ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА ТЕМУ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОНЯТИЙ ОКРУЖАЮЩЕГО НАС МИРА ПРИ ПОМОЩИ ГРАФИЧЕСКОЙ СИМВОЛИКИ УХОДИТ СВОИМИ ИСТОКАМИ В ГЛУБОКУЮ ДРЕВНОСТЬ. В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРОВ МОЖНО ПРИВЕСТИ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЗНАКОВ ЗОДИАКА, ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР НА ПЛОСКОСТИ И В ПРОСТРАНСТВЕ. ВАЖНЫМ ДОСТОИНСТВОМ ТОЙ ИЛИ ИНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ НОТАЦИИ ЯВЛЯЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СМЫСЛА ИЛИ СЕМАНТИКИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ, ЧТО СУЩЕСТВЕННО УПРОЩАЕТ ПРОЦЕСС ОБЩЕНИЯ МЕЖДУ ПОСВЯЩЕННЫМИ В СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ТЕОРИИ И ИДЕОЛОГИИ.

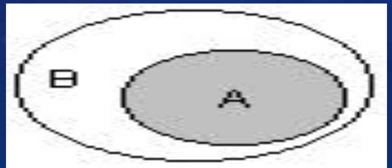
ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ

Как одну из наиболее известных систем графических символов, оказавших непосредственное влияние на развитие научного мышления, следует отметить язык диаграмм английского логика Джона Венна (1834-1923). В настоящее время диаграммы Венна применяются для иллюстрации основных теоретико-множественных операций, которые являются предметом специального раздела математики - теории множеств. Поскольку многие общие идеи моделирования систем имеют адекватное описание в терминологии теории множеств, рассмотрим основные понятия данной теории, имеющие отношение к современным концепциям и технологиям исследования сложных систем.

Исходным понятием теории множеств является само понятие множество, под которым принято понимать некоторую совокупность объектов, хорошо различимых нашей мыслью или интуицией. При этом не делается никаких предположений ни о природе этих объектов, ни о способе их включения в данную совокупность. Отдельные объекты, составляющие то или иное множество, называют элементами данного множества. Вопрос "Почему мы рассматриваем ту или иную совокупность элементов как множество?" не требует ответа, поскольку в общее определение множества не входят никакие дополнительные условия на включение отдельных элементов в множество. Если нам хочется, например, рассмотреть множество, состоящее из трех элементов: "солнце, море, апельсин", то никто не сможет запретить это сделать.

Примеров конкретных множеств можно привести достаточно много. Это и множество квартир жилого дома, и множество натуральных чисел, с которого начинается знакомство каждого ребенка с великим таинством счета. Совокупность компьютеров в офисе тоже представляет собой множество, хотя, возможно, они и соединены между собою в сеть. Множество живущих на планете людей, как и множество звезд на небосводе, тоже могут служить примерами множеств, хотя природа их существенно различна.

- В теории множеств используется специальное соглашение, по которому множества обозначаются прописными буквами латинского алфавита, и традиция эта настолько общепризнана, что не возникает никакого сомнения в ее целесообразности. При этом отдельные элементы обозначаются строчными буквами, иногда с индексами, которые вносят некоторую упорядоченность в последовательность рассмотрения этих элементов. Важно понимать, что какой бы то ни было порядок, вообще говоря, не входит в исходное определение множества. Таким образом, множество, например, квартир 100-квартирного жилого дома с использованием специальных обозначений можно записать следующим образом: A={aj, 02, a_3, ..., $a_{\{00}$}. Здесь фигурные скобки служат обозначением совокупности элементов, каждый из которых имеет свой уникальный числовой индекс. Важно понимать, что для данного конкретного множества элемент a_{to} обозначает отдельную квартиру в рассматриваемом жилом доме. При этом вовсе необязательно, чтобы номер этой квартиры был равен 10, хотя с точки зрения удобства это было бы желательно.
- Следующим важным понятием, которое служит прототипом многих более конкретных терминов при моделировании сложных систем, является понятие подмножества. Казалось бы, интуитивно и здесь нет ничего неясного. Если есть некоторая совокупность, рассматриваемая как множество, то любая ее часть и будет являться подмножеством. Так, например, совокупность квартир на первом этаже жилого дома есть ничто иное, как подмножество рассматриваемого нами примера. Ситуация становится не столь тривиальной, если рассматривать множество абстрактных понятий, таких как сущность или класс.
- Для обозначения подмножества используется специальный символ. Если утверждается, что множество А является подмножеством множества В, то это записывается как Аа В. Запоминать подобные значки не всегда удобно, поэтому со временем была предложена специальная система графических обозначений.
- Как же используются диаграммы Венна в теории множеств? Оказывается, тот факт, что некоторая совокупность элементов образует множество, можно обозначить графически в виде круга. В этом случае окружность имеет содержательный смысл или, выражаясь более точным языком, семантику границы данного множества. Очевидно, что рассмотрение отношения включения элементов одного множества в другое можно изобразить графически следующим образом. На этом рисунке большему множеству В соответствует внешний круг, а меньшему множеству (подмножеству) А - внутренний.



