



МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ

БОЖИНСКИЙ И.А.

Интеграция информационных ресурсов на уровне единого информационного пространства (ЕИП) – стратегическое направление в области управления информацией. Показывается, что современное состояние интеграционных технологий, моделей и методов решения поставленной проблемы в настоящее время не позволяет эффективно решать множество практических задач из-за функциональной ограниченности существующих подходов.

Ключевые слова: информационная система, интеграция данных, модель данных, предметная область, формальные системы.

Введение

Разработка и внедрение независимых систем автоматизации деятельности организации приводят к несогласованности и семантической неоднородности данных в различных подсистемах. Для эффективного управления современной организацией требуется интегрированная информационная система (ИС), позволяющая работать со всем объемом накопленной в организации информации.

Задачу интеграции корпоративных приложений (Enterprise Application Integration – EAI) можно разделить на два класса: интеграция данных и интеграция приложений. Интеграция на уровне данных является предпочтительным способом построения ИС, она не достаточна в тех случаях, когда логика приложения неотделима от самих данных. Примером такого подхода является система управления предприятием R/3 производства фирмы SAP, которая использует базу данных как хранилище «двоичных» объектов в собственном формате. Поскольку в этом случае точная структура и содержимое таблиц неизвестны, то интеграция на уровне системы управления базами данных (СУБД), даже в режиме «только чтение», невозможна.

Архитектура интегрирующей среды должна поддерживать такие модели интеграции, при которых зависимость между подсистемами минимальна. В данном случае под зависимостью понимается не только необходимость использования для интеграции структур

данных и технических решений, присущих какой-либо конкретной подсистеме, но и сам факт их существования (подсистема может получать необходимую информацию, не зная ее источника).

Следует отметить, что выбор того или иного метода интеграции существенно зависит от специфики интегрируемых приложений и доступных технических ресурсов. Основными моделями интеграции являются: передача сообщений, физическая интеграция данных (хранилища данных, репликация данных), логическая интеграция данных, мониторы транзакций и серверы приложений, автоматизация производственных бизнес-процессов.

Выбор того или иного сценария интеграции, помимо функциональных требований прикладной системы, зависит от таких факторов: качество и актуальность данных, доступность исходного кода прикладных подсистем, качество технической документации, интенсивность работы с подсистемой, особенности сетевого доступа и другие технические характеристики.

Целью исследования является разработка методов и моделей интеграции распределенных баз данных.

Концепции построения единого информационного пространства

К настоящему времени вследствие ускоренного развития информационных технологий (ИТ) уже накоплены и продолжают расти значительные объемы данных, манипулирование которыми в силу гетерогенного характера и, зачастую, слабой структурированности, представляет собой существенную проблему. В условиях общественно-экономической глобализации, а также роста зависимости уровня развития общества от степени совершенства ИТ для адекватного функционирования информационных систем и комплексов требуется разработка принципиально новых концептуально-методологических подходов к их проектированию и реализации.

В этой связи создание концептуально-методологических основ, математических моделей и программных средств, интегрирующих поддержку ИС на всем протяжении их жизненного цикла, непосредственно связано с производственно-экономической эффективностью современных информационно-программных комплексов. Изложенные обстоятельства приводят к необходимости построения комплексной концепции интегрированного проектирования, реализации и сопровождения ИС, с динамическим обеспечением целостности и оперативной реакции ИС в гетерогенной среде вычислений [3].

Основные принципы формирования и применения метаданных как средства определения семантики изложены в ряде работ [4-6]. В частности, схема Захмана для организации метаданных предусматривает формирование их состава по определенным принципам, таким как: субъект данных, временные показа-

тели, местонахождение и применение данных, назначение данных и способ их использования.

Под информационным пространством будем понимать совокупность баз данных (БД), технологий их сопровождения и поддержки, телекоммуникационных систем, обеспечивающих взаимодействие локальных ИС и удовлетворение их информационных потребностей.

Доступ к такой информации усложнен в связи с различиями в способах ее хранения, вплоть до того, что каждая база данных Oracle, электронная таблица Excel или Web-сайт требуют специальных программ для извлечения данных. Таким образом, «границы» между источниками данных не только сдерживают использование информации для анализа, но и увеличивают расходы, связанные с процессом создания запросов и транзакций, пересекающих эти «границы».

