«Основы UML»

Для создания моделей анализа и проектирования объектно-ориентированных программных систем используют языки визуального моделирования. Появившись сравнительно недавно, в период с 1989 по 1997 год, эти языки уже имеют представительную историю развития.

В настоящее время различают три поколения языков визуального моделирования. И если первое поколение образовали 10 языков, то численность второго поколения уже превысила 50 языков.

Среди наиболее популярных языков 2-го поколения можно выделить: язык Буча (G. Booch), язык Рамбо (J. Rumbaugh), язык Джекобсона (I. Jacobson), язык Коада-Йордона (Coad-Yourdon), язык Шлеера-Меллора (Shlaer-Mellor) и т. д.

Каждый язык вводил свои выразительные средства, ориентировался на собственный синтаксис и семантику, иными словами — претендовал на роль единственного и неповторимого языка. В результате разработчики (и пользователи этих языков) перестали понимать друг друга. Возникла острая необходимость унификации языков.

Идея унификации привела к появлению языков 3-го поколения. В качестве стандартного языка третьего поколения был принят Unified Modeling Language (UML), создававшийся в 1994-1997 годах (основные разработчики — три «amigos» Г. Буч, Дж. Рамбо, И. Джекобсон).

Унифицированный язык моделирования

UML — стандартный язык для написания моделей анализа, проектирования и реализации объектно-ориентированных программных систем. UML может использоваться для визуализации, спецификации, конструирования и документирования результатов программных проектов. UML — это не визуальный язык программирования, но его модели прямо транслируются в текст на языках программирования и даже в таблицы для реляционной БД.

Словарь UML образуют три разновидности строительных блоков: предметы, отношения, диаграммы.

Предметы — это абстракции, которые являются основными элементами в модели, отношения связывают эти предметы, диаграммы группируют коллекции предметов.

Предметы в UML

В UML имеются четыре разновидности предметов:

- структурные предметы;
- предметы поведения;
- группирующие предметы;
- поясняющие предметы.

Эти предметы являются базовыми объектно-ориентированными строительными блоками. Они используются для написания моделей.

Структурные предметы являются существительными в UML-моделях. Они представляют статические части модели — понятийные или физические элементы. Перечислим восемь разновидностей структурных предметов.

1. *Класс* — описание множества объектов, которые разделяют одинаковые свойства, операции, отношения и семантику (смысл). Класс реализует один или несколько интерфейсов. Как показано на рис. 1, графически класс отображается в виде прямоугольника, обычно включающего секции с именем, свойствами (атрибутами) и операциями.

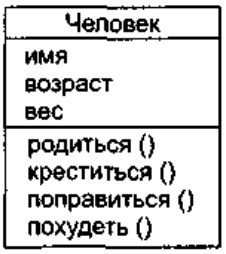

Рис. 1. Классы

2. *Интерфейс* — набор операций, которые определяют услуги класса или компонента. Интерфейс описывает поведение элемента, видимое извне. Интерфейс может представлять полные услуги класса или компонента или часть таких услуг. Интерфейс определяет набор спецификаций операций (их сигнатуры), а не набор реализаций операций. Графически интерфейс изображается в виде кружка с именем, как показано на рис. 2. Имя интерфейса обычно начинается с буквы «I». Интерфейс редко показывают самостоятельно. Обычно его присоединяют к классу или компоненту, который реализует интерфейс.

3. *Кооперация* (сотрудничество) определяет взаимодействие и является совокупностью ролей и других элементов, которые работают вместе для обеспечения коллективного поведения более сложного, чем простая сумма всех элементов. Таким образом, кооперации имеют как структурное, так и поведенческое измерения. Конкретный класс может участвовать в нескольких кооперациях. Эти кооперации представляют реализацию паттернов (образцов), которые формируют систему. Как показано на рис. 3, графически кооперация изображается как пунктирный эллипс, в который вписывается ее имя.

IУчеба

Рис. 10.2. Интерфейсы

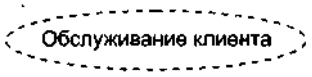

Рис. 3. Кооперации

4. *Актер* — набор согласованных ролей, которые могут играть пользователи при взаимодействии с системой (ее элементами Use Case).

Каждая роль требует от системы определенного поведения. Как показано на рис. 4, актер изображается как проволочный человечек с именем.

Рис. 4. Актеры

5. *Элемент Use Case* (Прецедент) — описание последовательности действий (или нескольких последовательностей), выполняемых системой в интересах отдельного актера и производящих видимый для актера результат. В модели элемент Use Case применяется для структурирования предметов поведения. Элемент Use Case реализуется кооперацией. Как показано на рис. 5, элемент Use Case изображается как эллипс, в который вписывается его имя.

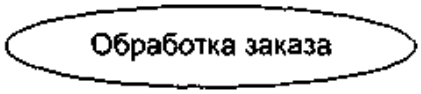

Рис. 5. Элементы Use Case

6. *Активный класс* — класс, чьи объекты имеют один или несколько процессов (или потоков) и поэтому могут инициировать управляющую деятельность. Активный класс похож на обычный класс за исключением того, что его объекты действуют одновременно с объектами других классов. Как показано на рис. 6, активный класс изображается как утолщенный прямоугольник, обычно включающий имя, свойства (атрибуты) и операции.

