

ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИ ДАННЫХ «ОБЪЕКТ-СОБЫТИЕ»

Введение

В моделировании данных их представление является важной задачей, от решения которой существенно зависит взаимопонимания между участниками процесса создания базы данных (БД): аналитиками, разработчиками, специалистами предметной области (ПрО), программистами. В случае расхождения языка формализации, как выразительного средства для представления результата концептуального моделирования – концептуальной модели (схемы) ПрО, со складом мышления специалиста, реализация БД, как отмечается в работе [1], может стать слишком сложной или вообще неразрешимой проблемой.

Используя, например, множества понятий, отношения \mathbb{R} и функции \mathbb{F} , определяющие совокупность правил структурирования данных ПрО, множество ограничений целостности P модели данных «объект-событие» [2, 3], можно адекватно описать рассматриваемую предметную область, представив ее интенционал и экстенционал в предикатной форме. Для этого с каждым отношением, подобным приведенным в работах [2, 3], вида $R_i(A_{i1}, \dots, A_{ik})$, необходимо сопоставить предикат $R_i(x_{i1}, \dots, x_{ik})$, переменные которого x_{i1}, \dots, x_{ik} имеют те же сорта, что и A_{i1}, \dots, A_{ik} (атрибуты отношения R_i). После чего заменить эти предикаты (элементарные формулы) множеством соответствующих атомарных формул $R_i(c_{i1}, \dots, c_{ik})$, где для кортежа констант (c_{i1}, \dots, c_{ik}) выполнимо равенство $R_i(c_{i1}, \dots, c_{ik}) = true$.

Однако, несмотря на то, что данный подход имеет значительную теоретическую проработку, для неподготовленного специалиста такая теоретико-множественная модель с ограничениями, сформулированными с помощью выражений математической логики, достаточно сложна для восприятия и понимания. Хотя при определенных преобразованиях этот подход к формализации ПрО также становится востребованным и используемым. А именно, в модели данных с универсальным базисом отношений, которая является результатом отображения модели «объект-событие» в даталогическую среду и рассматривается в работах [4 – 6].

Поэтому, опираясь на результаты анализа публикаций в различных авторитетных изданиях, посвященных вопросам семантического моделирования [7 – 12], в которых констатируется предпочтение использования графического представления данных, как лучше и быстрее усваиваемое участниками проекта («a picture is worth a thousand words» [7]), были разработаны выразительные средства (так называемые [9, 10], языки концептуального моделирования) для представления концептуальных моделей ПрО в графическом виде, основанные на модели данных «объект-событие» и являющиеся ее составными элементами.

Представление концептуальной схемы предметной области в виде диаграммы модели «объект-событие»

Моделирование ПрО в рассматриваемом подходе базируется на использовании разработанного выразительного средства как системы определенных графических обозначений (знаков), включающих ограниченное число разнородных компонентов (элементов нескольких основных типов) и правил их описания. Типы компонентов этого средства, являющиеся графическим отображением основных понятий модели данных «объект-событие»:

$$\mathfrak{A} = \{\text{Раздел, КлассО, ТипО, ЭкзО, ТипХОф, ТипХОп, ЗначХО, КлассПО, ТипХПО, ЗначХПО, КлассС, ЭкзС, ТипХС, ЗначХС, Документ, Папка, ЕдИзмер}\}$$

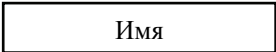

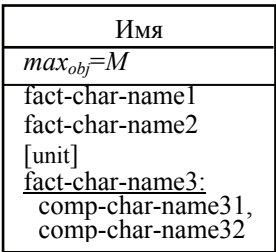
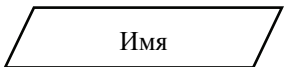
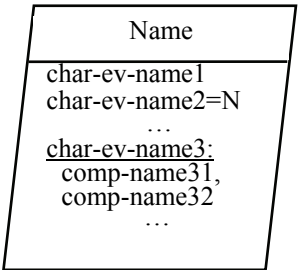



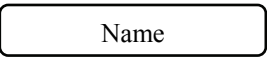
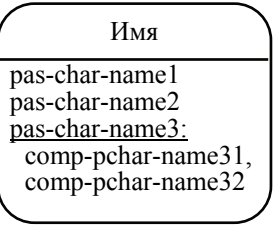


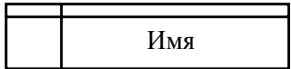
(табл. 1) и отношений между ними (рис. 1) в виде определенных геометрических фигур и уточняющей внутри них информации, приведены в табл. 2.


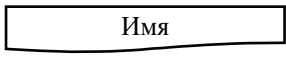

Таблица 1

Понятие	Определение	Условное обозначение
Раздел	– некоторая выделенная и уникально поименованная часть предметной области	Раздел
Класс объектов	– совокупность типов объектов, объединяющих экземпляры объектов, выделенные по нескольким значительным качественным признакам, и идентифицируемая именем	КлассО
Тип объектов	– совокупность схожих по нескольким значительным качественным признакам экземпляров объектов, идентифицируемая именем	ТипО
Экземпляр объекта	– однозначно идентифицируемый объект из набора объектов, принадлежащих некоторому типу и классу объектов	ЭкзО
Характеристика типа объектов	– один поименованный признак (качество, свойство) из всей совокупности признаков, описывающих тип объектов определенного класса	ТипХОп
Фактическая характеристика объекта	– один поименованный признак (качество, свойство) из всей совокупности признаков, описывающих экземпляры объектов определенного класса	ТипХОф
Значение характеристики объекта	– значение, присвоенное характеристике экземпляра объекта	ЗначХО
Класс событий	– совокупность событий (экземпляров событий), выделенных по некоторым качественным признакам, которые могут происходить с экземплярами объектов определенного класса в некоторый момент или интервал времени, и идентифицируемая именем	КлассС
Событие (экземпляр события)	– факт или действие, которое происходит (произошло, будет происходить) с некоторым объектом в определенный момент или интервал времени. Идентифицируется временем и объектом, принадлежит некоторому классу событий С одним экземпляром объекта в один и тот же момент (интервал) времени может происходить только одно событие одного класса (при допустимости нескольких событий разных классов)	ЭкзС
Характеристика события	– один поименованный признак (качество, свойство) из всей совокупности признаков, описывающих событие определенного класса	ТипХС
Значение характеристики события	– значение, присвоенное характеристике экземпляра события, которое произошло с конкретным экземпляром объекта	ЗначХС
Класс параметров объектов	– совокупность характеристик параметров объектов, выделенных по некоторым качественным признакам, идентифицируемая именем	КлассПО
Характеристика параметра объекта	– изменяемый во времени один поименованный признак (качество) из всей совокупности признаков, описывающих экземпляры объектов определенного класса	ТипХПО
Единица физической величины	– символьное обозначение единиц физической величины	ЕдИзмер
Документ	– структурированные или неструктурированные данные, необходимые для дополнения, детализации описания существенных свойств (признаков, качеств), связываемых с основными базовыми понятиями модели	Документ
Папка документов	– поименованная совокупность документов, выделенных по каким-либо признакам	Папка

