



# **ИТММ · 2009**

**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**ЧАСТЬ 1**

Томский государственный университет  
Кемеровский государственный университет  
Кемеровский научный центр СО РАН  
Институт вычислительных технологий СО РАН  
Филиал Кемеровского государственного университета  
в г. Анжеро-Судженске

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(ИТММ-2009)**

**Материалы VIII Всероссийской  
научно-практической конференции  
с международным участием  
12–13 ноября 2009 г.  
Часть 1**

Издательство Томского университета  
2009

УДК 519

ББК 22.17

И74

Редколлегия:

*А. Ф. Терпугов*, д-р физ.-мат. наук, профессор;

*Р. Т. Якупов*, д-р физ.-мат. наук, профессор;

*И. Р. Гарайшина*, канд. физ.-мат. наук, доцент;

*А. С. Шкуркин*, канд. техн. наук, доцент

**Информационные технологии и математическое моделирование**  
И74 (ИТММ-2009): Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (13–14 ноября 2009 г.). – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – Ч. 1. – 332 с.

ISBN 978-5-7511-1929-4

В часть 1 вошли материалы секций «Вероятностные методы и модели», «Информационные технологии» и «Экономико-математические модели».

Для специалистов в области информационных технологий и математического моделирования.

**УДК 519**

**ББК 22.17**

*Конференция проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 09-07-06061-з)*

ISBN 978-5-7511-1929-4 © Томский государственный университет, 2009  
© Кемеровский государственный университет, 2009  
© Кемеровский научный центр СО РАН, 2009  
© Институт вычислительных технологий СО РАН, 2009  
© Филиал Кемеровского государственного университета в г. Анжеро-Судженске, 2009

реляционная схема. Возможна предварительная настройка модуля для выбора требуемого алгоритма генерации схемы.

Процесс преобразования делится на два этапа.

Первый этап последовательно реализует правила из первой группы путем полного просмотра элементов ERM-схемы. Результатом работы является первоначальная реляционная схема, в которой присутствуют все отношения с атрибутами и взаимосвязи между отношениями, участвующими в специализации.

Второй этап последовательно реализует правила из второй группы, дополняя первоначальную реляционную схему ограничения целостности: уточняются типы атрибутов и задаются конструкции CHECK на атрибуты, вводятся ограничения целостности на отображения-характеристики для атрибутов.

Правила третьей группы нуждаются в более детальном исследовании для разработки алгоритмов трансляции, которые будут позволять устранять избыточность в полученной схеме.

#### Литература

1. Дейт К. Введение в системы баз данных. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 1072 с.
2. Коннолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
3. Бабанов А. М. Семантическая модель «Сущность – Связь – Отображение» // Вестник Том. гос. ун-та. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2007. – № 1. – С. 77–91.

## ПЕРСПЕКТИВЫ СЕМАНТИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БД, ОТКРЫВАЮЩЕЙСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ERM-МОДЕЛИ ДАННЫХ

*А. М. Бабанов*

*Томский государственный университет*

Как только появились первые СУБД, люди задумались над проблемой проектирования идеальной БД для каждого случая применения технологии БД. Достаточно стройной и конструктивной является классическая методика декомпозиции отношений, предложенная для реляционной модели данных [1–4].

Однако трудно не согласиться с мнением многих авторов [3, 4], утверждающих, что практическое ее использование осложняется такими факторами, как:

- нетрадиционный для большинства людей и весьма нетривиальный способ восприятия и формализации предметной области (ПрО);
- практическая неприменимость для анализа сложных ПрО;
- неоднозначность решения проблемы проектирования, граничащая с прямым перебором многочисленных вариантов схемы в поисках наиболее подходящего.

Непрекращающиеся поиски решения проблемы проектирования БД привели к появлению семантических моделей данных, которые обеспечивают высокоуровневое формальное представление ПрО. Они должны были устранить первые два недостатка классической методике – неестественность представлений для человека и неприменимость для анализа сложных ПрО.

Но поскольку коммерческие СУБД не собираются поддерживать напрямую семантические модели данных, необходима трансляция схем БД с языка этих моделей на язык коммерческих СУБД и в первую очередь – реляционных. Примерно так практически с первых публикаций по ER-модели [5] стала вырисовываться основная схема семантической методики проектирования реляционных БД:

- проектирование семантической схемы ПрО с использованием той или иной семантической модели данных;

- перевод полученной схемы в реляционную модель с применением подходящего набора правил трансформации и получение множества предварительных отношений;

- проверка полученных отношений на удовлетворение требований нормальных форм и их дальнейшая нормализация методом декомпозиции.

Все семантические методики действуют по одной и той же схеме и отличаются лишь используемыми моделями и правилами трансляции схем.

Успех применения семантической методики проектирования, помимо знаний и умений проектировщика, определяют два фактора:

- мощность выразительных способностей используемой семантической модели;

- детальность анализа схемы БД в применяемых правилах трансляции.