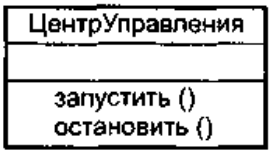

Рис. 6. Активные классы

7. *Компонент* — физическая и заменяемая часть системы, которая соответствует набору интерфейсов и обеспечивает реализацию этого набора интерфейсов. В систему включаются как компоненты, являющиеся результатами процесса разработки (файлы исходного кода), так и различные разновидности используемых компонентов (COM+-компоненты, Java Beans). Обычно компонент — это физическая упаковка различных логических элементов (классов, интерфейсов и сотрудничеств). Как показано на рис. 7, компонент изображается как прямоугольник с вкладками, обычно включающий имя.

Рис. 7. Компоненты

8. *Узел* — физический элемент, который существует в период работы системы и представляет ресурс, обычно имеющий память и возможности обработки. В узле размещается набор компонентов, который может перемещаться от узла к узлу. Как показано на рис. 8, узел изображается как куб с именем.

Рис. 8. Узлы

Предметы поведения — динамические части UML-моделей. Они являются глаголами моделей, представлением поведения во времени и пространстве. Существует две основные разновидности предметов поведения.

1. *Взаимодействие* — поведение, заключающее в себе набор сообщений, которыми обменивается набор объектов в конкретном контексте для достижения определенной цели. Взаимодействие может определять динамику как совокупности объектов, так и отдельной операции. Элементами взаимодействия являются сообщения, последовательность действий (поведение, вызываемое сообщением) и связи (соединения между объектами). Как показано на рис. 9, сообщение изображается в виде направленной линии с именем ее операции.

Рис. 9. Сообщения

2. *Конечный автомат* — поведение, которое определяет последовательность состояний объекта или взаимодействия, выполняемые в ходе его существования в ответ на события (и с учетом обязанностей по этим событиям). С помощью конечного автомата может определяться поведение индивидуального класса или кооперации классов. Элементами конечного автомата являются состояния, переходы (от состояния к состоянию), события (предметы, вызывающие переходы) и действия (реакции на переход). Как показано на рис. 10, состояние изображается как закругленный прямоугольник, обычно включающий его имя и его подсостояния (если они есть).

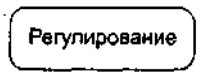

Рис. 10. Состояния

Эти два элемента — взаимодействия и конечные автоматы — являются базисными предметами поведения, которые могут включаться в UML-модели. Семантически эти элементы ассоциируются с различными

структурными элементами (прежде всего с классами, сотрудничествами и объектами).

Группирующие предметы — организационные части UML-моделей. Это ящики, по которым может быть разложена модель. Предусмотрена одна разновидность группирующего предмета — пакет.

Пакет — общий механизм для распределения элементов по группам. В пакет могут помещаться структурные предметы, предметы поведения и даже другие группировки предметов. В отличие от компонента (который существует в период выполнения), пакет — чисто концептуальное понятие. Это означает, что пакет существует только в период разработки. Как показано на рис. 11, пакет изображается как папка с закладкой, на которой обозначено его имя и, иногда, его содержание.

Рис. 11. Пакеты

Поясняющие предметы — разъясняющие части UML-моделей. Они являются замечаниями, которые можно применить для описания, объяснения и комментирования любого элемента модели. Предусмотрена одна разновидность поясняющего предмета — примечание.

Примечание — символ для отображения ограничений и замечаний, присоединяемых к элементу или совокупности элементов. Как показано на рис. 12, примечание изображается в виде прямоугольника с загнутым углом, в который вписывается текстовый или графический комментарий.

Рис. 12. Примечания

Отношения в UML

В UML имеются четыре разновидности отношений:

1) зависимость;
2) ассоциация;
3) обобщение;
4) реализация.

Эти отношения являются базовыми строительными блоками отношений. Они используются при написании моделей.

1. *Зависимость* — семантическое отношение между двумя предметами, в котором изменение в одном предмете (независимом предмете) может влиять на семантику другого предмета (зависимого предмета). Как показано на рис. 13, зависимость изображается в виде пунктирной линии, возможно направленной на независимый предмет и иногда имеющей метку.

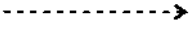

Рис. 13. Зависимости

2. *Ассоциация* — структурное отношение, которое описывает набор связей, являющихся соединением между объектами. Агрегация — это специальная разновидность ассоциации, представляющая структурное отношение между целым и его частями. Как показано на рис. 14, ассоциация изображается в виде сплошной линии, возможно направленной, иногда имеющей метку и часто включающей другие «украшения», такие как мощность и имена ролей.

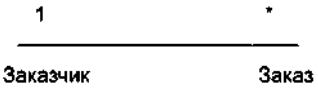

Рис. 14. Ассоциации

3. *Обобщение* — отношение специализации/обобщения, в котором объекты специализированного элемента (потомка, ребенка) могут заменять объекты обобщенного элемента (предка, родителя). Иначе говоря, потомок разделяет структуру и поведение родителя. Как показано на рис. 15, обобщение изображается в виде сплошной стрелки с полым наконечником, указывающим на родителя.

