

ЛЕКЦИЯ 10 Обзор существующих методик проектирования автоматизированных систем

1. Методики IDEF3 и IDEF1X.

2. Обзор других методик IDEF.

3. Программное обеспечение CASE-систем для концептуального проектирования. Метамодел и стандарты CDIF (CASE Data Interchange Format).

1 Методика IDEF3.

Поведенческое моделирование сложных систем используют для исследования динамики их функционирования. В основе поведенческого моделирования лежат модели и методы имитационного моделирования систем массового обслуживания, сети Петри, возможно применение конечно-автоматных моделей, описывающих поведение системы, как последовательности смены состояний.

Поведенческие аспекты приложений отражает методика IDEF3. Если методика IDEFO связана с функциональными аспектами и позволяет отвечать на вопросы “Что делает система?”, то в IDEF3 детализируются и конкретизируются IDEFO-функции, IDEF3-модель отвечает на вопросы “Как система это делает?” Язык IDEF3 — язык диаграмм, помогающий разработчику моделей наглядно представить моделируемые процессы. В IDEF3 входят два типа описаний: 1) процесс-ориентированные в виде последовательности операций; 2) объект-ориентированные, выражаемые диаграммами перехода состояний, характерными для конечно-автоматных моделей.

На рис. 5 представлен пример процесс-ориентированной IDEF3-диаграммы. Здесь функции (операции) показаны прямоугольниками с горизонтальной чертой, отделяющей верхнюю секцию с названием функции

от нижней секции, содержащей номер функции. Связи, отражающие последовательность выполнения функций, изображаются сплошными линиями-стрелками. Для указания разветвлений и слияний связей (их принято называть перекрестками) используют квадраты, у которых одна или обе вертикальные стороны представлены двойными линиями, а внутри квадрата записан один из символов &, О или X. При разветвлении эти символы означают реакцию всех, некоторых или только одной из последующих функций на входное воздействие соответственно. Аналогичный смысл имеют символы &, О или X при слиянии - последующая функция начинает выполняться после окончания всех, некоторых или только одной из входных операций.



Рис. 5.IDEFS-диаграмма последовательности операций

На рис. 6.6 представлены пример объект-ориентированной IDEF3-диаграммы. В таких диаграммах имеются средства для изображения состояний системы, активностей, переходов из состояния в состояние и условий перехода.

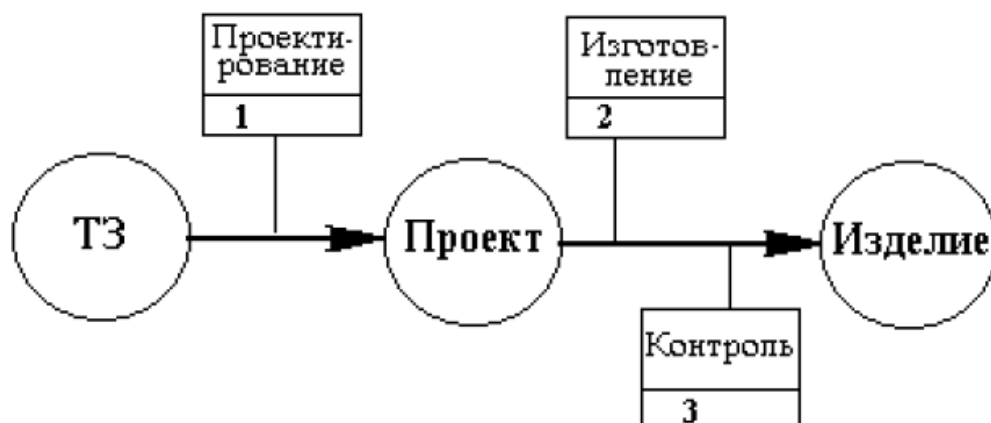


Рис. 6.IDEF3- диаграмма перехода состояний

Диаграммы IDEF0 или IDEF3 могут быть преобразованы в имитационные модели, если задать дополнительные свойства функций, характеризующие затраты ресурсов. Чаще всего имитационные модели представляют в виде сетей Петри. Преобразование связано с введением времени в функциональную IDEF0 или в поведенческую IDEF3-модель, с заменой функций переходами, а объектов, отождествляемых со стрелками блоков ICOM, с метками в сетях Петри.

