

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

ЧАПЛАНОВА ОЛЕНА БОРИСІВНА

УДК 004.652

**МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ
ОБ'ЄКТНО-РЕЛЯЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
Таняньський Сергій Станіславович,
Харківський національний університет
радіоелектроніки, професор кафедри
електронних обчислювальних машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Жолткевич Григорій Миколайович,
Харківський національний університет
ім. В.Н. Каразіна, завідувач кафедри
теоретичної та прикладної
інформатики, м. Харків.

доктор технічних наук, професор
Скобцов Юрій Олександрович,
Донецький національний технічний
університет, завідувач кафедри
автоматизованих систем управління,
м. Донецьк.

Захист відбудеться «__» _____ 2013 р. о ____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.08 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

Автореферат розісланий «__» _____ 2013 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

І.П. Плісс

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основні ідеї інформаційних технологій XXI століття базуються на концепції, згідно якої дані повинні бути організовані в бази даних з метою адекватного відображення реального світу, що постійно змінюється, і забезпечення інформаційних потреб користувачів.

Проблема проектування баз даних є об'єктом зростаючого інтересу широкого кола фахівців у різноманітних галузях науки й техніки. Проте, в багатьох випадках інформація, що зберігається в базі даних, не завжди точно відображає характеристики об'єкта, що досліджується. Це пояснюється низкою об'єктивних і суб'єктивних причин. Багатьма вченими розглядаються проблеми проектування баз даних. Результати досліджень викладені, наприклад, в роботах: S. Abiteboul, N. Bidiot, M. Roth, H. Korth, A. Silberschatz, L. Colby, V. Deshpande, P. Larson, M. Levene, H. Liu, K. Ramamohanarao, P. Buneman, S. Naqvi, V. Tannen, L. Wong, A. Makionuchi та інших. Завдяки роботам в області баз даних таких вчених як Кодд Е.Ф., Мартін Дж., Мейєр Д., Дейт К., Ульман Дж., Саймон А.Р. та ін., теорію класичних баз даних було достатньо розвинуто з математичної точки зору.

Нездатність реляційної моделі даних в точності описувати властивості об'єктів предметної галузі та стрімке зростання новітніх технологій обробки даних породило новий клас систем, який отримав назву – NoSQL (*Not Only SQL*). Фахівці в області сучасних інформаційних технологій зіткнулися з проблемою впливу особливостей програмних реалізацій та можливостей систем управління базами даних на теоретичні аспекти проектування баз даних. Широкий розвиток отримали об'єктно-орієнтовані бази даних, які й лежать в основі NoSQL-систем. Але існують деякі обмеження для їхнього використання – відсутність єдиної математичної моделі і, як наслідок, не існує універсального підходу їхнього використання в різноманітних предметних галузях.

Введення об'єктної складової до реляційної моделі даних нівелює недоліки останньої, які пов'язані із семантичним описом об'єктів предметної галузі, що розглядається, та їхніх властивостей. Фахівцями в області проектування баз даних раніше вже здійснювалися спроби розробки об'єктно-реляційної моделі даних, однак з ряду причин наведені пропозиції не набули подальшого розвитку. Тому сьогодні проблема проектування об'єктно-реляційних структур баз даних та методів обробки абстрактної інформації стає все більш актуальною. Різні варіанти прототипу об'єктно-реляційної моделі даних лягли в основу розробки єдиної моделі даних в межах цієї роботи

Зв'язок теми дисертації з планами наукових робіт. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки відповідно до плану науково-дослідних робіт ХНУРЕ: в рамках НДР «Синтез методів обробки інформації за умов невизначеності на основі самонавчання та м'яких обчислень», наказ Міністерства освіти і науки України № 732 від 27.10.2006 р. (ДР 0107U003027). Авторка була виконавцем розділу «Дослідження і розробка моделей даних в системах обробки інформації на основі самонавчання та м'яких обчислень»; НДР

«Еволюційні гібридні системи обчислювального інтелекту зі змінною структурою для інтелектуального аналізу даних», наказ Міністерства освіти і науки України № 686 від 22.07.2009 р. (ДР 0110U000458). Авторка була виконавцем розділу «Дослідження і розробка моделей інтелектуального аналізу в системах реляційних баз даних».

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка нових науково обґрунтованих моделей, методів проектування структур об'єктно-реляційних баз даних та створення на їх основі інформаційних технологій.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі наукові завдання:

- аналіз існуючих моделей даних і методів проектування баз даних;
- дослідження методів подання логічних схем баз даних;
- формалізація та дослідження методів і технологій проектування структур реляційних та об'єктно-реляційних баз даних;
- розробка та дослідження компонент даталогічної об'єктно-реляційної моделі даних;
- розробка та дослідження інфологічної моделі «сутність-зв'язок» в задачах проектування баз даних з урахуванням об'єктних властивостей предметної області;
- розробка методів проектування та розв'язання прикладних задач на основі об'єктно-реляційної моделі даних за умов створення інформаційно-аналітичних систем;
- розробка інформаційної технології проектування об'єктно-реляційних баз даних з урахуванням об'єктних властивостей предметної галузі для розв'язання задач реінжинірингу баз даних та створення нових проектів.

Об'єктом дослідження даної роботи є процес проектування структур об'єктно-реляційних баз даних, концептуальних і логічних схем баз даних з урахуванням об'єктних властивостей предметної області.

Предмет дослідження – методи і технології проектування баз даних на основі інфологічних та даталогічних моделей даних.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження при розробці методів проектування об'єктно-реляційних баз даних ґрунтуються на теорії множин, реляційній алгебрі, теорії реляційних баз даних, положеннях дискретної математики, теорії графів та об'єктно-орієнтованому підході до опису об'єктів предметної галузі.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі розв'язання поставлених задач отримано такі наукові результати:

вперше:

- запропонована, теоретично обґрунтована та досліджена модель представлення сутностей засобами об'єктно-реляційної моделі даних, яка, на відміну від реляційної моделі, дозволяє враховувати семантичні особливості об'єктів предметної галузі, а також задавати та підтримувати обмеження цілісності на рівні логічних структур;
- формально визначені та досліджені властивості вкладених залежностей для складових атрибутів на основі аксіоматики функціональних залежностей реляційної моделі даних, що дало змогу враховувати та підтримувати обмеження

цілісності для об'єктно-реляційної моделі даних засобами сучасних систем управління базами даних;

вдосконалено:

– метод проектування концептуальної схеми бази даних на основі моделі «сутність-зв'язок» з урахуванням особливостей подання багатозначних властивостей сутностей, зв'язків їхніх агрегатів предметної галузі, що в свою чергу надало можливість розширити операційну специфікацію моделі «сутність-зв'язок»;

отримав подальшого розвитку:

– метод проектування даталогічних структур баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних, який, на відміну від існуючих підходів, дозволяє зберегти цілісність та семантичну узгодженість структур даних при розв'язанні задач проектування та реінжинірингу баз даних.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено інформаційну технологію, метод проектування інформаційно-аналітичних систем, що базуються на основі об'єктно-реляційної моделі даних.

Результати дисертаційної роботи використано та впроваджено при розробці інформаційної системи в Головному управлінні МНС України в Харківській області (акт впровадження від 12.10.2010 р.); при розробці та реалізації інформаційно-аналітичної системи документообігу в прокуратурі Харківської області (акт впровадження від 21.01.2011 р.).

Також результати дисертаційної роботи було використано та впроваджено в навчальному процесі кафедри штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки в курсах лекцій «Організація баз даних і знань», «Інформаційні технології в корпоративних мережах» (акт впровадження від 18.09.2012 р.), а також у роботі Центру інформаційних систем і технологій Харківського національного університету радіоелектроніки (акт впровадження від 02.10.2012 р.).