В данной нотации модели «объект-событие», как следует из табл. 2, имеется возможность определения элементов моделируемой ПрО, их характеристик, а также некоторых ограничений целостности.

В состав задаваемых ограничений целостности входят: ограничения на допустимые значения для соответствующих характеристик объектов, событий, параметров объектов, единиц физических величин; ограничения на максимальное количество значений, которые могут быть присвоены определенной характеристике экземпляра события заданного класса; ограничения на максимальное количество экземпляров объектов определенного класса. Кроме того в данной диаграммной нотации возможно явное представление ограничений по существованию, в том числе ссылочной целостности, путем указания связей «владелец-подчиненный» между соответствующими элементами (компонентами) разработанного выразительного средства (языка концептуального моделирования).

Элемент диаграммы	Назначение (описание)
	Определение класса объекта
	Определение «подчиненного» класса объекта
	Определение класса объекта с фактическими характеристиками (fact-char-name1, 2, 3, ... – имена характеристик) и ограничениями, накладываемыми на максимальное количество экземпляров объектов этого класса ($max_{obj}=M$, где max_{obj} – ключевое слово, $M \in \mathbb{N}^+$) Имя фактической характеристики объекта, принадлежащей к перечисляемому (списочному) типу, заканчивается символом двоеточия (:), и подчеркивается чертой (<u>fact-char-name3:</u>), а допустимые ее значения (comp-char-name31, comp-char-name32, ...) следуют под ней с отступом вправо через запятую. При необходимости указания единицы физической величины, в которой измеряются значения характеристики, после имени характеристики в квадратных скобках указывается символьное обозначение единицы (unit), например [км]
	Определение класса событий
	Определение класса события с характеристиками (char-ev-name1, 2, 3, ... – имена характеристик) и ограничениями, накладываемыми на максимальное количество значений, которые могут быть присвоены указанной характеристике экземпляра события (char-ev-name2= N ; ..., N ∈ ℕ ⁺) этого класса Имя характеристики события, принадлежащей к перечисляемому (списочному) типу, заканчивается символом двоеточия (:), и подчеркивается чертой (<u>char-ev-name3:</u>), а допустимые ее значения (comp-name31, comp-name32, ...) следуют под ней с отступом вправо через запятую При необходимости указания единицы физической величины, в которой измеряются значения характеристики, после имени характеристики в квадратных скобках указывается символьное обозначение единицы, аналогично как для характеристики класса объектов
	Определение «подчиненного» класса событий
	Определение связи между базовыми понятиями модели (кроме связи между классами событий) При необходимости (для большей наглядности) могут указываться стрелки, показывающие направление связи
	Определение связи между классами событий При необходимости могут указываться стрелки, показывающие направление связи
	Определение типа объекта
	Определение типа объекта с паспортными характеристиками объекта (pas-char-name1, 2, 3, ... – имена характеристик) Имя паспортной характеристики объекта, принадлежащей к перечисляемому (списочному) типу, заканчивается символом двоеточия (:), и подчеркивается чертой (<u>pas-char-name3:</u>), а допустимые ее значения (comp-pchar-name31, comp-pchar-name32, ...) следуют под ней с отступом вправо через запятую При необходимости указываются единицы физической величины, в которой измеряются значения характеристики (правила их описания аналогичны правилам для характеристик классов объектов и событий)
	Определение класса параметров объектов
	Определение «подчиненного» класса параметров объектов
	Определение раздела предметной области

Элемент диаграммы	Назначение (описание)
	Определение «подчиненного» раздела (подраздела) предметной области
	Определение папки документов
	Определение подпапки документов

Результатом моделирования ПрО, выполненного с помощью предлагаемого выразительного средства, является концептуальная схема ПрО, представленная в виде диаграммы модели «объект-событие», по сути близкой к ER-диаграммам и диаграммам классов языка UML.

Пример представления концептуальной схемы ПрО в виде диаграммы модели «объект-событие» приведен на рис. 2. Концептуальная схема ПрО, представленная в диаграммной нотации модели «объект-событие» – это в первую очередь документированное представление, которое полезно не только при проектировании БД, но и в дальнейшем, при ее эксплуатации, сопровождении и модернизации.

Однако, решая задачу представления концептуальной схемы ПрО, необходимо, как отмечается в работе [8], не только учитывать выразительность средств, благодаря которым такое описание становится достаточно прозрачным для разработчиков и пользователей БД, но и аспекты дальнейшей компьютерной реализации. В том числе, возможности комплексного использования модели, как на этапе проектирования БД (в качестве инструмента концептуального моделирования ПрО), так и на стадии функционирования БД, как основы пользовательских интерфейсов [9]. А это достаточно сложно обеспечить с использованием возможностей разработанного выразительного средства. К тому же с помощью имеющихся типов элементов диаграмм, принципов их формирования и правил организации их взаимосвязей, достаточных для представления метаданных моделируемой ПрО (интенционала ПрО), невозможно явно представить динамику изменения данных ПрО, что позволило бы расширить возможности по адекватному отображению реального мира и усилило бы контроль за непротиворечивостью данных – ограничением их целостности. Как равным образом невозможно с помощью имеющихся типов элементов диаграмм задать ограничения на множества допустимых экземпляров объектов, являющихся также неотъемлемой и востребованной частью описания ПрО, позволяющих уменьшить количество возможных ошибок впоследствии при реализации. Все это в целом привело к необходимости разработки другого выразительного средства, лишенного указанных недостатков.