Рис. 15. Обобщения

4. *Реализация* — семантическое отношение между классификаторами, где один классификатор определяет контракт, который другой классификатор обязуется выполнять (к классификаторам относят классы, интерфейсы, компоненты, элементы Use Case, кооперации). Отношения реализации применяют в двух случаях: между интерфейсами и классами (или компонентами), реализующими их; между элементами Use Case и кооперациями, которые реализуют их. Как показано на рис. 16, реализация изображается как нечто среднее между обобщением и зависимостью.

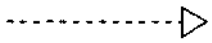

Рис. 16. Реализации

Диаграммы в UML

Диаграмма — графическое представление множества элементов, наиболее часто изображается как связный граф из вершин (предметов) и дуг (отношений). Диаграммы рисуются для визуализации системы с разных точек зрения, затем они отображаются в систему. Обычно диаграмма дает неполное представление элементов, которые составляют систему. Хотя один и тот же элемент может появляться во всех диаграммах, на практике он появляется только в некоторых диаграммах. Теоретически диаграмма может содержать любую комбинацию предметов и отношений, на практике ограничиваются малым количеством комбинаций, которые соответствуют пяти представлениям архитектуры ПС. По этой причине UML включает девять видов диаграмм:

1) диаграммы классов;
2) диаграммы объектов;
3) диаграммы Use Case (диаграммы прецедентов);
4) диаграммы последовательности;
5) диаграммы сотрудничества (кооперации);
6) диаграммы схем состояний;
7) диаграммы деятельности;
8) компонентные диаграммы;
9) диаграммы размещения (развертывания).

Диаграмма классов показывает набор классов, интерфейсов, сотрудничеств и их отношений. При моделировании объектно-ориентированных систем диаграммы классов используются наиболее часто. Диаграммы классов обеспечивают статическое проектное представление системы. Диаграммы классов, включающие активные классы, обеспечивают статическое представление процессов системы.

Диаграмма объектов показывает набор объектов и их отношения. Диаграмма объектов представляет статический «моментальный снимок» с экземпляров предметов, которые находятся в диаграммах классов. Как и диаграммы классов, эти диаграммы обеспечивают статическое проектное представление или статическое представление процессов системы.

Диаграмма Use Case (диаграмма прецедентов) показывает набор элементов Use Case, актеров и их отношений. С помощью диаграмм Use Case для системы создается статическое представление Use Case. Эти диаграммы особенно важны при организации и моделировании поведения системы, задании требований заказчика к системе.

Диаграммы последовательности и диаграммы сотрудничества — это разновидности диаграмм взаимодействия.

Диаграмма взаимодействия показывает взаимодействие, включающее набор объектов и их отношений, а также пересылаемые между объектами сообщения. Диаграммы взаимодействия обеспечивают динамическое представление системы.

Диаграмма последовательности — это диаграмма взаимодействия, которая выделяет упорядочение сообщений по времени.

Диаграмма сотрудничества (диаграмма кооперации) — это диаграмма взаимодействия, которая выделяет структурную организацию объектов, посылающих и принимающих сообщения. Диаграммы последовательности и диаграммы сотрудничества изоморфны, что означает, что одну диаграмму можно трансформировать в другую диаграмму.

Диаграмма схем состояний показывает конечный автомат, представляет состояния, переходы, события и действия. Диаграммы схем состояний обеспечивают динамическое представление системы. Они особенно важны при моделировании поведения интерфейса, класса или сотрудничества. Эти диаграммы выделяют такое поведение объекта, которое управляется событиями, что особенно полезно при моделировании реактивных систем.

Диаграмма деятельности — специальная разновидность диаграммы схем состояний, которая показывает поток от действия к действию внутри системы. Диаграммы деятельности обеспечивают динамическое представление системы. Они особенно важны при моделировании функциональности системы и выделяют поток управления между объектами.

Компонентная диаграмма показывает организацию набора компонентов и зависимости между компонентами. Компонентные диаграммы обеспечивают статическое представление реализации системы. Они связаны с диаграммами классов в том смысле, что в компонент обычно отображается один или несколько классов, интерфейсов или кооперацій.

Диаграмма размещения (диаграмма развертывания) показывает конфигурацию обрабатывающих узлов периода выполнения, а также компоненты, живущие в них. Диаграммы размещения обеспечивают статическое представление размещения системы. Они связаны с компонентными диаграммами в том смысле, что узел обычно включает один или несколько компонентов.

В течение достаточно длительного периода времени в процессе как объектно-ориентированного, так и традиционного структурного проектирования разработчики использовали типичные сценарии, помогающие лучше понять требования к системе. Эти сценарии трактовались весьма неформально — они почти всегда использовались и крайне редко документировались. Ивар Якобсон впервые ввел понятие "вариант использования" (use case) и придал ему такую значимость, что он превратился в основной элемент разработки и планирования проекта. Вариант использования представляет собой последовательность действий (транзакций), выполняемых системой в ответ на событие, инициируемое некоторым внешним объектом (действующим лицом). Вариант использования описывает типичное взаимодействие между пользователем и системой.