Особистий внесок здобувача. Всі результати дисертації, що виносяться на захист, авторка отримала особисто. У роботах, опублікованих зі співавторами, здобувачці належать: у [1] – визначення нового підкласу для постреляційних моделей даних, запропонований підхід формування формально-логічних моделей даних; у [2] – визначення структурної компоненти для об'єктно-реляційної моделі даних на базі проведеного аналізу структурної специфікації реляційної моделі даних; у [5] – аналіз структурної специфікації інфологічної моделі «сутність-зв'язок», розширення операційної специфікації та визначення особливостей відображення компонент моделі в об'єктно-реляційну модель даних; у [7] – аналіз структурної специфікації реляційної бази даних; у [8, 9] – визначення формального підходу до проектування інформаційних систем різного призначення та їхнє використання для розв'язання практичних задач управління складними організаційними системами.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на V Міжнародній науково-практичній конференції Військового інституту Київського національного університету імені

Тараса Шевченка, 14-16 жовтня 2009 р., м. Київ; на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: інформатизація та інформаційні технології», 24-25 травня 2011р., м. Харків; на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми інформатики і комп'ютерної техніки (ПІКТ – 2012)», 3-5 травня 2012р., м. Чернівці; Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні системи і технології (ІСТ–2012)», 22–29 вересня 2012 р., Морське-Харків.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 9 наукових праць, з них 5 статей (2 одноосібно) у наукових фахових виданнях України з технічних наук та 4 публікації (1 одноосібно) у збірниках праць міжнародних наукових конференцій і семінарів.

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 178 сторінок, що включає 76 рисунків на 24 сторінках, список використаних джерел, що включає 118 найменувань та займає 13 сторінок; 1 додаток на 4 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, наведено відомості щодо наукової новизни отриманих у дисертації результатів, визначено їх практичну цінність, наведено відомості про апробацію та впровадження результатів.

Перший розділ містить огляд проблемної області і постановку задач дисертаційного дослідження. Концепція баз даних (БД) є визначальною в сучасній методології і технології обробки даних. В архітектурі інформаційних систем, що ґрунтується на основі концепції баз даних, виділяються три основних рівня подання даних: зовнішній, концептуальний та внутрішній. Кожний рівень має свої особливості.

Такий трирівневий підхід до побудови систем баз даних забезпечує можливість використання єдиного способу управління даними. Сучасні системи управління базами даних (СУБД) надають обмежений набір моделей даних. Частіше за все використовуються найбільш універсальні, відомі моделі даних, що отримали широке застосування. До таких можна віднести реляційну модель даних як базис різних СУБД.

Поява нових моделей чи розширення існуючих обумовлено тим, що правила предметної галузі вимагають розширити функціональні чи операційні можливості поданої моделі.

В роботі проаналізовано всі складові реляційної моделі даних, виділені її позитивні якості та недоліки, розглянуто передумови розвитку постреляційних моделей.

Визначені принципи побудови моделей даних, на цій підставі запропоновано нове подання класифікації інфологічних і даталогічних моделей даних, що дозволяє розширити підклас теоретико-множинних моделей.

Подано порівняльний аналіз моделей даних, в основі яких лежить «неперша» нормальна форма (ННФ).

Стрімкий розвиток інформаційних технологій і підвищення вимог до систем, що розробляються, з часом виявило ряд недоліків реляційних систем баз даних, що стало основою для дослідження й розробки об'єктно-реляційної моделі.

В результаті проведеного аналізу сформульовано основні завдання наукового дослідження, викладеного в дисертаційній роботі.

У другому розділі запропоновано й теоретично обґрунтовано цілісну об'єктно-реляційну модель даних, яка є основою для подальших досліджень в розробці технології організації баз даних на основі цієї моделі. Зберігаючи спільність з традиційним реляційним підходом, об'єктно-реляційну модель можна подати в такому вигляді:

$$M_{OR} = \langle OE, OS, RI \rangle, \quad (1)$$

де OE – об'єктні сутності (object entity);

OS – операційна специфікація (operation specification),

RI – обмеження цілісності (restriction integrity).

Кожна об'єктна сутність може бути подана як:

$$OE = \langle D^{\setminus}, R^{\setminus} \rangle, \quad (2)$$

де $\langle D^{\setminus}, R^{\setminus} \rangle$ – сукупність доменів та відношень.

Особливістю об'єктно-реляційної моделі є те, що сукупність доменів та відношень можуть мати складну структуру, на відміну від реляційної моделі даних. Тобто кожний елемент множини може бути представлено множиною $D^{\setminus} = \{D^{\setminus}_1, D^{\setminus}_2, \dots, D^{\setminus}_N\}$ і кожний елемент множини D^{\setminus} , в свою чергу, може бути подано у вигляді $D^{\setminus}_1 = \{d^{\setminus}_{1N}, d^{\setminus}_{2N}, \dots, d^{\setminus}_{NN}\}$.

Множина D^{\setminus}_1 також може складатися з наборів окремих множин. Якщо множина D^{\setminus} має складну структуру, тоді й множина A^{\setminus} – (множина атрибутів) – теж буде мати складну структуру, тобто елементом A^{\setminus} буде множина $A^{\setminus} = \{A^{\setminus}_1, A^{\setminus}_2, \dots, A^{\setminus}_N\}$. Для окремих елементів множини визначено множину значень атрибутів, яка співпадає з одним із доменів і задається відображенням:

$$dom : A^{\setminus} \rightarrow D^{\setminus}, \quad dom : a^{\setminus} \rightarrow d^{\setminus}. \quad (3)$$

Введено поняття штучного атрибуту, що призначений для семантичного опису та узагальнення інших атрибутів, і при цьому для такого атрибуту не визначено значення домену.

Розглянемо атрибути D, M, N відношення R (рис. 1). У відповідності до визначення атрибутів і доменів, множина A^{\setminus} для поданого фрагменту відношення подано у вигляді: $A^{\setminus} = \{D\}$, де $D = \{M, N\}$, що означає $\{M, N\} \subseteq D$.

| D | |
|---|---|
| M | N |
| 1 | F |
| 2 | G |
| 4 | F |
| 1 | H |
| 1 | H |
| 2 | H |

Рисунок 1 – Фрагмент відношення R

Аналогічно задані домени $D = \{D\}$, де елемент множини $\{D\}$ подано у вигляді: $\{d_M, d_N\} \subseteq D$, а $d_M = \{1, 2, 3\}$ і $d_N = \{F, G, H\}$.

Атрибут D – штучний, оскільки він не має власних значень домену і слугує для семантичного опису й об'єднання атрибутів M, N .

Розглянемо другу складову об'єктної сутності OE – множини відношень R :

$$R \subseteq D_1 \times \dots \times D_N, \quad (4)$$

де $D_1 = d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}$, тоді

$$R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N. \quad (5)$$

До того ж, $(d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N})$ – розглядується як неподільний елемент, тобто властивість асоціативності для вираження $R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$ не виконується:

$$(d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N \neq D_N \times d_{11} \times D_N \times d_{12} \dots \times D_N \times d_{1N}. \quad (6)$$

В результаті $(d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$ отримуємо деяке універсальне відношення. При виконанні такої операції – отримуємо повний декартовий добуток набір всіх можливих поєднань із n -елементів, де кожний елемент береться з певного домену, якщо такий визначено.

Повний декартовий добуток є базисом для визначення яке повинно моделювати реальну ситуацію предметної галузі. Отже, R (5) є підмножиною повного декартового добутку: $R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$. Кількість елементів кожної підмножини визначається виходячи з кількості елементів вихідної множини. Оскільки вихідна множина кінцева, то число підмножин цієї множинності теж буде кінцевим.

Важливим аспектом об'єктно-реляційної моделі даних є підтримка цілісності. Особливістю об'єктно-реляційної моделі даних є можливість задавання обмежень предметної галузі на етапі визначення доменів та атрибутів. Такий підхід забезпечує семантичний опис предметної галузі на рівні проектування логічних структур. Для об'єктно-реляційних відношень на рівні атомарних атрибутів і реляційних підсхем відношень використовуються правила обмежень цілісності реляційної моделі даних. Для вкладених атрибутів вводиться поняття N -залежності.

Визначення 1. N -залежністю атрибутів для вкладених відношень будемо називати правило предметної галузі, яке описує зв'язок атрибутів для різних рівнів вкладеності. При цьому, детермінантом N - можуть виступати тільки атрибути, які мають більш низький рівень вкладеності порівняно з кореневим атрибутом відношення, ніж атрибути залежної частини даного правила:

$$(A_{1(L_N)}, \dots, A_{k(L_N)}) \mapsto (A_{m(L_{N+1})}, \dots, A_{n(L_{N+1})}), \quad (7)$$

де L_N – рівень вкладеності атрибуту. При задаванні N -залежності рівень вкладеності L_N зменшується.