Объединение данных становится высшим приоритетом для ИТ менеджеров компании, так как процесс принятия решений продолжает требовать доступ ко все большему объему новых данных. Большинство этих данных поступает в неудобной и слабо структурированной форме: начиная с огромного количества страниц Excel, заканчивая отчетами в файлах формата PDF и Web-страницах. Количество информации, которую необходимо собрать, растет постоянно, так как новые аспекты для анализа и новые данные о поступлениях на рынок в некоторых отраслях появляются каждую минуту.

Объединение ресурсов на основе информационно-коммуникационного взаимодействия информационных систем выводит их на уровень корпоративных информационных ресурсов, получивших название – Единое Информационное Пространство (ЕИП). Реализация ЕИП масштаба региона, корпорации, предприятия возможна при создании и последующем соблюдении стандарта на взаимодействие между собой как информационных систем, так и отдельных приложений.

ЕИП включает в себя понятие единого пространства данных (ЕПД), которое реализует технологию доступа к удаленным БД, при этом ИС выступают в роли клиента и сервера, взаимодействуя друг с другом по сценарию.

В отличие от рассмотренных технологий взаимосвязи компонент ИС, в концепции ЕИП предусматривается, что в роли информационных ресурсов ИС выступают не только данные, но и различные приложения. Тогда в каждой из ИС часть методов обработки данных реализуется в виде модулей в приложении, доступных из других ИС. Например, при взаимодействии двух ИС первая пользуется сервисами, предоставляемыми второй, и как результат получает уже обработанные данные, которые могут быть подвергнуты дальнейшей обработке компонентами первой ИС. Такой подход соответствует распределенной, одноранговой

архитектуре взаимодействия ИС. Согласно этой архитектуре, любые приложения из различных ИС могут выступать как в роли клиента, так и в роли сервера по отношению друг к другу, совместно решая те или иные задачи. Такой подход минимизирует дублирование приложений. Распределение приложений по различным информационным системам позволяет добиться оптимального баланса загрузки приложений и аппаратных средств и, следовательно, приводит к эффективному использованию информационных ресурсов систем в целом. При этом необходимость знания схемы БД необходимо только тому приложению, которое обрабатывает данные из этой БД [7].

Методологические основы интеграции данных

Одной из компонент любой ИС является система БД. Технология БД относится к числу основных компьютерных технологий и представляет собой совокупность методов и средств определения и манипулирования интегрированными в базу данными [8]. Важной целью применения технологии БД является создание разделяемого между функционально связанными приложениями информационного ресурса с обеспечением независимости внешнего, логического представления БД от способов ее внутренней, физической организации. Для достижения поставленной цели технология БД использует соответствующий набор технологических инструментов.

Современное представление технологии БД определяется тем, что в ее основу положено применение реляционной модели данных (РМД), базирующейся на строгом аппарате реляционной алгебры и математической логики. Технологические операции определения и манипулирования БД выполняются с использованием систем реляционного исчисления. Реляционный подход в целом рассматривается в качестве идеологии создания баз данных и баз знаний [9].

С одной стороны, широкое применение РМД позволило разрешить одну из серьезных проблем достижения модельной однородности БД, создаваемых в средах различных СУБД, поскольку практически все современные СУБД используют модели, приводимые к реляционной. С другой стороны, опора на реляционную модель существенно ограничивает возможности определения данных в БД и тем самым предопределяет соответствующие границы применения всей технологии БД.

Такой подход, безусловно, оправдан при проектировании БД в тех случаях, когда администратор БД владеет схемой соответствия множества данных в РМД множеству данных о реальном мире. С другой стороны, интеграционные тенденции, характерные для современного этапа развития компьютеризированных технологий, формируют проблему построения интегрированных распределенных баз данных (ИРБД), для которых обеспечение схемной однородности на основе РМД в силу целого ряда причин оказывается недостаточным. Это означает, что при определении и построении ИРБД реляционный подход должен при-

меняться с учетом классической схемы проектирования БД, согласно которой необходимо знать, каким образом был выполнен полный цикл этапов моделирования заданной предметной областью (ПрО) в виде реляционных схем, интегрируемых БД. Очевидно, что расширение границ применения реляционного подхода при этом позволит рассматривать схемы БД с учетом возможности их будущей интеграции в ИРБД.

В процессе разработки и эксплуатации ИС часто возникает необходимость интеграции данных из различных источников. Сценарии интеграции могут быть разными, но можно выделить такие типичные задачи:

- согласование метамоделей;
- интерпретация моделей данных;
- сопоставление классификаторов, справочников и доменов;
- объединение информации.

