

Модели данных в нотации UML

1. Понятие UML
2. Классы, атрибуты и операции
3. Категории связей. Связь-зависимость
4. Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML
5. Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Понятие UML

Язык объектно-ориентированного моделирования UML (Unified Modeling Language) разработан и развивается консорциумом OMG (Object Management Group) и имеет много общего с объектными моделями, на которых основана технология распределенных объектных систем CORBA, и объектной моделью ODMG (Object Data Management Group).

UML позволяет моделировать разные виды систем: программные, аппаратные, программно-аппаратные, смешанные, явно включающие деятельность людей и т. д.

UML активно применяется для проектирования реляционных БД. Для этого используется небольшая часть языка (*диаграммы классов*)

Классы, атрибуты и операции

Диаграммой классов в терминологии *UML* называется диаграмма, на которой показан набор *классов*, а также связей между этими *классами*.

Кроме того, *диаграмма классов* может включать комментарии и ограничения.

Ограничения могут неформально задаваться на естественном языке или же могут формулироваться на *языке объектных ограничений OCL (Object Constraints Language)*.

Классы, атрибуты и операции

Классом называется именованное описание совокупности объектов с общими *атрибутами, операциями, связями* и семантикой.

Графически *класс* изображается в виде прямоугольника. У каждого *класса* должно быть имя (текстовая строка), уникально отличающее его от всех других *классов*.

При формировании имен *классов* в *UML* на практике рекомендуется использовать короткие и осмысленные прилагательные и существительные, каждое из которых начинается с заглавной буквы.

Классы, атрибуты и операции

Примеры описания *классов*:



Атрибутом класса называется именованное *свойство класса*, описывающее множество значений, которые могут принимать экземпляры этого *свойства*.

Класс может иметь любое число *атрибутов* (в частности, не иметь ни одного *атрибута*).

Классы, атрибуты и операции

Свойство, выражаемое атрибутом, является свойством моделируемой сущности, общим для всех объектов данного класса.

Любой атрибут любого объекта класса должен иметь некоторое значение. Имена атрибутов представляются в разделе класса, расположенном под именем класса.

Для имен атрибутов рекомендуется использовать короткие прилагательные и существительные, отражающие смысл соответствующего свойства класса. Первое слово в имени атрибута рекомендуется писать с прописной буквы, а все остальные слова – с заглавной.

Классы, атрибуты и операции

Пример описания *класса* с указанными *атрибутами*:



Операцией класса называется именованная услуга, которую можно запросить у любого объекта этого *класса*.

Операция – это абстракция того, что можно делать с объектом. *Класс* может содержать любое число *операций* (в частности, не содержать ни одной *операции*). Набор *операций класса* является общим для всех объектов данного *класса*.

Классы, атрибуты и операции

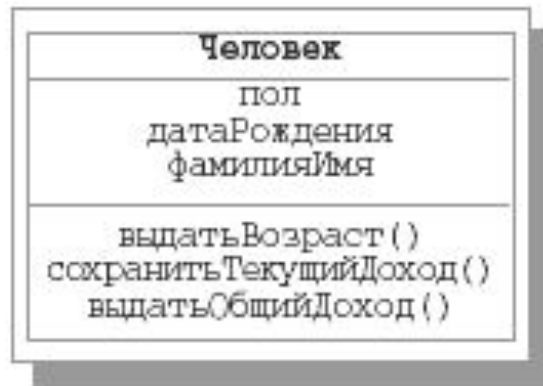
Операции класса определяются в разделе, расположенном ниже раздела с *атрибутами*. При этом можно ограничиться только указанием имен *операций*, оставив детальную спецификацию выполнения *операций* на более поздние этапы моделирования.

Для именованной *операции* рекомендуется использовать глагольные формы, соответствующие ожидаемому поведению объектов данного *класса*.

Описание *операции* может также содержать ее *сигнатуру*, т.е. имена и типы всех параметров, а если *операция* является функцией, то и тип ее значения.

Классы, атрибуты и операции

Класс Человек с определенными операциями:



Для *класса* Человек мы определили три *операции*:
выдатьВозраст, сохранитьТекущийДоход, выдатьОбщийДоход.

Состояние объекта меняется при выполнении только второй *операции*. Результаты первой и третьей *операций* формируются на основе текущего состояния объекта.

Категории связей. Связь-зависимость

В диаграмме классов могут участвовать связи трех разных категорий: *зависимость (dependency)*, *обобщение (generalization)* и *ассоциация (association)*.