Вариант использования

Конструкция или стандартный элемент языка UML вариант использования применяется для спецификации общих особенностей поведения системы или любой другой сущности предметной области без рассмотрения внутренней структуры этой сущности. Каждый вариант использования определяет последовательность действий, которые должны быть выполнены проектируемой системой при взаимодействии ее с соответствующим актером. Диаграмма вариантов может дополняться пояснительным текстом, который раскрывает смысл или семантику составляющих ее компонентов. Такой пояснительный текст получил название примечания или сценария.

Отдельный вариант использования обозначается на диаграмме эллипсом, внутри которого содержится его краткое название или имя в форме глагола с пояснительными словами (рис. 17).

Рис. 17 Графическое обозначение варианта использования

Цель варианта использования заключается в том, чтобы определить законченный аспект или фрагмент поведения некоторой сущности без раскрытия внутренней структуры этой сущности.

В качестве такой сущности может выступать исходная система или любой другой элемент модели, который обладает собственным поведением, подобно подсистеме или классу в модели системы.

Каждый вариант использования соответствует отдельному сервису, который предоставляет моделируемую сущность или систему по запросу пользователя (актера), т. е. определяет способ применения этой сущности.

Сервис, который инициализируется по запросу пользователя, представляет собой законченную последовательность действий. Это означает, что после того, как система закончит обработку запроса пользователя, она должна возвратиться в исходное состояние, в котором готова к выполнению следующих запросов.

Варианты использования описывают не только взаимодействия между пользователями и сущностью, но также реакции сущности на получение отдельных сообщений от пользователей и восприятие этих сообщений за пределами сущности.

Варианты использования могут включать в себя описание особенностей способов реализации сервиса и различных исключительных ситуаций, таких как корректная обработка ошибок системы. Множество вариантов использования в целом должно определять все возможные стороны ожидаемого поведения системы. Для удобства множество вариантов использования может рассматриваться как отдельный пакет.

Актер представляет собой любую внешнюю по отношению к моделируемой системе сущность, которая взаимодействует с системой и использует ее функциональные возможности для достижения определенных целей или решения частных задач.

При этом актеры служат для обозначения согласованного множества ролей, которые могут играть пользователи в процессе взаимодействия с проектируемой системой.

Каждый актер может рассматриваться как некая отдельная роль относительно конкретного варианта использования. Стандартным графическим обозначением актера на диаграммах является фигурка "человечка", под которой записывается конкретное имя актера (рис. 18).

Рис. 18 Графическое обозначение актера

В некоторых случаях актер может обозначаться в виде прямоугольника класса с ключевым словом "актер" и обычными составляющими элементами класса.

Имена актеров должны записываться заглавными буквами и следовать рекомендациям использования имен для типов и классов модели. При этом символ отдельного актера связывает соответствующее описание актера с конкретным именем. Имена абстрактных актеров, как и других абстрактных элементов языка UML, рекомендуется обозначать курсивом.

Интерфейс (interface) служит для спецификации параметров модели, которые видимы извне без указания их внутренней структуры. В языке UML интерфейс является классификатором и характеризует только ограниченную часть поведения моделируемой сущности

На диаграмме вариантов использования интерфейс изображается в виде маленького круга, рядом с которым записывается его имя (рис. 19, а).

В качестве имени может быть существительное, которое характеризует соответствующую информацию или сервис (например, "датчик", "сирена", "видеокамера"), но чаще строка текста (например, "запрос к базе данных", "форма ввода", "устройство подачи звукового сигнала").

Если имя записывается на английском, то оно должно начинаться с заглавной буквы I, например, ISecurelnformation, ISensor (рис. 19, б).

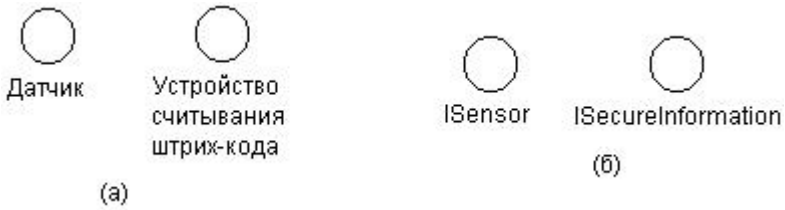

Рис. 19. Графическое изображение интерфейсов на диаграммах вариантов использования

Графический символ отдельного интерфейса может соединяться на диаграмме сплошной линией с тем вариантом использования, который его поддерживает. Сплошная линия в этом случае указывает на тот факт, что связанный с интерфейсом вариант использования должен реализовывать все операции, необходимые для данного интерфейса, а возможно и больше (рис. 20, а). Кроме этого, интерфейсы могут соединяться с вариантами использования пунктирной линией со стрелкой (рис. 4.4, б), означающей, что

вариант использования предназначен для спецификации только того сервиса, который необходим для реализации данного интерфейса.

Рис. 20. Графическое изображение взаимосвязей интерфейсов с вариантами использования

С системно-аналитической точки зрения интерфейс не только отделяет спецификацию операций системы от их реализации, но и определяет общие границы проектируемой системы.

