

## ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ: ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ЕЕ СТРУКТУРНАЯ КОМПОНЕНТА

**Е. Б. Чапланова**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
просп. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: chaplanova@gmail.com

Рассмотрены предпосылки и необходимость исследования и разработки формальной основы для объектно-реляционного подхода проектирования баз данных. Представлена терминология и определения базовых понятий, необходимых для формализации компонент объектно-реляционной модели данных (ОРМД) в соответствии с общей методологией построения модели данных как метода математической абстракции. Вводится термин «искусственный атрибут отношения», дается определение таким понятиям как вложенное отношение, его схема и путь вложенного атрибута. Сохраняя общность с традиционным реляционным подходом, разработана структурная компонента объектно-реляционной модели данных, приведены примеры проектирования объектно-реляционных отношений на основе предложенного подхода и операций рекурсивной реляционной алгебры. Разработка, исследование и формализация объектно-реляционной модели данных позволит разработчикам баз данных эффективно и рационально использовать объектные возможности, реализованные в объектно-реляционных системах управления базами данных.

**Ключевые слова:** объектно-реляционная модель данных, «непервая» нормальная форма (N1NF), искусственный атрибут отношения.

## ОБ'ЄКТНО-РЕЛЯЦІЙНА МОДЕЛЬ ДАНИХ: ТЕРМІНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ЇЇ СТРУКТУРНА КОМПОНЕНТА

**О. Б. Чапланова**

Харківський національний університет радіоелектроніки  
просп. Леніна, 14, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: chaplanova@gmail.com

Розглянуті передумови та необхідність дослідження і розробки формальної основи для об'єктно-реляційного підходу проектування баз даних. Представлена термінологія і визначення базових понять, необхідних для формалізації компонент об'єктно-реляційної моделі даних (ОРМД) відповідно до загальної методологією побудови моделі даних як методу математичної абстракції. Вводиться термін «штучний атрибут відношення», дається визначення таких понять як вкладене відношення, його схема і шлях вкладеного атрибута. Зберігаючи спільність з традиційним реляційним підходом, розроблена структурна компонента об'єктно-реляційної моделі даних, наведені приклади проектування об'єктно-реляційних відношень на основі запропонованого підходу та операцій рекурсивної реляційної алгебри. Розробка, дослідження та формалізація об'єктно-реляційної моделі даних дозволить розробникам баз даних ефективно і раціонально використовувати об'єктні можливості, реалізовані в об'єктно-реляційних системах управління базами даних.

**Ключові слова:** об'єктно-реляційна модель даних, «неперша» нормальна форма ((N1NF), штучний атрибут відношення.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Объектно-реляционные базы данных существуют более десятилетия лет, однако, это направление считается новым и ставит перед специалистами в области информационных технологий ряд теоретических проблем и нерешенных задач. Одна из проблем, с которыми разработчики сталкиваются при проектировании информационных систем состоит в том, что не существует единого формального описания модели данных объектно-реляционного типа, и как следствие – отдельных ее компонент.

Каждая система управления базами данных (СУБД) ориентирована на определенную модель данных. Наиболее распространенной является реляционная модель данных (РМД), которая была предложена Коддом в 70-х годах XX столетия. Ряд ограничений и формально определенных требований РМД к проектированию схем баз данных, а также теория нормализации отношений баз данных дали основание для исследований, исключающих недочетки реляционного подхода.

### МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В 1977 году А. Макионучи (А. Makionuchi [1]) предложил упростить требования, выдвигаемые к первой нормальной форме реляционной модели данных. Ученые развивали данное направление и предложили ряд моделей данных, которые основывались на этом упрощении [1–6].