При проектировании реляционных БД наиболее важны вторая и третья категории связей, поэтому *связи-зависимости* будем рассматривать в общем виде.

Категории связей. Связь-зависимость

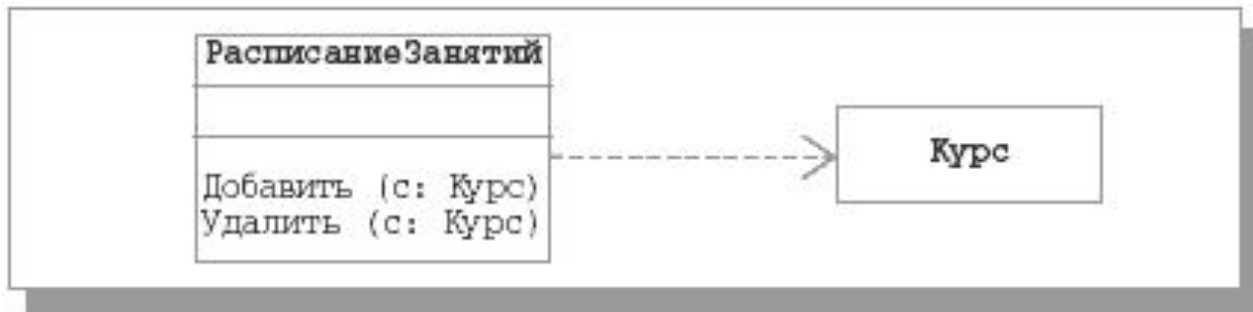
Зависимостью называют *связь* по применению, когда изменение в спецификации одного *класса* может повлиять на поведение другого *класса*, использующего первый *класс*.

Чаще всего *зависимости* применяют в *диаграммах классов*, чтобы отразить в *сигнатуре операции* одного *класса* тот факт, что параметром этой *операции* могут быть объекты другого *класса*.

Очевидно, что если интерфейс второго *класса* изменяется, это влияет на поведение объектов первого *класса*.

Категории связей. Связь-зависимость

Пример диаграммы классов со связью-зависимостью:



Зависимость показывается прерывистой линией со стрелкой, направленной к *классу*, от которого имеется зависимость.

Связи-зависимости существенны для объектно-ориентированных систем (в том числе и для ООБД). При проектировании реляционных БД непонятно, что делать с зависимостями (как воспользоваться этой информацией в реляционной БД?).

Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Связью-обобщением называется связь между общей сущностью, называемой *суперклассом*, или родителем, и более специализированной разновидностью этой сущности, называемой *подклассом*, или потомком.

Обобщения иногда называют *связями «is a»*, имея в виду, что *класс-потомок* является частным случаем *класса-предка*.

Класс-потомок наследует все *атрибуты* и *операции* *класса-предка*, но в нем могут быть определены дополнительные *атрибуты* и *операции*.

Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

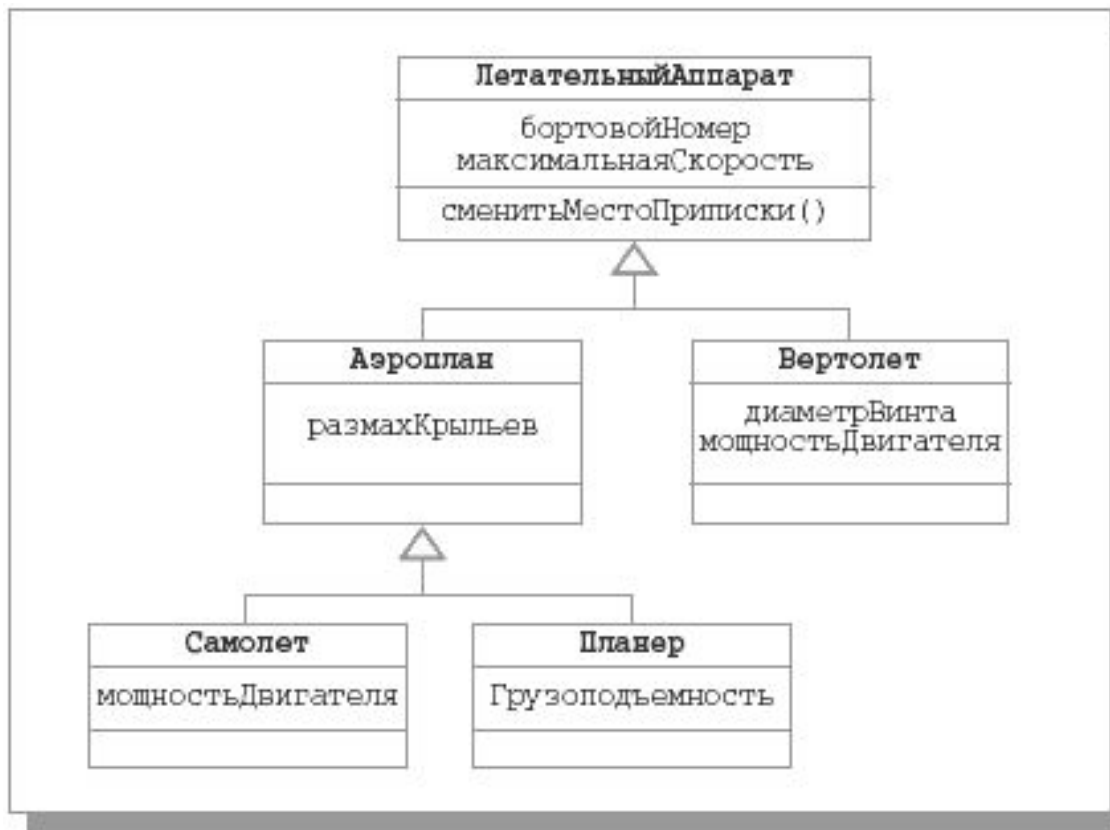
Объекты *класса-потомка* могут использоваться везде, где могут использоваться объекты *класса-предка*.

Это свойство называют *полиморфизмом по включению*, имея в виду, что объекты потомка можно считать включаемыми во множество объектов *класса-предка*.

Графически *обобщения* изображаются в виде сплошной линии с большой незакрашенной стрелкой, направленной к *суперклассу*.

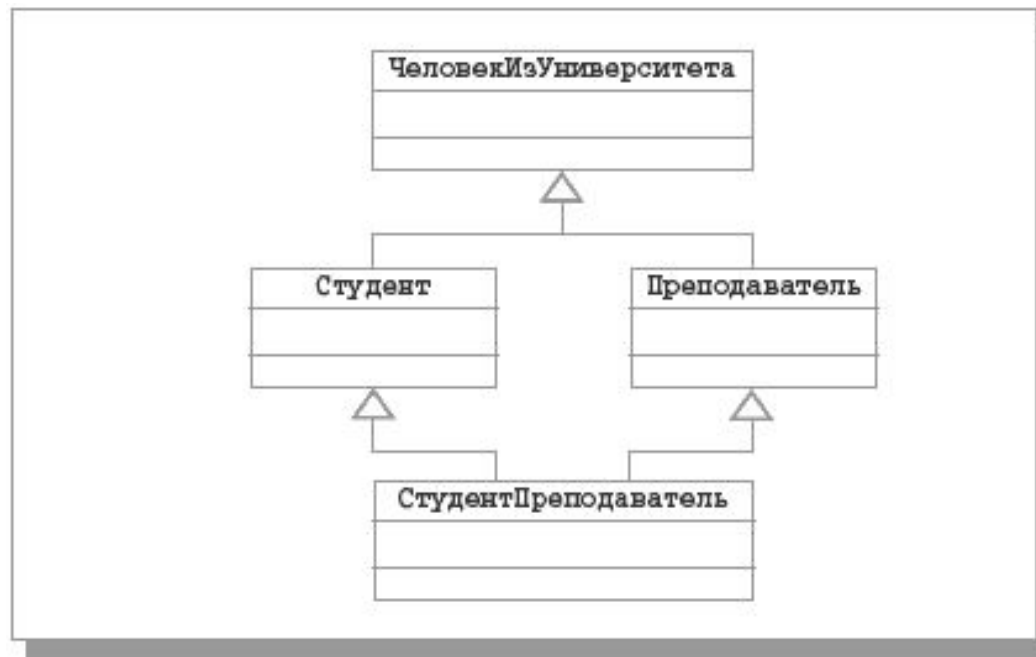
Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Пример иерархии одиночного наследования классов:



Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Одиночное наследование является достаточным в большинстве случаев применения *связи-обобщения*. Однако в *UML* допускается и *множественное наследование*, когда один *подкласс* определяется на основе нескольких *суперклассов*:



Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Множественное наследование порождает ряд проблем, из которых одной из наиболее известных является проблема именования атрибутов и операций в подклассе, полученном путем множественного наследования.

