Телекомунікаційні потреби абонентських груп А, В, С визначаються множиною елементів

$$P = \{P_T, P_I, P_E, P_{I.B.}, P_{I.Ш.}, P_{Ц.К.}, P_{P.З.}, P_{ін.}\},$$

де  $P_T$  – потреба у телефонному зв'язку;  $P_I$  – потреба доступу до мережі Internet;  $P_E$  – потреба у “місцевому Ethernet”;  $P_{I.B.}$  – потреба доступу до мережі Internet по виділеній лінії;  $P_{I.Ш.}$  – потреба у виділеному швидкісному Internet;  $P_{Ц.К.}$  – потреба у цифрових каналах для виділених підрозділів та

партнерів;  $P_{P.З.}$  – потреба у радіозв'язку малого радіусу дії типу DECT;  $P_{ін.}$  – інші потреби.

Обов'язково також має бути врахованим такий вихідний параметр, як кількість телефонних номерів  $K_{ТН}$  задіяної АТС у районі, котрому планується надавати згадані телекомунікаційні послуги. Береться до уваги також і кількість пільговиків, що проживають у даному районі.

Механізм оптимізації надання кількості номерів по групах визначає оптимальну кількість номерів, що може надатись для кожної із груп А, В, С, та об'єм телекомунікаційних послуг з врахуванням їх окупності і, відповідно, прибутковості підприємства-оператора [1]. Для моделювання розв'язку зазначеної неформалізованої задачі відобразимо структурну схему надання телекомунікаційних послуг штучною нейронною мережею (ШНМ) (рис. 2).

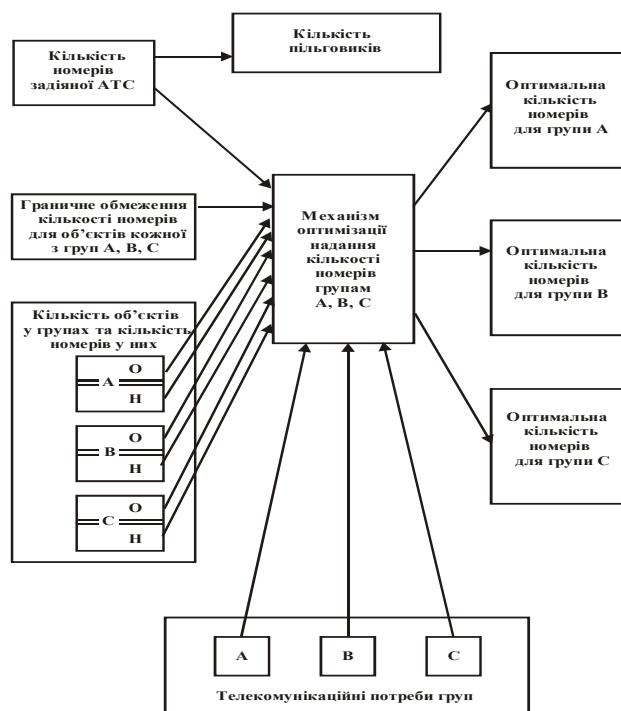


Рис. 1. Структурна схема оптимізації надання телекомунікаційних послуг

Архітектура розробленої ШНМ відповідає прямонаправленому багатозаровому перцептрону. Вхідний шар ШНМ відображає групи абонентів А, В, С з множинами входів, перерахованими раніше