В последующем интерфейс может быть уточнен явным указанием тех операций, которые специфицируют отдельный аспект поведения системы.

В этом случае он изображается в форме прямоугольника класса с ключевым словом "interface" в секции имени, с пустой секцией атрибутов и с непустой секцией операций.

Однако подобное графическое представление используется на диаграммах классов или диаграммах, характеризующих поведение моделируемой системы.

Важность интерфейсов заключается в том, что они определяют стыковочные узлы в проектируемой системе, что совершенно необходимо для организации коллективной работы над проектом. Более того, спецификация интерфейсов способствует "безболезненной" модификации уже существующей системы при переходе на новые технологические решения.

В этом случае изменению подвергается только реализация операций, но никак не функциональность самой системы. А это обеспечивает совместимость последующих версий программ с первоначальными при спиральной технологии разработки программных систем.

Примечания (notes) в языке UML предназначены для включения в модель произвольной текстовой информации, имеющей непосредственное отношение к контексту разрабатываемого проекта.

В качестве такой информации могут быть комментарии разработчика (например, дата и версия разработки диаграммы или ее отдельных компонентов), ограничения (например, на значения отдельных связей или экземпляры сущностей) и помеченные значения.

Применительно к диаграммам вариантов использования примечание может носить самую общую информацию, относящуюся к общему контексту системы.

Графически примечания обозначаются прямоугольником с "загнутым" верхним правым уголком (рис. 21). Внутри прямоугольника содержится текст примечания.

Примечание может относиться к любому элементу диаграммы, в этом случае их соединяет пунктирная линия. Если примечание относится к нескольким элементам, то от него проводятся, соответственно, несколько линий.

Разумеется, примечания могут присутствовать не только на диаграмме вариантов использования, но и на других канонических диаграммах.

Рис. 21. Примеры примечаний в языке UML

Отношения на диаграмме вариантов использования

Между компонентами диаграммы вариантов использования могут существовать различные отношения, которые описывают взаимодействие экземпляров одних актеров и вариантов использования с экземплярами других актеров и вариантов.

Один актер может взаимодействовать с несколькими вариантами использования. В этом случае этот актер обращается к нескольким сервисам данной системы.

В свою очередь один вариант использования может взаимодействовать с несколькими актерами, предоставляя для всех них свой сервис.

Следует заметить, что два варианта использования, определенные для одной и той же сущности, не могут взаимодействовать друг с другом, поскольку каждый из них самостоятельно описывает законченный вариант использования этой сущности.

Более того, варианты использования всегда предусматривают некоторые сигналы или сообщения, когда взаимодействуют с актерами за пределами системы.

В то же время могут быть определены другие способы для взаимодействия с элементами внутри системы.

В языке UML имеется несколько стандартных видов отношений между актерами и вариантами использования:

- Отношение ассоциации (association relationship)

- Отношение расширения (extend relationship)
- Отношение обобщения (generalization relationship)
- Отношение включения (include relationship)

При этом общие свойства вариантов использования могут быть представлены тремя различными способами, а именно с помощью отношений расширения, обобщения и включения.

Отношение ассоциации

Отношение ассоциации является одним из фундаментальных понятий в языке UML и в той или иной степени используется при построении всех графических моделей систем в форме канонических диаграмм.

Применительно к диаграммам вариантов использования оно служит для обозначения специфической роли актера в отдельном варианте использования.

Другими словами, ассоциация специфицирует семантические особенности взаимодействия актеров и вариантов использования в графической модели системы.

Таким образом, это отношение устанавливает, какую конкретную роль играет актер при взаимодействии с экземпляром варианта использования. На диаграмме вариантов использования, так же, как и на других диаграммах, отношение ассоциации обозначается сплошной линией между актером и вариантом использования. Эта линия может иметь дополнительные условные обозначения, такие, например, как имя и кратность (рис. 22).

Рис. 22. Пример графического представления отношения ассоциации между актером и вариантом использования

Кратность (multiplicity) ассоциации указывается рядом с обозначением компонента диаграммы, который является участником данной ассоциации. Кратность характеризует общее количество конкретных экземпляров данного компонента, которые могут выступать в качестве элементов данной ассоциации.

Применительно к диаграммам вариантов использования кратность имеет специальное обозначение в форме одной или нескольких цифр и, возможно, специального символа "*" (звездочка).

Для диаграмм вариантов использования наиболее распространенными являются четыре основные формы записи кратности отношения ассоциации:

- Целое неотрицательное число (включая цифру 0). Предназначено для указания кратности, которая является строго фиксированной для

элемента соответствующей ассоциации. В этом случае количество экземпляров актеров или вариантов использования, которые могут выступать в качестве элементов отношения ассоциации, в точности равно указанному числу.

Примером этой формы записи кратности ассоциации является указание кратности "1" для актера "Клиент банка" (рис. 22).

Эта запись означает, что каждый экземпляр варианта использования "Оформить кредит для клиента банка" может иметь в качестве своего элемента единственный экземпляр актера "Клиент банка".

Другими словами, при оформлении кредита в банке необходимо иметь в виду, что каждый конкретный кредит оформляется на единственного клиента этого банка.

