

Т. Басюк

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційних систем та мереж

## ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТАРИФУ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

© Басюк Т., 2013

**Проаналізовано передумови виникнення стільникового зв'язку, описано основні види послуг, які надаються національними операторами та проаналізовано відомі системи самообслуговування абонентів. Обґрунтовано методологічні засади побудови модуля вибору тарифного плану та сформульовано висновки щодо можливості його проектування із використанням сучасних технологій програмування.**

**Ключові слова:** структура, аналіз, архітектура, алгоритм, зв'язок.

**The paper analyzes the prerequisites of cellular, held description of the main types of services provided by national operators and analyzed the known self-service subscribers. The methodological framework for designing module selection plan and formulated opinions on the possibility of its design using modern programming technologies.**

**Key words:** structure, analysis, architecture, algorithm, communications.

### Вступ

Протягом усієї своєї історії людство відчувало гостру необхідність у засобах швидкого передавання інформації на великі відстані. На зорі цивілізації для цього використовувалися різні примітивні способи: сигнальні багаття, барабани, поштові голуби тощо. Винахід електрики з часом дав змогу сполучати між собою віддалені об'єкти. Це було значним досягненням, проте його недоліком було фіксоване розташування абонентів, що створювало значні незручності для користувачів. З плином часу створилась особлива галузь телекомунікацій – стільниковий зв'язок, що позбувся даного недоліку.

Для сучасного ринку стільникового зв'язку характерна ситуація, за якої абоненти обирають і надалі користуються певними послугами, опираючись на неповну чи викривлену внаслідок реклами інформацію. Користувач зацікавлений у використанні оптимального саме для нього тарифного плану та набору послуг, компанія-оператор – у збільшенні кількості абонентів, збереженні постійних клієнтів, економії на дзвінках до системи інтерактивних автовідповідачів та зверненнях до сервісних центрів підтримки абонентів. Отже, з погляду користувачів актуальним завданням є дослідження методів та розроблення програмно-алгоритмічного рішення, яке дасть змогу автоматизувати процес визначення та рекомендації оптимального тарифного плану та необхідного набору послуг та акцій, обраних на основі бізнес-правил, визначених оператором мобільного зв'язку. Критерієм оптимальності у цьому випадку буде максимізація економії абонента за нових умов порівняно з поточними умовами надання послуг зв'язку [1, 2].

### **Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями**

Повноцінна система вибору оптимального тарифного плану та набору послуг повинна містити елементи експертної системи та обробляти інформацію, яка стосується кожного абонента та особливостей його користування мобільним зв'язком. Особливістю існуючих систем самообслуговування є те, що вони дають змогу проаналізувати лише наявні в конкретного оператора пропозиції, що знижує якість підтримки прийняття рішень у процесі експлуатації. Зазначена особливість передбачає використання методів та засобів побудови відповідних систем та формування на їх основі

“конгломерату”, що дасть змогу практично реалізовувати задачі науки й практики в області підтримки прийняття рішень у процесі пошуку оптимального тарифного плану [4].

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Внаслідок проведеного дослідження та аналізу відомих засобів [5–9] виявилось, що особливими закономірностями розвитку ринку стільникового зв'язку є надання таких послуг:

- *передача та розподіл контенту* – за прогнозами корпорації iSupply, об'єм світового ринку мобільного контенту (зокрема музики, відео, ігор та зображень) повинен збільшитися до 80 млн. доларів до 2014 р;

- *мобільний Інтернет* – сутність цієї послуги визначається двома поняттями „мобільність” та „Інтернет”. Мобільний абонент отримує доступ до всього спектра послуг мережі Інтернет з метою задоволення своїх ділових, комунікаційних інтелектуальних та інших потреб;

- *мобільний банкінг* (m-банкінг) – це послуга, яка дає змогу абонентам стільникового зв'язку за допомогою мобільного телефону користуватися усіма або деякими можливостями свого банківського рахунку. Банки все частіше звертаються до ідеї мобільного банкінгу, який дозволяє їм активніше співробітничати з фізичними особами без збільшення витрат на розвиток мережі офісів. Абоненти отримують можливість цілодобового управління своїми коштами та контролю за ними;

