

МНОГОУРОВНЕВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривается научно обоснованный комплексный подход и средства его реализации, обеспечивающие разработку и ведение интегрированной распределенной базы данных на основе построения многоуровневой информационной модели газотранспортной системы. Практическое использование данной модели позволяет реализовать общесистемную концепцию единого информационного пространства, положенную в основу информационной интеграции при построении интегрированной автоматизированной системы управления газотранспортной сетью Украины.

1. Введение

Основным стратегическим направлением повышения эффективности работы сложной и разветвленной газотранспортной системы (ГТС) Украины является комплексная автоматизация всех технологических и организационно-экономических объектов на основе разработки интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) государственной компании «Укртрансгаз».

В качестве базового макроструктурного принципа объединения компонентов в интегрированную АСУ была принята информационная интеграция, реализуемая на основе создания и ведения интегрированной распределенной базы данных (ИРБД).

Создание методологических основ проектирования и реализации ИРБД как базового интеграционного звена ИАСУ «Укртрансгаз» является важной и актуальной проблемой общегосударственного уровня, эффективное решение которой имеет большое значение в научно-практических исследованиях и разработках по направлению «Комплексная автоматизация ГТС Украины».

В работе [1] сформулированы основные положения, определяющие концептуальные основы для создания и развития ИРБД как основного компонента ИАСУ ГТС.

2. Основные положения комплексной методологии проектирования ядра ИРБД

В настоящей работе определяются основные положения, лежащие в основе комплексной «сквозной» методологии проектирования и реализации структурно-инвариантного объектно-ориентированного ядра ИРБД.

Информационная модель (ИМ) ГТС допускает некоторое число взаимосвязанных уровней модельного представления, каждый из которых адекватно отображает некоторый аспект информационного обеспечения проектируемой системы.

При построении единой ИМ ГТС предлагается использовать три базовых уровня формализованного представления:

- концептуальная модель предметной области (ПрО);
- логическая модель данных;
- физическая модель данных.

Многоуровневая ИМ ГТС служит основой для разработки системной архитектуры ИРБД ИАСУ ГТС. Разработанная и внедренная в рамках пилотного проекта ИАСУ компании «Укртрансгаз» ИРБД ГТС имеет следующие особенности:

- в составе ИРБД выделяется структурно-инвариантное ядро, содержащее общие классификационные, нормативные, технологические, организационные и системные данные, единые для всех баз данных (БД) ИАСУ;
- в едином интегрированном виде представляются метаданные и фактографические данные;

– ядро ИРБД ориентировано на реализацию объектно-ориентированного подхода в среде клиент-серверной реляционной системы управления базой данных.

Основной задачей концептуального моделирования является получение формального (независимого от СУБД) описания ПрО, которая должна быть адекватно представлена и поддерживаться в актуальном состоянии в виде текущего наполнения ядра ИРБД. При этом методология проектирования, а также поддерживающие ее автоматизированная технология и совокупность инструментальных CASE-средств должны поддерживать как получение от пользователей знаний о свойствах ПрО, так и отображение этих упорядоченных и организованных знаний в набор предварительных семантических описаний, составляющих собственно концептуальную ИМ (ИМ_к) ПрО.

На практике уровень концептуальной модели ПрО часто отсутствует, что в конечном итоге может привести к значительным ошибкам в проектировании структур БД [1].

Логическая ИМ (ИМ_л) и физическая ИМ (ИМ_ф) моделируют конкретные сущности ПрО, которые охватываются понятиями, введенными в рамках ИМ_к. В данном случае это означает, что БД, реализованная на основе ИМ_ф, моделирует состояния ПрО, а ее концептуальное представление задает статические и динамические ограничения на состояния ПрО, которые могут рассматриваться как некоторые аксиоматические высказывания о ПрО.

3. Методология интеграции концептуального, логического и физического моделирования ГТС

Способ представления информационных потребностей пользователей отделяется от языка определения данных, представляемого моделью данных конкретной промышленной СУБД, а данные отделены от содержащейся в БД метаинформации (знаний). Такой подход целесообразен потому, что количество сущностей ПрО намного превосходит число понятий, необходимых для описания их семантики, в связи с чем требуются специализированные средства СУБД для ведения большого числа однородно форматированных данных.

Важнейшую роль в рассматриваемом варианте концептуального моделирования играет классификация. Ее системообразующее значение определяется тем, что она задает на множестве выявленных базовых понятий единую однородную структуру (семантическую сеть), которая носит глобальный нормативный характер в рамках рассматриваемой ПрО. Классификация играет фундаментальную роль как логическое средство целостного описания ПрО и предшествует этапу определения более частных отношений между понятиями ПрО, которые должны быть выявлены при решении конкретных прикладных задач. Она представляет системным аналитикам и разработчикам функциональных комплексов задач (ФКЗ) автоматизированной системы множество инвариантных для данной ПрО базовых понятий, которые в дальнейшем выполняют роль естественных координат для описания ФКЗ.

