

Средства информационного обеспечения систем поддержки принятия решений (СППР) представляются иерархическими, сетевыми, реляционными базами данных (БД) [1...4], которые могут быть представлены в рамках единой тензорной модели. При этом данные и отношения представляются равноправными точками в пространстве данных [5]. Это приводит к образованию двойственных пространств: оси координат представляют данные, точки в пространстве – отношения; оси координат – отношения, точки в пространстве – данные. Ковариантные и контравариантные преобразования позволяют задавать различные функции на различных структурах данных [5].

Важным методологическим аспектом является рассмотрение архитектуры БД на трех уровнях [3, 6]. Переход с уровня на уровень позволяет не только абстрагироваться от несущественных на данном уровне деталей, но и независимо сравнивать методы и средства поддержания каждого уровня и интерфейсов уровней. При этом выделяются следующие уровни:

- внешний уровень, на котором БД представляется совокупностью различных информационных моделей программного обеспечения (ПО), необходимых для обеспечения работы приложений;
- концептуальный уровень, на котором БД представляется общей информационной моделью ПО;
- внутренний уровень, на котором БД получается отображением общей информационной модели состояния ПО в конкретную среду хранения.

Одним из основных принципов организации этих уровней и их интерфейсов является требование независимости, которое определяется как «иммунитет приложений к изменениям в структуре хранения и стратегии доступа».

Отметим еще один подход, касающийся архитектуры концептуального уровня. Необходимость построения на этом уровне, с одной стороны, информационной модели ПО, а с другой – представления, эффективно отображаемого в среду хранения (модели данных), приводит к дуализму описания этого уровня – дуализму концептуальной схемы. Поэтому В. Кентом предлагается расщепить концептуальный уровень на два уровня: инфологический и даталогический. При этом в сферу инфологического уровня моделирования попадает модель ПО и ее описание (схема ПО), а в сферу даталогического уровня – модель данных (схема данных).

Специфика применения тензорных методов моделирования, базирующихся на использовании реально существующих измеримых величин, обусловлена тем, что тензоры как системы функций с линейным законом преобразования позволяют строить описания объектов и явлений ПО, независимые от конкретной точки зрения проектировщика этих описаний, а также работать с этими описаниями в различных, быть может заранее не запланированных, системах координат. Однако при этом необходимо выполнение определенных условий, основным из которых является необходимость наличия группы преобразований систем координат.

Ядром БД традиционно считается концептуальный уровень, а основным назначением формализма этого

уровня является обеспечение отображения состояний и динамики ПО в БД [6].

Долгое время за основу концептуального уровня принимался формализм модели данных, которая трактовалась как «представление полного информационного содержания БД». Причем сама модель трактовалась в узком смысле структуры данных. Эта ситуация явилась следствием того, что первоначально больше внимания уделялось проработке технологических аспектов создания БД, а также вопросам построения наиболее эффективной структуры данных и организации быстрого доступа к ним.

С появлением реляционной модели Кодда и реляционной алгебры стало возможным считать ядром концептуального уровня алгебраическую систему, которая определяется как совокупность

$$Y = \langle A, \Omega_F, \Omega_P \rangle,$$

где A – некоторое непустое множество, Ω_F – множество операций, Ω_P – множество предикатов [6]. При этом если $\Omega_F = \emptyset$, то алгебраическая система вырождается в модель (реляционную систему), а если $\Omega_P = \emptyset$, то в алгебру.

Однако такая более обоснованная трактовка формализма концептуального уровня не была признана, а модель данных стала определяться как совокупность «множество правил порождения и множество операций», где множество правил порождения выражается средствами языка описания данных (ЯОД), а множество операций – средствами языка манипулирования данными (ЯМД). Ограничения целостности, которые повышают адекватность моделирования, при этом выражаются как средствами ЯОД, так и средствами ЯМД. Они являются лишь отображаемым аспектом ПО и не выделяются в отдельную компоненту формализма.

Дальнейшее развитие области концептуального проектирования привело к появлению подхода, согласно которому концептуальная схема трактуется как формальная теория T , которая определяется следующим образом:

$$T = \langle L_Y, \delta, A, Inf \rangle,$$

где: L_Y – формальный язык алфавита Y , в качестве которого используется вариант языка многосортного исчисления предикатов;

δ – сигнатура языка L_Y , включающая предметные переменные, соответствующие аспектам схемы, предметные константы – значения областей определения отношений, предикатные символы, соответствующие определенным в схеме отношениям;

A – система аксиом (инвариантов БД) – замкнутых формул, выраженных на языке L_Y ;

Inf – совокупность правил вывода.

Использование данного подхода позволяет определять истинность высказываний о некотором ПО (формулы языка $s L_Y$) на основании:

- способов формирования правильно построенных формул (ППФ);
- системы аксиом (подмножества ППФ);
- правил интерпретации, позволяющих ставить в соответствие каждой ППФ ее истинное значение для данного ПО.