

## МЕТОД ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРО НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

*У зв'язку з бурхливим розвитком сфери телекомунікаційних послуг в Україні в останні роки важливого значення набуває проблема оптимального проектування телекомунікаційних систем з метою забезпечення ефективного використання апаратних і програмних засобів, найбільш повного задоволення потреб користувачів телекомунікаційних послуг, забезпечення швидкої окупності устаткування, впровадження гнучкої системи тарифів за послуги зв'язку. Розроблено метод оцінювання основних видів телекомунікаційних послуг для визначених груп абонентів на основі штучної нейронної мережі, що має важливе значення в області планування стратегій надання телекомунікаційних послуг.*

*Ключові слова: телекомунікаційні послуги, штучна нейронна мережа, система підтримки прийняття рішень.*

L.O. KOVTUN, M.V. STRUTINSKIY  
Khmelnyskyi National University

### METHOD OF ACCEPTANCE OF THE PROVISION OF DECISION TELECOMMUNICATION SERVICES

*In connection with the rapid development of telecommunication services in Ukraine in recent years, the problem of optimal design of telecommunication systems for the purpose of ensuring the effective use of hardware and software, the most complete satisfaction of users of telecommunication services, ensuring the rapid payback of equipment, the introduction of a flexible tariff system becomes of paramount importance for communication services. The article presents a method of estimating the main types of telecommunication services for certain groups of subscribers on the basis of an artificial neural network, which is important in the field of planning strategies for the provision of telecommunication services. The formal description of the decision support system model, the structure of the non-network optimization of the provision of services, the block diagram of optimization of the provision of telecommunication services is given. Based on the formalized TP model, a neural network method for assessing the payback of major types of telecommunication services for different groups of subscribers has been developed. The architectural features of ATM are determined, with the help of which this neural network method is realized.*

*Key words: telecommunication services, artificial neural network, decision support system.*

**Вступ.** Дослідженню окремих аспектів ринку телекомунікаційних послуг були присвячені праці таких іноземних та вітчизняних вчених, як А. Бруско [1], О. Дриль [2], О. Мітяєва [3], Н. Ребрікова [4] та інших. Досить багато уваги дослідженню питань розвитку світового ринку телекомунікацій присвячують засоби масової інформації. В Україні ж цією проблемою займається Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації. У зв'язку з бурхливим розвитком сфери телекомунікаційних послуг в Україні в останні роки важливого значення набуває проблема оптимального проектування телекомунікаційних систем з метою забезпечення ефективного використання апаратних і програмних засобів, найбільш повного задоволення потреб користувачів телекомунікаційних послуг, забезпечення швидкої окупності устаткування, впровадження гнучкої системи тарифів за послуги зв'язку. Одним з варіантів вирішення даної проблеми може стати використання систем підтримки прийняття рішень при проектуванні телекомунікаційних систем і затвердженні тарифів за послуги зв'язку.

Актуальність роботи полягає в розробці методу оцінювання основних видів телекомунікаційних послуг для визначених груп абонентів на основі штучної нейронної мережі, що має важливе значення в області планування стратегій надання телекомунікаційних послуг.

**Аналіз надання телекомунікаційних послуг.** На сьогодні неможливо уявити сучасне 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 тощо. Телекомунікаційні канали зв'язку використовуються для масового доступу до глобальної мережі Internet. Широко поширені й 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 бажать, щоб ці послуги були найдешевшими, а оператори зацікавлені у швидкій окупності матеріальних витрат наданих послуг і одержанні прибутків.

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 тощо.

Виходячи з вимог абонента на той чи інший тип послуг, перед оператором зв'язку постає задача підбору технології, за допомогою якої таку послугу можна надати. Підбір технології визначається багатьма факторами, основні з яких це вартість, масштабованість (можливість нарощувати за необхідності

технологічну ємність), окупність тощо.

