

діагностики. Після введення параметрів натискаємо кнопку “Заповнити карту”, при цьому виводяться значення введених величин на бланк карти. За необхідності, якщо була допущена помилка при вводі, можна очистити бланк і нанести на нього нові дані. Після заповнення карти можна проаналізувати отримані дані шляхом натискання кнопки “Аналіз”. Результати аналізу виводяться в нижній області. Можна вивести отримані результати на принтер або записати на дискету.

Розроблений програмний інтерфейс для діагностики функціонального стану організму людини з використанням нелінійної карти Ріодераку може бути використано додатковим модулем програмного забезпечення відповідних діагностичних систем, або як самостійний програмний продукт для навчання персоналу та студентів.

УДК 004.413

П.І. Жежнич

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра ІСМ

## ПРОЕКТУВАННЯ ЧАСОВИХ БАЗ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ СТРУКТУРНОГО ПІДХОДУ

© Жежнич П.І., 2004

**Розглянуто підходи до розширення існуючого структурного підходу до проектування часової реляційної бази даних ІС за допомогою ERD. Побудовано відповідне розширення нотації Баркера для ERD.**

**The approaches for extension of structured design of databases with ERD are considered. The corresponding extension of Barker’s ERD is proposed.**

**Постановка проблеми.** Існують два основні підходи до проектування інформаційних систем (ІС): структурний та об’єктно-орієнтований [3]. Структурний підхід до розробки ІС полягає в її декомпозиції на функції, що автоматизуються. Тобто система розбивається на функціональні підсистеми, які своєю чергою діляться на підфункції, що підрозділяються на задачі, і так далі. В об’єктно-орієнтованому підході в ІС виділяються об’єкти зі своїми властивостями та методами. При цьому встановлюється ієрархія об’єктів та співвідношення між ними [2].

Ми зосередимо увагу на використанні структурного підходу, оскільки він є поширенішим та застосовуванішим для проектування інформаційних систем, і на основі цього підходу створено достатньо спеціалізованих програмних засобів проектування ІС (їх назвають CASE-засобами).

У структурному аналізі використовуються дві основні групи засобів, що ілюструють функції, виконувані системою і відношення між даними. Кожній групі засобів відповідають визначені види моделей (діаграм). Найбільше поширеними серед них є такі [2]:

- DFD (Data Flow Diagrams) діаграми потоків даних;
- ERD (Entity-Relationship Diagrams) діаграми “сутність-зв’язок”.

Діаграми потоків даних описують перетворення інформації від її введення в систему до видачі користувачу, а діаграми “сутність-взаємозв’язок” визначають важливі для предметної області об’єкти (сутності), їх властивості (атрибути) і відношення між сутностями (взаємозв’язки). ERD безпосередньо використовуються для проектування реляційних баз даних.

Часові реляційні бази даних – це розширення реляційних баз даних, які спрямовані на збереження залежної від часових характеристик інформації [1]. Фактично будь-яка інформаційна системи при належному її проектуванні оперує (перетворює) інформацію, залежну від фактора часу. Тому часова реляційна модель даних (а не традиційна реляційна модель) є основою для побудови інформаційних систем.

У цій статті ми розглянемо деякі підходи до розширення (чи вдосконалення) існуючого структурного підходу до проектування часової реляційної бази даних ІС за допомогою ERD. Ми не будемо розглядати проектування функціональної структури ІС за допомогою DFD, оскільки побу-дова діаграм потоків даних не залежить від властивостей бази даних ІС.

**Зв'язок висвітленої проблеми із науковими завданнями.** Метою статті є застосування традиційних засобів структурного аналізу до проектування часових баз даних.

**Наукова новизна** статті полягає в побудові розширеної нотації Баркера ERD для проектування часових баз даних.

**Практична цінність** статті визначається можливістю побудови якісніших та наочніших схем часових баз даних за допомогою розширеної нотації Баркера ERD, що повинно слугувати напрямком розширення функцій наявних CASE-засобів.

**Аналіз останніх досліджень.** Ціль моделювання даних полягає в забезпеченні розробника ІС концептуальною схемою бази даних у формі однієї або декількох схем (діаграм), що порівняно легко можна практично реалізувати за допомогою будь-якої системи баз даних.

Нотація ERD була уперше введена П. Ченом (Chen) і одержала подальший розвиток у роботах Баркера [6].