Представление концептуальной схемы предметной области в виде ориентированного графа

Значительное влияние на создание предлагаемого ниже выразительного средства представления концептуальной схемы ПрО, как и на создание модели данных «объект-событие» в целом, оказали объектная и семантические сетевые модели. Среди многообразия последних из них особо следует отметить концептуальные графы с принятыми для них ANSI-стандартами, определенными базовыми универсальными примитивами для построения семантических сетей с произвольными отношениями, имеющими возможность включения изображений, аудиоинформации и других концептуальных графов как объектов (вершин графа) [1].

Описательные возможности представления ПрО с помощью графов известны достаточно давно. Граф может использоваться как для представления агрегатов типов сущностей, типов связей, так и их экземпляров [8]. Это все стало побудительным мотивом применения графов для представления концептуальных моделей ПрО.

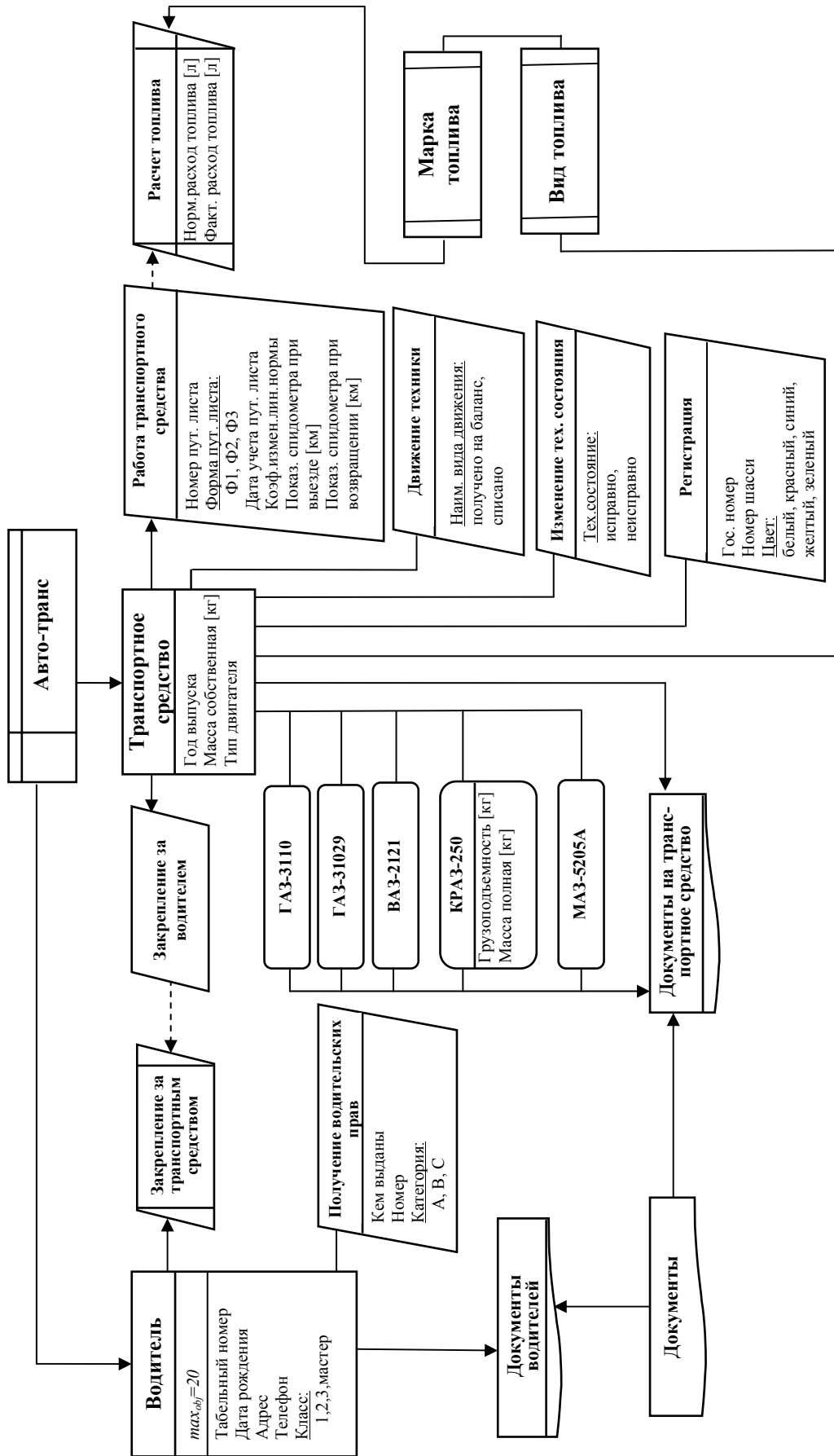


Рис. 2. Пример представления концептуальной схемы Про в виде диаграммы модели «объект-событие»

А именно, связных размеченных (помеченных) ориентированных графов $G = (V, E)$, в которых множество $V = V_1 \cup V_2$ ($V_1 \cap V_2 = \emptyset$) – это множество вершин двух типов: V_1 и V_2 ; $E = E_1 \cup E_2$ – множество дуг (ориентированных ребер). Вершины из множества V_1 размечены именами – условными обозначениями основных понятий модели «объект-событие» (таблица 1), вершины из V_2 – именами элементов одноименных соответствующим понятиям множеств. Дуги из множества E_1 соответствуют (помечены) типам взаимодействия между понятиями модели, точнее соотносимых с ними одноименных множеств, и элементами этих множеств. Дуги из множества E_2 соединяют оставшиеся вершины графа и соответствуют таким типам взаимодействия, как «владелец-подчиненный», «иметь событие», «иметь характеристику» и т. д.