Основною задачею є економічна доцільність надання телекомунікаційних послуг з врахуванням реального стану надання цих послуг у конкретних мікрорайонах міст. Така задача є важко формалізованою, тому для її розв'язку не підходять алгоритмічні методи. 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. У цьому випадку доцільно застосувати інтелектуальні методи розв'язку задачі за допомогою штучного інтелекту. Для вирішення такої задачі найкраще підходить апарат штучних нейронних мереж (ШНМ).

**Формалізований опис моделі СППР надання телекомунікаційних послуг.** Для формалізації процесу надання телекомунікаційних послуг розроблено його структуру (рис. 1).

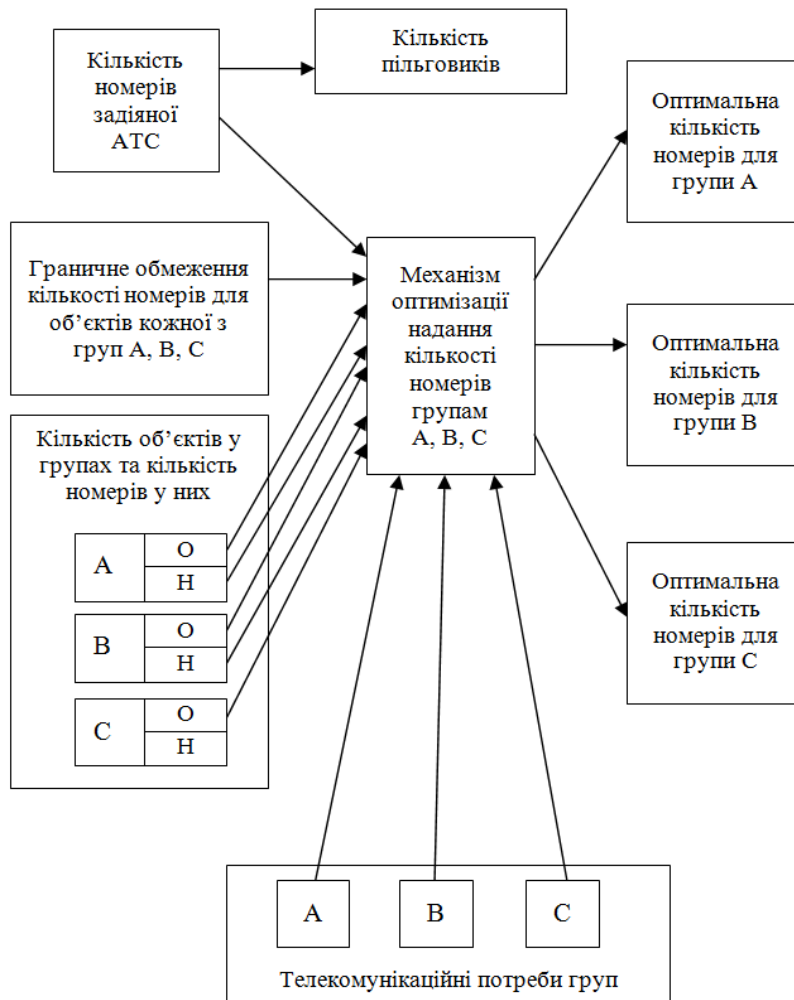


Рис. 1. Структурна схема оптимізації надання телекомунікаційних послуг

Вихідними параметрами механізму оптимізації надання кількості номерів прийемо, 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  $\Pi = \{\Pi_T, \Pi_I, \Pi_E, \Pi_{I.B.}, \Pi_{I.Ш.}, \Pi_{Ц.К.}, \Pi_{P.З.}, \Pi_{ин.}\}$ ,

де  $\Pi_T$  — потреба у телефонному зв'язку;

$\Pi_I$  — потреба доступу до мережі Internet;

$\Pi_E$  — потреба у місцевому Ethernet;

$\Pi_{I.B.}$  — потреба доступу до Internet по виділеній лінії;

$\Pi_{I.Ш.}$  — потреба у виділеному швидкісному Internet;

$\Pi_{Ц.К.}$  — потреба у цифрових каналах для виділених підрозділів та партнерів;

$\Pi_{p.з.}$  — потреба у радіозв'язку малого радіусу дії типу DECT;

$\Pi_{ін.}$  — інші потреби.