Такой подход предполагал использование «непервой» нормальной формы (N1NF) [2] отношений для решения таких проблем как обработка текста, проектирование автоматизированных систем документооборота, обработку составных пользовательских типов данных и многих других. Преимущества такой нормализации отношений позволяет преодолеть ряд ограничений, которые присутствуют в первой нормальной форме. Использование N1NF позволяет представить данные об объекте в одном отношении, а не распределять по нескольким. Одним из главных преимуществ данного подхода является минимальное использование операции соединения

отношений, на которую приходятся большие временные затраты при выполнении запросов.

Модель базы данных, основанная на принципах ННФ и реляционной модели представляет собой объектно-реляционную модель данных. Такое представление логических структур в базе данных позволяет в отношении хранить такие атрибуты, которые содержат неатомарные значения, то есть сами атрибуты являются отношениями (подсхемами).

Для управления ННФ-отношениями было предложено несколько языков [7–9], например QBEN – язык запросов для вложенных таблиц, который позволяет формировать сложные запросы. Он основывался на расширении существующих языков запросов, таких как SQL и QBE (Query by Example (запрос по примеру)).

Модели ННФ были разработаны и разделены на две категории. Модели первой категории назывались нерекурсивными моделями [4, 6, 9], а модели второй категории – рекурсивными моделями [2, 3, 10, 11]. Основным отличием является рекурсивный и нерекурсивный характер операторов модели.

Рекурсивные операторы могут неоднократно применяться к вложенным отношениям (подсхемам) на его различных уровнях. Нерекурсивные операторы не обладают такими свойствами.

Модели, которые поддерживают вложенность или рекурсию имеют ряд преимуществ по сравнению с нерекурсивными, т.к. являются универсальными для реляционной модели и объектно-реляционной модели. Этот вывод основан на следующих утверждениях:

- для модели, которая содержит вложенные отношения, основным принципом является сокращение числа обрабатываемых кортежей при выполнении операций;

- традиционные методы оптимизации запросов могут использоваться в операциях рекурсивной алгебры. Кроме того, такие методы могут применяться к запросам, которые выражены с помощью рекурсивной алгебры с рекурсивными операциями на любом уровне вложенности;

- в операциях нерекурсивной алгебры действия производятся только на всем кортеже. Рекурсивная алгебра разрешает прямые манипуляции с кортежем, как на верхнем уровне, так и на нижнем уровне вложенных отношений [12].

Для определения структурной компоненты объектно-реляционной модели данных необходимо представить базовые концепты и термины [13, 14].

*Определение 1.* Атрибут  $A$  является вложенным, если

$$G(D_A) \subseteq D, \quad (1)$$

где  $D_A$  – множество допустимых значений атрибута  $A$ ,  $G$  – агрегат доменов  $D_A$ ,  $D$  – множество доменов схемы отношения.

*Пример 1.* Пусть  $R$  – схема отношения с вложенными атрибутами (рис. 1):

F	K	
	P	O
A1	a	1
		2
B1	n	5
	m	

Рисунок 1 – Отношение  $R$  с вложенными Атрибутами

Атрибут  $P$  представлен значениями  $\{a, n, m\}$ , атрибут  $O = \{1, 2, 5\}$ . При этом  $\{P, O\} \subseteq K$ . Следовательно, атрибуты  $P$  и  $O$  – вложенные. Вложенный атрибут может быть рассмотрен как подсхема отношения.

*Определение 2.* Отношение находится в *NINF* («непервой» нормальной форме), если содержит вложенные атрибуты.

*Определение 3.* Плоскими отношениями являются отношения, которые содержат только атомарные атрибуты.

Атрибут  $A$  – атомарный или плоский, если

$$D_A \subseteq U, \quad (2)$$

где  $D_A$  – множество значений атрибута  $A$ ,  $U$  – множество элементарных значений (например, числовых, строковых, неопределенных значений (*NULL*)).

Отношения, которые содержат вложенные и/или атомарные атрибуты будут называться вложенными отношениями с комплексной схемой. Следовательно, плоские отношения являются частным случаем вложенных отношений.