Проектування схеми бази даних за допомогою ERD відбувається в два етапи:

- виділення сутностей (об'єктів, понять) предметної області;
- визначення атрибутів сутностей;
- визначення зв'язків між сутностями.

Сутність (Entity) – це реальний або уявлюваний об'єкт, що має істотне значення для аналізо-ваної предметної області, інформація про який підлягає збереженню (див. рис. 1).

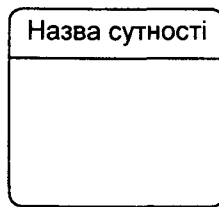


Рис. 1. Зображення сутності

Кожна сутність повинна мати унікальне ім'я. Сутності мають один або декілька атрибутів, серед яких виділяється один або декілька атрибутів, що однозначно ідентифікують кожний при-мірник сутності – первинний ключ.

Атрибут – це будь-яка характеристика сутності, що є істотною для аналізованої предметної області і призначена для кваліфікації, ідентифікації, класифікації, кількісної характеристики або відображення стану сутності.

Атрибут може бути або обов'язковим, або необов'язковим. Обов'язковість означає, що атри-бут не може отримувати невизначених значень (null-значень). Атрибут може бути або описовим, або входити до складу первинного ключа. На рис. 2 зображено позначення ключових, обов'язкових та необов'язкових атрибутів.

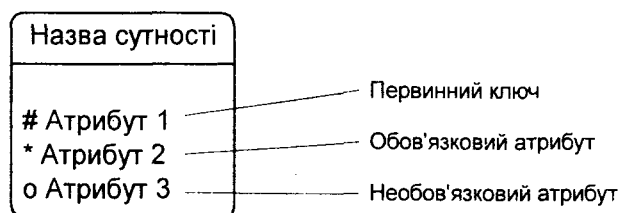


Рис. 2. Зображення атрибутів сутності

Зв'язок (Relationship) – це поіменована асоціація між двома сутностями, істотна для аналізованої предметної області. Види зв'язків між сутностями показано на рис. 3.

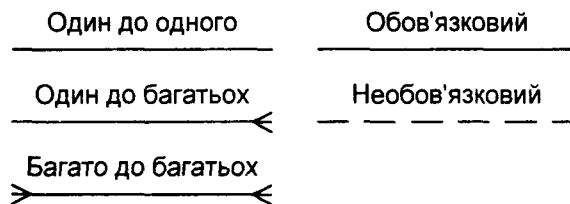


Рис. 3. Види зв'язків між сутностями

Зв'язки відображають зовнішні ключі відповідних сутностей.

**Виділення не вирішених частин проблеми.** Описані вище правила побудови ERD в нотації Баркера використовують для проектування реляційних баз даних. При цьому кожна сутність ERD фактично відображає відношення (таблицю) проектованої бази даних. Реляційна модель даних описана в [4], де відношення бази даних подається як підмножина декартового добутку

$$\text{dom}(X_1) \times \dots \times \text{dom}(X_n) \quad (1)$$

де  $X_1, \dots, X_n$  – атрибути відношення, а  $\text{dom}(X_1), \dots, \text{dom}(X_n)$  – відповідні домени.

Розширення реляційної моделі до часової подано в [1], де часове відношення бази даних подається як підмножина декартового добутку

$$\text{dom}(G_1) \times \dots \times \text{dom}(G_k) \times \text{dom}(X_A | T_1, \dots, T_q) \quad (2)$$

де  $\text{dom}(X_A | T_1, \dots, T_q) = \text{dom}(A_1) \times \dots \times \text{dom}(A_n) \times \text{dom}(T_1) \times \dots \times \text{dom}(T_q)$ . Тут  $G_1, \dots, G_k$  – атрибути, які в сукупності становлять ідентифікатор об'єкта предметної області,  $X_1, \dots, X_n$  – атрибути об'єкта, які можуть приймати різні значення залежно від моменту часу,  $T_1, \dots, T_q$  – часові параметри.

У декартових добутках (1) і (2) істотна відмінність полягає в тому, що всі атрибути в (1) є рівноправними, а в (2) – ні. В (1) атрибути  $X_1, \dots, X_n$  в сукупності характеризують примірник сутності. В (2) атрибути  $G_1, \dots, G_k$  відображають ідентифікатор примірника сутності (вони не залежать від часу), а атрибути  $X_1, \dots, X_n$  в сукупності характеризують примірник сутності на момент часу  $T_1, \dots, T_q$ .