Максимальный остовный подграф графа $G = (V, E)$, не содержащий ребер $e_i \in E$ ($i = 1 \dots m$) между вершинами $v_j \in V_2$ ($j = 1 \dots l$), связывающими классы событий (экземпляры событий) «владельцев» с «подчиненными» классами событий (экземплярами событий), а также связывающими все основные семантические концепции модели (кроме любой одной связи) с понятием «папка документов», является деревом (остовным деревом), которые, как известно, благодаря предельной простоте строения нашли широкое применение в разных областях знания при описании структур различных объектов реального мира [13]. На рис. 3 приведен вариант представления метаданных абстрактной моделируемой ПрО (модель ПрО, отображающая ее свойства, инвариантные во времени, – есть интенционал ПрО) с помощью связного ориентированного графа $G = (V_1 \cup V_2, E_1 \cup E_2)$, в котором для обозначения вершин используются различные геометрические примитивы: прямоугольниками обозначаются вершины из V_1 , а четырехугольниками со скругленными углами – вершины из V_2 .

При этом имена вершин из множества V_1 – это условные обозначения понятий модели (табл. 1), а ребра E_2 – типы взаимодействия (отношения) между понятиями (ориентированный граф рис. 1). Множество ориентированных ребер из множества E_1 , имеют одинаковое имя типа взаимодействия между понятиями модели и элементами их одноименных множеств – «класс-элемент». Имена, которыми размечены вершины из V_2 , – произвольные, с индексами, указывающими на возможное существование различного числа соответствующих элементов одноименных множеств, соотнесенных с понятиями модели. Например, $КлО_1, КлО_2, \dots, КлО_L$ – имена классов объектов 0-уровня иерархии (без владельцев); $P_{N1 \dots k_1}, \dots, P_{N1 \dots k_n}$ – имена разделов (k-1)-уровня иерархии; $Тхс_1, \dots, Тхс_n$ – имена характеристик событий; $ЗнСхоф_1, \dots, ЗнСхоф_x$ – допустимые значения фактической характеристики объекта, принадлежащей к перечисляемому (списочному) типу и т. д.

Однако приведенный выше в виде графа G вариант представления интенционала предметной области не в полной мере отражает возможности модели «объект-событие». Как видно из рис. 3, в такой нотации отсутствует возможность задания ограничений целостности. В частности, таких как: ограничения на максимальное количество значений, которые могут быть присвоены определенной характеристике экземпляра события заданного класса; ограничения на максимальное количество экземпляров объектов определенного класса; ограничение на используемые единицы физических величин характеристик объектов, событий, параметров объектов рассматриваемой ПрО. Кроме того, при большом количестве элементов одноименных множеств, соотнесенных с соответствующими базовыми понятиями модели «объект-событие», такое представление становится непростым в восприятии. Сложности возникают и в создании пользовательского интерфейса, обеспечивающего поддержку подобного представления ПрО на стадии функционирования БД.

