

## **ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ МЕТАЯЗЫКА СИСТЕМЫ METALANGUAGE<sup>1</sup>**

### **Аннотация**

В статье рассмотрен подход к созданию формального описания метаязыка, используемого для разработки визуальных предметно-ориентированных языков моделирования информационных систем, основанный на ориентированных псевдо-метаграфах.

### **Введение**

При разработке информационных систем (ИС) широко используются технологии, основанные на применении метамоделирования и предметно-ориентированных языков [1]. Система MetaLanguage представляет собой инструментарий для создания визуальных динамически настраиваемых предметно-ориентированных языков моделирования, используемых при разработке ИС. Для описания метамоделей – моделей предметно-ориентированных языков – MetaLanguage использует метаязык, базовыми конструкциями которого являются сущность, отношение, ограничение [2].

В основу формальной модели языка создания метамоделей положена теория графов и графовых грамматик.

Особенности топологии классических графов и орграфов не позволяют выбрать их в качестве инструментария для формализации метамоделей, в описании которых присутствуют петли и параллельные дуги. Однако графы выступают в качестве базиса для создания более мощных формализмов: мультиграфы, псевдографы, hi-графы, гиперграфы, метаграфы и др. [3]. Учитывая задачи, решаемые системой MetaLanguage, наиболее подходящим формализмом для описания метаязыка являются ориентированные псевдо-метаграфы. Рассмотрим предлагаемый подход подробнее.

### **Конструкция «Сущность»**

**Сущность** – это какая-либо конструкция создаваемого языка моделирования. Обозначим множество сущностей метамоделей через

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-01-00794.

$Set = \{set_i\}, i \in \mathbb{N}, i < \infty$ , причем в каждый фиксированный момент времени их число конечно, но при создании/удалении сущности множество расширяется/сокращается.

Каждая сущность метамодели

$$set_i = \{SName_i, SICount_i, Attr_i, Opp_i, SRest_i, SUnique_i\}$$

характеризуется

- именем  $SName_i$ , однозначно идентифицирующим сущность в рамках метамодели;
- количеством экземпляров сущности  $SICount_i$ , которое может быть создано при построении модели;
- набором атрибутов сущности  $Attr_i = \{attr_{j_i}\}, j_i \in \mathbb{N}, j_i < \infty$ ;
- набором операций над сущностью  $Opp_i = \{opp_{j_i}\}, j_i \in \mathbb{N}, j_i < \infty$ ;
- набором ограничений, налагаемых на сущность  $SRest_i = \{srest_{j_i}\}, j_i \in \mathbb{N}, j_i < \infty$ ;
- флагом уникальности  $SUnique_i$ , определяющим пределы уникальности имен экземпляров сущности.

Множества  $Attr_i, Opp_i, SRest_i$  являются конечными в каждый фиксированный момент времени.

**Количество экземпляров сущности** определяет, сколько экземпляров данной сущности может быть создано при построении модели. Количество экземпляров задается целым числом из интервала  $[0, \infty)$ . Если значение этой характеристики сущности равно нулю, то это означает, что при создании модели данный тип сущности не будет указан в списке сущностей, предлагаемых для создания. Если значение характеристики равно бесконечности, то допускается создание произвольного числа экземпляров сущности данного типа.

**Атрибут** – это именованное свойство сущности, включающее описание множества значений, которые могут принимать экземпляры этой сущности. В качестве типа атрибута может выступать домен допустимых значений, либо некоторая сущность метамодели.

**Операция** – это абстракция действий, которые можно

выполнять над сущностью. В большинстве случаев применение операции приводит к тому, что сущность меняет свое состояние.

Множество всех характеристик  $i$ -ой сущности разделим на две группы  $SG_i^1$  и  $SG_i^2$ . К первой группе отнесем те характеристики, которые в графовой модели будут представлены отдельными вершинами: набор атрибутов, операций и ограничений, налагаемых на сущность, т.е.  $SG_i^1 = \{Attr_i, Opp_i, SRest_i\}$ . Характеристики второй группы  $SG_i^2 = \{SName_i, SICount_i, SUnique_i\}$  (имя сущности, количество экземпляров, флаг уникальности) будут приписываться непосредственно вершине, соответствующей сущности.

### Конструкция «Отношение»

Конструкции визуальных языков в редких случаях существуют автономно, чаще всего они каким-либо образом взаимосвязаны друг с другом, поэтому при создании метамодели важно не только определить основные конструкции создаваемого языка, но и правильно задать связи между ними.

**Отношение** используется для обозначения физической или концептуальной связи между сущностями.

Обозначим множество отношений метамодели  $Rel = \{rel_i\}$ ,  $i \in \mathbb{N}$ ,  $i < \infty$ , причем в каждый фиксированный момент времени их число конечно, но при создании/удалении отношения число элементов множества увеличивается/уменьшается.

Любое отношение метамодели

$$rel_i = \{RName_i, RMult_i, RRest_i, RUnique_i\}$$

характеризуется

- именем  $RName_i$ , которое однозначно задает отношение в рамках данной модели;
- кратностью  $RMult_i$ , которая определяет сколько экземпляров сущностей может участвовать в отношении;
- ограничениями, налагаемыми на отношение  $RRest_i = \{rrest_{j_i}\}$ ,  $j_i \in \mathbb{N}$ ,  $j_i < \infty$ , причем множество  $RRest_i$  является конечным в каждый фиксированный момент времени;
- флагом уникальности  $RUnique_i$ , определяющим пределы уникальности имен экземпляров отношений.