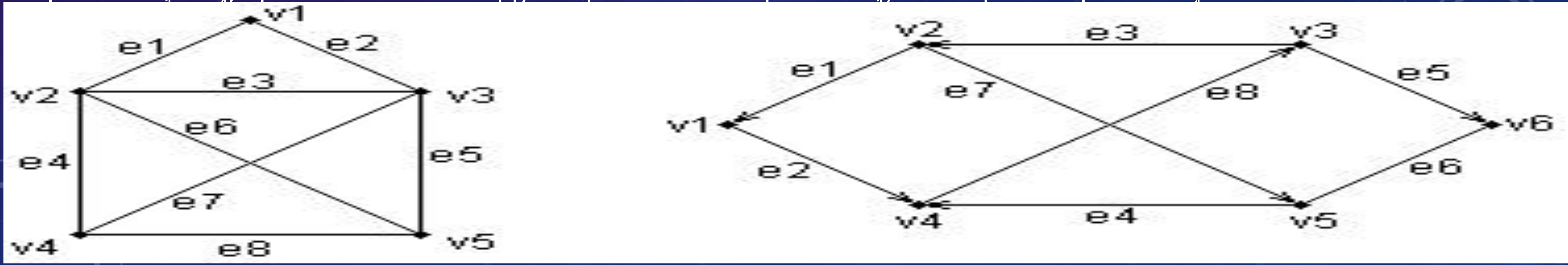
ТЕОРИЯ ГРАФОВ

Граф можно рассматривать как графическую нотацию для бинарного отношения двух множеств. Бинарное отношение состоит из таких кортежей или списков элементов, которые содержат только два элемента некоторого множества. Хотя основные понятия теории графов получили свое развитие задолго до появления теории множеств как самостоятельной научной дисциплины, формальное определение графа удобно представить в теоретико-множественных терминах.

Графом называется совокупность двух множеств: множества точек или вершин и множества соединяющих их линий или ребер. Формально граф задается в виде двух множеств: G=(V, E), где V={v1v2, ..., vn} - множество вершин графа, а E={e1, e2, ..., em} - множество ребер графа. Натуральное число n определяет общее количество вершин конкретного графа, а натуральное число m - общее количество ребер графа. Следует заметить, в общем случае не все вершины графа могут соединяться между собой, что ставит в соответствие каждому графу некоторое бинарное отношение PQ, состоящее из всех пар вида <vi, vj>, где vi, vj = V. При этом пара <vi, vj> и, соответственно, пара <vj, vi> принадлежат отношению PG в том и только в том случае, если вершины vi и vj соединяются в графе G некоторым ребром ek=E. Вершины графа изображаются точками, а ребра - отрезками прямых линий. Рядом с вершинами и ребрами записываются соответствующие номера или идентификаторы, позволяющие их идентифицировать однозначным образом.

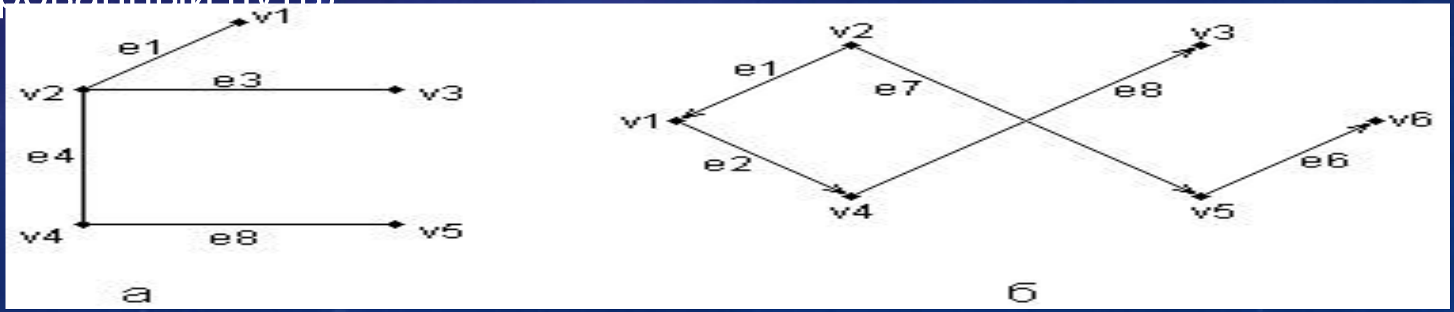
Ниже представлены два примера конкретных графов. При этом первый из них является неориентированным графом, а второй - ориентированным графом. Как нетрудно заметить, для неориентированного графа ребро e_1 соединяет вершины v_1 и v_2, ребро e_2 - вершины v_1 и v_3, а ребро e_3 - вершины v_2 и v_3 и т. д. Последнее ребро, e_8, соединяет вершины v_4и v_5, тем самым задается описание графа в целом. Других ребер данный граф не содержит, как не содержит других вершин, не изображенных на рисунке. Так, хотя ребра e_6 и e_7 визуально пересекаются, но точка их пересечения не является вершиной графа.