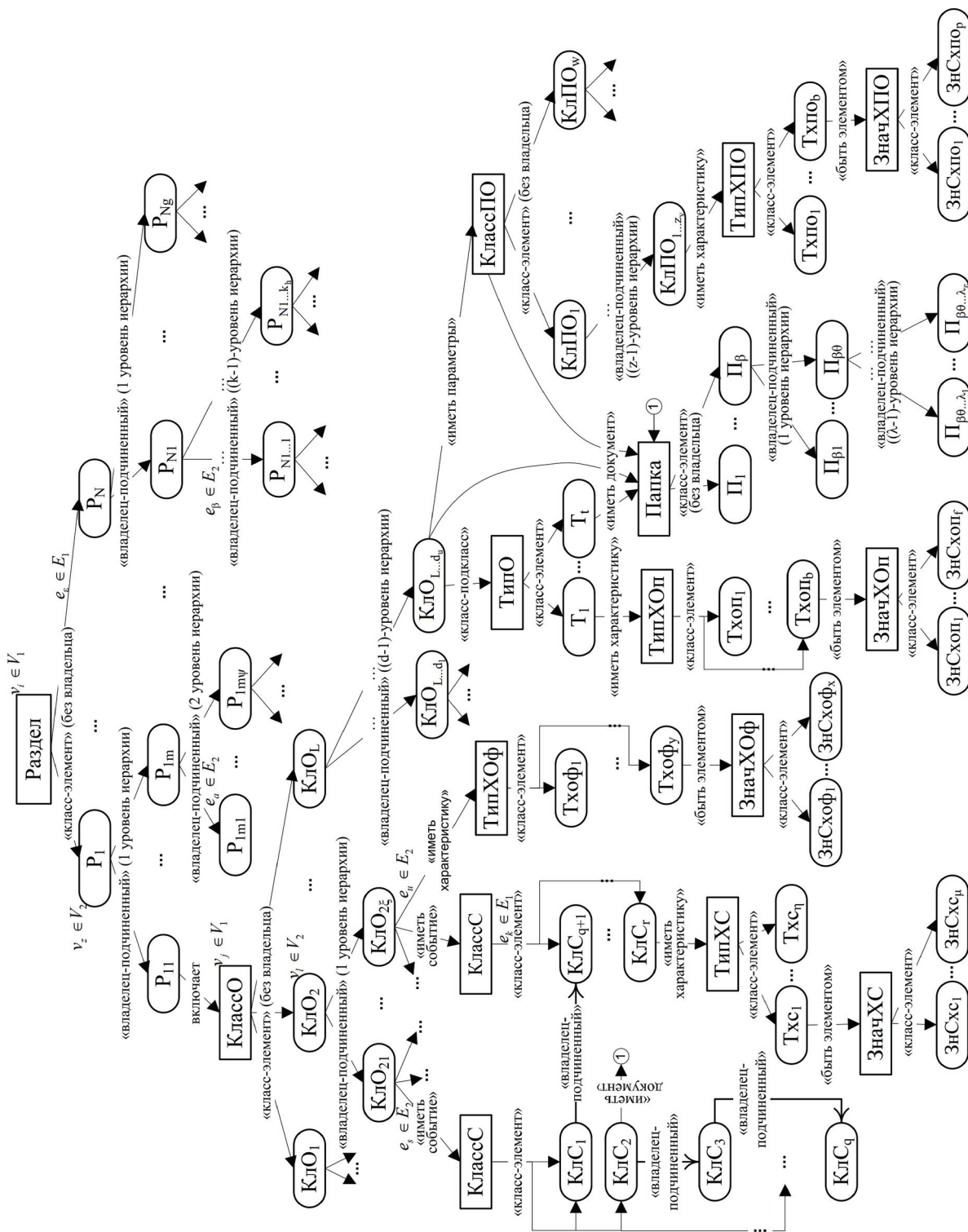


Рис. 3. Представление метаданных Про с помощью связанного ориентированного графа модели «объект-событие»

Поэтому, опираясь на достоинство приведенного выше представления интенционала ПрО, и учитывая возможность представления графов в различных формах (о чем отмечается в работах [1, 8], стандарте ISO/IEC 24707:2007), в том числе линейных, для представления концептуальной схемы ПрО предлагается использовать специальную форму записи ациклического ориентированного графа с соответствующими условными обозначениями.

Основные обозначения и задание ограничений целостности (нотация языка). Понятия (полные имена) модели «объект-событие», представляющие собой по аналогии с графом G (рис. 3) его вершины из множества V_1 , указываются заключенными в квадратные скобки. Под ними, по направлению стрелок, которые соответствуют ребрам (дугам) E_1 того же графа G , указываются элементы множеств, с которым соотносится каждое понятие, в виде условных обозначений соответствующих понятий, заключенных в угловые скобки, с присвоенными им значениями (именами) после знака равенства (например, <Раздел>= P_1). При этом допускаются комментарии, которые заключаются в кавычки («», " ") и размещаются, как правило, после определения элементов базовых понятий (в общем случае в любом месте). Для наглядности (удобства восприятия) предлагается делать отступы для соответствующих понятий и располагающихся под ними элементами соответствующих множеств.

Стрелки, ведущие от некоторого элемента множества к определенному понятию, заключенному в квадратные скобки, соответствуют направленным ребрам E_2 с типом взаимодействия между ними аналогично указанному на рис. 3. Стрелки, ведущие от некоторого элемента множества к другому элементу этого же множества (соответствуют направленным ребрам из E_2 с типом взаимодействия «владелец-подчиненный») указывают на иерархию между соответствующими элементами. Определение иерархических имен с помощью такого представления обеспечивает уникальную идентификацию, ссылочную целостность и ограничение по существованию.

Для задания ограничений на максимальное количество экземпляров объектов определенного класса после присвоения имени класса объекта в круглых скобках указывается положительное число $M \in \mathbb{N}^+$. Аналогично для задания ограничений на максимальное количество значений, которые могут быть присвоены определенной характеристике экземпляра события заданного класса, после определения имени характеристики события также в круглых скобках указывается требуемое положительное число.

Чтобы задать ограничения на допустимые значения (определить множество допустимых значений) для соответствующих характеристик объектов, событий, параметров объектов необходимо: ниже введенного уточняющего понятия «списочные значения характеристики» (связанного с некоторым выделенным подмножеством из соответствующих множеств, с которыми соотносятся базовые понятия модели: значение характеристики объекта, события, параметра объекта), по направлению стрелок, которые соответствуют ребрам E_1 , через запятую перечислить эти значения. Следующим учитываемым ограничением в предлагаемой нотации, является ограничение, накладываемое на используемые единицы физических величин характеристик объектов, событий, параметров объектов рассматриваемой ПрО. Для задания данного типа ограничений, после присвоенного соответствующей характеристике имени, в фигурных скобках указывается имя физической величины, в которой она измеряется (например, $\{unit\}$). Фрагмент представления метаданных (интенционала) моделируемой ПрО в виде объединения нескольких деревьев, образующих ориентированный ациклический граф в соответствующей нотации, эквивалентный фрагменту графа, изображенному на рис. 3, приведен на рис. 4.

Под *метаданными* ПрО (интенционалом ПрО) в модели «объект-событие» понимается совокупность конкретных разделов; классов: объектов, событий, параметров объектов; типов объектов; характеристик: экземпляров, типов, параметров объектов, событий; доменов допустимых значений соответствующих характеристик: объектов, событий, параметров объек-