Якщо рівні вкладеності атрибутів лівої та правої частини залежності однакові, при цьому, у кожного атрибуту залежної частини задано домен, то такі залежності відносяться до функціональних залежностей реляційної моделі даних. В іншому випадку, якщо рівень вкладеності атрибутів обох частин залежності різний, вона буде мати вигляд N -залежності. Згідно з підходом представлення

аксіом виведення функціональних залежностей для реляційних відношень, визначаються властивості N -залежностей для об'єктно-реляційних відношень:

1. Властивість вкладеної транзитивності: якщо атрибути $A_1, A_2, A_3 \subseteq A$ і для відношення R визначено залежність $A_1 \mapsto A_2$, при цьому $d_{A_2} = \{d_{A_3}\}$, тоді $A_1 \mapsto A_3$.

2. Властивість вкладеної проєктивності: якщо для атрибутів $A_1, A_2, A_3 \subseteq A$ відношення R визначено N -залежність $A_1 \mapsto A_2 A_3$, тоді коректне твердження $A_1 \mapsto A_2$ і $A_1 \mapsto A_3$.

3. Властивість вкладеної адитивності: якщо для атрибутів $A_1, A_2, A_3 \subseteq A$ відношення R визначено N -залежність виду $A_1 \mapsto A_2$ і $A_1 \mapsto A_3$, то виконується така залежність $A_1 \mapsto A_2 A_3$.

4. Властивість вкладеного поповнення: для N -залежності $A_1 \mapsto A_2$ для об'єктно-реляційного відношення R з атрибутами $A_1, A_2, A_3 \subseteq A$ є коректним, якщо рівень вкладеності атрибутів A_1 і A_3 співпадає, тобто $A_{1L_N} A_{3L_N} \mapsto A_{2L_{N+1}}$, де L_N – рівень вкладеності атрибутів.

5. Властивість вкладеної рефлексивності: якщо атрибут $A_2 \subseteq A_1$ і рівень вкладеності $L_N(A_2) > L_N(A_1)$, то має місце N -залежності виду $A_1 \mapsto A_2$.

Для визначення операцій об'єктно-реляційної моделі даних використовується апарат рекурсивної реляційної алгебри.

Використання операцій рекурсивної реляційної алгебри необмежене кількістю рівнів вкладеності відношень. Такі операції як об'єднання, різниця, перетин, проєкція, селекція, декартовий добуток, θ -з'єднання формально визначені, використовуючи рекурсивне визначення вкладених відношень. Для кожної рекурсивної операції базовим є визначення аналогічної нерекурсивної. Операційну специфікацію об'єктно-реляційної моделі даних було формально визначено та вдосконалено, а саме такі операції реляційної алгебри як декартовий добуток та $\tilde{\theta}$ -з'єднання для вкладених відношень. Особливістю виконання таких операцій є їхня реалізація на різних рівнях вкладеності атрибутів.

Об'єктно-реляційна модель може застосовуватися для розв'язання певного класу задач, які вимагають введення об'єктної складової для відображення властивостей предметної галузі.

У третьому розділі запропоновано метод відображення об'єктних властивостей предметної галузі засобами моделі «сутність-зв'язок», компоненти якої було вдосконалено, і що дозволяє враховувати семантичні особливості при подальшому описі й обробці даних.

Метод проектування баз даних являє собою організаційну сукупність процесів створення низки моделей, які описують різні аспекти системи, що розробляється з використанням чітко визначеної нотації.

Подання об'єктних властивостей, за допомогою яких можна описувати на формальному рівні концептуальні схеми різних предметних галузей можна здійснювати засобами моделі «сутність-зв'язок». Її можна розглядати як семантичне розширення реляційної моделі даних. В даній моделі виділяються два

види об'єктів предметної галузі – сутності та зв'язку. Об'єкти характеризуються властивостями, при цьому сутності розглядаються як агрегати властивостей, а зв'язку – як агрегати сутностей і, можливо, власних властивостей. Звідси випливає, що об'єкти можна розділити на дві категорії: об'єкт-сутність і об'єкт-зв'язок. Кожна сутність володіє певним набором властивостей. Можна провести аналогію з реляційною моделлю даних, де властивостям об'єкта реального світу відповідають атрибути відношення.

Об'єкт-зв'язок може бути визначений як асоціація між декількома об'єктами-сутностями (найчастіше – між двома сутностями). Такий об'єкт може розглядатися і як властивість об'єкта, і бути самим об'єктом. Кожна властивість об'єкта асоціюється з типом сутності чи типом зв'язку шляхом завдання відображення від об'єкта до множинності значень.

Для визначення формальної структурної специфікації ER – моделі введемо множинність сутностей E виду:

$$E = \{E_1, \dots, E_m\}, \quad (8)$$

де кожний елемент E є множиною:

$$E_j = \{e_{j1}, \dots, e_{jm}\}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Елементи множини E необов'язково повинні бути різними з точки зору семантичного значення чи ролі, які несе в собі кожна сутність. Вони можуть перетинатися чи бути підмножиною інших елементів.

Для позначення типів зв'язків введено множини R :

$$R = \{R_1, \dots, R_p\}. \quad (10)$$

Нехай існує (E_1, \dots, E_n) – сукупність сутностей, які агреговані в n -арний зв'язок. R_j . Множина ролей кожного типу сутності E_k зв'язку R_j позначимо як множини виду:

$$L_j = \{l_{j1}, \dots, l_{jm}\}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Тоді множини зв'язків можна подати у вигляді:

$$R_j = \{(l_{j1}/e_1, \dots, l_{jk}/e_k) \mid e_1 \in E_1, \dots, e_k \in E_m\}, \quad j = \overline{1, p}, \quad (12)$$

де l_{jk}/e_k – це сутність e_k , що названа роллю l_{jk} .

Порядок сутностей і зв'язків не має значення, оскільки сутності в зв'язку супроводжуються своєю роллю. Множини R і E є скінченими.

Нехай V – значення агрегованих простих властивостей сутності:

$$V = \{V_1, \dots, V_n\}. \quad (13)$$

Властивості об'єкта-сутності чи зв'язку визначені як відображення φ :

$$\varphi_i : E_i \rightarrow V_1 \times \dots \times V_n \text{ або } \varphi_j : R_j \rightarrow V_1 \times \dots \times V_n, \quad (14)$$

$$i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, p}.$$

Якщо агрегатна властивість об'єкта є багатозначною, змінимо відображення φ_i набуде вигляду:

$$\varphi_i : E_i \rightarrow (V_1 \times \dots \times V_k)^q \text{ або } \varphi_j : R_j \rightarrow (V_1 \times \dots \times V_k)^q, \quad (15)$$

$$i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, p},$$

де k – кількість агрегованих простих властивостей; q – кількість повторень агрегату.

При $k=1$ отримуємо просту властивість; при $q=1$ – властивість однозначна, при $q=0$ – за визначенням містить один тільки елемент – пустий кортеж. Оскільки об’єкт-сутність чи об’єкт-зв’язок можуть містити багатозначні й однозначні властивості, то тоді φ_i набуде виду:

$$\varphi_i : E_i \rightarrow (V_1 \times \dots \times V_k)^q \times V_l \times \dots \times V_n \text{ або } \varphi_j : R_j \rightarrow (V_1 \times \dots \times V_k)^q \times V_l \times \dots \times V_n$$

$$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, p}, \quad \{V_l, \dots, V_n\} \subseteq \{V_1, \dots, V_k\} \text{ та } l < n, \quad k < n, \quad l < k. \quad (16)$$

При цьому у (15) властивість асоціативності не виконується.

Число сутностей, агрегованих у зв’язок, називається ступенем зв’язку. Якщо ступінь зв’язку дорівнює n , зв’язок називається n -арним.

В багатьох випадках схема предметної галузі, побудована з використанням ER -моделі, знаходить своє відображення в концептуальній схемі реляційної БД. Вирази (14) і (15) дають можливість отримати схему бази даних в межах об’єктно-реляційної моделі даних. В цьому випадку кожна багатозначна властивість сутності може бути представлена складовим об’єктом бази даних, якщо вона не представлена у вигляді обмеження цілісності, тобто не є ключем майбутнього відношення. Об’єкти-сутності зв’язки подані у вигляді множин, це означає, що на них визначені базові та похідні операції реляційної алгебри Ψ , представлені кортежем:

$$\Psi = \langle \{E\}, \{R\}, \cup, \times, -, \sigma, \pi, \cap, \div, \theta \rangle. \quad (17)$$

Для відображення семантики структурування даних в моделях даних використовуються два основних типи абстракцій – узагальнення і агрегація.