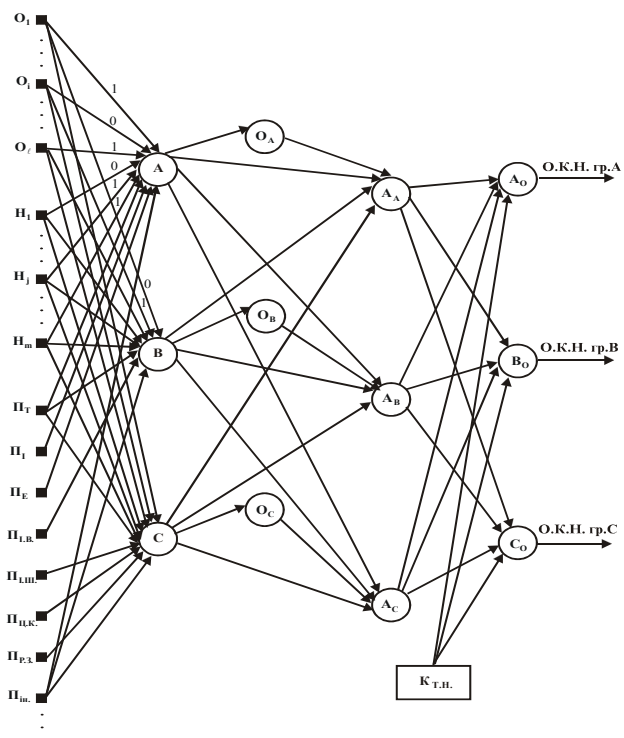


Рис. 2. Структура нейромережі оптимізації надання послуг

при розгляді структурної схеми оптимізації надання телекомунікаційних послуг. В ШНМ наявні два

приховані шари нейронів:  $O = \{O_A, O_B, O_C\}$  та  $A = \{A_A, A_B, A_C\}$ .

Перший з них відображає максимальне обмеження кількості телефонних номерів у групах А, В, С, а другий є апроксимаційним і призначений для апроксимації функції. Взагалі, обидва приховані шари можна розглядати як один апроксимаційний. У цьому випадку точність апроксимації збільшується у зв'язку із збільшенням кількості нейронів у прихованому шарі [2].

Функціонали вихідного шару штучної нейронної мережі відповідають оптимальній кількості телефонних номерів для груп А, В, С абонентів.

За функції активації нейронів у багатошаровому персептроні приймаємо найбільш прийнятні для ШНМ цього типу сигмоїдну та стрибкоподібну функції.

Штучна нейронна мережею навчається за широко описаними в літературі алгоритмами навчання персептрона із застосуванням навчаючого правила корекції помилки.

Алгоритм А1 навчання і функціонування мережі полягає у наступному.

А1.1. Присвоїти значення ваговим коефіцієнтам  $W$  випадковим чином або за даними експертів.

А1.2. Ввести вхідний вектор, що відповідає множинам  $O, H, П, K_{Т.Н.}$ .

А1.3. Ввести величини виходів  $A_0, B_0, C_0$  навчаючої вибірки ненавченої мережі.

А1.4. Ввести кількість ітерацій для навчання ШНМ.

А1.5. Задати швидкість навчання  $\Delta W$ .

А1.6. Одержати вагові коефіцієнти  $W$ .

А1.7. Ввести вхідний вектор для функціонування ШНМ і одержання функціоналів.

А1.8. Кінець алгоритму.

Вагові коефіцієнти модифікуються за відомою формулою:

$$\omega_{i,j}(p+1) = \omega_{i,j}(p) + \eta \delta x_i,$$

де  $p$  і  $p+1$  – номери біжучої і наступної ітерації;  
 $\eta$  – коефіцієнт швидкості навчання,  $0 < \eta < 1$ ;  
 $x_i$  – номер  $i$ -го входу;  $j$  – номер нейрона у наступних шарах.

## Висновки

1. Визначений перелік телекомунікаційних потреб абонентських груп показав, що окупність телекомунікаційних послуг залежить від специфіки груп абонентів та переліку потреб кожного з них. При цьому істотне значення для окупності телекомунікаційних послуг мають вже наявні лінії зв'язку у мікрорайоні, який таких послуг потребує.

2. Задача вироблення стратегії надання телекомунікаційних послуг у певному мікрорайоні з врахуванням її окупності та вже наданих послуг є неформалізованою і може бути вирішена на основі застосування теорії штучного інтелекту, зокрема штучних нейронних мереж. З архітектурної точки зору найкраще для цього підходить прямонаправлений багатошаровий персептрон з двома прихованими шарами, перший з котрих відображає максимальне обмеження кількості телефонних номерів у групах, а другий – апроксимує функцію.

## Література

1. Иванов О.В., Данилов В.О. Розрахунок окупності основних видів телекомунікаційних послуг різних груп абонентів // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ. – 2005. – №. 4, ч. 1, т. 1. – С. 263-266.

2. Люгер Д. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е изд., пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.

Поступила в редакцию 24.02.2006

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.М. Конорев, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.