$Atr(R)$  – это множество атрибутов отношения  $R$  со схемой  $R$ , т.е.

$$Atr(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}, \quad (3)$$

где  $n \geq 1$ ;  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – атрибуты схемы отношения  $R$ , которые могут быть, как атомарными, так и вложенными.

*Определение 4.* Каждое вложенное отношение  $r$  со схемой отношений  $R$  может быть представлено в виде графоориентированого дерева с корневым узлом  $R$ .

Все вложенные атрибуты отношения могут являться узлами отношения, а все атомарные атрибуты отношения представляются в форме листьев дерева.

Древовидная структура необходима для представления вложенных отношений с комплексной схемой. Такая структура предлагает четкое графическое представление вложенной структуры.

*Пример 2.* Отношение  $r$  (рис. 1) может быть представлено в виде древовидной структуры (рис. 2).

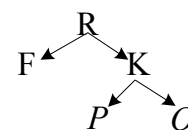


Рисунок 2 – Графическое представление отношения с комплексной схемой

*Определение 5.* Количество вложенных уровней отношения эквивалентно максимальному числу узлов, с помощью которых можно совершить обход дерева от корневого узла к любому атомарному атрибуту в древовидном представлении. Корень отношения будем называть вложенным уровнем с номером 0 (нулевой уровень). Вложенность уровня атрибута в отношении может быть вычислено путем арифметического сложения количества вершин, которые необходимо пройти от корневого до искомого атрибута.

*Определение 6.* Два (плоских или вложенных) отношения имеют общие атомарные атрибуты, если они оба содержат атомарные атрибуты с одинаковыми именами и их домены совпадают в двух отношениях. При этом, допускается, что имена могут быть различны, но должно быть известно, что семантика атрибутов одинакова.

Два вложенных отношения имеют общие вложенные атрибуты, если они содержат вложенные атрибуты, которые имеют одинаковые имена и идентичные схемы (одинаковые атрибуты с одинаковыми именами определены на одинаковых доменах).

Данное определение может быть применено рекурсивно для вложенных атрибутов, которые содержат один или более вложенных атрибутов.

*Определение 7.* Схемы вложенных отношений являются эквивалентными, если они содержат только общие атрибуты (атомарные и/или вложенные). То есть, если отношения имеют одинаковую степень (количество атрибутов в отношении) и возможно такое упорядочение имен атрибутов в схемах, что на одинаковых местах будут находиться сравнимые атрибуты, то есть атрибуты, принимающие значения из одного домена.

*Определение 8.*  $P_{A_n \rightarrow A_j}$  – путь вложенности атрибута  $A_j$ , при этом  $A_j \subseteq A_n$ , а  $A_n$  является атрибутом отношения  $r$ .

Тогда  $P_{A_n \rightarrow A_j}$  определяется как последовательность:

1.  $P_{A_n \rightarrow A_j} = A_n$ , где  $A_j = A_n$ ;
2.  $P_{A_n \rightarrow A_j} = A_n(P_{A_{n+1} \rightarrow A_j})$ , где  $A_{n+1}$  – атрибут  $A_n$

равный  $A_j$ , или содержащий  $A_j$ .

Тогда множество всех атрибутов, атомарных или вложенных отношения со схемой  $R$  могут быть определено как:

$$Atr(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, \dots, P_{A_m \rightarrow A_{n(i+1)}}, \dots, A_m\}, \quad (4)$$

где  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – атомарные атрибуты вложенного первого уровня отношения со схемой  $R$  ( $1 \leq i \leq m$ );

Пример 3. Отношение  $R$  имеет вид:

A	B		
	C	D	
		M	N
01	a1	1	F
		2	G
02	a2	4	F
		1	H
03	a3	1	H
	a4	2	H

Рисунок 3 – Схема отношения  $R$

Тогда путь до атомарного атрибута  $N$  отношения  $R$  будет определяться как  $P_{B \rightarrow N} = B(P_{D \rightarrow N}) = B(D(P_{N \rightarrow N})) = B(D(N))$ .