Визначення 2. Операція φ_i агрегування виконується над властивостями об’єктів і може бути подана як відображення:

$$\varphi_i : V_i \rightarrow (V_1 \times \dots \times V_k)^q, \quad i = \overline{1, N}, \quad (18)$$

де k – число агрегованих простих властивостей; показник декартового ступеню q – число повторень агрегату.

Процес, зворотний агрегації є ступеневою деталізацією.

Визначення 3. Узагальнення – це вид абстракції, яка дозволяє співвіднести множину об’єктів даних з одним спільним для них типом чи множину типів з супертипом. Операція узагальнення виконується над об’єктами і може бути супертипом для об’єктів, властивості яких використані в операції узагальнення. Для множини сутностей E , поданих виразом (8), можна визначити об’єкт T як τ :

$$\tau : T \mapsto [E_n \chi E_k \chi \dots \chi E_m]. \quad (19)$$

Операція χ може бути представлена як множина операторів:

$$\chi = \{\cup, \cap, -, \sigma, \pi\}, \quad (20)$$

де “ \cup ” – об’єднання властивостей об’єктів; “ \cap ” – перетин властивостей об’єктів; “ $-$ ” – різниця; “ σ ” – операція селекції; “ π ” – проекція властивостей.

Визначення 4 Дія, зворотна узагальненню, визначається як операція спеціалізації $\bar{\tau}$ поділ об’єкта \bar{T} на множину інших об’єктів $\{\bar{T}_i\}$:

$$\bar{\tau} : \chi[\bar{T}] \mapsto \{\bar{T}_1, \bar{T}_2, \dots, \bar{T}_n\}. \quad (21)$$

В цьому випадку операція χ визначена одним із елементів множини:

$$\chi = \{\sigma, \pi\}, \quad (22)$$

де σ – операція селекції, π – проекція властивостей.

Множина об'єктів з одним загальним типом може відобразитися в концептуальну схему БД в межах об'єктно-реляційної моделі даних. Це обумовлено тим, що супертип є складеним об'єктом.

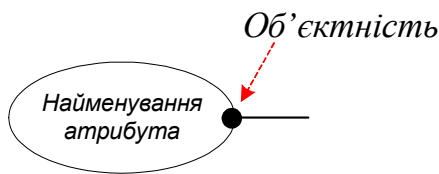


Рисунок 2 – Графічне подання об'єктного атрибуту

Для графічного позначення багатозначного чи об'єктного атрибуту на ER-діаграмі в нотації Чена введено додатковий елемент (рис. 2).

Відповідність створення концептуальної схеми бази даних моделі предметної галузі визначає в подальшому якість логічної схеми на основі об'єктно-реляційної чи реляційної моделі даних. На етапі логічного проектування інфологічна модель предметної галузі, що подана у вигляді ER-діаграми, перетворюється в логічну схему бази даних. Розв'язання цієї задачі суттєво залежить від моделі даних, що підтримується обраною СУБД.

Через відсутність усталеної термінології точну межу між концептуальним і фізичним проектуванням баз даних провести достатньо важко. Етап між концептуальним і фізичним проектуванням, результатом виконання якого є СУБД-орієнтована схема бази даних, називається проектуванням реалізації. В зв'язку з тим, що об'єктно-реляційні можливості СУБД забезпечуються за допомогою типів даних користувачів та об'єктних типів даних, то відповідні відображення будуть пов'язані саме з визначенням типів даних.

Метод переходу від одного етапу проектування до іншого та отримання схеми бази даних на основі певної моделі даних може бути сформульовано таким чином:

- кожен тип сутності відображається у відношення бази даних;
- властивості, які відносяться до даного типу сутності стають атрибутами відношення, що формується;
- бінарний зв'язок «один-к-багатьом» між сутностями різних типів має бути реалізовано за допомогою зовнішнього ключа між відношеннями;
- кожен зв'язок, ступень якого більше ніж два та який має власні властивості має бути відображено у відношення бази даних;
- зв'язок «один-до-одного» між різними об'єктами повинен бути реалізований в єдине відношення бази даних. Виключенням може бути ситуація, коли сутності, які пов'язані, існують незалежно один від одного. Тоді реалізація буде являти собою два відношення, а зв'язок між ними задано за допомогою зовнішнього ключа;
- унарний зв'язок «один-до багатьох» між сутностями однакового типу може бути реалізовано як:

1) за допомогою створення відношення та введення зовнішнього ключа, який визначено на тому ж відношенні, що й первинний ключ. В цьому випадку відношення є реляційним;

2) відображення такого типу зв'язку у відношення із вкладеним атрибутом, що дозволить відобразити ієрархію екземплярів сутностей. Таке подання робить відношення об'єктно-реляційним;

- бінарний зв'язок типу «багато-до-багатьох» представляється через проміжне відношення, яке набуває всіх атрибутів, що характеризують цей зв'язок.

Відображення таким чином даного типу зв'язку створює три реляційних відношення. Використання вкладеного відношення для реалізації зв'язку такого типу визначає об'єктно-реляційне відношення бази даних;

– аналогічне відображення має унарний зв'язок «багато-до-багатьох» між сутностями одного типу;

– вибір типів даних здійснюється в залежності від того, який тип буде мати домен та від можливостей СУБД, яку було обрано у якості засобів реалізації схеми бази даних.

Виконання кожного окремого кроку методу відображення інфологічної схеми бази даних в даталогічну визначається наявністю в інфологічній схемі певних положень та умов. Якщо їх не задано, слід переходити до наступного кроку. Приклад послідовного переходу від концептуальної схеми бази даних до СУБД-залежної схеми для задачі «Проектування схеми бази даних «Документообіг» на основі об'єктно-реляційної моделі поданий на рисунку 3.