Зрозуміло, що сутності, зображені за допомогою традиційних ERD (див. рис. 2), не відображають поділу атрибутів на ідентифікатори примірників та залежні від часу характеристики. Тому необхідно розширити існуючі підходи до побудови ERD для проектування часових реляційних баз даних.

**Постановка задачі.** Назвемо розширення традиційних ERD як часові діаграми “сутність-зв'язок” (Temporal Entity-Relationship Diagram – TERD). Відповідно розширені сутності назвемо часовими сутностями.

Розширення традиційних ERD необхідно здійснити за такими критеріями:

- Традиційні ERD повинні бути сумісними з розширенням аналогічно, як традиційні реляційні бази даних повинні бути сумісними з відповідним часовим розширенням.
- На ERD необхідно зображати два типи сутностей, які визначаються наявністю чи відсутністю часових параметрів. Сутності без часових параметрів відображають традиційні (нечасові) відношення, а сутності з часовими параметрами (часові сутності) – часові відношення.
- Забезпечити можливість опису нерівноправних атрибутів, які визначаються в (2).
- Часові сутності повинні дозволяти описувати три групи атрибутів: ідентифікатори об'єктів, залежні від часу атрибути та часові параметри.
- Розширити види зв'язків, що зумовлено наявністю нерівноправних атрибутів в (2).

TERD повинні дозволяти описувати три групи зв'язків, що стосуються ідентифікаторів об'єктів, залежних від часу атрибутів та часових параметрів.

**Основний матеріал.** Побудуємо розширення традиційних ERD в нотації Баркера відповідно до визначених вище критеріїв. Для прикладу виберемо предметну область обліку проживання клієнтів у санаторії. Схема бази даних цієї предметної області зображена на рис. 4.

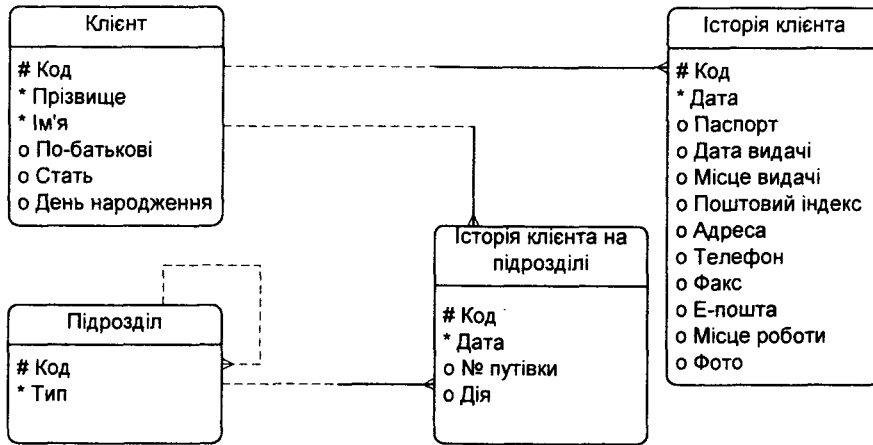


Рис. 4. Схема бази даних системи

На цій схемі сутності *Клієнт* та *Історія клієнта* призначені для збереження загальної інформації про клієнта, сутність *Підрозділ* відображає структуру номерів санаторію, а *Історія клієнта на підрозділі* – проживання клієнта в номерах санаторію.

Спочатку відзначимо, що усі елементи ERD, зображені на рис. 1–3, допускаються TERD. Тобто TERD може описувати як традиційну реляційну базу даних, так і часову. Надалі будемо описувати лише ті елементи, які стосуються часових сутностей.

Область атрибутів для часових сутностей розділимо на три частини, які слугують відповідно для опису ідентифікаторів об'єктів, залежних від часу атрибутів та часових параметрів (див. рис. 5).

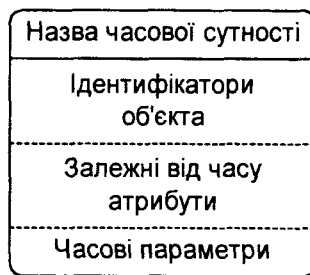


Рис. 5. Зображення часової сутності

Якщо відсутні часові параметри, то сутність необхідно зображати традиційно (див. рис. 2). Якщо відсутні ідентифікатори об'єкта чи залежні від часу атрибути, то відповідна частина часової сутності залишається порожньою.