Выделенное в определенный момент дискретного времени множество понятий, сущностей и ситуаций ПрО будем называть ее состоянием. Если понятия отличаются между собой посредством свойств, то состояние фрагмента ПрО можно задавать, если известны значения свойств всех понятий, используемых для его описания. В этом случае ПрО можно рассматривать как динамическую систему, поведение которой зависит от изменения ее состояний. Любое изменение состояния, которое происходит мгновенно и не имеет протяженности во времени, будем связывать с понятием события в ПрО. Определим предикат, характеризующий возможность наступления события, и назовем его предусловием события. Предикат, который описывает результат завершения события, назовем постусловием события. Использование данных предикатов позволяет обеспечить потенциальную возможность отдельного представления статических элементов и динамических процессов в ПрО.

Совокупность взаимосвязанных понятий будем именовать семантической сетью понятий (ССП). ССП предназначены для представления знаний о ПрО в упорядоченной структурированной форме в виде ориентированного графа, вершинами которого являются понятия, а ребрами – отношения между ними.

Связь между понятиями ССП выражает простейший факт, относящийся к двум понятиям. Взаимосвязь группы понятий определим в виде подграфа ССП и назовем, по аналогии с естественно-языковым предложением, ситуацией. Ситуацию будем считать элементарной логически законченной структурой и использовать как основную категорию для описания ПрО.

Наиболее полно концептуальная процедурно-семантическая модель ПрО представляется в виде множества понятий, отношений между ними, событий, состояний, ситуаций и спецификаций унифицированных процедур, в формализованном виде описывающих допустимые типичные операции над базовыми структурными компонентами модели.

На уровнях логического и физического представления единая ИМ описывает соответствующую структуру ИРБД ИАСУ ГТС.

Переход от концептуального уровня представления $ИМ_K$ к логическому $ИМ_L$, а затем и к физическому $ИМ_F$ обеспечивается командой системных аналитиков (интеграторов) посредством преобразования выбранного множества элементов $ИМ_K$ последовательно сначала в логическую, а затем в физическую схему БД. При этом процедурные спецификации $ИМ_K$ служат основой для программирования, отладки и тестирования набора хранимых процедур в среде конкретной клиент-серверной промышленной СУБД.

4. Технология реализации структурно-инвариантного объектно-ориентированного ядра ИРБД

Инвариантной основой ИРБД является адаптивное объектно-ориентированное ядро, которое единообразно по структуре и содержанию для всех БД объектов автоматизации и содержит совместно (в едином интегрированном виде) метаданные и фактографические данные.

Область метаданных является реализацией в реляционной БД семантической сети, фреймов и их процедурной поддержки, определенных ранее на концептуальном уровне моделирования.

Метаданные представляют собой описание классов объектов, различных иерархий функционального группирования классов, формируемых разработчиком и расширяемых по мере надобности. К метаданным относится и информация о конечных пользователях системы, их привилегиях и правах доступа к данным ИРБД, а также информация о реализуемых функциях системы, разработанных приложениях и их разработчиках. Метаданные вносятся в ИРБД на этапе разработки или развития системы.

Фактографические данные описывают конкретные статические или динамические характеристики элементов объекта автоматизации либо представляют собой нормативно-справочную информацию, необходимую для единообразного представления нормативных характеристик объекта. Фактографические данные вносятся в ядро ИРБД как на этапе разработки, так и на этапе эксплуатации системы.

Понятие класса объектов является центральным, на основе которого строится вся система знаний об объекте автоматизации. Класс объекта является базовым унифицированным информационным шаблоном, в котором представлен набор общих свойств, а также данные о типовой внутренней структуре конкретных сущностей (экземпляров объектов), относящихся к данному классу. Метаинформация структурно-категорного типа, представленная в классе, определяет общие особенности подмножества его экземпляров и правила построения отношений между ними, а также связей между экземплярами одного либо разных классов.

Среди классов выделены следующие типы:

– понятия – группы понятий, представляющих собой категории, используемые для терминологической характеристики объектов других классов;

– технологические объекты – это классы, объединяющие технологические объекты, не являющиеся маркированными заводскими изделиями (участки трубопровода, крановые площадки и т.д.);

– технологические объекты-изделия – классы технологических объектов, являющихся маркированными заводскими изделиями (краны, приводы газоперекачивающих агрегатов, нагнетатели и т.д.);

– изделия широкого применения – это классы объектов – заводских изделий, которые могут применяться в составе различных технологических объектов и иметь при этом разную функциональную нагрузку (электродвигатели, трансформаторы, электрические переключатели и т.д.);

– комплектующие детали изделия – это классы объектов, являющихся заводскими изделиями, входящими в состав технологических объектов другого класса;

– расходные материалы – это классы объектов-материалов, измеряемых не поштучно, а в метрах, килограммах и т.п. (горюче-смазочные материалы, кабель и т.д.);

– информационные объекты – это классы объектов, представляющих собой разновидности выходных документов, входных форм, сообщений и т.д., используемых, например, для настройки типовых программ на конкретные функции.