- *мобільне телебачення* (Mobile digital broadcast TV (MDTV)) поєднує високі споживчі якості цифрового телебачення та стільникового зв'язку. Мобільне цифрове телебачення стає все популярнішою послугою. Зокрема, компанії-лідери обладнання мобільного зв'язку сформували альянс з розроблення стандарту мобільного телебачення DVB-H (digital video broadcast – handheld), яке апробують в Європі, США, Австралії та в Азії;

- *системи самообслуговування* – реалізується як з допомогою спеціалізованих систем керування (“Мій Київстар” ([www.my.kyivstar.ua](http://www.my.kyivstar.ua)), “Інтернет-помічник” від МТС ([www.my.mts.ua](http://www.my.mts.ua)), “Мій life:”) ([www.my.life.com.ua](http://www.my.life.com.ua)), DCC-Info ([www.dcc-info.com.ua](http://www.dcc-info.com.ua))) так і USSD (Unstructured Supplementary Service Data) – запитів. Такі запити дають змогу організовувати інтерактивну взаємодію між користувачем (абонентом) стільникової мережі і сервісним додатком в режимі передавання-отримання даних (коротких повідомлень).

Можна зробити висновок, що сьогодні у кожного мобільного оператора існує своя система самообслуговування абонентів, яка надає засоби із керування послугами мобільного зв'язку. Проте із значним поширенням стільникового зв'язку виникає множина пропозицій операторів-конкурентів, що вносить елемент плутанини у можливий їх вибір (оператора чи тарифного плану). З огляду на те актуальною є задача проектування спеціалізованої системи підтримки прийняття рішень у процесі вибору оптимального тарифу стільникового зв'язку, що надасть засоби із мінімізації витрат користувачів.

### **Основні завдання дослідження та їх значення**

Основними завданнями дослідження є: забезпечення оперативного інформування користувачів стільникового зв'язку про зміну тарифних планів та оплати послуг, консультування щодо вибору оптимального оператора і тарифу, а також надання актуальних порад щодо під'єднання до акцій, зокрема тих, які дозволяють економити гроші.

Відповідно до описаних завдань дослідження для їх вирішення необхідно: проаналізувати технології побудови системи вибору оптимального тарифного плану стільникового зв'язку; адаптувати вибраний підхід до поставленого завдання та сформулювати рекомендації й методологічний базис, необхідний для побудови прикладної системи. Вирішення зазначених завдань дасть змогу спроектувати прикладну систему, яка надасть засоби: накопичення даних про тарифні плани та передбачить можливість їх систематизації; аналізу та впровадження нових послуг абонентам; пошуку додаткової інформації про параметри, що аналізуються; виведення рекомендацій щодо вибору оптимального тарифного плану.

## Основні результати досліджень

Сьогодні складно знайти організацію, діяльність якої так чи інакше не залежала б від інформаційних технологій і програмних продуктів. До останніх висувається цілий ряд вимог, зокрема – високий рівень продуктивності, якість, багатofункціональність, простота використання і, звичайно, економічно виправдана ціна. Ці фактори значною мірою, залежать від апаратного та програмного забезпечення, тобто архітектури програмно-апаратної системи. Архітектура програмно-апаратної системи за своєю суттю є набором структурних компонентів і проектних рішень, яка визначає організацію, компонування і взаємодію всіх елементів між собою. Саме завдяки архітектурі програмний продукт забезпечує втілення покладених на нього завдань (рис. 1).