Для ориентированного графа ситуация несколько иная. А именно, вершины v_1 и v_2 соединены дугой e_1, для которой вершина v_2 является началом дуги, а вершина v_1 - концом этой дуги. Далее дуга e_2 соединяет вершины v_1 и v_4, при этом началом дуги e_2 является вершина v_1, а концом - вершина v_4.



Деревом в теории графов называется такой граф D=<V, E>, между любыми двумя вершинами которого существует единственная простая цепь, т. е. неориентированный маршрут, у которого вершины и ребра не повторяются. Применительно к ориентированным графам соответствующее определение является более сложным, поскольку основывается на выделении некоторой специальной вершины v0, которая получила специальное название корневой вершины или просто - корня. В этом случае ориентированный граф D=<V, E> называется ориентированным деревом или сокращенно - деревом, если между корнем дерева v0 и любой другой вершиной существует единственный путь, берущий начало в v0. Ниже представлены два примера деревьев: неориентированного дерева (рис. 2.5, а) и ориентированного дерева (рис. 2.5, б).

В случае неориентированного дерева (рис. 2.5, а) любая из вершин графа может быть выбрана в качестве корня. Подобный выбор определяется специфическими особенностями решаемой задачи. Так, вершина v1 может рассматриваться в качестве корня неориентированного дерева, поскольку между v1 и любой другой вершиной дерева всегда существует единственная простая цепь по определению (или, что менее строго, единственный неориентированный путь).



СЕМАНТИЧЕСКИЕ СЕТИ

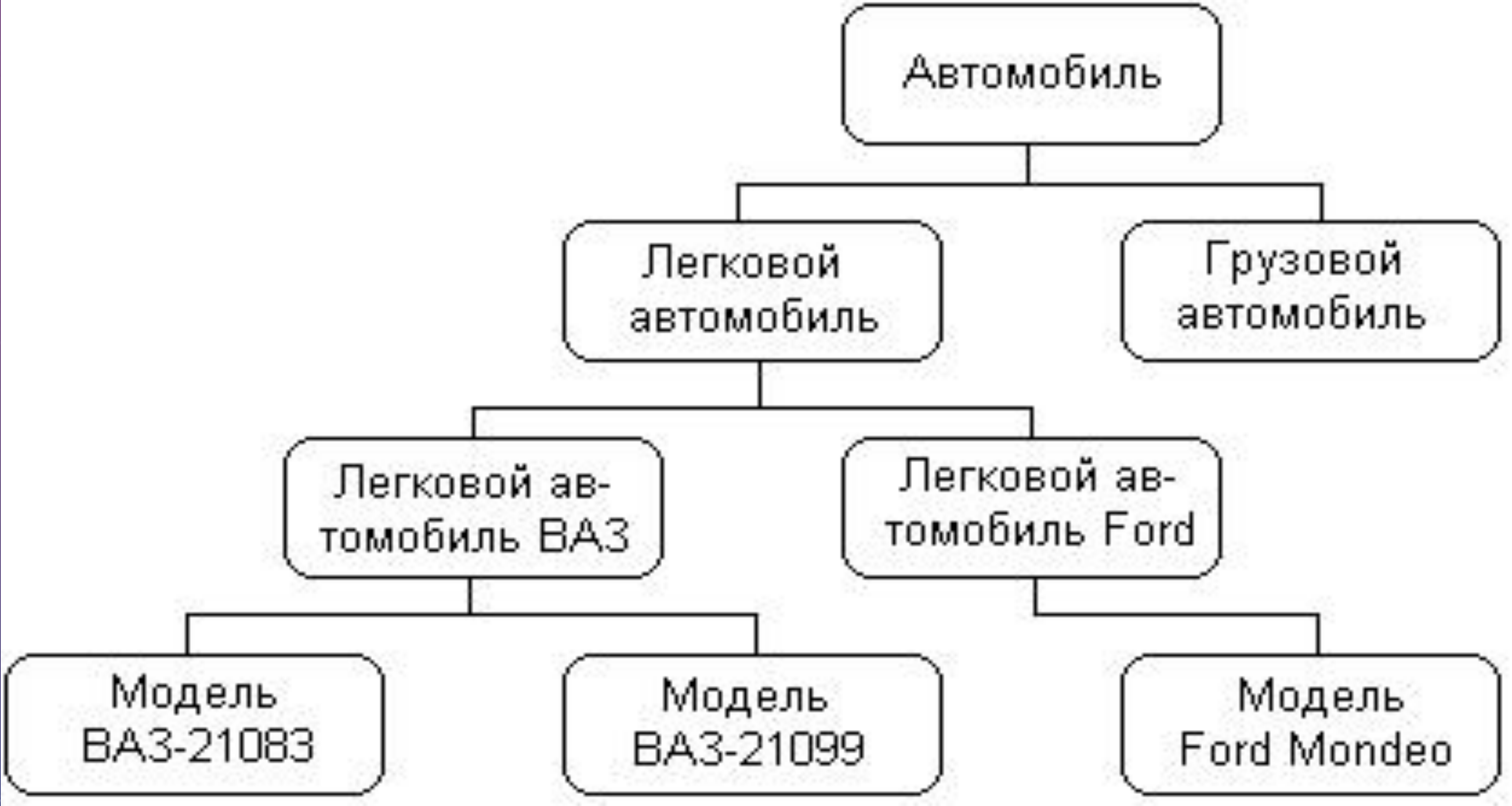
Семантические сети получили свое развитие в рамках научного направления, связанного с представлением знаний для моделирования рассуждений человека. Эта область научных исследований возникла в рамках общей проблематики искусственного интеллекта и была ориентирована на разработку специальных языков и графических средств для представления декларативных или, что менее точно, статических знаний о предметной области. Результаты исследований в области семантических сетей в последующем были конкретизированы и успешно использованы при построении концептуальных моделей и схем реляционных баз данных.

