

Л.Н. Лядова

Россия, Пермь, Пермский государственный университет

lnlyadova@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, УПРАВЛЯЕМЫХ МНОГОУРОВНЕВЫМИ МОДЕЛЯМИ

В данной работе представлена CASE-технология METAS создания распределенных динамически адаптируемых информационных систем, основанная на интерпретации многоуровневых моделей, описывающих информационную систему и ее предметную область с различных точек зрения и на разных уровнях абстракции. На основе существующих моделей могут быть разработаны новые модели, расширяющие функциональность системы.

In this paper CASE-technology METAS intended for development of distributed dynamically adaptable information systems is presented. This technology is based on interpretation of the multilevel models describing information system and its domain from the various points of view and at different levels of abstraction. New models expanding functionality of information system can be developed on the basis of existing models.

Адаптируемость (способность приспосабливаться к изменениям среды, окружения) является одним из наиболее важных свойств современных информационных систем (ИС) различного назначения. Это понятие подразумевает такие требования к системам, как способность к развитию, гибкость, расширяемость, интероперабельность и т.п. Такая широкая природа этого понятия делает его не только интересным для теоретических исследований, но и важным для практики создания ИС, гарантирующим эффективность вложений в их разработку и внедрение, эксплуатацию и сопровождение, обеспечивающим «живучесть» ИС.

Адаптация информационных систем – это процесс их настройки на меняющиеся условия эксплуатации и потребности пользователей и бизнес-процессов как при создании новых систем, так и при сопровождении существующих. Этот итеративный процесс можно считать важнейшей частью жизненного цикла ИС. *Адаптируемые* системы включают средства, которые обеспечивают их настройку на новые требования и условия динамически (в ходе эксплуатации), облегчают их сопровождение. *Адаптивные* системы – это системы, которые меняют свое поведение автоматически в соответствии с изменениями, происходящими в их окружении, настраиваются на изменения среды без применения каких-либо средств «ручной» настройки.

Существуют общие подходы к созданию адаптируемых ИС. Максимальная гиб-

кость достигается, если работа системы строится на использовании моделей, которые могут изменяться в процессе функционирования системы, управляющих ее поведением. Модели могут быть описаны на различных уровнях абстракции и платформенной независимости, что обеспечивает максимальную эффективность процесса разработки и возможность динамической трансформации моделей.

Создание адаптируемых систем предполагает использование соответствующих инструментальных средств, поддерживающих предъявляемые к системам требования. Таким образом, можно считать, что свойство адаптируемости является необходимым не только для разрабатываемых систем, но и для применяемых при их разработке инструментальных средств.

В данной работе представлена CASE-технология создания адаптируемых информационных систем, основанная на построении многоуровневых моделей и использовании метаданных, представляющих информационные системы и их окружение с различных точек зрения и на различных уровнях абстракции. Технология METAS разрабатывается в АНО науки и образования «Институт компьютеринга» при участии сотрудников, аспирантов и студентов кафедры математического обеспечения вычислительных систем ПГУ.

Модель системы представляет собой *абстрактное описание* характеристик системы, некоторых аспектов ее поведения, существенных с точки зрения цели моделирования. Это описание задается на некотором *формальном языке*. При разработке ИС нельзя ограничиваться созданием только одной модели, так как учет всех характеристик сложной системы в одной модели приведет к чрезвычайной ее громоздкости. Оптимальный вариант – использовать совокупность нескольких моделей, ориентированных на решение различных задач поддержания жизненного цикла ИС. При этом модели могут образовывать иерархию, в которой описание системы на каком-либо уровне абстракции может опираться на описания других уровней, или же модели могут быть практически независимы друг от друга. Таким образом, при создании ИС, основанной на многоуровневых моделях, вводится понятие *метамодели* (модели, описывающей модель).

Существуют различные определения метамодели. Исходя из того, что модели, создаваемые при разработке ИС, должны быть описаны на каком-либо формальном языке, обеспечивающем их ввод и редактирование, хранение и трансформацию, будем считать, что *метамодель* – это *модель языка моделирования*, применяемого для формализации описания системы. Рассматриваются различные уровни метамodelей. Их можно разделить на *лингвистические метамодели*, описывающие предметно-независимые языки моделирования, и *онтологические метамодели*, которые описывают предметно-зависимые языки моделирования ИС.