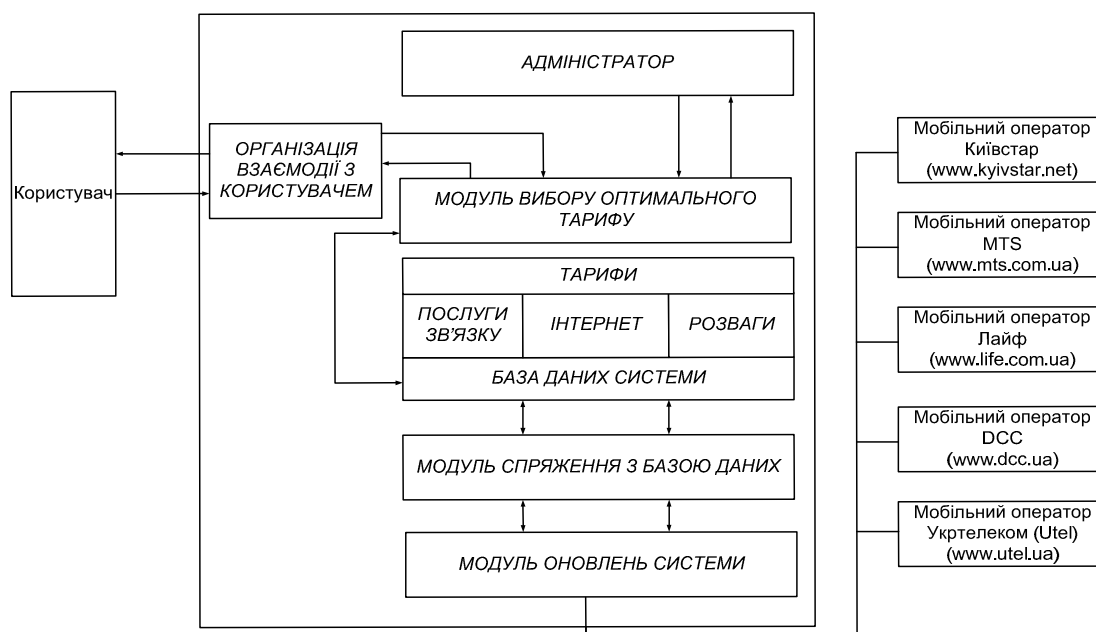


Рис. 1. Архітектура системи визначення оптимального тарифу стільникового зв'язку

Спроектована архітектура складається з таких основних модулів: організації взаємодії з користувачем, бази даних системи, адміністратора, модуля вибору оптимального тарифу, модулів спряження з базою даних та оновлення даних системи.

- *Організація взаємодії з користувачем* – особливістю цього модуля є те, що його базовим нащадком є множина компонентів Win32, яка використовує можливості віконної та графічної підсистем. Кожне вікно належить деякому класу вікна (window class), який реєструється у системі. Програма починає своє виконання із реєстрації класу вікна, після цього об'єкт вікна може бути розміщений у пам'яті та відображений користувачу. При цьому передбачається постійна готовність системи відносно дій користувача, що реалізується із допомогою принципу керування повідомленнями (message-driven applications). А саме – всі дії користувача (введення із клавіатури, переміщення миші тощо) операційна система перехоплює і перетворює у повідомлення (messages), які скерує розробленій системі. Програмний код системи містить цикл обробки повідомлень, де відбуваються очікування повідомлень та їх необхідні перетворення, а також виклик оброблювача повідомлень. В оброблювачі реалізовано код, який визначає реакцію системи на дії користувача. Цикл обробки повідомлень триває доти, поки в нього не потрапить особливе повідомлення, що здійснює термінацію роботи системи [4].

- *База даних системи* являє собою сукупність взаємопов'язаних даних, що зберігаються на фізичному носії спеціалізованої системи. Особливістю спроектованої бази даних є: мінімальна надлишковість, яка сприяє її оптимальному використанню також і в інших подібних системах; незалежність даних від платформи; наявність засобів підтримки цілісності та захисту від неавторизованого доступу. На відміну від файлових систем, спроектована база даних зорієнтована

на підтримку даних для кількох одночасно працюючих копій додатка. Склад бази даних містить не лише дані, що зберігаються, але й їх опис. Опис бази даних належить до метаінформації, тобто інформації про інформацію. Централізоване сховище метаінформації при цьому називається словником даних. Словник даних (каталог даних) використовується для централізованого накопичення і опису ресурсів даних. Він відповідає за визначення всіх елементів даних: імена, типи і розміри елементів даних; імена зв'язків; обмеження даних за підтримки цілісності; схеми бази даних (зовнішня, концептуальна і внутрішня), а також відображення між ними; імена користувачів і їх права доступу до даних; статистична інформація.