В общем случае под семантической сетью понимают некоторый граф $G_s = (V_s, E_s)$, в котором множество вершин V_s и множество ребер E_s разделены на отдельные типы, обладающие специальной семантикой, характерной для той или иной предметной области. В данной ситуации множество вершин может соответствовать объектам или сущностям рассматриваемой предметной области и иметь вместо номеров вершин соответствующие явные имена этих сущностей. Подобные имена должны позволять однозначно идентифицировать соответствующие объекты, при этом общих формальных правил записи имен не существует. Множество ребер также делится на различные типы, которые соответствуют различным видам связей между сущностями рассматриваемой предметной области.

Так, при построении семантической сети для представления знаний о рабочем персонале некоторой компании в качестве объектов целесообразно выбрать отдельных сотрудников, каждого из которых идентифицировать собственным именем и фамилией. Дополнительно в сети могут присутствовать такие объекты, как рабочие проекты и подразделения компании. В качестве семантических связей можно выделить такие виды, как должностное подчинение сотрудников, участие сотрудников в работе над проектами, принадлежность сотрудников тому или иному подразделению компании.

Важной особенностью семантических сетей является разработка специальных графических обозначений для представления отдельных типов вершин и ребер. При этом вершины не изображаются, как ранее - точками, а имеют вид прямоугольников, овалов, окружностей и других геометрических фигур, конкретный вид которых определяет тот или иной тип сущностей предметной области. Более разнообразным становится и изображение ребер, приобретающих вид различных линий со стрелками или без них, а также имеющих специальные обозначения или украшения в виде условных значков. Соответствующая система обозначений, предназначенная для представления информации об отдельных аспектах моделируемой предметной области, получила название графической нотации.

- В этой связи следует заметить, что различные виды диаграмм языка UML в общем случае являются специальными классами семантических сетей с достаточно развитой семантикой используемых условных обозначений. При этом унифицированный характер этих обозначений определяет конструктивность их использования для моделирования широкого круга приложений.
- В качестве конкретного варианта представления информации в виде семантической сети рассмотрим дальнейшее развитие примера с классом "Автомобиль" из главы 1. Фрагмент семантической сети, которая описывает иерархию классов данной предметной области, может быть изображен следующим образом (рис. 2.7). На данном рисунке отдельные вершины семантической сети изображаются прямоугольниками с закругленными концами и служат для условного обозначения классов данной предметной области. Соединяющие вершины ребра имеют вполне определенный смысл или семантику. А именно, они явно указывают, что вершина или класс, расположенные на рисунке ниже, являются подклассом того класса уровнем выше, с которым имеется связь в форме соединяющего их ребра.
- Например, классы "Легковой автомобиль" и "Грузовой автомобиль" являются подклассами класса "Автомобиль", а классы "Модель ВАЗ-21083" и "Модель ВАЗ-21099" являются подклассами класса "Легковой автомобиль производства ВАЗ". Ребра или связи данной семантической сети имеют единственный тип, определяемый семантикой включения классов друг в друга. Поэтому никаких дополнительных обозначений они не содержат.



Фрагмент семантической сети для представления иерархии классов "Автомобиль"