Классический вариант метамоделирования при создании ИС представляет четырехуровневая иерархия моделей. Каждый вышестоящий уровень иерархии определяет язык для описания нижестоящего уровня, а на самом низком уровне находятся *данные, описывающие состояние предметной области ИС* (это – *модель состояния*). На более высоком уровне строится *онтологическая метамодель* для уровня модели состояния, которая представляет *модель предметной области*. Следующий уровень определяет *лингвистическую метамодель* – *модель языка моделирования*, с которым работают аналитики, разработчики, CASE-средства, используемые при создании ИС. Самый верхний уровень иерархии определяет *язык, на котором описываются метамодели* уровня языка моделирования.

Число уровней при реализации конкретных систем может изменяться.

Использование при создании ИС предметно-ориентированных языков обеспечивает для разработчиков и пользователей ИС возможность работать в терминах предметной области, для которой разрабатывается ИС, позволяет будущим пользователям принять участие в разработке ИС, ее настройке. Применение этих языков в процессе эксплуатации системы позволяет создать средства адаптации, которые могут применяться не только профессиональными разработчиками, занимающимися сопровождением ИС, но и пользователями системы – специалистами в конкретной предметной области.

Информационные системы и технологии их создания можно разделить на несколько классов в зависимости от количества уровней моделей и способа их использования при разработке.

В *традиционной информационной системе* «внутри» системы (в ее базе данных) находятся только данные, описывающие состояние ее предметной области. Эти данные соответствуют некоторой модели предметной области, которая может быть описана на любом языке (в том числе и на естественном). Модель разрабатывается аналитиками, после чего разработчики реализуют ее при помощи выбранных инструментальных средств создания ИС, СУБД, систем программирования. Изменение модели влечет необходимость не только реструктуризации данных в базе данных (БД), но и переписывания и перекомпиляции приложений системы.

В *традиционных CASE-технологиях* модель предметной области определяется формально и находится «внутри» CASE-системы. Модель описывается в терминах метамодели, которая может быть определена на любом языке и реализуется с помощью CASE-средств. Изменение модели ведет к необходимости реструктуризации данных и изменения кода, сгенерированного CASE-системой. Как и в случае с традиционной информационной системой, метамодель разрабатывается аналитиками, после чего реализуется разработчи-

ками. Изменение метамодели влечет необходимость переписывания и перекомпиляции CASE-средства, реализующего метамодель. Однако такие изменения происходят крайне редко. Современные CASE-средства предоставляют инструменты для создания и редактирования моделей, а также позволяют сгенерировать большую часть кода информационной системы. Полученная на выходе система обычно реализует все необходимые структуры данных, определяемые моделью, обеспечивает доступ к данным в БД и предоставляет стандартный интерфейс пользователя для работы с ними. Программные компоненты, реализующие специфическую для конкретной системы функциональность, дописываются чаще всего «вручную». В случае изменения модели CASE-система позволяет заново сгенерировать код приложений ИС. После повторной генерации обычно требуется ручная доработка кода. Достоинством подхода является то, что существенно экономится время на начальных этапах разработки. Кроме того, поддерживается соответствие между системой и созданной моделью.

Информационные системы, управляемые метаданными, обеспечивают более мощные возможности для динамической адаптации. В данном случае также используются три уровня моделей, однако построенная модель предметной области находится «внутри» информационной системы в процессе ее эксплуатации. Таким образом, программное обеспечение информационной системы выступает в роли *интерпретатора*, а модель – в роли «*управляющей системы*», задающей правила функционирования ИС. Недостатком такого подхода является то, что несколько снижается производительность системы в ходе ее эксплуатации. Кроме того, если отсутствует возможность подключения внешних программных компонентов, расширяющих функциональность системы, то страдает универсальность вследствие невозможности реализации специфических для конкретной системы функций, отражающих бизнес-логику предметной области. Соответственно, метамодель в данном случае должна быть максимально мощной. К достоинствам такой системы следует отнести тот факт, что при изменении модели не требуется повторное кодирование или перекомпиляция – информационная система просто начинает работать в соответствии с новой моделью, что обеспечивает ее динамическую адаптацию на основе средств редактирования модели.

Технология DSM (Domain Specific Modeling) с генерацией кода обеспечивает моделирование в терминах предметной области. В данном случае для решения каждой задачи применяется свой язык моделирования, в котором используются исключительно понятия и отношения из предметной области ИС. Здесь используется уже мета-метамодель, которая реализуется Мета-CASE-средством. При помощи этого средства описывается метамодель, которая определяет предметно-зависимый язык моделирования. На основе этой мо-

дели генерируется CASE-средство, при помощи которого описывается модель предметной области и генерируется информационная система. Мета-CASE- и CASE-средства могут быть объединены в одну CASE-систему.