- *Адміністратор* – людина, яка управляє даними (планування бази даних, розроблення і супроводження стандартів та прикладних алгоритмів), а також концептуальне і логічне проектування бази даних. Адміністрування даними передбачає управління інформаційними ресурсами, проектування бази даних, управління реалізацією прикладних систем, підтримку цілісності та захисту даних, а також її реорганізацію у разі необхідності.

- *Модуль вибору оптимального тарифу* являє собою алгоритмічне та програмне забезпечення, що реалізує засоби із пошуку та аналізу відомих тарифних планів операторів.

- *Модуль спряження з базою даних* являє собою систему уніфікованих зв'язків, призначених для обміну інформацією між компонентами обчислювальної системи. Програмний інтерфейс задає набір необхідних процедур, їх параметрів і способів доступу.

- *Модуль оновлення даних системи* застосовується для модифікації з метою оновлення інформації щодо тарифного плану операторів. Цю процедуру застосовуватимуть для зв'язаних таблиць, для яких встановлена опція цілісності даних, й визначення необхідності автоматичного виконання операції каскадного оновлення та видалення.

Описані функціональні модулі системи є класичними з огляду на шляхи їх проектування з використанням засобів об'єктного та подійно-орієнтованого програмування. Що стосується модуля вибору оптимального тарифного плану, то тут виникають певні особливості, оскільки це вимагає розроблення відносно нових підходів до створення алгоритмічного та програмного забезпечення.

З огляду на це існують два ключові підходи до побудови системи надання порад при виборі оптимального тарифного плану. Перший з них полягає в попередньому визначенні абонентом обсягів та типів спілкування. Недоліком цього підходу є необ'єктивність абонента під час оцінювання власного спілкування. Також у межах цього підходу важко враховувати нюанси тарифікації мобільного оператора (наприклад, різноманітні програми лояльності, бонуси тощо). Другий підхід полягає у використанні “історичних” даних, тобто реальних даних за певний проміжок часу щодо обсягів та типів використаних послуг з врахуванням певних правил обчислення витрат абонента, які ґрунтуються на принципах тарифікації оператора стільникового зв'язку. Цей підхід є більш виправданим, але потребує значної кількості обчислювальних ресурсів для зберігання даних.

Проектована спеціалізована система являє собою сукупність динамічних модулів, в основу яких покладено базу даних, що містить оперативну інформацію про операторів стільникового зв'язку, тарифні плани, послуги, акції тощо. В ній використано такі типи правил: правила-питання (дозволяють реалізувати запити щодо поточної ситуації на ринку стільникового зв'язку) – у даній системі реалізовані у вигляді SQL запитів, які використовуються для групування та підрахунку кількості записів таблиць; арифметичні правила (використовуються для підзадач аналізу), які реалізовані у вигляді модулів системи керування. Етапи роботи прикладної системи:

- *збирання інформації про тарифні плани операторів (оновлення інформації з сайтів операторів);*

- *визначення вимог користувачів (максимальної тривалості розмов, типу спілкування, додаткових послуг тощо);*

- *визначення обмежень (ціна під'єднання, необхідність поповнення, додаткові умови);*

- *розв'язання задачі з використанням модуля оптимізації;*

- *виведення результатів.*

Отже, вибір оптимального тарифного плану полягає у параметризації вимог користувача:  $x_1$  – тривалість розмов,  $x_2$  – спілкування з абонентами Київстар,  $x_3$  – спілкування з абонентами МТС,

$x_4$  – спілкування з абонентами Life,  $x_5$  – спілкування з абонентами DCC,  $x_6$  – спілкування з абонентами UTEL,  $x_7$  – часте використання SMS,  $x_8$  – низька ціна під'єднання,  $x_9$  – необхідність поповнення рахунка.