Методика IDEF1X.

IDEF1 — методика *информационного (инфологического)* проектирования приложений, в настоящее время применяется ее усовершенствованный вариант IDEF1X. В IDEF1X имеется ясный графический язык для описания объектов и отношений в приложениях. Это язык диаграмм сущность-связь.

Основные компоненты описаний в IDEF1X: сущности (блоки), отношения (связи), атрибуты.

Сущность — множество объектов, обладающих общими свойствами (в языках программирования понятие сущности совпадает с понятием типа). Конкретные элементы этого множества называют *экземплярами* сущности. Атрибуты характеризуют свойства сущностей, их значения однозначно идентифицируют экземпляры сущностей. Если сущность А может быть определена только с помощью ссылки на свойства некоторой другой сущности В, то А называется зависимой (дочерней) сущностью, а В выступает в роли родительской сущности.

Сущности в IDEF1X-диаграммах изображаются в виде прямоугольников, при этом у зависимых сущностей углы прямоугольников должны быть скругленными.

Отношения (связи) между сущностями в IDEF1X являются бинарными отношениями. Выделяют *идентифицирующие* отношения — связи типа родитель-потомок, в которых потомок (зависимая сущность) однозначно определяется своей связью с родителем, и *неидентифицирующие* отношения, означающие, что у связанного этим отношением экземпляра одной сущности может быть, а может и не быть соответствующего экземпляра второй сущности (пример идентифицирующего отношения изготовитель-товар, неидентифицирующего отношения — рабочая станция — дигитайзер). Идентифицирующее отношение изображают на диаграмме сплошной линией между прямоугольниками связанных сущностей, неидентифицирующее отношение показывают пунктирной линией. На дочернем конце линии должно быть утолщение (жирная точка). Мощность k связи - число экземпляров зависимой сущности, соответствующее одному экземпляру родительской сущности. Известное значение мощности может быть указано около утолщенного конца линии связи. При этом символ p означает $k \geq 1$, а

символу z соответствует $k = 0$ или 1 . Отсутствие символа интерпретируется $k \leq 0$.

Различают также специфические и неспецифические отношения. *Неспецифические* отношения — это связи типа “многие ко многим” и обозначаются сплошной линией с утолщениями на обоих концах.

В отношениях родитель-потомок возможно наличие у потомка единственного родителя (характеристическая связь) или нескольких родителей (ассоциативная связь). Выделяют также отношения категоризации (наследования), отражающие связи между некоторой общей сущностью и вариантами ее реализации (категориями). Примером категориальной связи является отношение тип прибора — альтернативные варианты этого прибора.

Среди атрибутов различают ключевые и неключевые. Значение *ключевого атрибута (ключа)* однозначно идентифицирует экземпляр сущности. *Внешний ключ* - это атрибут (или атрибуты), входящий в ключ родителя и наследуемый потомком. На IDEF1X-диаграммах ключи записывают в верхней части прямоугольника сущности, причем внешние ключи помечают меткой FK (ForeignKey), неключевые атрибуты помещают в нижнюю часть прямоугольников. В идентифицирующих отношениях все ключи родителя входят и в ключи потомка, в неидентифицирующих ключи родителя относятся к неключевым атрибутам потомка.

Нормальные формы отношений позволяют выявить атрибуты, которые целесообразно (с целью устранения избыточности) считать сущностями. Известно несколько нормальных форм, обычно используют первые три из них.

Первая нормальная форма требует, чтобы шапка таблицы (отношения) была одноэтажная (т.е. все атрибуты характеризуются атомарными значениями), строки-дубли должны быть устранены.