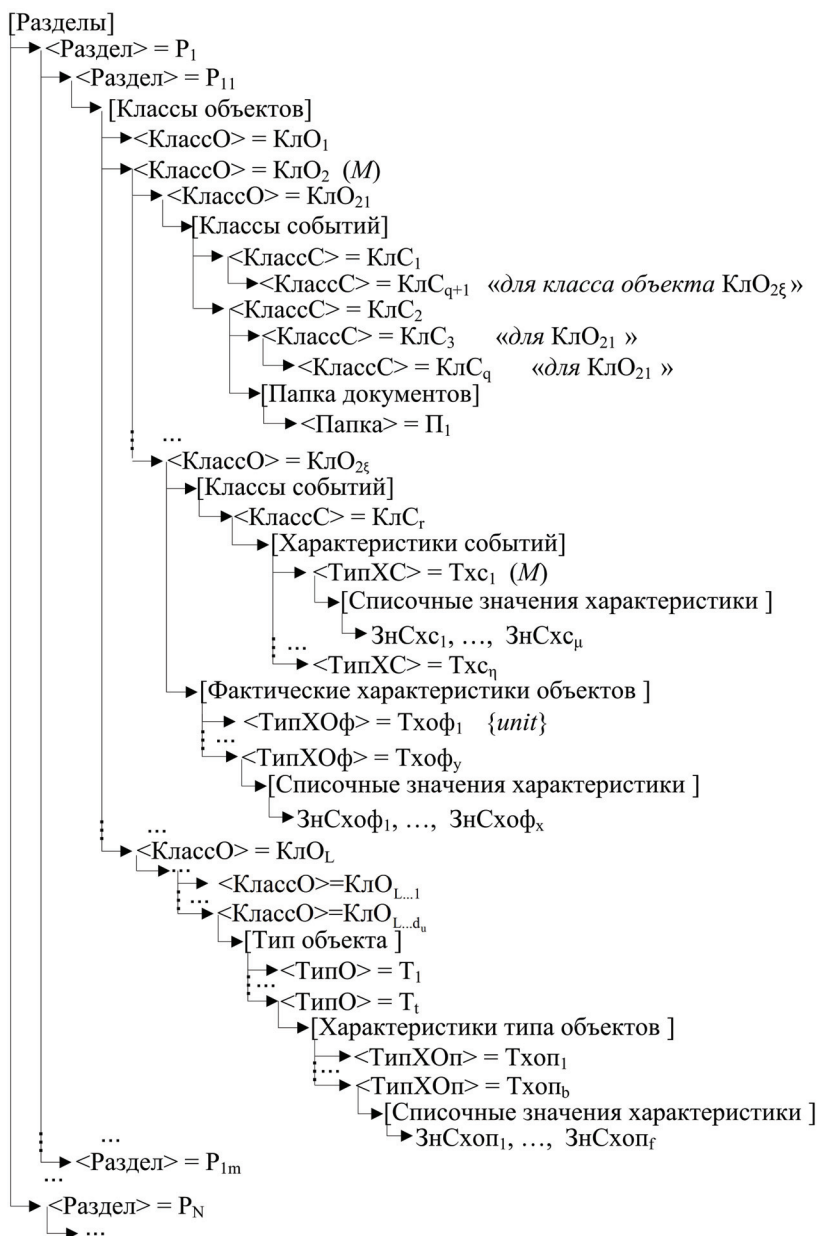


Рис. 4. Представление метаданных ПрО с помощью специальной формы записи ациклического ориентированного графа модели «объект-событие»

ся неизменными, добавляются только некоторые обозначения, связанные с потребностью представления данных ПрО). Это позволяет в дополнение к существующим возможностям, во-первых, визуализировать представление динамики изменения данных ПрО, тем самым усиливая контроль за непротиворечивостью данных (ограничением их целостности) и расширяя возможности по адекватному отображению реального мира; во-вторых, задавать ограничения на множество допустимых экземпляров объектов, позволяющих уменьшить количество возможных ошибок впоследствии при реализации, а, в-третьих, способствует комплексному применению модели (как на этапе проектирования БД, так и на стадии функционирования БД), ввиду возможности определения данных ПрО, необходимых на этапе функционирования БД.

На рис. 6 представлен экстенционал некоторой моделируемой ПрО в виде специальной нотации графа модели «объект-событие».

тов, принадлежащих к перечисляемому типу; единиц физических величин; папок документов, как элементов множеств, соотносимых с соответствующими базовыми понятиями модели, с помощью которых отображаются инвариантные во времени свойства (характеристики) моделируемой ПрО. Под данными ПрО (экстенционалом ПрО) в модели «объект-событие» понимается совокупность экземпляров: объектов, событий; значений характеристик: экземпляров объектов, событий, параметров объектов; документов, как элементов множеств, соотносимых с соответствующими базовыми понятиями модели, с помощью которых отображается состояние моделируемой ПрО в зависимости от времени.

Пример эквивалентного представления концептуальной схемы ПрО, выполненного с помощью диаграмм модели «объект-событие» (рис. 2), в рассматриваемой нотации, будет иметь вид, приведенный на рис. 5.

Приведенная выше нотация позволяет представлять не только интенционал рассматриваемой ПрО, но и ее экстенционал (все указанные выше правила останутся