З огляду на це отримуємо типову задачу булевого програмування, де функція мети прямує до максимуму. Обмеженнями в нас є за тривалістю розмов, ціною тощо [3].

$$Q = \sum_{j=1}^n c_j x_j \Rightarrow \text{Max}, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (2)$$

Зазначена задача споріднена із задачею про рюкзак. Типова задача про рюкзак формулюється так. Мандрівник повинен визначити набір предметів, які він бере у мандрівку в наплечник обмеженого об'єму, що становить  $V$ . Кожен з предметів  $i$  займає певний об'єм  $v_i$  та характеризується цінністю  $c_i$  для мандрівника. Вважатимемо, що якщо мандрівник бере з собою  $i$ -й предмет, то  $x_i = 1$ , в іншому випадку – нуль. Тобто отримуємо таку задачу булевого програмування:

$$\sum_i c_i x_i \Rightarrow \text{Max}, \sum_i v_i x_i \leq V, \forall x_i \in \{0,1\}, \forall c_i > 0, \forall v_i > 0. \quad (3)$$

Субоптимальний розв'язок задачі про рюкзак можна отримати з використанням ідеї пріоритетів. Вважатимемо, що предмети впорядковані за цінністю – від найціннішого до найменш цінного –  $c_1 \geq c_2 \geq \dots \geq c_n$  – і в цій послідовності заповнюватимемо рюкзак, поки буде місце або поки не переглянемо всі предмети. Однак такий розв'язок не завжди буде прийнятним – особливо в тих випадках, коли цінніші предмети є великого об'єму. Тому пропонується здійснити впорядкування у вигляді відношення, яке враховує як цінність, так і об'єм предмета:

$$\frac{c_1}{v_1} \geq \frac{c_2}{v_2} \geq \dots \geq \frac{c_n}{v_n} \quad (4)$$

З огляду на це алгоритм формування оптимального тарифу стільникового зв'язку складатиметься з таких кроків: введення пріоритетів вимог користувачів, впорядкування їх за спаданням, підбір тарифу за вказаним впорядкуванням пріоритетів.

## Висновки

Описано особливості проектування системи визначення оптимального тарифу стільникового зв'язку. Спроектвана архітектура системи та запропонований підхід до побудови модуля визначення оптимального тарифу дає методологічне підґрунтя для її проектування з використанням сучасних засобів розроблення. Зазначений підхід дасть змогу: застосовувати нові адаптивні алгоритми визначення оптимального тарифного плану; спростити процес пошуку “оптимального оператора”; підвищити інформативність та конкурентоздатність послуг, які існують на ринку стільникового зв'язку. Подальші дослідження будуть скеровані на вивчення методів організації та проектування кожного з модулів системи визначення оптимального тарифу стільникового зв'язку.

1. Андрианов В.И. Средства мобильной связи / В.И. Андрианов, А.В. Соколов. – СПб.: БХВ, 2008. – 486 с. 2. Корнейчук В.Н. Сотовые коммуникации / В.Н. Корнейчук. – К.: ВИПОЛ, 2007. – 340 с. 3. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн. – М.: Наука, 2006. – 572 с. 4. Стеклов В. К. Телекоммуникаційні мережі: підручник для вузів / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман. – К.: Техніка, 2005. – 502 с. 5. Мій Київстар. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://my.kyivstar.ua/tbmb/> – 22.01.2013р. – Назва з титул. екрана. 6. Ваші Помічники. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.mts.com.ua/ukr/helpers.php>. – 22.01.2013р. – Назва з титул. екрана. 7. Мій Life:). – [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://my.life.com.ua/web/login.jsp?locale=ua>. – 22.01.2013р. – Назва з титул. екрану. 8. Керування через інтернет. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://mobile.mts.ua/ua/service.wbp> – 22.01.2013р. – Назва з титул. екрана. 9. DCC-Info. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dcc-ua.com/customer/index.html>. – 22.01.2013р. – Назва з титул. екрана.