Вторая нормальная форма устанавливается для сущностей, удовлетворяющих условиям первой нормальной формы и имеющих составные ключи. Она определяется отсутствием атрибутов, зависящих только от части составного ключа. Подобные атрибуты должны быть выделены в отдельные сущности.

Третья нормальная форма дополнительно характеризуется отсутствием транзитивных связей (взаимозависимости) атрибутов.

Разработка информационной модели по IDEF1X выполняется за несколько стадий.

Стадия 0. Выяснение цели проекта, составление плана сбора информации. Обычно отправным пунктом для разработки информационной модели является IDEF0-модель.

Стадия 1. Выявление и определение сущностей. Это неформальная процедура.

Стадия 2. Выявление и определение основных отношений. Результат представляется или графически в виде ER-диаграмм или в виде матрицы отношений, элемент которой $A_{ij}=1$, если имеется связь между сущностями i и j , иначе $A_{ij}=0$. Транзитивные связи не указываются.

Стадия 3. Детализация неспецифических отношений, определение ключевых атрибутов, установление внешних ключей. Детализация неспецифических отношений заключается в замене связей “многие ко многим” ($M \leftrightarrow M$) на связи “ $M \leftrightarrow 1$ ” и “ $1 \leftrightarrow M$ ” введением сущности-посредника. Например, отношение “преподаватель — студенческая группа” может быть заменено на отношения этих сущностей с сущностью-посредником “расписание”.

Стадия 4. Определение атрибутов и их принадлежности сущностям.

Основные элементы графического языка IDEF1X представлены на рис.

7.

Между IDEF0 и IDEF1X-моделями одного и того же приложения существуют определенные связи. Так, стрелкам на IDEF0-диаграммах соответствуют атрибуты некоторых сущностей в IDEF1X-моделях, что нужно учитывать при построении информационных моделей.



Рис. 7. Элементы языка IDEF1X

2 Обзор других методик IDEF.

Методика IDEF4 реализует *объектно-ориентированное проектирование* больших систем. При процедурном программировании кодированию предшествует удобное для пользователя изображение программы на графическом языке граф-схем или диаграмм потоков данных. Целесообразно

иметь аналогичные средства, учитывающие специфику объектно-ориентированного программирования.

В частности, такие средства предоставляет IDEF4. Другим вариантом графического языка поддержки объектно-ориентированного проектирования ПО является язык UML (Unified Modeling Language), рассматриваемый консорциумом OMG на предмет стандартизации.

Методика IDEF4 содержит графический язык для изображения взаимосвязей классов, атрибутов, методов в виде ряда диаграмм: типов, наследования, протоколов, клиентов, таксономии методов. Примеры диаграмм приведены на рисунках. В этих диаграммах прямоугольники с поперечными линиями соответствуют классам, имена которых указаны ниже поперечных линий, а сверху линий записаны идентификаторы атрибутов. Процедуры (методы) в IDEF4 изображены прямоугольниками без поперечных линий. Передаваемые параметры записаны в овальных фигурах.

Примеры диаграмм типов данных и наследования приведены на рис. 6.8 и 6.9 соответственно. В примере рис. 6.9 объекты класса “Деталь” наследуют часть атрибутов из классов “Геометрия” и “Материал”.