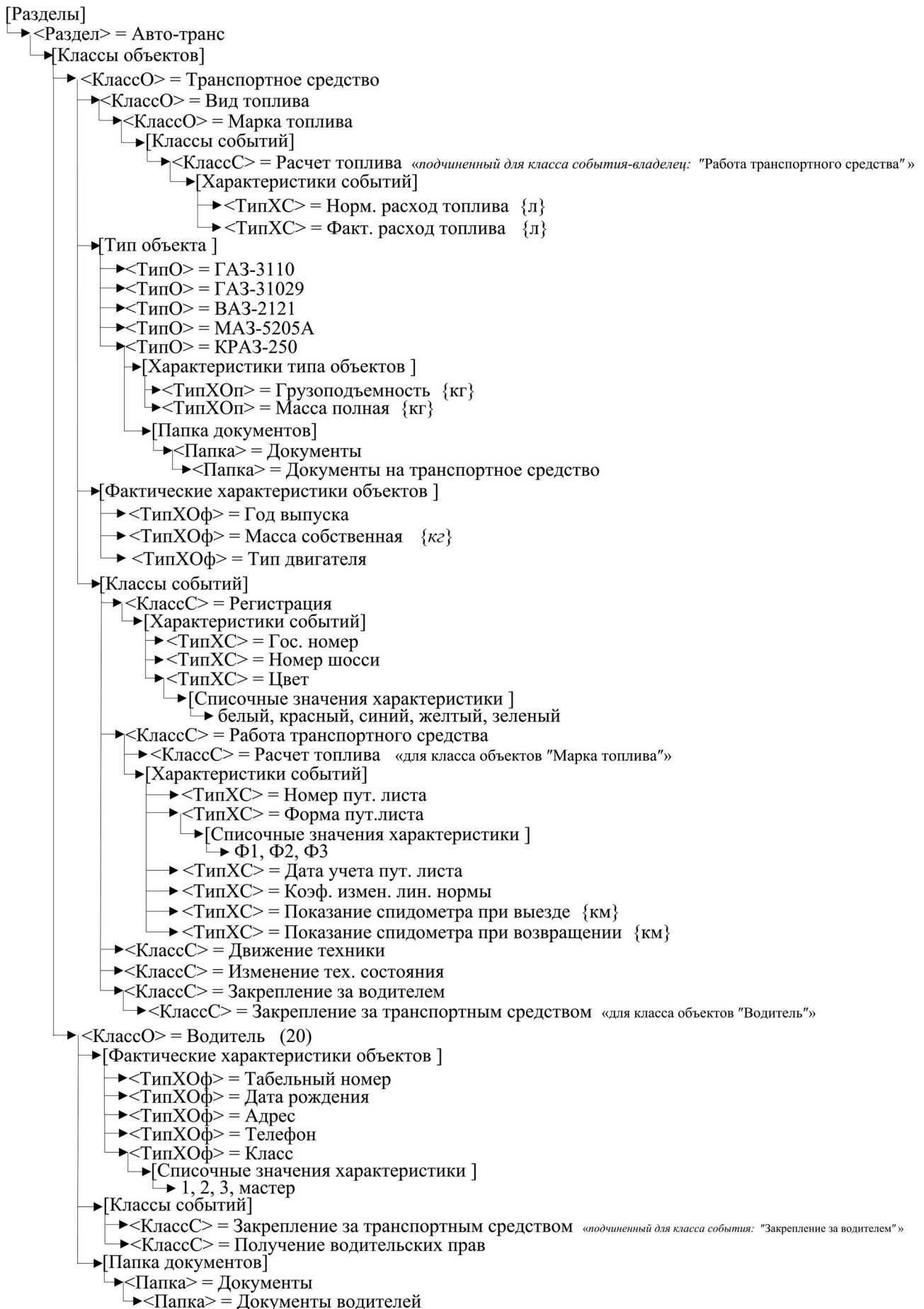


Рис. 5. Пример представления интенционала моделируемой ПрО

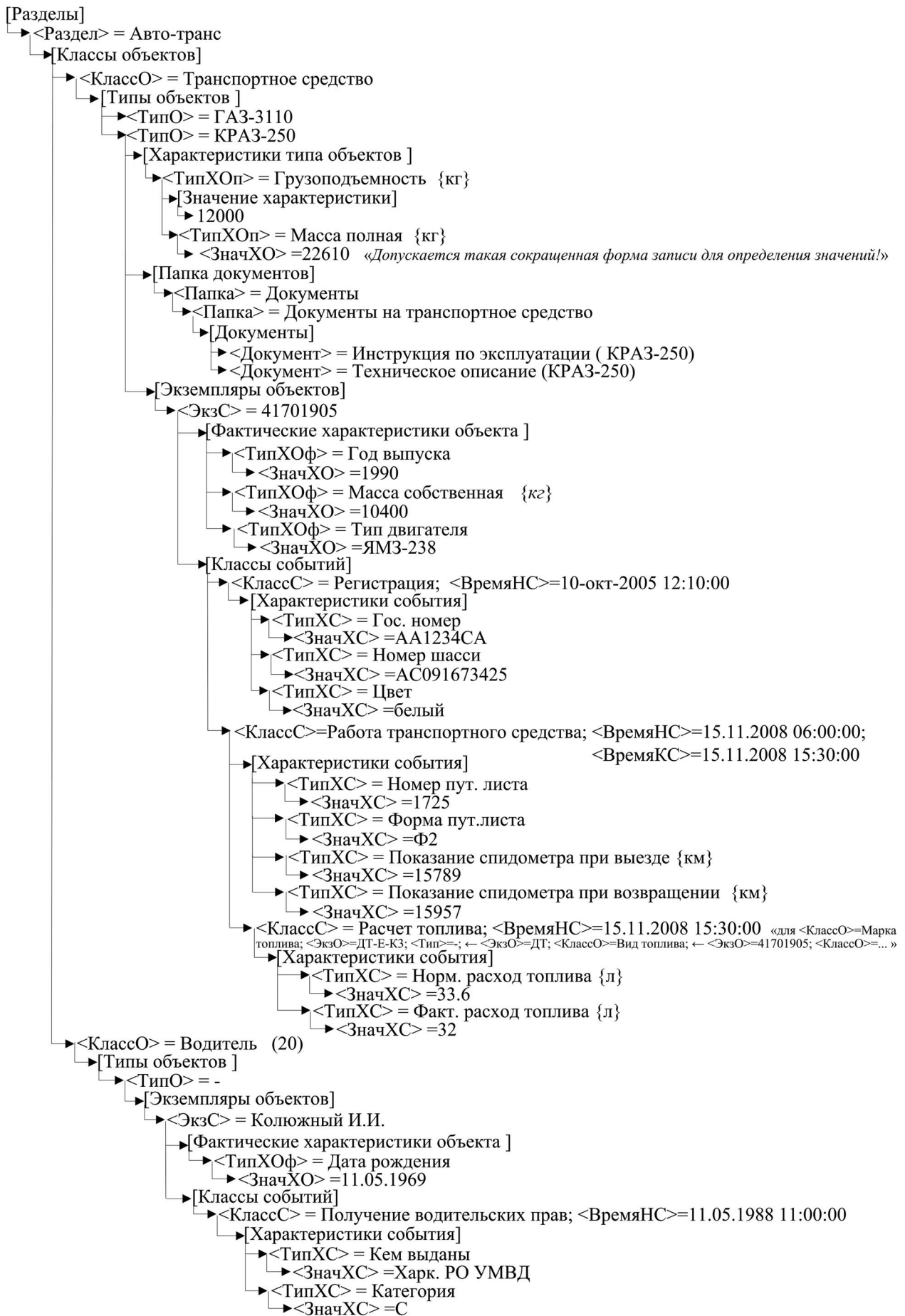


Рис. 6. Пример представления экстенционала моделируемой ПрО

Комплексное представление ПрО (ее интенционала и экстенционала), выполненное с помощью предлагаемого выразительного средства, позволяет прозрачно для участников проекта визуализировать адекватное описание статических и временных свойств объектов моделируемой ПрО вместе со свойственными ей ограничениями. Это свидетельствует о целесообразности применения данной нотации модели «объект-событие» на этапе проектирования БД (в качестве инструмента концептуального моделирования ПрО). С другой стороны, применение предлагаемых связанных ориентированных ациклических графов для описания ПрО, совместно с разработанным языком модели данных (ЯМД) [14, 15], близким к некоторому подмножеству естественного языка, способствующим решению задачи автоматической трансформации семантически правильных запросов, составленных в терминах ПрО, в синтаксически и терминологически корректные запросы к конкретной БД (то есть, как основы пользовательских интерфейсов), являющимся в определенной степени результатом отображения формы представления данных ПрО в виде графов в линейную, позволило реализовать возможность комплексного использования модели данных «объект-событие», как на этапе концептуального проектирования БД, так и на стадии функционирования реляционных баз данных.