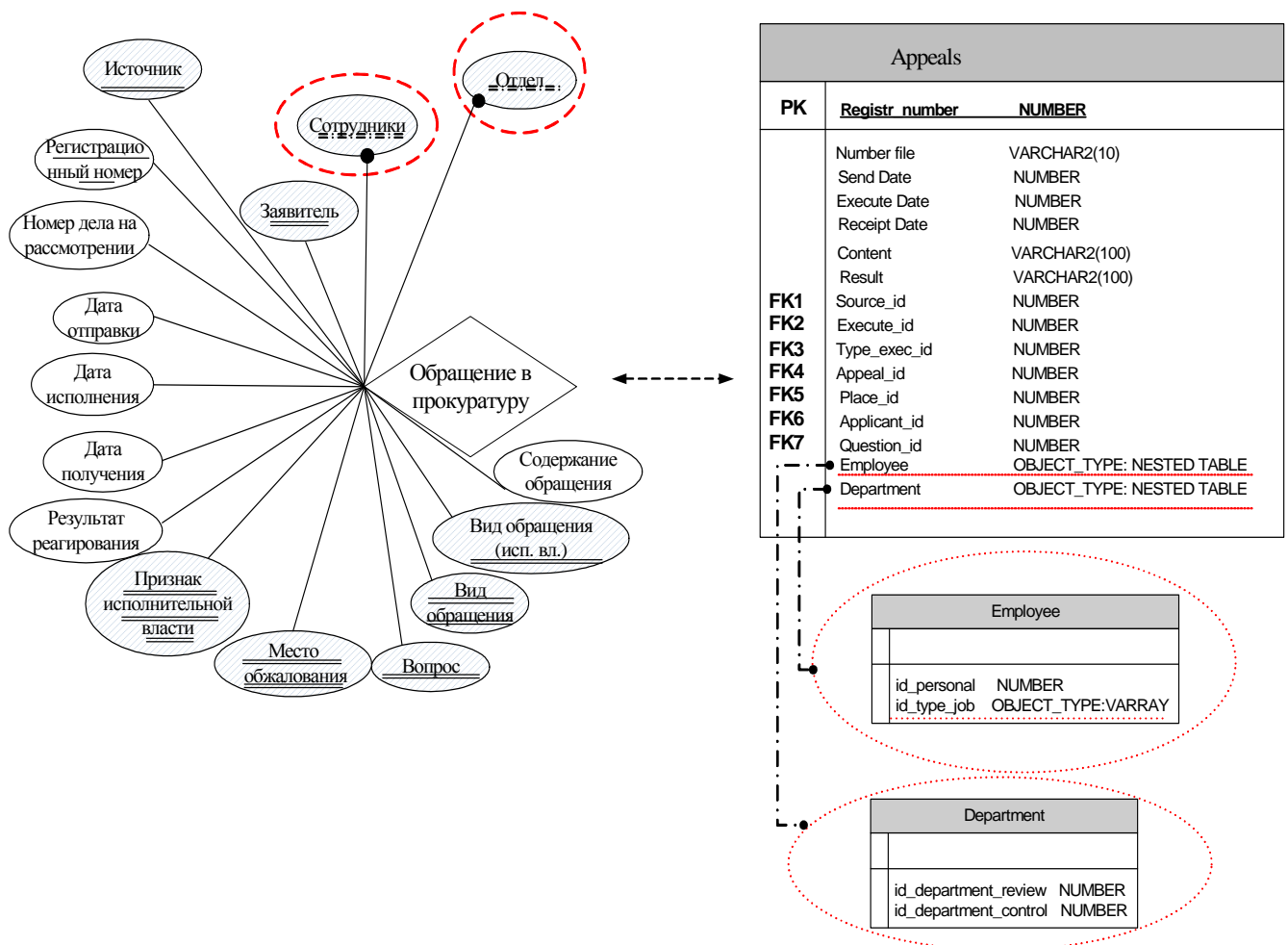


Рисунок 3 – Відображення фрагменту ER-діаграми в об'єктно-реляційну СУБД-орієнтовану логічну схему бази даних

Різні системи управління базами даних представляють різний набір таких можливостей. При цьому, СУБД володіють як штучною підтримкою об'єктності, яка реалізована виключно програмно, так і методами й властивостями, які відповідають об'єктно-реляційній моделі даних. Але, найчастіше, така реалізація неповна. Це пов'язано з відсутністю єдиного й стандартизованого опису вказаної моделі даних.

У четвертому розділі представлено інформаційну технологію проектування баз даних з урахуванням об'єктних властивостей предметної галузі. На створення ефективної інформаційної системи, ядром якої є база даних, впливає безліч факторів, процесів і методів, які не можуть бути обмежені тільки потужним обчислювальним середовищем чи багатофункціональним програмним засобом. Нові методи звернення до даних спростили процес зв'язування елементів даних, що в свою чергу призвело до розширення можливостей роботи з даними.

Інформаційна технологія характеризується як процес, який в залежності від початкових умов, складається з етапів різного ступеню складності, чітко регламентованих правил виконання операцій і дій над даними. Першим етапом проектування баз даних є аналіз вимог. Необхідно зазначити, що на даному етапі, перш за все, розробникам необхідно визначити клас задач, які необхідно розв'язати (рис. 4):

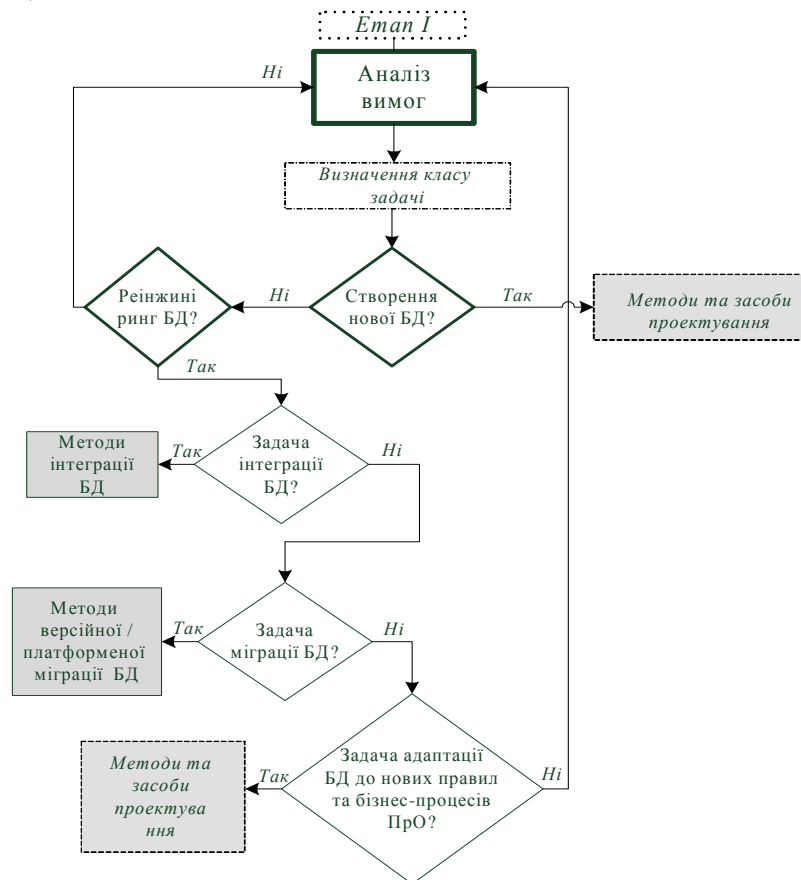


Рисунок 4 – Схема визначення класу задачі на етапі аналізу вимог

Таких задач може бути дві – створення нової бази даних чи реінжиніринг існуючої системи. Інформаційні технології повинні адаптуватися до змін зовнішнього середовища і вимог бізнес-процесів. Саме це є метою удосконалення методів повторного використання програмних компонентів і постійного підвищення рівня сумісності й перенесення. Зростає потреба у проектах міграції й модернізації баз даних, об'єднаних загальним терміном – реінжиніринг. Цей клас задач містить в собі задачі інтеграції, міграції та безпосередньо адаптації системи до нових правил. В дисертації не розглядаються методи розв'язання задачі інтеграції баз даних і методи міграції баз даних. Розв'язання задачі адаптації бази

даних до нових правил і бізнес-процесів предметної галузі торкається питань модифікації логічних структур даних (рис. 5).



Рисунок 5 – Схема етапу аналізу вимог при модифікації БД

В цьому випадку розробник повинен визначити, які зміни відбулися в предметній галузі, провести порівняльний аналіз припущених і діючих правил функціонування баз даних. Переходячи до етапу концептуального проектування, проводиться аналіз інфологічної схеми бази даних або її фрагмента. Далі модифікується діаграма «сутність-зв'язок» з урахуванням вимог, виявлених на першому кроці (рис. 6).

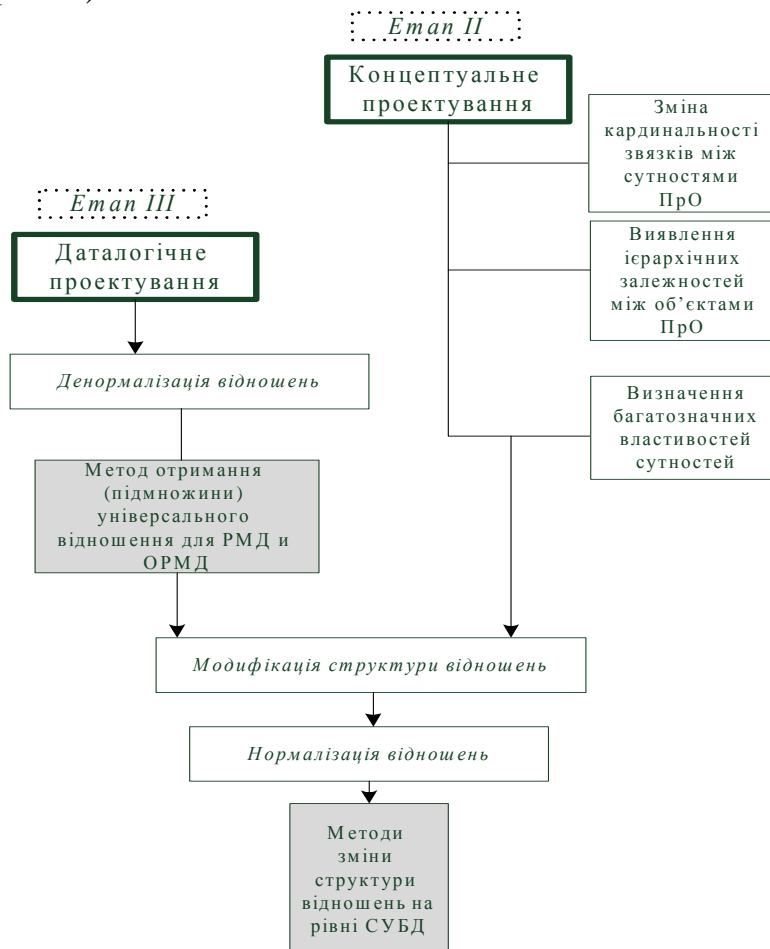


Рисунок 6 – Структурна схема етапів концептуального та даталогічного проектування при розв'язанні задачі реінжинірингу баз даних

Отримані результати є вхідними даними для етапу даталогічного проектування, який містить в собі денормалізацію відношень для обраних об'єктів бази даних.