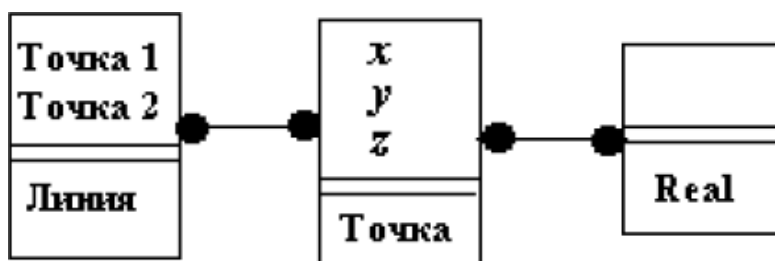


Рис. 8. IDEF4-диаграмма типов

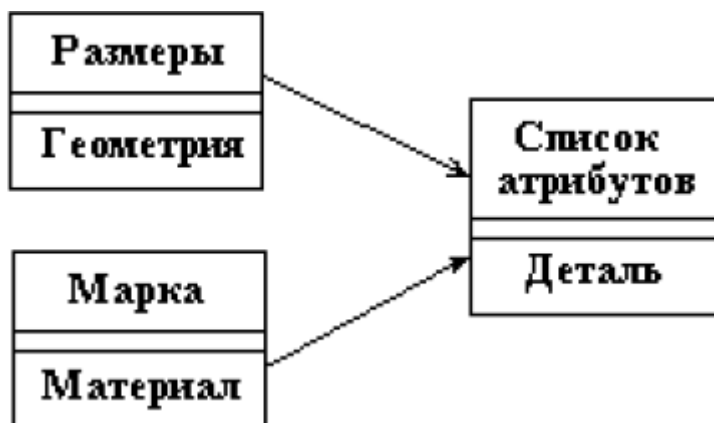


Рис. 9. IDEF4-диаграмма наследования

Из рис. 10 ясно, что для процедуры моделирования некоторой схемы входными параметрами являются атрибуты источников сигналов и

параметры компонентов схемы, а результатом — значения выходных параметров.

На рис. 11 показан пример классификации методов, согласно которой методы решения перечисленных частных задач относятся к методам дискретной оптимизации.

Связи вызывающих и вызываемой процедур представлены на рис 12.