Использование предметно-зависимого языка (Domain Specific Language, DSL) позволяет существенно упростить процесс создания моделей предметной области, в котором могут принимать активное участие эксперты – специалисты в данной предметной области. Прочие преимущества и недостатки, связанные с генерацией кода, совпадают с соответствующими характеристиками традиционной CASE-технологии.

Технология DSM с интерпретацией метаданных обеспечивает максимальные возможности адаптации. Данный вариант является комбинацией двух предыдущих. Мета-модель, модель и данные ИС находятся «внутри» информационной системы. В этом случае CASE-средства позволяют создать модели и интерпретировать их в ходе эксплуатации системы (для этого разрабатываются специальные run-time компоненты).

Интерпретация сразу двух уровней метамodelей приводит к ощутимой потере производительности, однако при достаточной выразительности мета-метамodelи получается чрезвычайно гибкая система. Этот подход реализуется в представленной в данной работе CASE-технологии METAS.

CASE-технология METAS (METAdata System) – это основа для создания динамически настраиваемых информационных систем, управляемых многоуровневыми моделями. Ключевым моментом технологии является использование *многоуровневых взаимосвязанных метаданных*, описывающих информационную систему и ее окружение с различных точек зрения и на разных уровнях детализации. Метаданные строятся в процессе создания моделей ИС и сохраняются в специальной базе метаданных (БМД) с помощью CASE-инструментария, доступного не только в процессе разработки, но и при эксплуатации системы. Динамическая настройка основывается на использовании того же инструментария для внесения изменений в модели системы в ходе ее эксплуатации. Функционирование ИС осуществляется через интерпретацию моделей.

Метаданные в БМД представляют следующие *базовые модели* ИС:

– *Физическая модель* (Physical Model) описывает представление данных об объектах ИС в БД (таблицы БД и связи между ними и пр.). Модель автоматически генерируется с помощью средств реструктуризации по созданному на логическом уровне описанию. Физическая модель служит основой для реализации логической модели.

– *Логическая модель* (Logical Model) описывает сущности предметной области, для которой создается ИС, их поведение (через операции) и связи между ними, а также

общие операции ИС. Данная модель основывается на нотациях языка UML и позволяет пользователям системы работать в терминах предметной области.

– *Презентационная модель* (Presentation Model) – метаданные, описывающие визуальный интерфейс пользователя при работе с объектами ИС. Эта модель генерируется автоматически на основе логической модели и допускает динамическую настройку в соответствии с потребностями пользователей.

Набор характеристик, отражаемых в моделях, может быть динамически расширен. База метаданных может также расширяться путем добавления новых моделей, описывающих новые стороны и свойства ИС или существующие, но с новых точек зрения.

В систему включены следующие модели, опирающиеся на перечисленные выше:

– *модель репортинга* (Reporting Model), описывающая запросы, первичные документы и отчеты, формируемые в ходе выполнения бизнес-операций и бизнес-процессов, используемые для анализа данных;

– *модель бизнес-процессов* (Business-process Model), описывающая бизнес-операции и бизнес-процессы, поддерживаемые ИС;

– *Web-модель*, которая обеспечивает доступ к ресурсам ИС для удаленных пользователей через Web-интерфейс.

Модель безопасности (Security Model) позволяет контролировать полномочия пользователей, их права на выполнение операций над объектами ИС или на доступ к моделям метаданных. Подсистема защиты работает с собственной БД.

CASE-система позволяет разрабатывать предметно-ориентированные языки, отражающие специфику конкретных предметных областей. Процесс создания ИС начинается с анализа предметной области и разработки соответствующих языков, с помощью которых создаются модели ИС, используемые для решения различных задач в ней.

CASE-инструментарий позволяет описывать объекты и бизнес-процессы ИС, строить запросы и отчеты в терминах предметной области, настраивать стандартно сгенерированные формы ввода и отображения данных, размещенных в БД системы, а также экспортировать и импортировать модели и данные динамически. Стандартная бизнес-логика может быть расширена путем определения новых типов данных и операций, специфичных для конкретной ИС, подключения программных компонентов сторонних разработчиков. Обеспечивается адаптация ИС без перепрограммирования ее компонентов и без участия разработчиков.

Средства интеграции подсистем распределенной ИС реализованы как отдельное приложение на основе технологии BizTalk Server.