Пример: при образовании подклассов Студент и Преподаватель в них обоим был определен атрибут с именем номерКомнаты. Для объектов класса Студент значениями этого атрибута будут номера комнат в студенческом общежитии, а для объектов класса Преподаватель – номера служебных кабинетов.

Как быть с объектами класса СтудентПреподаватель, для которых существенны оба одноименных атрибута (у студента-преподавателя могут иметься и комната в общежитии, и служебный кабинет)?

Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

На практике применяется одно из следующих решений:

- запретить образование *подкласса* СтудентПреподаватель, пока в одном из *суперклассов* не будет произведено переименование *атрибута* номерКомнаты;
- наследовать это *свойство* только от одного из *суперклассов*, так что, например, значением *атрибута* номерКомнаты у объектов *класса* СтудентПреподаватель всегда будут номера служебных кабинетов;
- унаследовать в *подклассе* оба *свойства*, но автоматически переименовать оба *атрибута*, чтобы прояснить их смысл; назвать их, например, номерКомнатыСтудента и номерКомнатыПреподавателя.

Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Ни одно из решений не является полностью удовлетворительным.

Первое решение требует возврата к ранее определенному классу, имена *атрибутов* и *операций* которого, возможно, уже используются в приложениях.

Второе решение нарушает логику наследования, не давая возможности на уровне *подкласса* использовать все *свойства суперклассов*.

Третье решение заставляет использовать длинные имена *атрибутов* и *операций*, которые могут стать недопустимо длинными, если процесс *множественного наследования* будет продолжаться от полученного *подкласса*.

Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML

Сложность проблемы именования *атрибутов* и *операций* несопоставимо меньше сложности реализации *множественного наследования* в реляционных БД.

При использовании *UML* для проектирования реляционных БД нужно очень осторожно использовать наследование *классов* вообще и стараться избегать *множественного наследования*.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Ассоциацией называется структурная связь, показывающая, что объекты одного *класса* некоторым образом связаны с объектами другого или того же самого *класса*.

Допускается, чтобы оба конца *ассоциации* относились к одному *классу*. В *ассоциации* могут связываться два *класса*, и тогда она называется бинарной. Допускается создание *ассоциаций*, связывающих сразу n *классов* (они называются *n-арными ассоциациями*).

Графически *ассоциация* изображается в виде линии, соединяющей *класс* сам с собой или с другими *классами*.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

С понятием *ассоциации* связаны четыре важных дополнительных понятия: *имя*, *роль*, *кратность* и *агрегация*.

Ассоциации может быть присвоено *имя*, характеризующее природу связи.

Смысл *имени* уточняется с помощью черного треугольника, который располагается над линией связи справа или слева от *имени ассоциации*. Этот треугольник указывает направление чтения имени связи.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Пример именованной ассоциации:



Треугольник показывает, что именованная *ассоциация* должна читаться как «Студент учится в Университете».

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Другим способом именованния *ассоциации* является указание *роли* каждого *класса*, участвующего в этой *ассоциации*.

Роль класса, как и имя конца связи в ER-модели, задается именем, помещаемым под линией *ассоциации* ближе к данному *классу*.



Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

В примере показаны две *ассоциации* между *классами* Человек и Университет, в которых эти *классы* играют *разные роли*.

Объекты *класса* Человек могут выступать в *роли* РАБОТНИКОВ при участии в *ассоциации*, в которой объекты *класса* Университет играют *роль* НАНИМАТЕЛЯ.

В другой *ассоциации* объекты *класса* Человек играют *роль* СТУДЕНТА, а объекты *класса* УНИВЕРСИТЕТ – *роль* ОБУЧАЮЩЕГО.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

В общем случае, для *ассоциации* могут задаваться и ее собственное *имя*, и имена *ролей классов*.

Это связано с тем, что *класс* может играть одну и ту же *роль* в разных *ассоциациях*, так что в общем случае пара имен *ролей классов* не идентифицирует *ассоциацию*.

С другой стороны, в простых случаях, когда между двумя *классами* определяется только одна *ассоциация*, можно вообще не связывать с ней дополнительные имена.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Кратностью (multiplicity) роли ассоциации называется характеристика, указывающая, сколько объектов *класса* с данной *ролью* может или должно участвовать в каждом экземпляре ассоциации.