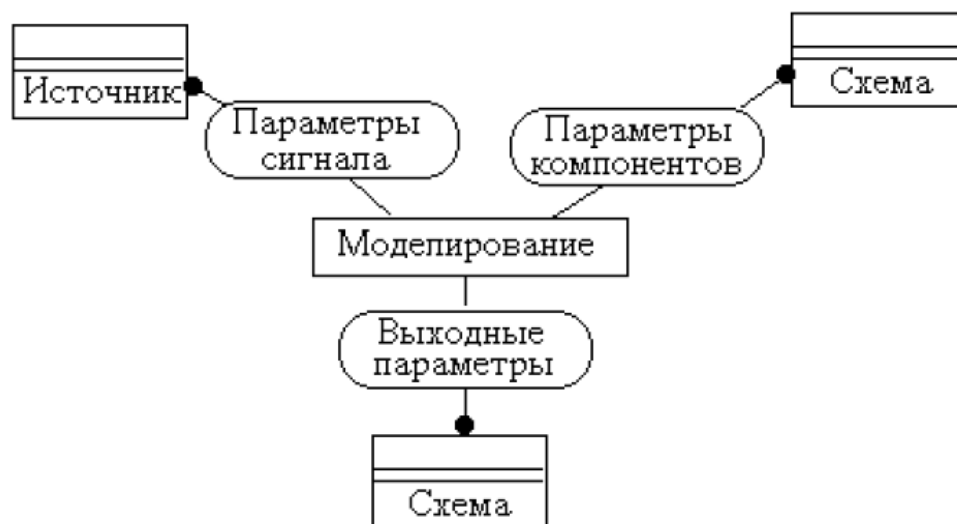


Рис. 10. IDEF4-диаграмма протоколов

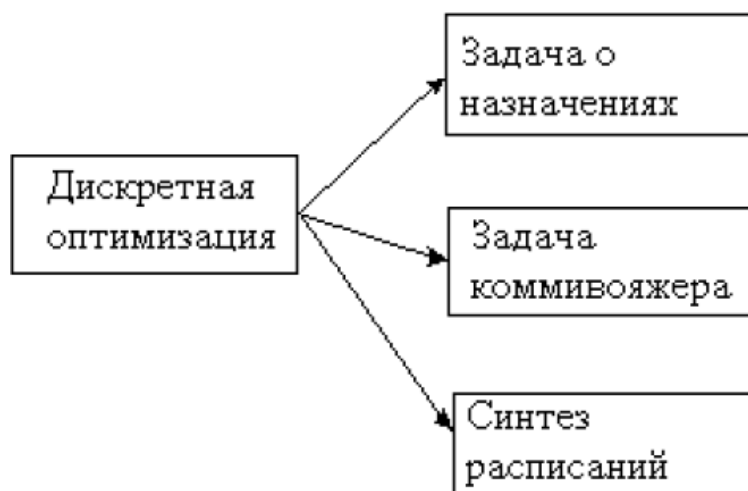


Рис. 11. IDEF4-диаграмма таксономии методов



Рис. 12. IDEF4-диаграмма клиентов

Методика IDEF5 направлена на представление *онтологической информации приложения* в удобном для пользователя виде. Онтология связана с определениями и понятиями, используемыми для характеристики объектов и процессов вместе с их взаимосвязями. Для этого примечают символические обозначения (дескрипторы) объектов, их ассоциаций, ситуаций и схемный язык описания отношений (классификации, часть-целое, перехода и т.п.), составляют словарь дескрипторов. В методике имеются правила связывания объектов (термов) в правильные предложения, языковые механизмы для установления соответствия между объектами реального мира и их идентификаторами (дескрипторами).

В IDEF5 имеются две части:

- 1) схемный язык;
- 2) язык разработки (elaboration).

Основные символы схемного языка представлены на рис. 13, пример классификационной схемы — на рис. 14 и пример диаграммы перехода состояний с символикой IDEF5 — на рис. 15.