Якщо схема модифікованої бази даних ґрунтується на реляційній моделі даних, то для денормалізації необхідно використовувати метод отримання підмножини універсального відношення. Якщо схема БД базується на об'єктно-реляційній моделі даних, то необхідний метод отримання підмножини універсального відношення для об'єктно-реляційної моделі даних. Далі проходить процес, зворотний денормалізації – нормалізація відношень, останнім кроком на поданому етапі є зміна структури на рівні СУБД. Після внесення змін в схему бази даних на рівні СУБД виконується етап фізичного проектування. Він являє собою сукупність методів, які застосовуються для оптимізації роботи бази даних, наприклад, збільшення швидкодії, використовуючи індексні або кластерні структури. Етап закінчується отриманням повної фізичної структури бази даних на рівні СУБД. Відмінною особливістю етапу фізичного проектування є те, що він виконується незалежно від того, задачу якого класу було розв'язано розробником в процесі аналізу вимог замовника.

При розв'язанні задачі створення нової бази даних всі етапи проектування виконуються послідовно. Результат виконання кожного етапу являє собою вхідні дані для початку наступного. Отримана інформація використовується для інтеграції уявлень користувачів і переході до об'єктів-сутностей і зв'язкам на етапі концептуального проектування. Для отримання СУБД-незалежної схеми бази даних робиться вибір засобів візуалізації *ER*-діаграми (рис. 7). Такий вибір робиться під впливом багатьох факторів.

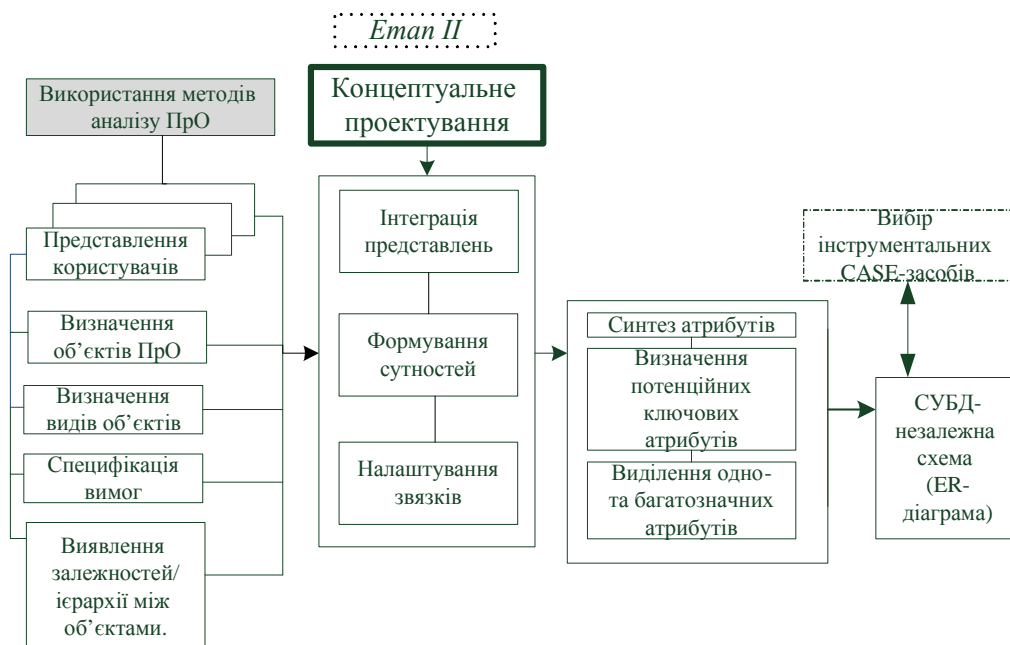


Рисунок 7 – Структурна схема побудови концептуальної схеми бази даних

Отримання СУБД-незалежної інфологічної схеми проходить звичайно декілька ітерацій і залежить від точності аналізу вимог на першому етапі.

При переході до наступного етапу проектування схеми бази даних розв'язується важлива задача вибору засобів реалізації. Як і у випадку вибору програмних засобів для візуалізації логічної моделі, вибір засобів реалізації на етапі даталогічного проектування обумовлений багатьма різними факторами, а саме: види обмежень при виборі засобів реалізації, які обирає замовник; тип ліцензійної угоди і вартість ліцензії СУБД; відповідність апаратного забезпечення; вимоги до обсягів даних; відповідність кваліфікації розробників для використання СУБД; відповідність кваліфікації співробітників, які забезпечують технічну підтримку бази даних в процесі її експлуатації тощо.

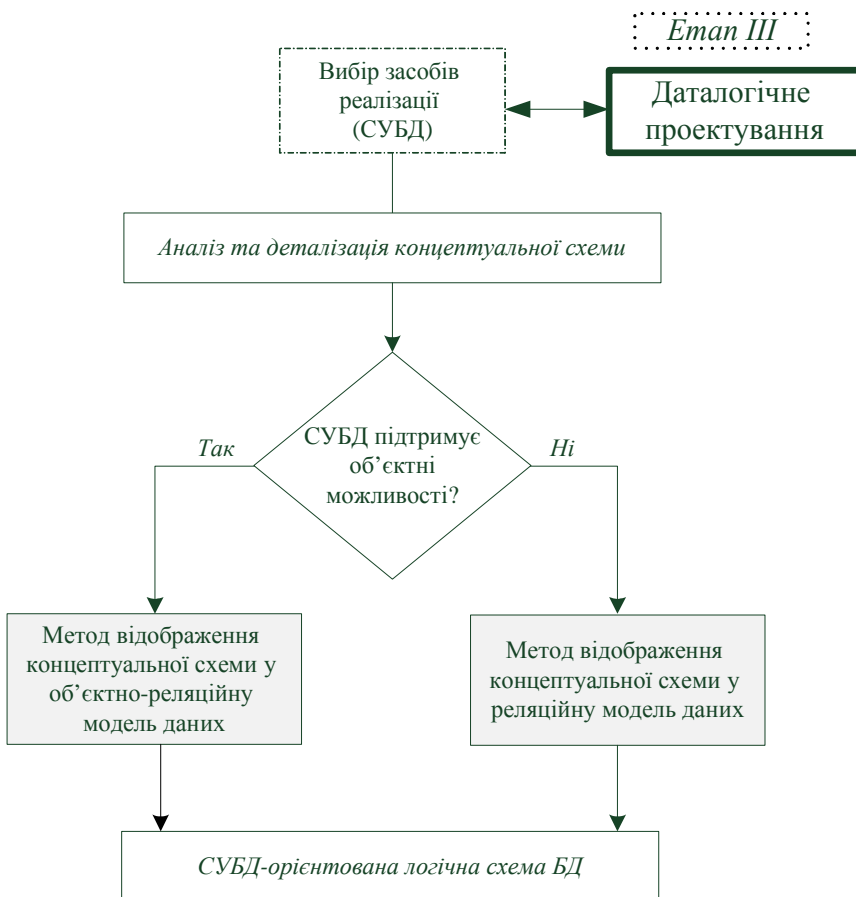


Рисунок 8 – Схема побудови СУБД-орієнтованої схеми бази даних

модель. Результатом буде отримання логічної СУБД-залежної схеми бази даних (рис. 8), центральним поняттям якої є тип даних.

Етап фізичного проектування є спільним для задач обох класів. Процес проектування в цілому ускладнюється тим, що не всі дії на певних етапах можна формалізувати. Для ілюстрації роботи технології проектування баз даних з урахуванням об'єктних властивостей розглядається рішення задачі адаптації БД до нових правил предметної галузі на прикладі БД «Деканат» ВНЗу (рис. 9).