*Определение 9.* Схемой отношения называется перечень имен атрибутов с указанием доменов, к которым они принадлежат.

Схема отношения  $R$  для объектно-реляционной модели может быть определена рекурсивно:

$$RS = R(A_1S_1, A_2S_2, \dots, A_nS_n), \quad (5)$$

где  $n \geq 1$ ,  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – атомарные или вложенные атрибуты отношения  $R$ ,

$$S_i = \begin{cases} \emptyset, & \text{если } A_i \text{ – атомарный атрибут;} \\ (A_{i1}S_{i1}, A_{i2}S_{i2}, \dots, A_{ik}S_{ik}), & \\ \text{если } A_i \text{ – вложенный атрибут,} \\ k \geq 1 \text{ и } 1 \leq i \leq n \end{cases}$$

Понятие схемы отношения эквивалентно понятию отношение и может использоваться в равной степени.

Определив базовую терминологию объектно-реляционного подхода, далее будет описана структурная компонента объектно-реляционной модели данных в соответствии с общими принципами построения даталогических моделей.

Сохраняя общность с традиционным реляционным подходом, объектно-реляционную модель можно представить в виде:

$$M_{OR} = \langle OE, OS, RI \rangle, \quad (6)$$

где  $OE$  – объектные сущности (object entity);  $OS$  – операционная спецификация (operation specification)  $RI$  – ограничения целостности (restriction integrity).

Каждая объектная сущность может быть представлена как (7):

$$OE = \langle D', R' \rangle, \quad (7)$$

где  $\langle D', R' \rangle$  – совокупность доменов и отношений.

Особенностью объектно-реляционной модели является то, что совокупность доменов и отношений могут иметь сложную структуру, в отличие от реляционной модели данных.

Это значит, что каждый элемент множества  $D'$  может быть представлен своим множеством

$D = \{D_1, D_2, \dots, D_N\}$  и каждый элемент множества  $D$  может быть представлен в виде  $D_1 = \{d_{1N}, d_{2N}, \dots, d_{NN}\}$ .

Множество  $D_1$  также может являться множеством. Если множество  $D$  имеет сложную структуру, тогда, и множество  $A$  – (множество атрибутов) – тоже будет иметь сложную структуру, т.е. элементом  $A$  будет являться множество  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ ,

где  $A_1 = \{a_{1N}, a_{2N}, \dots, a_{NN}\}$ .

Для отдельных элементов  $A_i$  множества  $A$  определено множество значений атрибута, которое совпадает с одним из доменов и задается отображение

$$dom: A \rightarrow D, \quad dom: a \rightarrow d. \quad (8)$$

При этом вводится понятие искусственного атрибута.

*Определение 10.* Искусственным атрибутом называется такой атрибут, который включает в себя другие атрибуты и при этом для такого атрибута не определены значения домена.

Предназначен такой вид атрибутов для семантического описания и обобщения других атрибутов.

Пример 4. Рассмотрим атрибуты  $D, M, N$  отношения  $R$  (рис. 3):

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

Рисунок 4 – Фрагмент отношения  $R$

В соответствии с определением атрибутов и доменов, множество  $A$  для данного фрагмента отношения представлено в виде:

$$A = \{D\},$$

где  $D \supseteq \{M, N\}, \{M, N\} \subseteq D$ .

Аналогично заданы домены:

$D = \{D\}$ , где элемент множества  $\{D\}$  представлен в виде:

$$\{d_M, d_N\} \subseteq D,$$

а  $d_M = \{1, 2, 4\}$  и  $d_N = \{F, G, H\}$ ,

По определению 10 атрибут  $D$  – искусственный, т.к. он не имеет собственных значений домена и служит для семантического описания и объединения атрибутов  $M, N$ .