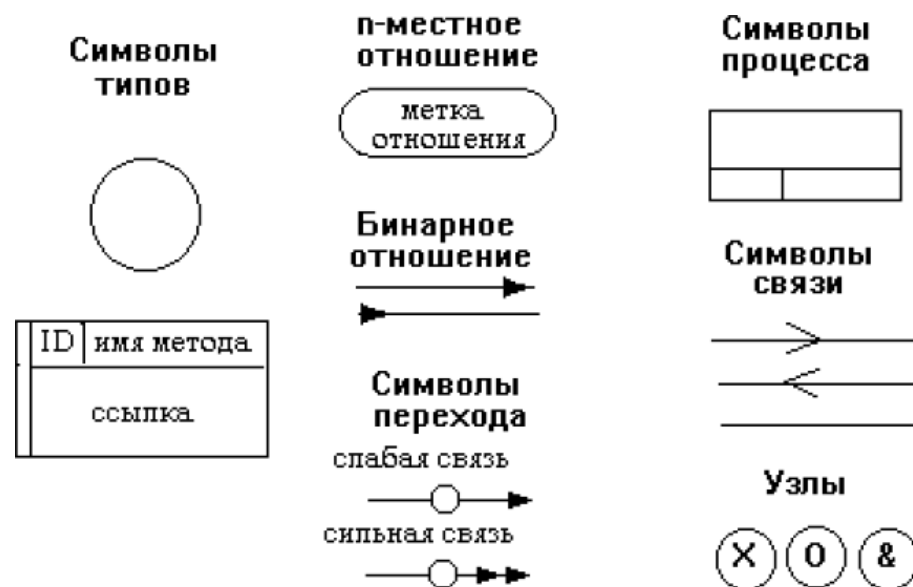


Рис. 13. Символы графического языка IDEF5

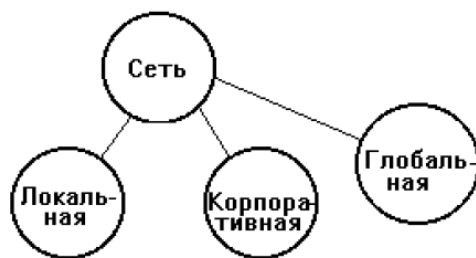


Рис. 14. Диаграмма классификации

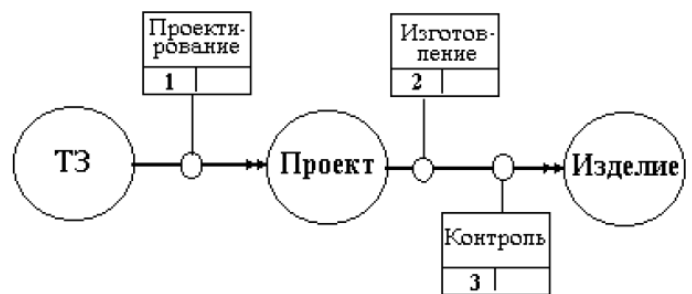


Рис. 15. Диаграмма перехода состояний в IDEF5

Развитие методик реинжиниринга (BPR Business Process Reengineering) продолжается в США по программе ICE (Information Integration for Concurrent Engineering). Разработаны, но пока (1998 г.) не получили официального статуса от органов стандартизации методики, имеющие индексы IDEF6, 8, 9, 14, разрабатываются методики IDEF7, 10, 12.

IDEF6 (Design Rationale Capture) направлена на получение и представление решений по выбору стратегии проектирования и обоснованию предпринятых шагов. В отличие от других методик IDEF, в которых фиксируются результаты проектирования, в IDEF6 главный упор сделан на пути получения этих результатов и обоснование промежуточных решений. Такой подход особенно важен при разработке сложных систем в недостаточно определенных ситуациях. Фиксация шагов и обоснований помогает при дальнейших модернизациях систем, сохранению и использованию рационального опыта проектирования. Методика упорядочивает обнаружение и устранение неопределенностей, ошибок, неудовлетворенных ограничений. Язык методики включает предложения, связывающие компоненты проекта с пунктами обоснования. Под компо

нентами проекта обычно подразумевают компоненты, отражаемые на диаграммах IDEF0-5, например, стрелки ICOM из IDEF0, сущности, атрибуты, отношения из IDEF1X, объекты, сообщения, события из IDEF4 и т.п. В качестве пунктов обоснования могут фигурировать стандарты, экспериментальные данные, ограничения и т.п.

IDEF8 (Human-System Interaction Design) предназначена для проектирования взаимодействия человека с технической системой. Эта методика не является методикой создания графического пользовательского интерфейса и потому обычно дополняется некоторой системой GUI (GraphicUserInterface). Здесь определяется содержание (на абстрактном уровне) той части работы, которую выполняет человек. Создаваемые сценарии должны удовлетворять ряду оговоренных в методике принципов таких, как уменьшение нагрузки на человека, идентичность средств диалога в разных системах, наличие обратной связи для исправления ошибок, хранение истории диалога, помощь советами по выполнению действий и т.д.

IDEF9 (Business Constraint Discovery) нацелена на выявление разнообразных ограничений (технических, физических, юридических, политических, организационных), которые должны быть учтены при разработке системы, и для анализа их влияния на принимаемые решения в процессе реинжиниринга. Обычно в качестве систем фигурируют сложные информационные системы с ориентацией на экономические и управленческие приложения. Ограничение — это отношение,

которое должно соблюдаться. Ограничения делятся на контексты (группы родственных ограничений). Применение IDEF9 заключается в выполнении нескольких шагов: 1) сбор свидетельств (фактов, указывающих на наличие ограничения); 2) классификация — определение контекстов, объектов, отношений; 3) прогнозирование — выявление ограничений на основе свидетельств; 4) отбор значимых ограничений; 5) определение экспертов для тестирования результатов; 6) детализация и фильтрация ограничений. В методике даны рекомендации по выполнению этих шагов. Предлагается графический язык, элементами которого являются система, блоки ограничений, контексты, линии связи, логические связки OR, AND, XOR (исключающее ИЛИ).