Обов'язково також має бути врахованим такий вихідний параметр, як кількість телефонних номерів  $K_{Т.Н.}$  задіяної АТС у районі, де 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.

Для моделювання розв'язку зазначеної неформалізованої задачі відображено структурну схему надання телекомунікаційних послуг ШНМ (рис. 2).

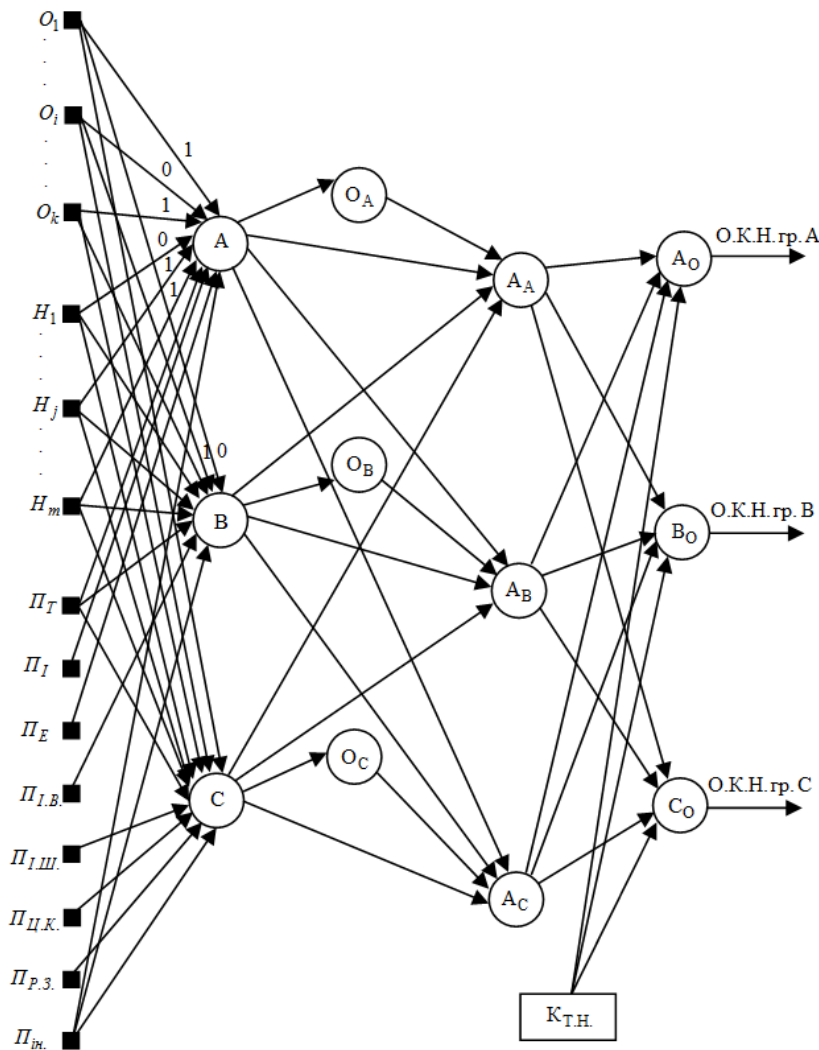


Рис. 2. Структура неймережі оптимізації надання послуг

Архітектура розробленої ШНМ відповідає прямонапрявленому багатошаровому перцептроні. Вхідний шар ШНМ відображає групи абонентів А, В, С з множинами входів, перерахованими раніше при розгляді структурної схеми оптимізації надання телекомунікаційних послуг. В ШНМ наявні два приховані шари нейронів:  $0 = \{0_A, 0_B, 0_C\}$  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 зі збільшенням кількості нейронів у прихованому шарі.