- Два целых неотрицательных числа, разделенные двумя точками и записанные в виде: "первое число .. второе число". Данная запись в языке UML соответствует нотации для множества или интервала целых чисел, которая применяется в некоторых языках программирования для обозначения границ массива элементов. Эту запись следует понимать как множество целых неотрицательных чисел, следующих в последовательно возрастающем порядке:

{первое_число, первое_число+1, первое_число+2, ..., второе_число]. Очевидно, что первое число должно быть строго меньше второго числа в арифметическом смысле, при этом первое число может быть равно 0.

Пример такой формы записи кратности ассоциации — "1..5". Эта запись означает, что количество отдельных экземпляров данного компонента, которые могут выступать в качестве элементов данной ассоциации, равно некоторому заранее неизвестному числу из множества целых чисел {1, 2, 3, 4, 5}.

Эта ситуация может иметь место, например, в случае рассмотрения в качестве актера — клиента банка, а в качестве варианта использования — процедуру открытия счета в банке.

При этом количество отдельных счетов каждого клиента в данном банке, исходя из некоторых дополнительных соображений, может быть не больше 5.

Эти дополнительные соображения как раз и являются внешними требованиями по отношению к проектируемой системе и определяются ее заказчиком на начальных этапах ООАП.

- Два символа, разделенные двумя точками. При этом первый из них является целым неотрицательным числом или 0, а второй — специальным символом "*". Здесь символ "*"обозначает произвольное конечное целое неотрицательное число, значение которого неизвестно на момент задания соответствующего отношения ассоциации.

Пример такой формы записи кратности ассоциации — "2..*". Запись означает, что количество отдельных экземпляров данного компонента, которые могут выступать в качестве элементов данной ассоциации, равно

некоторому заранее неизвестному числу из подмножества натуральных чисел: {2, 3, 4}.

- Единственный символ "*", который является сокращением записи интервала "0..*". В этом случае количество отдельных экземпляров данного компонента отношения ассоциации может быть любым целым неотрицательным числом. При этом 0 означает, что для некоторых экземпляров соответствующего компонента данное отношение ассоциации может вовсе не иметь места.

В качестве примера этой записи можно привести кратность отношения ассоциации для варианта использования "Оформить кредит для клиента банка" (рис. 22). Здесь кратность "*" означает, что каждый отдельный клиент банка может оформить для себя несколько кредитов, при этом их общее число заранее неизвестно и ничем не ограничивается. При этом некоторые клиенты могут совсем не иметь оформленных на свое имя кредитов (вариант значения 0).

Если кратность отношения ассоциации не указана, то по умолчанию принимается ее значение, равное 1.

Отношение расширения

Отношение расширения определяет взаимосвязь экземпляров отдельного варианта использования с более общим вариантом, свойства которого определяются на основе способа совместного объединения данных экземпляров. В метамодели отношение расширения является направленным и указывает, что применительно к отдельным примерам некоторого варианта использования должны быть выполнены конкретные условия, определенные для расширения данного варианта использования.

Так, если имеет место отношение расширения от варианта использования A к варианту использования B, то это означает, что свойства экземпляра варианта использования B могут быть дополнены благодаря наличию свойств у расширенного варианта использования A.

Отношение расширения между вариантами использования обозначается пунктирной линией со стрелкой (вариант отношения зависимости), направленной от того варианта использования, который является расширением для исходного варианта использования. Данная линия со стрелкой помечается ключевым словом "extend" ("расширяет"), как показано на рис. 23.

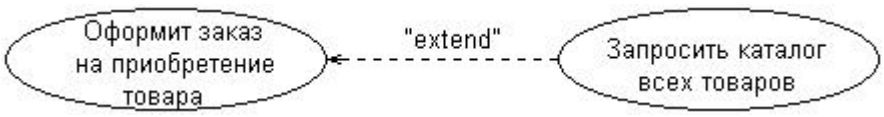

Рис. 23. Пример графического изображения отношения расширения между вариантами использования

Отношение расширения отмечает тот факт, что один из вариантов использования может присоединять к своему поведению некоторое

дополнительное поведение, определенное для другого варианта использования.

Данное отношение включает в себя некоторое условие и ссылки на точки расширения в базовом варианте использования. Чтобы расширение имело место, должно быть выполнено определенное условие данного отношения.

Ссылки на точки расширения определяют те места в базовом варианте использования, в которые должно быть помещено соответствующее расширение при выполнении условия.

Один из вариантов использования может быть расширением для нескольких базовых вариантов, а также иметь в качестве собственных расширений несколько других вариантов. Базовый вариант использования может дополнительно никак не зависеть от своих расширений.

Семантика отношения расширения определяется следующим образом.

Если экземпляр варианта использования выполняет некоторую последовательность действий, которая определяет его поведение, и при этом имеется точка расширения на экземпляр другого варианта использования, которая является первой из всех точек расширения у исходного варианта, то проверяется условие данного отношения.

Если условие выполняется, исходная последовательность действий расширяется посредством включения действий экземпляра другого варианта использования.

Следует заметить, что условие отношения расширения проверяется лишь один раз — при первой ссылке на точку расширения, и если оно выполняется, то все расширяющие варианты использования вставляются в базовый вариант.