Рассмотрим вторую составляющую объектной сущности  $OE$  – множество отношений  $R$ :

$$R \subseteq D_1 \times \dots \times D_N \quad (9)$$

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

тогда

$$R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N. \quad (10)$$

Причем,  $(d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N})$  – рассматривается как неделимый элемент, то есть свойство ассоциативности для выражения  $R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$  не выполняется:

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

В результате  $(d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$  получаем универсальное отношение. При выполнении такой операции – получаем полное декартово произведение – набор всех возможных сочетаний из  $n$ -элементов, где каждый элемент берется из определенного домена, если такой определен.

Полное декартово произведение является базисом для определения отношения  $R$ , которое должно моделировать реальную ситуацию предметной области. Следовательно,  $R$  (10) является подмножеством полного декартового произведения:  $R \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D_N$ .

Количество элементов каждого подмножества определяется исходя из количества элементов исходного множества. Так как исходное множество конечно, то число подмножеств этого множества также будет конечно.

Определение вложенного домена обладает важным отличительным свойством объектно-реляционной модели. А именно – возможности задания ограничений предметной области на этапе определения доменов и атрибутов. Такой подход обеспечивает задание семантического описания предметной области на уровне проектирования логических структур [15].

Для иллюстрации предложенного метода проектирования объектно-реляционной структуры отношения, рассмотрим пример.

Пример 5. Проектирование структуры вложенного отношения

Множество всех имен атрибутов может быть определено как  $A = \{N, M, D, C, B, A\}$ .

Согласно правилам проектирования объектно-реляционной модели данных для предметной области могут быть заданы следующие ограничения или введено семантическое описание вида:

$$\{N, M\} \subseteq D,$$

$\{C, D\} \subseteq B$ , а значит, согласно свойству транзитивности для множеств верно:  $\{N, M\} \subseteq B$ .

Следовательно, в общем виде множество  $A'$  с учетом заданных ограничений будет иметь вид:  $A' = \{A, B\}$ , т.к. по заданным ограничениям предметной области атрибуты  $A$  и  $B$  не являются подмножествами других множеств. При этом, атрибут  $B$  включает в себя другие атрибуты.

Для задания отображения  $dom: A' \rightarrow D'$  определен список доменов:

$$\{d_N, d_M, d_D, d_C, d_B, d_A\},$$

и заданы следующие соответствия:

$$N \rightarrow d_N, \quad M \rightarrow d_M, \quad D \rightarrow d_D,$$

$$C \rightarrow d_C, B \rightarrow d_B, A \rightarrow d_A,$$

$$\text{где } d_N = \{F, G, H\};$$

$$d_M = \{1, 2, 4\};$$

$$d_C = \{a1, a2, a3, a4\};$$

$$d_A = \{01, 02, 03\}.$$

На этапе задания доменов для каждого атрибута из  $A'$  можно определить ряд ограничений предметной области:

$$d_D = \{d_N, d_M\},$$

$$\text{следовательно, } d_D = \{\{F, G, H\}, \{1, 2, 4\}\};$$

$$d_B = \{d_D, d_C\},$$

тогда

$$d_B = \{\{\{F, G, H\}, \{1, 2, 4\}\}, \{a1, a2, a3, a4\}\}.$$

Тогда множество  $D' = \{d_A, d_B\}$ , т.к. домены  $d_A, d_B$  не являются подмножествами других доменов. В этом случае полное декартово произведение согласно описанию структурной компоненты объектно-реляционной модели данных будет иметь вид:  $R_U = d_A \times d_B$ . Согласно заданным ограничениям и свойству (11) получаем последовательное преобразование:

$$R_U = d_A \times (d_D \times d_C), \text{ и т.к. } d_D = \{d_N, d_M\},$$

$$\text{то } R_U = d_A \times (d_C \times (d_N \times d_M)).$$

Операция декартового произведения выполняется последовательно, начиная с нижнего уровня вложенности атрибутов. Полученный результат интерпретируется единым блоком данных. Результат выполнения операции  $r_{d_D} = d_N \times d_M$  представлен на рис. 5:

M	N
1	F
2	G
4	H
1	G
2	H
4	F
1	H
2	F
4	G

Рисунок 5 – Промежуточный результат выполнения операции декартового произведения доменов

Аналогично выполняется  $r_{d_B} = r_{d_D} \times d_C$ :

C	D	
	M	N
a1	1	F
a1	2	G
a1	4	H
a1	1	G
a1	2	H
a1	4	F
a1	1	H
a1	2	F
a1	4	G
a2	...	
a3	...	
a4	1	F
a4	2	G
a4	4	H
a4	1	G
a4	2	H
a4	4	F
a4	1	H
a4	2	F
a4	4	G

Рисунок 6 – Декартово произведения доменов разных уровней вложенности

Аналогично производится выполнение декартового произведения для  $R' = r_{d_B} \times d_A$ .

На рис. 6 схематично обозначен элемент  $r_{d_B}$ , который в соответствии со свойством 11 является неделимым для следующего этапа декартового произведения. В данном примере таких элементов будет четыре, в соответствие с доменом  $d_C$ . Таким образом, отношение  $R'$  принимает вид:

A	B		
	C	D	
		M	N
01	a1	1	F
01	a1	2	G
02	a2	4	F
02	a2	1	H
03	a3	1	H
03	a4	2	H

Рисунок 7 – Общий вид отношения  $R'$

В силу громоздкости результирующего отношения, итоговое полное декартово произведение не приводится.

Подмножество полного декартового произведения формирует отношение

$$R' \subseteq (d_{11} \times d_{12} \times \dots \times d_{1N}) \dots \times D'_N,$$

которое должно соответствовать заданной предметной области. Это означает, что из полного декартового произведения удаляются те кортежи, кото-

рые не моделируют реальное состояние предметной области в данный момент времени.

В отличие от реляционной модели данных, где в основе проектирования лежит принцип декомпозиции отношения, объектно-реляционный подход предполагает обобщения на основе заданных правил как на уровне атрибутов и доменов, так и на нескольких отношениях [14].

В датологических моделях данных правила предметной области, согласно которым из полного декартового произведения доменов формируется одно или несколько отношений, описываются компонентой ограничений целостности.

**ВЫВОДЫ** В данной статье была представлена целостная объектно-реляционная модель данных, которая является основой для дальнейших исследований в разработке технологии организации таких баз данных.

Получены следующие результаты. 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.

Исследована структурная компонента объектно-реляционной модели, которая отвечает общим принципам построения моделей данных, и дает возможность описывать сложные объекты предметной области с помощью вложенных логических структур.

Определен и описан метод проектирования объектно-реляционных структур отношений в 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.

Свойство вложенности структур обеспечивает представление семантического описания данных, что нивелирует один из недостатков реляционной модели данных. Вложенность структуры в отношении обеспечивает логическую инкапсуляцию взаимозависимых сущностей.

Предложенная модель данных позволяет нивелировать ряд недостатков информационных систем, основанных на реляционной модели данных, а именно:

а) реляционная модель данных не обеспечивает представления семантического описания данных.

Семантика предметной области должна независимым от модели способом учитываться разработчиком.

Недостаток модели усложняет процесс проектирования базы данных, особенно критичны случаи, когда представления об ограничениях целостности выходят за пределы однозначного определения первичных и внешних ключей.

Проектирование объектно-реляционных отношений дает возможность задания семантики на датологическом уровне.

б) для решения некоторых прикладных задач моделирование предметной области на основе плоских отношений является затруднительным. Это приводит к необходимости использования ненормализованных отношений, что нарушает принципы проектирования баз данных на основе РМД.

Предложенная модель устраняет этот недостаток, используя в основе отношения в «непервой» нормальной форме.