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

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

ШНМ навчається за широко описаними в літературі алгоритмами навчання перцептрона із застосуванням навчаючого правила корекції помилки.

Алгоритм А1 навчання і функціонування мережі полягає у наступному.

- A1.1. Присвоїти значення ваговим коефіцієнтам  $W$  випадковим чином або за даними експертів.  
 A1.2. Ввести вхідний вектор, що відповідає множинам  $O, H, P, K_{T.H}$ .  
 A1.3. Ввести величини виходів  $A_O, B_O, C_O$  навчаючої вибірки ненавченої мережі.  
 A1.4. Ввести кількість ітерацій для навчання ШНМ.  
 A1.5. Задати швидкість навчання  $\Delta W$ .  
 A1.6. Одержати вагові коефіцієнти  $W$ .  
 A1.7. Ввести вхідний вектор для функціонування ШНМ і одержання функціоналів.  
 A1.8. Кінець алгоритму.

Вагові коефіцієнти модифікуються за відомою формулою (1):

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

де  $p$  і  $p+1$  – номери поточної та наступної ітерацій;

$\eta$  – коефіцієнт швидкості навчання,  $0 < \eta < 1$ ;

$x_i$  – номер  $i$ -го входу;

$j$  – номер нейрона у наступних шарах.

**Висновки.** Розроблена формалізована модель надання телекомунікаційних послуг абонентам різних груп та побудована структурна схема оптимізації надання телекомунікаційних послуг.

На основі формалізованої моделі надання ТП розроблено нейромережний метод оцінки окупності основних видів телекомунікаційних послуг для різних груп абонентів. Визначено архітектурні особливості ШНМ, за допомогою якої реалізується даний нейромережний метод.

### Література

1. Брушко А.В. Застосування інструментів маркетингу для підвищення роботи підприємства / А.В. Брушко // Зб. Наук. праць студентів Національного університету кораблебудування. – 2011. – № 1. – С. 154–158.
2. Дріль О.І. Маркетингові дослідження (на прикладі ринку телекомунікацій) / О.І. Дріль // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Логістика». – 2008. – № 633. – С. 215–223.
3. Митяева О.А. Методологические аспекты анализа мотивационного профиля потребления на рынке услуг сотовой связи / О.А. Митяева // Вестник Российского государственного торговоэкономического университета. – 2011. – № 4. – С. 142–147.
4. Ребрикова Н.В. «Marketing-mix» в сфере телекоммуникационных услуг / Н.В. Ребрикова // Вестник Российского государственного торговоэкономического университета. – 2011. – № 2. – С. 95 – 102.

### References

1. Brushko A.V. Zastosuvannya instrumentiv marketynhu dlia pidvyshchennia roboty pidpriemstva / A.V. Brushko // Zb. Nauk. prats studentiv Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia. – 2011. – № 1. – S. 154–158.
2. Dril O.I. Marketynhovi doslidzhennia (na prykladi rynku telekomunikatsii) / O.I. Dryl // Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnik». Serii «Lohistyka». – 2008. – № 633. – S. 215–223.
3. Mityaeva O.A. Metodologicheskie aspekty analiza motivacionnogo profilya potrebleniya na rynku uslug sotovoj svyazi / O.A. Mityaeva // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo torgoekonomicheskogo universiteta. – 2011. – № 4. – S. 142–147.
4. Rebrykova N.V. «Marketing-mix» v sfere telemunikatsyonnykh usluh / N.V. Rebrykova // Vestnyk Rossyiskoho gosudarstvennogo torhovoekonomicheskogo unyversyteta. – 2011. – № 2. – S. 95 – 102.

Рецензія/Peer review : 15.6.2019 р.

Надрукована/Printed : 18.7.2019 р.

Стаття рецензована редакційною колегією