

При этом БД считается непротиворечивой, «если при любых подстановках в аксиомы теории  $T$ , вместо свободных предметных переменных любых значений этих переменных и при интерпретации предикатов аксиом на соответствующих им отношениях БД, образуются истинные для данного ПО высказывания».

Такой подход поднимает этап концептуального проектирования на качественно более высокий уровень и ставит проектировщика концептуального уровня перед необходимостью создания в каждом конкретном случае своей теории ПО, причем средствами этой теории отражается не только множество допустимых состояний ПО, но и множество закономерностей функционирования и эволюции ПО, которые позволяют определять допустимость переходов БД из одного состояния в другое. Такая трактовка является дальнейшим развитием теории поддержания целостности БД.

Все модели разделены на два класса: теоретико-графовые, теоретико-множественные [7, 8]. При использовании теоретико-графовых моделей информационное содержание ПО моделируется посредством графа:

$$G = \langle V, U \rangle,$$

где:  $V$  – множество вершин графа, при этом выделяют структурируемые и неструктурируемые вершины (для сложных и простых типов данных);

$U$  – множество дуг (ребер) графа, которые представляют средства связи вершин, причем от типа модели зависят ограничения, которые накладываются на структуру графа.

Иногда на связь накладывается требование функциональности. Наиболее известными представителями данного класса являются: сетевая модель, иерархическая модель, модель на бинарных логических ассоциациях, модель «сущность-связь», семантические сети.

Модель, предложенная Фалькенбергом, это объектно-ролевая модель, которая базируется на инфологическом подходе к моделированию ПО. Под объектом понимается «концептуальная единица, которая отличается от других, атомическая и дискретная по природе». Выделяют также множество ролей, которые проясняют содержание и использование объектов и ассоциаций. Ассоциация определяется как множество объектно-ролевых или ассоциативно-ролевых пар:

$$A = \{(x, r_i)\},$$

$$x_i = o_i \vee a_i, \quad i \in I, \quad |I| \geq 1,$$

$$o_i \in O, \quad r_i \in R, \quad a_i \in A,$$

где  $I$  – множество индексов,  $O$  – множество объектов,  $R$  – множество ролей,  $A$  – множество ассоциаций.

По числу задействованных пар  $(x, r_i)$  ассоциации подразделяются на бинарные, тернарные и т. д. В плане классификации идентифицированных объектов и ассоциаций выделяются типы ассоциаций и типы объектов. При этом считается, что ассоциации принадлежат к одному типу, если множество ролей, появляющихся в каждой ассоциации, идентичны, а объекты

принадлежат к одному типу, если они играют одну и ту же роль. В общем случае типы могут пересекаться.

Формализм семантических сетей разработан и исследован в рамках решения проблем искусственного интеллекта. С помощью семантической сети наиболее естественным образом отображаются ассоциативные связи, используемые при выборе множеств данных, релевантных некоторым фиксированным подмножествам. Семантической сетью называется ориентированный помеченный граф, который состоит из узлов, ребер и других графов.

Существуют два основных примитива: понятия и простые фреймы. Выделяют общие понятия, соответствующие классам объектов ПО, константы, которые соответствуют отдельным значениям общих понятий, и переменные, которые могут соответствовать некоторому общему понятию и связываются с ним ребром типа. Фрейм является графом, к которому возможен доступ и возможна обработка его как единого целого. Каждый фрейм соответствует ППФ теории первого порядка, а совокупность подстановок фрейма соответствует интерпретации ППФ на отношении, которое является расширением фрейма.

Различаются три типа простых фреймов: фреймы-события, которые являются представлением различных ситуаций; фреймы-характеристики, которые отображают совокупность свойств и величин общих понятий, и фреймы-функции, которые являются формой представления различных функций ПО. На основании простых фреймов и таких операций алгебры семантической сети, как конъюнкция, дизъюнкция и отрицание, формируются более сложные фреймы. Для построения класса более крупных фреймов используются причинные связки: причина, следствие. На основании этих связей и других фреймов строятся фреймы-сценарии.

Еще одна особенность подхода заключается в организации структуры семантической сети. Возможность такого построения достигается на основе разбиения множества объектов ПО на классы, подклассы и т. д. Наконец, присоединение процедурных приставок и использование квантификации, расширенной омикрон-кванторами, повышают адекватность моделирования с использованием семантических сетей. Наиболее известными представителями класса теоретико-множественных моделей являются реляционная и инфологическая модели.

Менее известный подход используется при построении БД показателей. Под показателем понимается некоторая индексированная матричная совокупность численных характеристик. Более строго, показатель  $\Pi$  определяется как совокупность:

$$\Pi_i = \langle \{T_i^j\}, \varphi_i \rangle,$$

где  $\varphi_i$  – численное значение показателя  $\Pi$ ,  $\{T_i^j\}$  – множество терминов, идентифицирующих в совокупности показатель  $\Pi$ .

Выделяют базисные (первичные) и производные показатели, которые вычисляются на основании базисных и производных более низкого уровня. На основании информации о том, какие показатели необходимы