Наиболее распространенным способом задания *кратности роли ассоциации* является указание конкретного числа или диапазона.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Например, указание «1» говорит о том, что каждый объект *класса* с данной *ролью* должен участвовать в некотором *экземпляре* данной *ассоциации*, причем в каждом *экземпляре* *ассоциации* может участвовать ровно один объект *класса* с данной *ролью*.

Указание диапазона «0..1» говорит о том, что не все объекты *класса* с данной *ролью* обязаны участвовать в каком-либо *экземпляре* данной *ассоциации*, но в каждом *экземпляре* *ассоциации* может участвовать только один объект.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Указание диапазона «1..*» говорит о том, что все объекты *класса с данной ролью* должны участвовать в некотором *экземпляре данной ассоциации*, и в каждом *экземпляре ассоциации* должен участвовать хотя бы один объект (верхняя граница не задана).

Толкование диапазона «0..*» является очевидным расширением случая «0..1».

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

В более сложных (но крайне редко встречающихся на практике) случаях определения *кратности* можно использовать списки диапазонов.

Например, список «2, 4..6, 8..*» говорит о том, что все объекты *класса* с указанной *ролью* должны участвовать в некотором *экземпляре* данной *ассоциации*, и в каждом *экземпляре ассоциации* должны участвовать два, от четырех до шести или более семи объектов *класса* с данной *ролью*.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

На *диаграмме классов* показано, что произвольное (может быть, нулевое) число людей являются сотрудниками произвольного числа университетов:



Каждый университет обучает произвольное (может быть, нулевое) число студентов, но каждый студент может быть студентом только одного университета.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Обычная *ассоциация* между двумя классами характеризует *связь* между равноправными сущностями: оба *класса* находятся на одном концептуальном уровне.

Иногда в *диаграмме классов* требуется отразить тот факт, что *ассоциация* между двумя классами имеет специальный вид «часть-целое».

В этом случае *класс* «целое» имеет более высокий концептуальный уровень, чем *класс* «часть». *Ассоциация* такого рода называется *агрегатной*. Графически *агрегатные ассоциации* изображаются в виде простой *ассоциации* с незакрашенным ромбом на стороне *класса*-«целого».

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Простой пример *агрегатной ассоциации*:



Объектами *класса* *Аудитория* являются студенческие аудитории, в которых проходят занятия. В каждой аудитории должны быть установлены парты. Поэтому *класс* *Парта* является «частью» *класса* *Аудитория*.

Роль класса *Парта* является необязательной.

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Бывают случаи, когда связь «части» и «целого» настолько сильна, что уничтожение «целого» приводит к уничтожению всех его «частей».

Агрегатные ассоциации, обладающие таким свойством, называются **композиционными**, или просто *композициями*. При наличии *композиции* объект-часть может быть частью только одного объекта-целого (композиата).

При обычной *агрегатной ассоциации* «часть» может одновременно принадлежать нескольким «целым». Графически *композиция* изображается в виде простой *ассоциации*, дополненной закрашенным ромбом со стороны «целого».

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Пример композитной агрегатной ассоциации:



Любой факультет является частью одного университета, и ликвидация университета приводит к ликвидации всех существующих в нем факультетов (хотя во время существования университета отдельные факультеты могут ликвидироваться и создаваться).

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

При наличии простой *ассоциации* между двумя классами (например, *ассоциации* между классами Студент и Университет предполагается возможность *навигации* между объектами, входящими в один *экземпляр* *ассоциации*.

Если известен конкретный объект-студент, то должна обеспечиваться возможность узнать соответствующий объект-университет. Если известен конкретный объект-университет, то должна обеспечиваться возможность узнать все соответствующие объекты-студенты.

Если не оговорено иное, то *навигация по ассоциации* может проводиться в обоих направлениях

Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

Иногда желательно ограничить направление *навигации* для некоторых *ассоциаций*. В этом случае на линии *ассоциации* ставится стрелка, указывающая направление *навигации*:



Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация

В библиотеке должно содержаться некоторое количество книг, и каждая книга должна принадлежать некоторой библиотеке.

С точки зрения библиотечного хозяйства разумно иметь возможность найти книгу в библиотеке, т. е. произвести *навигацию* от объекта-библиотеки к связанным с ним объектам-книгам.

Однако вряд ли потребуются по данному экземпляру книги узнать, в какой библиотеке она находится.