Зв'язки для часових сутностей можуть бути один-до-одного, один-до-багатьох та багато-до-багатьох. Вони можуть бути обов'язковими та необов'язковими. Усі ці види зв'язків зображаються традиційно (див. рис. 3). Відмінність зв'язків для часових сутностей полягає у приналежності до однієї з трьох груп атрибутів відповідного зовнішнього ключа часового відношення.

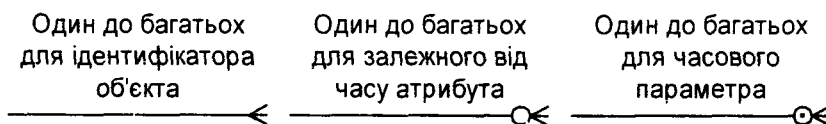


Рис. 6. Види зв'язків для часових сутностей

На рис. 6 зображено зв'язки один-до-багатьох, які стосуються відповідно ідентифікатора об'єкта, залежного від часу атрибута та часового параметра. Перший вид зв'язку зображається як традиційний. У другому та третьому наявна спеціальна позначка, яка ставиться зі сторони часової сутності, якій належить зовнішній ключ.

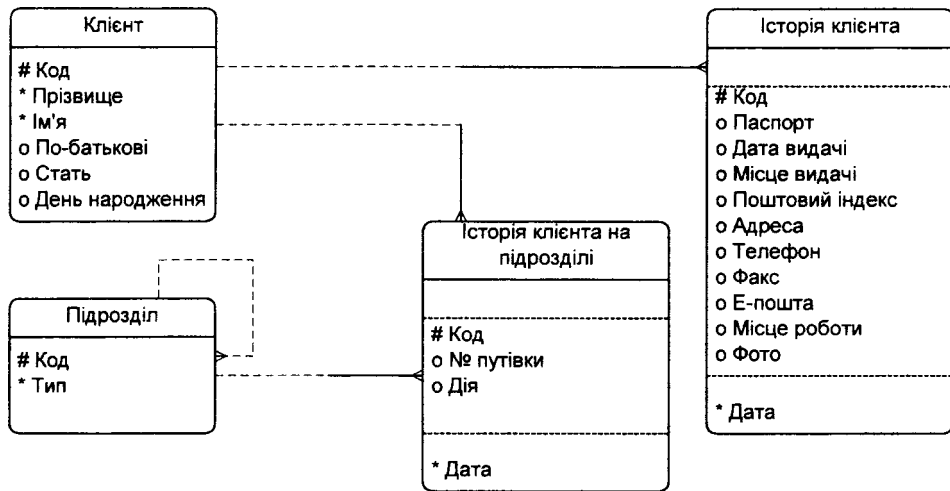


Рис. 7. Схема бази даних системи

Використовуючи запропоновані розширення ERD, вдосконалимо схему бази даних обліку проживання клієнтів санаторію (див. рис. 7). Сутності *Клієнт* та *Підрозділ* залишилися традиційними, а *Історія клієнта* та *Історія клієнта на підрозділі* стали часовими сутностями.

**Висновки.** Якісне проектування часових баз даних є актуальною задачею, оскільки ця задача практично виникає під час побудови будь-якої інформаційної системи. На жаль існуючі засоби проектування баз даних (діаграми “сутність-зв’язок” – ERD) не дозволяють належно відобразити залежність атрибутів від фактора часу. Тому існує потреба у розширенні традиційних ERD для проектування часових баз даних. У цій статті описано таке розширення для нотації Баркера, оскільки ця нотація реалізована багатьма CASE-засобами. Хоча таке саме розширення можна побудувати і для інших нотацій (наприклад, Чена).

1. Жежнич П.І. Узагальнення часової реляційної моделі даних. // Міжнародна конференція з індуктивного моделювання МКІМ-2002, – Львів, – 2002. 2. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М., Лори, 1996. 3. Катренко А.В. Системный анализ объектов та процесів комп'ютеризації: Навч. посібник. – Львів: Новий світ, 2000. – 424с. 4. Мейер Д. Теория реляционных баз данных. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 608 с. 5. Пасічник В.В., Жежнич П.І., Кравець Р.Б., Пелецишин А.М. Семантично відкриті інформаційні системи. // Львів: Вісник ДУ "Львівська політехніка", Інформаційні системи та мережі, №383, 1999. – с. 73–84. 6. Barker R. CASE\*Method. Entity-Relationship Modelling. Copyright Oracle Corporation UK Limited, Addison-Wesley Publishing Co., 1990.