Разработчик может определить в виде дерева иерархическое группирование классов объектов, которые будут использованы в его приложениях, по какому-либо признаку (например, функциональному). Вершины дерева представляют собой группы классов и классы объектов (конечные вершины), а ветви – отношения вида «подтип». Корневой вершине такого дерева присваивается наименование всего иерархического группирования. Иерархическое дерево классов может использоваться, например, для упрощения задания условий фильтрации или поиска данных.

Для каждого класса определен расширяемый набор свойств и типовых состояний объектов класса, а также множество допустимых отношений объектов этого класса с его объектами либо с объектами других классов.

По видам свойства классов делятся на нормативные, статические и динамические. Нормативные свойства определяются для промышленных изделий и представляют собой номинальные характеристики всех экземпляров объектов данного типа (марки). Статические свойства представляют неизменяемые во времени или редко изменяемые характеристики экземпляра объекта, такие, например, как место расположения крана на трубопроводе. Динамические свойства отражают режимные характеристики экземпляра объекта, изменяющиеся во времени, например, выходной ток катодной установки.

Значения нормативных свойств класса задаются для каждой марки промышленного изделия, относящейся к этому же классу. Значения статических свойств задаются для каждого экземпляра объекта отдельно. Значения динамических свойств задаются для каждого экземпляра объекта и имеют связь с описанием его состояния, в которое они были зарегистрированы, в результате перехода объекта.

Между объектами как разных классов, так одного и того же класса могут возникать отношения различных видов. Чтобы установить такие отношения, в ядро ИРБД должна быть внесена информация о нормативных (допустимых) отношениях между классами, в том числе и об отношениях внутри класса. Выделены следующие виды отношений:

– «входит в состав целого» – используется для отражения состава технологических и организационных объектов, например, технологический объект «Компрессорная станция» состоит из цехов;

– «производный» – используется для описания динамики преобразования одних объектов в другие;

– «организационно подчиняется» – отражает структуру организационного (административного) подчинения организационных объектов, например, управление магистральных газопроводов (УМГ) «Киевтрансгаз» организационно подчиняется ДК «Укртрансгаз»;

– «функционально подчиняется» – используется для организационных объектов и отражает структуру их функционального подчинения, т.е. описывает связь с другим организационным объектом, который планирует, организует и контролирует выполнение функций данным объектом, например, объект «линейно-эксплуатационная служба линейного производственного управления (ЛПУ)» организационно подчиняется главному инженеру ЛПУ, а функционально – отделу эксплуатации магистрального газопровода и газораспределительных станций УМГ.

Для классов допустимы отношения наследования (для объектов они не задаются). Такое отношение устанавливается в случае, если возникает необходимость разделить уже существующий класс на два или более класса в связи с тем, что появляются новые свойства, которые присущи только определенному подмножеству объектов данного класса. В этом случае уже существующий класс (родительский) становится абстрактным с сохранением у него общих для всех объектов свойств, а новыми свойствами, присущими только части объектов класса, наделяется новый класс.

5. Выводы

Изложенные в настоящей работе результаты научно-практических исследований и разработок были апробированы и внедрены в промышленную эксплуатацию на трех предприятиях компании «Укртрансгаз», расположенных на разных уровнях иерархии управления. В настоящее время весьма важной и актуальной проблемой, которая требует проведения дополнительных исследований, является разработка комплексной технологии (методики) адаптивной синхронизации данных в территориально распределенных информационных узлах ИРБД ИАСУ.

Список литературы: 1. *Концепция* создания многоуровневой единой информационной системы оперативно-диспетчерского управления магистральными газопроводами Украины (2 редакция). Харьков: НИПИАСУтрансгаз, 1996. 110 с. 2. *Гуков Л.И., Ломако Е.И., Морозова А.В.* и др. Макетирование, проектирование и реализация диалоговых информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1993. 320 с. 3. *Уэно Х., Исидзука М.* Представление и использование знаний. М.: Мир, 1989. 220 с.

Поступила в редколлегию 25.06.2003

Борисенко Виктор Петрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий Центром повышения квалификации специалистов НИПИАСУтрансгаз. Научные интересы: теория, методология и CASE-технологии разработки корпоративных информационно-управляющих систем. Адрес: Украина, 61004, Харьков, ул. Маршала Конева, 16, тел. 20-57-70.