в) особенностью РМД является неестественность табличного представления для разреженных массивов данных. ОРМД позволяет проектировать вложенные отношения и, как следствие, реализовывать структурные (например, иерархические) связи между сущностями.

г) затруднения и неоднозначность на уровне проектирования концептуальной модели для отображения объектов с типом информационной связи «многие ко многим», требующая реализации дополнительного отношения, что, так или иначе, ведет к избыточности, при этом, обеспечивая целостность данных. Вложенные структуры ОРМД устраняют этот недостаток.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Makinouchi, A.A. Consideration on Normal Form of Not-Necessarily-Normalized Relations in the Relational Data Model // Proc. of the 3rd International Conference on Very Large Data Bases. – Tokyo, 1977. – PP. 447–453.
2. Non First Normal Form Relations: An Algebra Allowing Data Restructuring / S. Abiteboul, N. Bidoit // Journal of Computer and System Sciences. – 1986. – Vol. 33, № 3. – PP. 361–393.
3. The Relational Model with Relation-Valued Attributes / H.-J. Schek, M.H. Scholl // Information Systems. – 1986. – Vol. 11, № 2. – PP. 137–147.
4. Nested Relational Structures / S.J. Thomas, P.C. Fischer // International Journal of Artificial Intelligence. – 1986. – Vol. 3. – PP. 269–307.
5. Operators for Non-First-Normal Form Relations [Text] / P.C. Fisher, S.J. Thomas // Proc. of the 7th IEEE International Conference on Computer Software and Applications. – Chicago, 1983. – PP. 464–475.
6. Remarks on the Algebra of Non First Normal Form Relations / G. Jaeschke, H. J. Schek // Proc. of the ACM Symposium on Principles of Database Systems. – Los Angeles, 1982. – PP. 124–138.
7. Query by Example for Nested Tables / N.A. Lorentzos, K.A. Dondis // Proc. of the 9th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA'98). – Vienna, 1998. – PP. 716–725.
8. SQL/NF: A Query Language for 1NF Relational Databases / M.A. Roth, H.F. Korth, D.S. Batory // Information Systems. – 1987. – Vol. 12, № 1. – PP. 99–114.
9. QBE-like Queries and Multimedia Extensions in a Nested Relational DBMS / L. Wegner, S. Thelemann,

S. Wilke, R. Lievaart // Proc. of the International Conference on Visual Information Systems. – Melbourne, 1996. – PP. 437–446.

10. Extended Algebra and Calculus for Nested Relational Databases / M.A. Roth, H.F. Korth, A. Silberschatz // ACM Transactions on Database Systems. – 1988. – Vol. 13, № 4. – PP. 389–417.

11. A Recursive Algebra for Nested Relations / L.S. Colby // Information Systems. – 1990. – Vol. 15, № 5. – PP. 567–582.

12. Levene, M. The Nested Universal Relation Database Model. – Berlin: Springer-Verlag, 1992. – 177 p. – (Lecture Notes in Computer Science; vol. 595).

13. Joining nested relations and subrelations / G. Garani, R. Johnson // Information Systems. – 2000. – Vol. 25, № 4. – PP. 287–307.

14. Garani, G. Generalized Relation Data Model // International Journal of Computer Systems Science and Engineering (IJCSSES). – 2007. – Vol. 4, № 1. – PP. 43–59.

15. Об одном подходе к построению объектно-реляционной модели данных / Н.В. Касаткина, С.С. Таянский, Е.Б. Чапланова // Збір. наук. праць Військ. ін-ту Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2009. – Вип. 20. – С. 133–141.