Выводы

1. В результате анализа существующих достижений в области семантического моделирования и перспективных направлений ее развития, исходя из необходимости нахождения новых решений проблемы, связанной с потребностью своевременного создания, модернизации в рамках запланированного бюджета баз данных, обладающих требуемыми качествами, для представления концептуальных схем ПрО были разработаны выразительные средства, как системы определенных графических обозначений (знаков), включающие ограниченное число различных элементов, представляющих основные понятия модели «объект-событие» и связи между ними в виде определенных геометрических фигур или линейной формы представления с правилами их описания. А именно, выразительные средства представления концептуальных схем различных ПрО в виде диаграммы модели данных «объект-событие» и в виде ациклического ориентированного графа.

2. Выразительное средство представления концептуальных схем различных ПрО в виде диаграммы модели данных «объект-событие» позволяет графически представлять интенционал моделируемой предметной области в терминах базовых понятий модели, элементы соотносимых одноименных множеств которых ассоциируются с метаданными ПрО, и отношений между ними. Это в первую очередь средство документированного представления концептуальной схемы предметной области, коммуникационного посредника в информационном обмене между аналитиками, разработчиками, специалистами ПрО, программистами и пользователями, полезного как при проектировании БД, так и в дальнейшем, при их эксплуатации, сопровождении и модернизации.

3. С целью выполнения предъявляемых к модели требований, средства которой также должны обеспечивать возможность комплексного ее использования, как на этапе концептуального проектирования, так и на стадии функционирования БД, было разработано новое выразительное средство, так как средство представления ПрО в виде диаграмм модели данных «объект-событие» не в полной мере удовлетворяло этому требованию. Предлагаемая нотация этого средства, позволяющая представлять в виде объединения нескольких деревьев не только интенционал рассматриваемой ПрО, но и ее экстенционал, обеспечивает возможность адекватного представления структур, статических и временных свойств объектов моделируемой ПрО вместе со свойственными ей ограничениями. Такое комплексное представление способствует применению модели, как на этапе концептуального проектирования реляционной БД, так и на стадии ее функционирования.

4. Совместное применение разработанных выразительных средств представления данных моделируемых предметных областей: специальной нотации ациклического ориентиро-

ванного графа и языка модели данных, позволяет реализовать возможность комплексного использования модели данных «объект-событие», как на этапе концептуального проектирования БД (в качестве инструмента концептуального моделирования ПрО), так и на стадии функционирования реляционной БД (как основы пользовательских интерфейсов).

Список литературы: 1. Палагин А. В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография / А. В. Палагин, С. Л. Кривый, Н. Г. Петренко. – Луганск : изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 323 с. 2. Сорока Л. С. Формализованное представление модели данных «объект-событие» / Л. С. Сорока, В. И. Есин // Вісник Академії митної служби України. Сер.: Технічні науки. – 2011. – № 2(46). – С. 49–62. 3. Есин В. И. Модель данных «объект-событие» и ее возможности / В. И. Есин, В. Г. Юрасов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 38-43. 4. Есин В. И. Универсальная модель данных и ее математические основы / В. И. Есин // Системи обробки інформації. – 2011. – № 2(92). – С.21-24. 5. Есин В. И. Универсальная модель данных и ее отличительные особенности / В. И. Есин // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер.: Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. – 2011. – № 960. – С. 141-147. 6. Есин В. И. Модель данных с универсальной фиксированной структурой / В. И. Есин // Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем : матеріали міжнародної наукової конференції, м. Київ, 15-17 грудня 2014 р. – Кіровоград : ФО-П Александра М. В., 2014. – С. 112-116. 7. Date C. J. An Introduction to Database Systems, 8th Edition / C. J. Date. – Pearson. Addison-Wesley, 2004. – XXVII, 983, 1-22 p. 8. Цикритзис Д. Модели данных / Д. Цикритзис, Ф. Лоховски ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1985. – 344 с. 9. Когаловский М. Р. Системы доступа к данным, основанные на онтологиях / М. Р. Когаловский // Программирование. – 2012. – № 4. – С. 55-77. 10. Когаловский М. Р. Концептуальное моделирование в технологиях баз данных и онтологические модели / М. Р. Когаловский, Л. А. Калиниченко // Тр. Симпозиума «Онтологическое моделирование». – М. : ИПИ РАН, 2008, С. 114-148. 11. Гарсиа-Молина Г. Системы баз данных // Г. Гарсиа-Молина, Д. Д. Ульман, Д. Уидом. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2003. – 1088 с. 12. Цаленко М. Ш. Моделирование семантики в базах данных / М. Ш. Цаленко. – М. : Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1989. – 288 с. 13. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М. : Мир, 1973. – 300 с. 14. Есин В. И. Язык для универсальной модели данных / В. И. Есин, М. В. Есина // Системи обробки інформації. – 2011. – № 5(95). – С.193-197. 15. Есин В. И. Язык описания и манипулирования данными, хранящимися в БД с УМД / В. И. Есин, М. В. Есина // Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях (КМНТ-2010) : междунар. науч.-техн. конф., 18-21 мая 2010 г. : тезисы докл. – Х. : ХНУ им. В.Н. Каразина, 2010. – Ч. 2. – С. 104-108.

*Харьковский национальный
университет имени В.Н.Каразина*

Поступила в редколлегию 05.10.2017