Множество характеристик  $i$ -ого отношения разобьем на две группы  $RG_i^1$  и  $RG_i^2$  в зависимости от того, какие из характеристик будут представлены в виде вершин графа, а какие нет. К первой группе отнесем ограничения, налагаемые на отношения. Во вторую группу включим такие характеристики как: «имя отношения», «кратность», «флаг уникальности», т.е.  $RG_i^1 = \{RRest_i\}$ ,  $RG_i^2 = \{RName_i, RMulti, RUnique_i\}$ .

### Граф метамодели

Рассмотрим ориентированный псевдо-метаграф  $GMM = (V, E)$ . Представим множество вершин графа в виде объединения шести попарно непересекающихся подмножеств

$$V = Set \cup_{i=1}^{|Set|} Attr_i \cup_{i=1}^{|Set|} Opp_i \cup_{i=1}^{|Set|} SRest_i \cup Rel \cup_{i=1}^{|Rel|} RRest_i,$$

$$|V| = |Set| + \sum_{i=1}^{|Set|} |Attr_i| + \sum_{i=1}^{|Set|} |Opp_i| + \sum_{i=1}^{|Set|} |SRest_i| + |Rel| + \sum_{i=1}^{|Rel|} |RRest_i|. \quad (1)$$

Рассмотрим пример. Пусть в некоторой предметной области определена сущность «Человек», атрибутами которой являются «ФИО», «Дата рождения», «Адрес проживания». Операции, которые можно выполнять над сущностью – «Выдать паспорт», «Изменить адрес проживания».

Для рассматриваемой сущности

$$Attr_{Человек} = \{ФИО, Дата рождения, Адрес проживания\},$$

$$Opp_{Человек} = \{Выдать паспорт, Изменить адрес проживания\},$$

$$SRest_{Человек} = \emptyset.$$

Множество всех дуг псевдо-метаграфа  $E$  разделим на пять попарно непересекающихся подмножеств:

- $ESA = \{esa_i\}, i = 1, |Set|$  – множество дуг, соединяющих каждую сущность метамодели с множеством атрибутов, ей соответствующих;
- $ESO = \{eso_i\}, i = 1, |Set|$  – множество дуг, соединяющих каждую сущность метамодели с множеством операций над ней;

- $ESR = \{esr_i\}, i = 1, |Set|$  – множество дуг, соединяющих каждую сущность метамодели с множеством ограничений, налагаемых на нее;
- $ERR = \{err_i\}, i = 1, |Rel|$  – множество дуг, соединяющих каждое отношение метамодели с множеством ограничений, налагаемых на него;
- $ESRR = \{esrr_i\}, i \in \mathbb{N}, i < \infty$  – множество дуг, соответствующих связям между сущностями и отношениями, причем в каждый фиксированный момент времени их число конечно, но при создании/удалении сущности (отношения) множество расширяется/сокращается.

Таким образом, получили, что

$$E = ESA \cup ESO \cup ESR \cup ERR \cup ESRR. \quad (2)$$

Псевдо-метаграф, соответствующий сущности «Человек», представлен на рис 1. Как видно из рисунка  $ESA = \{esa_1\}$ ,  $ESO = \{eso_1\}$ ,  $ESR = \emptyset$ ,  $ERR = \emptyset$ ,  $ESRR = \emptyset$ .

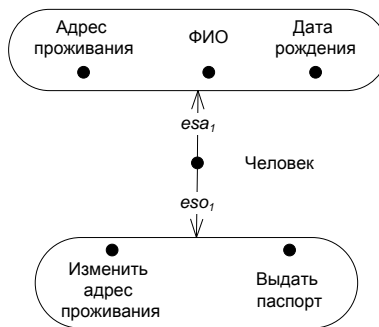


Рис. 1. Фрагмент графа метамодели для сущности «Человек»

Таким образом, можно сформулировать следующее определение:

**Граф метамодели** – это ориентированный псевдо-метаграф  $GMM = (V, E)$ , для которого выполняется (1) и (2), где  $V$  – это непустое множество вершин графа,  $E$  – это множество дуг графа.

### **Заключение**

Использование формальной математической модели метаязыка позволяет описать его свойства, разработать алгоритмы горизонтальной и вертикальной трансформации метамоделей и созданных на их основе моделей ИС, их предметных областей.

### **Список литературы**

1. Лядова Л.Н. Многоуровневые модели и языки DSL как основа создания интеллектуальных CASE-систем // Сборник трудов Третьей международной научно-технической конференции «Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании» (Инфоком-3): Часть 2 / Ставрополь, 2008. С. 65-71.
2. Лядова Л.Н., Сухов А.О. Языковой инструментарий системы MetaLanguage // Математика программных систем: межвуз. сб. научн. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 2008. С. 40–51.
3. Сухов А.О., Лядова Л.Н. Использование графов для описания синтаксиса визуальных языков моделирования // Технологии Microsoft в теории и практике программирования / Материалы межвуз. конкурса-конференции. Политехнический ун-т. СПб, 2010. С. 172.

A.O. Sukhov

*Perm State University*

## **THE FORMAL DESCRIPTION OF A METALANGUAGE OF THE METALANGUAGE SYSTEM**

### **Abstract**

In article the approach to creation of the formal description of the metalanguage, used for development of visual domain-specific languages of modeling information systems, based on directed pseudo-metagraphs is considered.