IDEF14 (Network Design) предназначена для проектирования корпоративных вычислительных сетей, их представления на графическом языке с описанием конфигураций, очередей, сетевых компонентов, требований к надежности и т.п. Чаще всего методика применяется для модернизации уже существующих сетей. Поэтому в ней предусматривается разработка моделей как “ASIS”, так и “TOBE”. Проектирование включает в себя определение топологии сети или схемы коммуникаций, реализацию нужного качества обслуживания, анализ функционирования (трафик, дисциплины обслуживания в узлах, протоколы доступа). Модель топологии

дополняется моделями очередей, надежности, материальных затрат. Важную роль играет библиотека методов построения и компонентов сетей. Методика основана на выполнении ряда шагов: установление целей модернизации, исследование существующей сети, определение типов компонентов в ней, построение модели “ASIS”, ее верификация, анализ результатов, корректировка с переходом к “TOBE”. В графическом языке IDEF14 сети и подсети изображаются в виде облаков, топологические связи представляются линиями, для узлов используются специальные иконки, возможны поясняющие надписи, список характеристик размещается в прямоугольниках.

3 Программное обеспечение CASE-систем для концептуального проектирования.

На рынке программных продуктов имеется много CASE-систем для концептуального проектирования АС.

Чаще всего в них поддерживается методология IDEF. В России широко известны программы BPwin, ERwin, OOWin фирмы PlatinumTechnology, Design/IDEF фирмы MetaSoftware, CASE-Аналитик фирмы Эйтэкс, Silverrun фирмы CSA и др.

BPwin (BusinessProcessing) предназначена для разработки функциональных моделей по методике IDEF0.

ERwin предназначена для разработки информационных моделей по методике IDEF1X. Имеются средства, обеспечивающие интерфейс с серверами БД (от пользователя скрыто общение на SQL-языке), перевод графических изображений ER-диаграмм в SQL-формы или в форматы других популярных СУБД. Предусмотрены интерактивные процедуры для связывания дуг IDEF0 с сущностями и атрибутами IDEF1X, т.е. для установления связей между BPwin и ERwin. В систему включены также типичные для CASE средства разработки экранных форм.

OOWin служит для поддержки объектно-ориентированных технологий проектирования информационных систем. Один из способов использования OOWin — детализация объектно-ориентированной модели на базе созданной ER-модели. При преобразовании ER в ОО-представление сущности и атрибуты становятся классами (множествами подобных объектов). Классы могут быть дополнены описанием услуг класса, т.е. выполняемых операций, передаваемых и возвращаемых параметров, событий. Другой способ использования OOWin — реинжиниринг, так как модернизация проводится на уровне существующей модели.

Система Design/IDEF (фирма Meta Software) предназначена для концептуального проектирования сложных систем. С ее помощью разрабатываются спецификации, IDEF0 и IDEF ^-диаграммы, словари данных, проводится документирование и проверяется непротиворечивость проектов. Имеется дополнительная система Design/CPN, позволяющая прово-

дить имитационное моделирование на основе моделей, преобразованных в цветные сети Петри.

Другой известной инструментальной средой моделирования приложений является Designer/2000 фирмы Oracle. Модель приложения может быть сгенерирована по ответам пользователя на вопросы системы. Используются собственные методики Oracle, позволяющие строить диаграммы потоков данных, сущность-отношение, иерархические деревья данных с возможностью их представления в SQL формах и, следовательно, поддерживается связь с любыми СУБД, работающими в ODBC.

Метамодел и стандарты CDIF (CASE Data Interchange Format).

Метамодель — средство, являющееся инвариантным к частным представлениям индивидуальных пользователей, служащее промежуточным звеном в процедурах взаимодействия приложений, характеризующихся своими локальными моделями.

Место метамодели в информационных процессах взаимодействия иллюстрирует рис. 17. Из рисунка ясно, что вместо непосредственного обращения одного приложения к другому, при котором каждое приложение должно иметь конверторы всех других локальных моделей, используется трансляция передаваемой информации на промежуточный язык метамодели, а принимающее приложение переводит метамодельное представление в свой собственный формат. Метамодельный подход имеет ряд преимуществ, например, каждое приложение становится открытым и может развиваться независимо от других, система не имеет ограничений на включение новых приложений.



Рис. 17. Место метамодели в процессах информационного обмена.