В даному випадку описана взаємодія таких об'єктів предметної галузі як «підрозділ університету», «напрямок навчання», «спеціальності напрямків навчання».

Після здійснення вибору СУБД проводиться аналіз концептуальної схеми, отриманої на попередньому етапі. З урахуванням оцінки всіх вимог визначається метод відображення концептуальної схеми в певну модель даних. Якщо на попередніх етапах були відображені суб'єктні властивості й обрана СУБД підтримує об'єктні можливості, то відповідна схема буде реалізована в об'єктно-реляційну модель.

Для цього буде використовуватися метод відображення в об'єктно-реляційну модель. Інакше, інфологічна схема буде відображена в реляційну

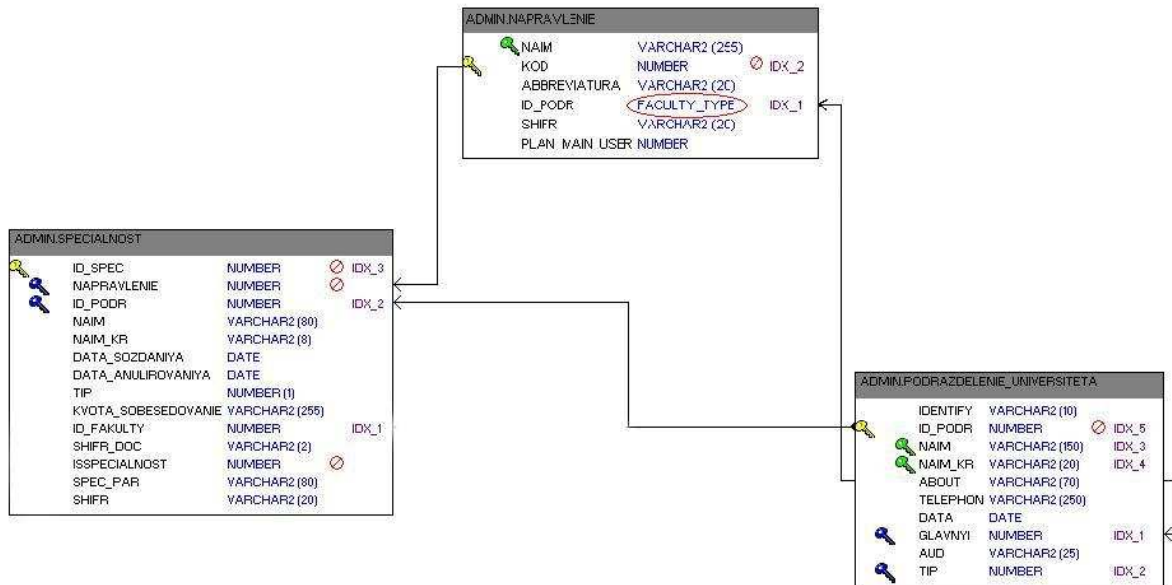


Рисунок 9 – СУБД-орієнтована об'єктно-реляційна схема БД

Запити виконуються за стандартом SQL:2003. Перевагою даного підходу є збереження відповідності логічної схеми бази даних при змінах предметної галузі. Не дивлячись на проведені зміни у схемі бази даних, було збережено загальну структуру відношень, що дозволяє з мінімальними витратами зміни клієнтської частини прикладання продовжити підтримку функціонування системи в цілому.

У п'ятому розділі наведено результати застосування інформаційної технології проектування баз даних з урахуванням об'єктних властивостей предметної галузі. При розробці нової інформаційної системи було послідовно описано процес розробки ІАС «Прокуратура. Облік звернень громадян» в прокуратурі Харківської області. Проведено аналіз предметної галузі, визначені основні об'єкти та їхні властивості. Розроблено концептуальну СУБД-незалежну схему бази даних, визначено об'єкти-сутності, об'єкти-зв'язки, їхні атрибути. Визначені засоби реалізації БД. Розроблено логічну СУБД-орієнтовану схему бази даних з використанням методу відображення концептуальної схеми в об'єктно-реляційну модель даних на основі Oracle Database. Застосування представленої інформаційної технології на практиці забезпечує отримання цілісної схеми бази даних, яка є ядром інформаційної системи в цілому.

У висновках наведено наукові та практичні результати.

У додатку наведено документи про впровадження та практичне застосування результатів, отриманих у дисертаційній роботі.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати, які відповідно до поставленої мети є розв'язання науково-технічної задачі розробки методів проектування баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних. Проведені дослідження дозволили зробити такі висновки.

1. Проаналізовано сучасний стан проблеми проектування баз даних, існуючі

моделі та тенденції розвитку систем управління базами даних. Визначено основні методи проектування баз даних, особливості їх застосування та коло вирішуваних задач, перспективним засобом розв'язування яких є методи проектування баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних, основною перевагою якої є здатність підтримувати семантичні особливості предметної галузі на даталогічному рівні. Визначено новий підклас постреляційних моделей даних, що відповідають вимогам формування формально-логічних моделей даних.

2. Вперше запропоновано, теоретично обґрунтовано й досліджено модель подання сутностей засобами об'єктно-реляційної моделі даних, яка, на відміну від реляційної моделі, дозволяє враховувати семантичні особливості об'єктів предметної галузі, а також задавати й підтримувати обмеження цілісності на рівні логічних структур. Визначено метод проектування об'єктно-реляційних логічних структур на основі розширення операційної специфікації реляційної алгебри для вкладених відношень.

3. Вперше формально визначено та досліджено властивості вкладених залежностей для складових атрибутів на основі аксіоматики функціональних залежностей реляційної моделі даних, що дало можливість враховувати й підтримувати обмеження цілісності для об'єктно-реляційної моделі даних засобами сучасних систем управління базами даних.

4. Удосконалено метод проектування концептуальної схеми бази даних на основі моделі «сутність-зв'язок» з урахуванням особливостей подання багатозначних властивостей сутностей, зв'язок їхніх агрегатів предметної галузі, що в свою чергу дало можливість розширити операційну специфікацію моделі «сутність-зв'язок».

5. Отримав подальший розвиток метод проектування даталогічних структур баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних, який на відміну від існуючих підходів, дозволяє зберегти цілісність і семантичну погодженість структур даних під час розв'язання задач проектування й реінжинірингу баз даних.

6. Запропоновано інформаційну технологію проектування схем об'єктно-реляційних баз даних, в основі якої лежить об'єктно-реляційна модель даних, метод відображення складених об'єктів предметної галузі та метод переходу від концептуальної схеми БД до СУБД-орієнтованої логічної схеми бази даних. Представлена інформаційна технологія дозволяє враховувати складені властивості об'єктів предметної галузі, зменшує витрати подальшої підтримки інформаційних систем, створених на її основі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Чапланова, Е. Б. Об одном подходе к построению объектно-реляционной модели данных [Текст] / Н.В. Касаткина, С.С. Танянский, Е.Б. Чапланова // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2009. – випуск 20. – С. 133–141.

2. Филатов, В.А. Об одном подходе к классификации моделей данных информационных систем [Текст] / Н.В. Касаткина, В.А. Филатов, Е.Б. Чапланова //

Сборник научных трудов / Проблемы системного подхода в экономике – К.: НАУ, 2011. – выпуск 37. – С. 3–9.

3. Чапланова, Е.Б. Свойства N-зависимостей объектно-реляционной модели данных для вложенных отношений [Текст] // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон : ХНТУ, 2012. – выпуск 1 (44) . – С. 250–253.

4. Чапланова, Е.Б. Операционная спецификация объектно-реляционной модели данных [Текст] // Науч. журнал / Радиоэлектроника, информатика, управление – Запорожье: ЗНТУ, 2012. – выпуск 1(26). – С. 75–79.

5. Тянянский, С.С. Модель «сущность-связь» в задачах представления объектно-реляционных свойств предметной области [Текст] / В.А. Филатов, Е.Б. Чапланова, С.С. Тянянский, А.И. Сизов // Международный научный журнал «Управляющие системы и машины (УсиМ:)». – 2011, № 3. – С. 73–78.

6. Чапланова, Е.Б. Применение объектных моделей в распределенных базах данных [Текст] / Тезисы докладов IV-ой международной научно-практической конференции (май, 2011) – Харьков: ХНУРЭ, 2011. – С. 112–113.