В представленном выше примере (рис. 23) при оформлении заказа на приобретение товара только в некоторых случаях может потребоваться предоставление клиенту каталога всех товаров.

При этом условием расширения является запрос от клиента на получение каталога товаров. Очевидно, что после получения каталога клиенту необходимо некоторое время на его изучение, в течение которого оформление заказа приостанавливается.

После ознакомления с каталогом клиент решает либо в пользу выбора отдельного товара, либо отказа от покупки вообще. Сервис или вариант использования "Оформить заказ на приобретение товара" может отреагировать на выбор клиента уже после того, как клиент получит для ознакомления каталог товаров.

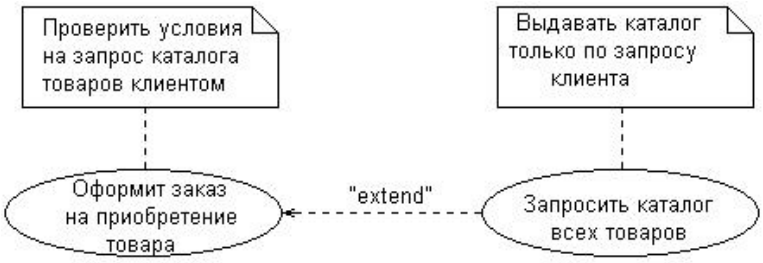

Рис. 24. Графическое изображение отношения расширения с примечаниями условий выполнения вариантов использования

Отношение обобщения

Отношение обобщения служит для указания того факта, что некоторый вариант использования А может быть обобщен до варианта использования В.

В этом случае вариант А будет являться специализацией варианта В. При этом В называется предком или родителем по отношению А, а вариант А — потомком по отношению к варианту использования В.

Следует подчеркнуть, что потомок наследует все свойства и поведение своего родителя, а также может быть дополнен новыми свойствами и особенностями поведения.

Графически данное отношение обозначается сплошной линией со стрелкой в форме незакрашенного треугольника, которая указывает на родительский вариант использования (рис.25). Эта линия со стрелкой имеет специальное название — стрелка "обобщение".

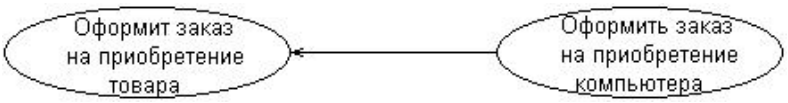

Рис. 25. Пример графического изображения отношения обобщения между вариантами использования

Отношение обобщения между вариантами использования применяется в том случае, когда необходимо отметить, что дочерние варианты использования обладают всеми атрибутами и особенностями поведения родительских вариантов.

При этом дочерние варианты использования участвуют во всех отношениях родительских вариантов. В свою очередь, дочерние варианты могут наделяться новыми свойствами поведения, которые отсутствуют у родительских вариантов использования, а также уточнять или модифицировать наследуемые от них свойства поведения.

Применительно к данному отношению, один вариант использования может иметь несколько родительских вариантов. В этом случае реализуется множественное наследование свойств и поведения отношения предков.

С другой стороны, один вариант использования может быть предком для нескольких дочерних вариантов, что соответствует таксономическому характеру отношения обобщения.

Между отдельными актерами также может существовать отношение обобщения. Данное отношение является направленным и указывает на факт специализации одних актеров относительно других.

Например, отношение обобщения от актера А к актеру В отмечает тот факт, что каждый экземпляр актера А является одновременно экземпляром актера В и обладает всеми его свойствами.

В этом случае актер В является родителем по отношению к актеру А, а актер А, соответственно, потомком актера В. При этом актер А обладает способностью играть такое же множество ролей, что и актер В.

Графически данное отношение также обозначается стрелкой обобщения, т. е. сплошной линией со стрелкой в форме незакрашенного треугольника, которая указывает на родительского актера (рис. 26).

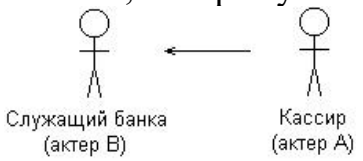

Рис. 26. Пример графического изображения отношения обобщения между актерами

Отношение включения

Отношение включения между двумя вариантами использования указывает, что некоторое заданное поведение для одного варианта использования включается в качестве составного компонента в последовательность поведения другого варианта использования.

Данное отношение является направленным бинарным отношением в том смысле, что пара экземпляров вариантов использования всегда упорядочена в отношении включения.

Семантика этого отношения определяется следующим образом. Когда экземпляр первого варианта использования в процессе своего выполнения достигает точки включения в последовательность поведения экземпляра второго варианта использования, экземпляр первого варианта использования выполняет последовательность действий, определяющую поведение экземпляра второго варианта использования, после чего продолжает выполнение действий своего поведения.

При этом предполагается, что даже если экземпляр первого варианта использования может иметь несколько включаемых в себя экземпляров других вариантов, выполняемые ими действия должны закончиться к некоторому моменту, после чего должно быть продолжено выполнение прерванных действий экземпляра первого варианта использования в соответствии с заданным для него поведением.

Один вариант использования может быть включен в несколько других вариантов, а также включать в себя другие варианты.