Выбор неадекватных инструментов может полностью дискредитировать методику. Так, невыразительная ER-модель нотации IDEF1X вынуждает проектировщика еще на этапе анализа семантики ПрО принимать сугубо технические решения (например, сводить множество связей типа  $M:N$  к дополнительному множеству сущностей и паре множеств связей). Это происходит в силу того, что эта модель отличается от реляционной модели, по сути, взаимнооднозначным переименованием понятий: «тип сущностей» – «отношение», «тип связей» – «ограничение ссылочной целостности», «атрибут типа сущностей» – «атрибут отношения». А это свидетельствует о том, что уровень ее «семантической» такой же, как и у реляционной модели.

Совмещение двух в принципе различных мыслительных процессов – выяснение семантики ПрО и определение схемы БД на весьма абстрактном языке СУБД – еще полбеды. Хуже то, что принимаемые в ходе этого технические решения (например, введение дополнительного множества сущностей и бинарных множеств связей вместо множества связей степени больше двух) должны быть по-хорошему проанализированы зано-

во на этапе окончательного построения реляционной схемы. В противном случае можно получить не самую эффективную схему БД.

Что уж говорить о бизнес-правилах, которые потребуют процедурной (а не декларативной) реализации на языке СУБД. На этапе семантического анализа их в лучшем случае фиксируют в виде текстовых описаний. Дай бог, чтобы проектировщик не забыл о них на последнем этапе разработки БД.

Для иллюстрации влияния детальности правил трансляции рассмотрим по одному правилу из трех разных наборов для ER-модели Чена.

1. Для каждого множества сущностей и каждого множества связей создать собственное отношение. Атрибутами этого отношения станут однозначные атрибуты этого множества.

2. Бинарные множества связей типа 1:1 или 1:М представляются дублированием первичного ключа 1-отношения в М-отношение.

3. Каждое бинарное множество связей (МСв) типа  $R(S1(1,1):S2(1,1))$  и множества сущностей (МСу)  $S1$  и  $S2$ , в нем участвующие, заменяются в ER-схеме одним агрегированным МСу, с которым соединяются все другие МСв, имевшиеся у двух исходных МСу. Атрибуты нового МСу представляют собой объединение атрибутов обоих исходных МСу и МСв. Ключами полученного МСу являются ключи исходных МСу и МСв.

Покажем, к каким результатам приведут эти правила на примере ER-схемы, приведенной на рис. 1.



Рис. 1. Пример ER-схемы (нотация Чена)

Применение первого правила породит 3 отношения, по одному на каждое множество. По второму правилу в реляционной схеме будет построено 2 отношения. Этот прогресс объясняется дополнительным анализом максимальных кардинальных чисел отображений, определяемых множеством связей. И, наконец, третье правило приведет к одному отношению, наилучшим образом подходящему в нашем случае. Таким результатом мы обязаны дополнительному рассмотрению минимальных кардинальных чисел упомянутых отображений. Как видим, детальность анализа семантической схемы повышает эффективность результирующей схемы.

Идеальное применение семантической методике характеризуется следующими чертами.

1. На этапе первоначальной формализации описаний ПрО в рамках семантической модели схема данных должна вобрать в себя определения всех основных понятий ПрО и всех закономерностей взаимоотношений между ними. Для этого используемая семантическая модель данных должна быть в состоянии представить любые требования, предъявляемые к данным. Идеальная семантическая схема ПрО должна содержать ее полное описание с тем, чтобы все последующие межмодельные преобразования схемы носили чисто синтаксический характер и не требовали повторного анализа семантики ПрО.

2. Детальность применяемых в методике правил трансформации схемы должна не оставить без внимания ни один элемент семантической схемы. Это в сочетании с доказанной надежностью правил позволит гарантировать идеальную со всех точек зрения СУБД-ориентированную схему.

Применение ERM-модели (Entity-Relationship-Mapping Model или модель «Сущность-Связь-Отображение») [6] в сочетании с детально проработанными правилами трансляции схем позволит приблизить семантическую методiku проектирования БД к этому идеалу. А ее воплощение в CASE-инструменте сведет задачу проектирования к построению ERM-схемы и применению средств автоматического преобразования.

Примечательно, что в результирующей схеме будут представлены помимо прочего процедурные реализации (в виде триггеров) ограничений целостности, выходящих за рамки возможностей реляционной модели, а также определения динамических представлений для виртуальных отношений, соответствующих избыточным данным с точки зрения теории проектирования реляционных БД.

#### Литература

1. Дейт К. Введение в системы баз данных. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 1072 с.
2. Коннолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, рeализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
3. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 344 с.
4. Джексон Г. Проектирование реляционных баз данных для использования с микроЭВМ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 252 с.
5. Чен П. Модель «сущность – связь» – шаг к единому представлению о данных // СУБД. – 1995. – № 3. – С. 137–158.
6. Бабанов А.М. Семантическая модель «Сущность – Связь – Отображение» // Вестник Том. гос. ун-та. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2007. – № 1. – С. 77–91.