7. Чапланова, Е.Б. Сохранение состояния базы данных при отображении структур отношений [Текст] / Е.Б. Чапланова, МешМеш Махди, С.С. Тянянский. // Тезисы докладов Всеукраинская науч.-практ. конф. «ПИКТ–2012» – Черновцы: «Золоті литаври», 2012. – С. 127

8. Чапланова, Е.Б. Поддержка объектных технологий в реляционных базах данных [Текст] / Е.Б. Чапланова, С.С. Тянянский, // Тезисы докладов IX МНТК «Проблемы информатики и моделирования» – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – С.49.

9. Чапланова, Е.Б. Информационная технология проектирования схемы базы данных с учетом объектных свойств предметной области [Текст] / Е.Б. Чапланова, Д.С. Матвеев, // Тезисы докладов VI Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» – Харьков: ХНУРЭ, 2012. – С.78.

АНОТАЦІЯ

Чапланова О.Б. Моделі, методи та інформаційні технології проектування об'єктно-реляційних баз даних. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2013.

Дисертацію присвячено розробці моделей, методів та інформаційної технології проектування баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних.

В роботі детально проаналізовано сучасний стан проблеми проектування баз даних, переваги й недоліки моделей даних, основні тенденції розвитку систем управління базами даних, визначено основні методи проектування баз даних, особливості їхнього застосування та коло розв'язуваних задач. Вперше запропонована, теоретично обґрунтована та досліджена модель подання сутностей засобами об'єктно-реляційної моделі даних, яка, на відміну від реляційної моделі, дозволяє задавати й підтримувати обмеження цілісності на рівні логічних структур. Вперше формально визначені й досліджені властивості вкладених залежностей для складових атрибутів на основі аксіоматики функціональних залежностей реляційної моделі даних, що дало можливість враховувати й

підтримувати обмеження цілісності для об'єктно-реляційної моделі даних засобами сучасних систем управління базами даних. Удосконалено метод проектування концептуальної схеми бази даних на основі моделі «сутність-зв'язок». Отримав подальший розвиток метод проектування даталогічних структур баз даних на основі об'єктно-реляційної моделі даних.

Ключові слова: інформаційна система, бази даних, інфологічні моделі, даталогічні моделі, реляційні бази даних, об'єктно-реляційна модель, концептуальне проектування баз даних.

АННОТАЦІЯ

Чапланова Е.Б. Модели, методы и информационные технологии проектирования объектно-реляционных баз данных. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2013.

Диссертация посвящена разработке моделей, методов и информационной технологии проектирования баз данных на основе объектно-реляционной модели данных.

В работе подробно проанализировано современное состояние проблемы проектирования баз данных, определены достоинства и недостатки моделей данных, основные тенденции развития систем управления базами данных, определены основные методы проектирования баз данных, особенности их применения и круг решаемых задач. Определены принципы построения моделей данных, на основании чего предложено новое представление классификации инфологических и даталогических моделей данных, что позволяет расширить подкласс теоретико-множественных моделей.

Проведен подробный анализ достоинств и недостатков реляционной модели данных, рассмотрены предпосылки развития постреляционных моделей. Проведен сравнительный анализ постреляционных моделей данных, выделены наиболее значимые результаты в исследовательских работах, посвященных моделям данных, основанным на «непервой» нормальной форме.

Перспективными являются методы проектирования баз данных на основе объектно-реляционной модели данных, преимуществом которой является способность поддерживать семантические особенности предметной области на даталогическом уровне.

Впервые предложена, теоретически обоснована и исследована модель представления сущностей средствами объектно-реляционной модели данных, которая, в отличие от реляционной модели, позволяет задавать и поддерживать ограничения целостности на уровне логических структур. Определены основные понятия объектно-реляционной модели данных, а именно, понятие вложенных атрибутов, «непервой» нормальной формы, эквивалентности вложенности атрибутов и пути вложенных атрибутов, что является основой для исследования и разработки структурной компоненты объектно-реляционной модели данных.

Введено понятие искусственного атрибута, что позволило выделить важное

свойство объектно-реляционной модели данных – возможность явного задания ограничений предметной области на уровне структур отношений.

Усовершенствована операционная спецификация объектно-реляционной модели данных. Для определения операций был использован аппарат рекурсивной реляционной алгебры, с помощью которого были усовершенствованы такие операции реляционной алгебры как декартово произведение и $\bar{\theta}$ -соединение. Особенностью выполнения таких операций является их реализация на разных уровнях вложенности атрибутов. Впервые формально определены и исследованы свойства вложенных зависимостей для составных атрибутов на основе аксиоматики функциональных зависимостей реляционной модели данных, что дало возможность учитывать и поддерживать ограничения целостности для объектно-реляционной модели данных средствами современных систем управления базами данных. Использование объектно-реляционной модели данных при разработке баз данных, нивелирует недостатки реляционной модели. Это способствует созданию схемы базы данных, которая соответствует всем объектам и процессам предметной области без введения искусственных или дополнительных сущностей или связей.

Исследованы компоненты модели «сущность-связь», определены операции агрегирования, обобщения и специализации на концептуальном уровне данной модели. Разработано представление объектной составляющей модели «сущность-связь» для многозначных атрибутов. Усовершенствован метод проектирования концептуальной схемы базы данных на основе модели «сущность-связь» с учетом особенностей представления многозначных свойств сущностей, связей их агрегатов предметной области, что в свою очередь дало возможность расширить операционную спецификацию модели «сущность-связь». Получил дальнейшее развитие метод проектирования даталогических структур баз данных на основе объектно-реляционной модели данных, который в отличие от существующих подходов, позволяет сохранить целостность и семантическую согласованность структур данных при решении задач проектирования и реинжиниринга баз данных. На основе предложенных моделей и методов была разработана информационная технология проектирования баз данных с учетом объектных свойств предметной области для различных классов задач, которая будет основываться на этапах проектирования баз данных. Основной целью создания и разработки новых информационных технологий является возможность их эффективного применения при решении практических задач. Для иллюстрации использования предложенной информационной технологии в диссертационной работе приведены результаты ее практического применения при разработке информационно-аналитической системы в прокуратуре Харьковской области. Использование представленной информационной технологии на практике обеспечивает получение целостной схемы базы данных. Информационная технология проектирования объектно-реляционных баз данных предполагает вариативное использование методов получения как целиком реляционных фрагментов схемы базы данных, так и отображение сущностей средствами объектно-реляционных отношений, даже если такое отношений будет единственным.

Ключевые слова: информационная система, базы данных, инфологические модели, даталогические модели, реляционная модель данных, объектно-реляционная модель, концептуальное проектирование баз данных.

ABSTRACT

Chaplanova O.B. Models, methods and information technologies of design object-relational database. – Manuscript.

The thesis for the candidate degree in technical sciences on the specialty 05.13.06 – information technologies. – Kharkiv National University of Radio Electronics, Ministry Of Education and Science Of Ukraine, Kharkiv, 2013.

The thesis is devoted to creation of models, methods and information technology of designing databases, based on object-relation data model.

This paper presents a detailed analysis of current state of databases design problems, advantages and disadvantages of data models, main trends in database management systems, defined main methods of database design, features of its application and range of tasks. Promising way to solve such problems is the method of database design based on object-relational data model, the advantage of which is the ability to maintain the semantic features of the subject area at data-logical level.

First proposed, theoretically substantiated and investigated the model represents an entity by object-relational data model, which, in contrast to the relational model, allows setting and maintaining the integrity constraints at the logical structures level.

First formally defined and researched the properties of nested dependencies for composite attributes based on the axioms of functional dependencies of relational data model, which made it possible to take into account the constraints and support for object-relational data model by modern database management systems.

Improve the designing method of conceptual database schema based on the model of "entity-relationship" taking into account features for the submission of multi-valued properties of entities, relationships of their subject area units, which in turn made it possible to extend the operating specifications of the model "entity-relationship". Design method for data-logical database structures based on object-relational data model was further improved.

Key words: information systems, database, relational data model, object-relational data model, design logical data model

Підп. до друку 20.03.13. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офсетний.
Умов. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 237-13.

Україна, 61121 Харків, вул. Гарібальді, бв.

Віддруковано в друкарні ФОП Оковитого С.М. Витяг з єдиного реєстру
юридичних та фізичних осіб-підприємців №738619 від 12.12.2007 р.
Україна, 61121 Харків, вул. Гарібальді, бв.