Включаемый вариант использования может быть независимым от базового варианта в том смысле, что он предоставляет последнему некоторое инкапсулированное поведение, детали реализации которого скрыты от

последнего и могут быть легко перераспределены между несколькими включаемыми вариантами использования. Более того, базовый вариант может зависеть только от результатов выполнения включаемого в него поведения, но не от структуры включаемых в него вариантов.

Отношение включения, направленное от варианта использования A к варианту использования B, указывает, что каждый экземпляр варианта A включает в себя функциональные свойства, заданные для варианта B. Эти свойства специализируют поведение соответствующего варианта A на данной диаграмме.

Графически данное отношение обозначается пунктирной линией со стрелкой (вариант отношения зависимости), направленной от базового варианта использования к включаемому.

При этом данная линия со стрелкой помечается ключевым словом "include" ("включает"), как показано на рис. 27.

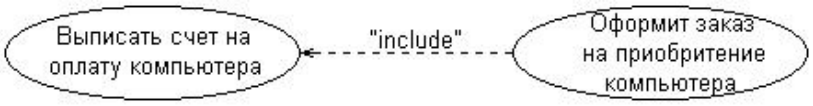

Рис. 27. Пример графического изображения отношения включения между вариантами использования

Пример построения диаграммы вариантов использования

В качестве примера рассмотрим процесс моделирования системы продажи товаров по каталогу, которая может быть использована при создании соответствующих информационных систем.

В качестве актеров данной системы могут выступать два субъекта, один из которых является продавцом, а другой — покупателем. Каждый из этих актеров взаимодействует с рассматриваемой системой продажи товаров по каталогу и является ее пользователем, т. е. они оба обращаются к соответствующему сервису "Оформить заказ на покупку товара".

Значения указанных на данной диаграмме кратностей отражают общие правила или логику оформления заказов на покупку товаров. Согласно этим правилам, один продавец может участвовать в оформлении нескольких заказов, в то же время каждый заказ может быть оформлен только одним продавцом, который несет ответственность за корректность его оформления и, в связи с этим, будет иметь агентское вознаграждение за его оформление. С другой стороны, каждый покупатель может оформлять на себя несколько заказов, но, в то же время, каждый заказ должен быть оформлен на единственного покупателя, к которому переходят права собственности на товар после его оплаты.

Вариант использования "Оформить заказ на покупку товара" может быть уточнен на основе введения в рассмотрение четырех дополнительных вариантов использования. Это следует из более детального анализа процесса продажи товаров, что позволяет выделить в качестве отдельных сервисов

такие действия, как обеспечить покупателя информацией о товаре, согласовать условия оплаты товара и заказать товар со склада.

Вполне очевидно, что указанные действия раскрывают поведение исходного варианта использования в смысле его конкретизации, и поэтому между ними будет иметь место отношение включения.

С другой стороны, продажа товаров по каталогу предполагает наличие самостоятельного информационного объекта — каталога товаров, который в некотором смысле не зависит от реализации сервиса по обслуживанию покупателей.

В нашем случае, каталог товаров может запрашиваться покупателем или продавцом при необходимости выбора товара и уточнения деталей его продажи. Вполне резонно представить сервис "Запросить каталог товаров" в качестве самостоятельного варианта использования.

С одной стороны, детализация может быть выполнена на основе установления дополнительных отношений типа отношения "обобщение-специализация" для уже имеющихся компонентов диаграммы вариантов использования.

Так, в рамках рассматриваемой системы продажи товаров может иметь самостоятельное значение и специфические особенности отдельная категория товаров — компьютеры.

В этом случае диаграмма может быть дополнена вариантом использования "Оформить заказ на покупку компьютера" и актерами "Покупатель компьютера" и "Продавец компьютеров", которые связаны с соответствующими компонентами диаграммы отношением обобщения (рис. 4.14).

Уточненный таким способом вариант диаграммы вариантов использования содержит одну важную особенность, которую необходимо отметить.

А именно, хотя на данной диаграмме (рис. 28) отсутствуют изображения линий отношения ассоциации между актером "Продавец компьютеров" и вариантом использования "Оформить заказ на покупку компьютера", а также между актером "Покупатель компьютера" и вариантом использования "Оформить заказ на покупку компьютера", наличие отношения обобщения между соответствующими компонентами позволяет им наследовать отношение ассоциации от своих предков.

Поскольку принцип наследования является одним из фундаментальных принципов объектно-ориентированного программирования, в нашем примере можно с уверенностью утверждать, что эти линии отношения ассоциации с соответствующими кратностями присутствуют на данной диаграмме в скрытом виде.

Рис. 28. Один из вариантов последующего уточнения диаграммы вариантов использования для примера рассматриваемой системы продажи

Построение диаграммы вариантов использования является самым первым этапом процесса объектно-ориентированного анализа и проектирования, цель которого — представить совокупность требований к поведению проектируемой системы.

Спецификация требований к проектируемой системе в форме диаграммы вариантов использования представляет собой самостоятельную модель, которая в языке UML получила название модели вариантов использования и имеет свое специальное стандартное имя или стереотип "useCaseModel".