Примерами метамodelей могут служить технология ODBC взаимодействия различных СУБД, основанная на языке SQL, графические системы типа GKS, концепция байт-кодов в языке Java и т.п.

В технологиях проектирования АС и реинжиниринга предприятий важное место отводится разработке метамodelей, направленных на взаимную трансформацию функциональных, информационных и структурных моделей. Для этого, в частности, требуется систематизация понятий, фигурирующих в приложениях, и построение словарей соответствия моделей этих типов.

Другое важное назначение метамodelей — интеграция CASE-средств разных производителей. Такая интеграция требуется, например, при недостаточных возможностях каждого из доступных CASE пакетов в отдельности, для доступа в условиях изменения программного и лингвистического обеспечений к информации, разработанной с помощью разных версий CASE-систем и накапливающейся длительное время в архивах.

Целям интеграции CASE-средств разных производителей служат стандарты серии CDIF, разрабатываемые организацией EIA (Electronics Industries Association) и признаваемые Международной организацией стандартизации ISO (International Standard Organization).

Метамodelь в CDIF определяется, как средство, с помощью которого осуществляется правильная интерпретация данных при их передаче из одной CASE-среды в другую. Такая интерпретация требуется при взаимодействии сред, использующих различные формы представления однородной в смысловом отношении информации. Другими словами, метамodelь применяют для передачи и правильной интерпретации данных с одинаковой семантикой, но с разным представлением в частных CASE системах. Например, данные, близкие в семантическом отношении, но различающиеся по представлению, фигурируют в методиках информационного моделирования (datamodeling), моделирования потоков данных (dataflowmodeling), событийного моделирования переходов состояний (stateeventmodeling), объектно-ориентированного анализа и проектирования (objectorientedanalysisanddesign). CDIF-метамodelь осуществляет интерфейс между ними.

Программное обеспечение, поддерживающее CDIF, позволяет представлять данные в желаемой форме (в соответствии с предметной областью). Например, конечно-автоматная модель может быть представлена в форме графа или матрицы перехода состояний, объектно-ориентированная модель — с использованием прямоугольников или произвольно очерченных фигур и т.п. Клиент, поддерживающий CDIF, транслирует форму источника информации в форму, доступную клиенту с сохранением семантики данных.

Очевидно, что для каждой предметной области, характеризуемой своим множеством семантически близких понятий можно построить свою метамodelь. Такие предметные области в стандартах CDIF называют SubjectAreas, для многих предметных областей разработаны свои CDIF-стандарты (метамodelи). Очевидно также, что потребности в метамodelях могут возникать для новых предметных областей, поэтому в CDIF отдельная методика посвящена включению в стандарты новых метамodelей. Имеются также общие для различных предметных областей компоненты метамodelей. Обычно интегрированная метамodelь строится на основе парадигмы сущность-отношение.

Обменный файл в CDIF состоит из трех частей: заголовка (имя, дата, источник, способ кодирования и другие общие атрибуты), метамodelи

(указывается тип используемой метамодели) и собственно передаваемых данных.

Список стандартов CDIF приведен в приложении. Стандарты подразделены на три группы. Первая группа содержит обзор стандартов CDIF и общие правила их расширения.

Вторая группа определяет форматы представления данных, т.е. синтаксис и способы кодирования передаваемых данных.

Третья группа содержит стандарты, ориентированные на представление семантики передаваемых данных. Каждый из стандартов относится к определенной предметной области. Например, есть стандарты или проекты стандартов для таких областей, как объектно-ориентированный анализ и проектирование, моделирование бизнес-процессов, проектирование автоматизированных систем управления, описание потоков данных, данных в реляционных базах данных и др. Кроме того, введены иерархическая структура метамодели и возможности наследования, благодаря выделению наиболее общих частей, справедливых для многих предметных областей, и их представлению в отдельных стандартах.

Таким образом, в метамодели CDIF имеет место отделение семантики от способа представления данных. Правильная передача семантики сочетается с варьированием форм представления данных.