## OBJECT-RELATIONAL DATA MODELS: TERMINOLOGICAL ASPECTS AND STRUCTURAL COMPONENT

**E. Chaplanova**

Kharkiv National University of Radio Electronics

prosp. Lenin, 14, 61166, Ukraine. E-mail: chaplanova@gmail.com

The article describes the background and the need for research and development of a formal framework for object-relational database design approach. Represented by the terminology and definitions of basic concepts needed to formalize component object-relational data model (ORMD) in accordance with the general methodology of constructing the data model as a method of mathematical abstraction. Introduced the term "artificial attribute relationship" defines concepts such as embedded attitude, his scheme and path of the nested attribute. Retaining commonality with traditional relational approach developed structural component object-relational data model, are examples of designing object-relational relative-making on the basis of the proposed approach and the recursive operations of relational algebra. Development, research and formalization of object-relational data model will allow database developers to efficiently and rational use object features implemented in an object-relational database management systems

**Key words:** object-relational data model, "not first" normal form (N1NF), artificial attribute relationships.

### REFERENCES

1. Makinouchi, A.A. (1977) "Consideration on Normal Form of Not-Necessarily-Normalized Relations in the Relational Data Model", *Proc. of the 3rd International Conference on Very Large Data Bases*, pp. 447–453.

2. Abiteboul, S., Bidoit, N. (1986) "Non First Normal Form Relations: An Algebra Allowing Data Restructuring", *Journal of Computer and System Sciences*, vol. 33, no. 3, pp. 361–393.

3. Schek, H.-J., Scholl, M.H. (1986) "The Relational Model with Relation-Valued Attributes", *Information Systems*, vol. 11, no. 2, pp. 137–147.

4. Thomas, S.J., Fischer, P.C. (1986) "Nested Relational Structures", *International Journal of Artificial Intelligence*, vol. 3, pp. 269–307.

5. Fisher, P.C., Thomas, S.J. "Operators for Non-First-Normal Form Relations", *Proc. of the 7th IEEE International Conference on Computer Software and Applications*, Chicago, pp. 464–475.

6. Jaeschke, G., Schek, G. (1982) "Remarks on the Algebra of Non First Normal Form Relations", *Proc. of the ACM Symposium on Principles of Database Systems*, Los Angeles, pp. 124–138.

7. Lorentzos, N.A., Dondis, K.A. (1998) "Query by Example for Nested Tables", *Proc. of the 9th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA'98)*, Vienna, pp. 716–725.

8. Roth, M.A., Korth, H.F., Batory, D.S. (1998) "SQL/NF: A Query Language for 1NF Relational Databases", *Information Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 99–114.

9. Wegner, L., Thelemann, S., Wilke, S., Lievaart, R. (1996) "QBE-like Queries and Multimedia Extensions in a Nested Relational DBMS", *Proc. of the International Conference on Visual Information Systems*, Melbourne, pp. 437–446.

10. Roth, M.A., Korth, H.F., Silberschatz, A. (1988) "Extended Algebra and Calculus for Nested Relational Databases", *ACM Transactions on Database Systems*, vol. 13, no. 4, pp. 389–417.

11. Colby, L.S. (1990) "A Recursive Algebra for Nested Relations", *Information Systems*, vol. 15, no. 5, pp. 567–582.

12. Levene, M. (1992) "The Nested Universal Relation Database Model", Berlin, Springer-Verlag, (*Lecture Notes in Computer Science*; vol. 595).

13. Garani, G., Johnson, R. (2000) "Joining nested relations and subrelations", *Information Systems*, vol. 25, no. 4, pp. 287–307.

14. Garani, G. (2007) "Generalized Relation Data Model", *International Journal of Computer Systems Science and Engineering (IJCSSES)*, vol. 4, no. 1, pp. 43–59.

15. Chaplanova, E., Kasattkyina, N., Tanyanskiy, S., (2009) *Ob odnom podhode k postroeniu ob'ektno-relyacionnoy modeli dnnih* [An approach to the construction of an object-relational data model], Scientific Papers of the Military Institute of Kiev National Taras Shevchenko, Wreaths, Kiev, iss. 20, pp. 141–146.

Стаття надійшла 22.09.2014.