Если согласование метамоделей в настоящее время, как правило, не вызывает принципиальных трудностей (используются реляционные), то решению остальных задач зачастую препятствуют такие проблемы, как:

- концептуальные отличия моделей данных, используемых в разных источниках в пределах одной ПрО;
- частично или полностью перекрывающиеся по области применения, но плохо совместимые классификаторы, справочники и домены.

Интеграцию с точки зрения программной поддержки можно разделить на три вида:

- процедурный;
- декларативный;
- смешанный, или процедурно-декларативный.

Процедурный подход предполагает жесткое кодирование процедур интеграции, основанное на конкретных моделях данных. Среди достоинств такого подхода можно выделить отсутствие ограничений по применению к БД различных структур и моделей.

Основные недостатки подхода можно сформулировать в следующем виде:

- для каждого сочетания источников данных необходимо реализовать собственный программный модуль интеграции, реализующий полный цикл операций;
- сложность сопровождения;
- недостаточная гибкость;
- неустойчивость программной базы к изменению модели данных.

Процедурный подход интеграции целесообразно использовать, если задачи интерпретации являются эпизодическими, непредсказуемыми и повторное применение не планируется.

Декларативный подход соотносит модели данных между собой на уровне описания, обрабатываемого стандартным модулем объединения, не зависящим от моделей данных

Преимущества такого подхода определяются следующими пунктами:

- максимальная универсальность;
- устойчивость к изменению модели данных;
- минимальные средние накладные расходы на каждый источник данных.

Недостатком является ограниченная область применимости, так как требуется использование соответствующей универсальной метамоделю во всех источниках данных.

Использование декларативного подхода эффективно, если есть возможность предусмотреть необходимость интеграции данных на этапе проектирования их источников.

Смешанный подход использует процедурный метод для интерпретации данных каждого из источников в целях перевода данных в универсальную метамоделю более высокого уровня, в которой модели данных описываются однообразно.

Кроме программной поддержки интегрированных систем необходимо рассматривать организацию доступа к данным с позиции их размещения в файлах БД. Наиболее распространёнными методами являются:

- консолидация данных;
- распределение;
- федерализация.

Консолидация данных

При использовании метода консолидации данные собираются из нескольких исходных БД и интегрируются в одно постоянное место хранения. При этом обычно существует некоторая задержка между моментом обновления информации в исходных БД и временем, когда данные изменения появляются в конечном месте хранения.

Конечные места хранения, содержащие данные с большими временами отставания, создаются с помощью пакетных приложений интеграции, которые извлекают данные из исходных БД с определенными, заранее заданными интервалами. Такой подход использует запросы к данным, которые получают периодические “мгновенные снимки” первичных данных. Хотя подобные запросы получают текущие данные, они не отражают тех изменений, которые произошли между двумя последовательными запросами.

Преимуществом консолидации данных является то, что этот подход позволяет осуществлять трансформацию значительных объемов данных в процессе их передачи от исходных БД к конечному месту хранения. При этом сложности, связанные с данным подхо-

дом, - это значительные вычислительные ресурсы, которые требуются для поддержки процесса консолидации данных, а также существенные ресурсы памяти, необходимые для поддержки конечного места хранения.

Обобщая, можно отметить, что консолидация данных – это основной подход, который используется приложениями для построения и поддержки оперативных складов данных и корпоративных хранилищ. В среде хранилищ данных одной из самых распространенных технологий поддержки консолидации является ETL (извлечения, преобразования и загрузки - extract, transform, and load). Еще одна распространенная технология консолидации данных - управление содержанием корпорации ECM (enterprise content management). Большинство решений ECM направлены на консолидацию и управление неструктурированными данными, такими как документы, отчеты и Web-страницы.

Недостатками такого подхода являются задержка производительности и ограничение пропускной способности. При этом необходимо обеспечивать баланс между удовлетворением незапланированных запросов и поддержкой постоянно меняющихся справочных данных. Нужно, чтобы система обладала достаточно мощными вычислительными ресурсами для обслуживания всех этих потребностей. И, наконец, крупные монолитные системы требуют специальной настройки. Это непростая задача, особенно когда непрерывно поступают запросы, зачастую конфликтующие друг с другом.

Распределение данных

Метод распределения данных осуществляет их копирование из одного места в другое. Этот подход обычно применяют в оперативном режиме и производят перемещение данных к местам назначения, т.е. зависит от определенных событий. Обновления в исходной БД могут передаваться в конечную БД синхронно или асинхронно. Синхронная передача требует, чтобы обновления в обеих БД происходили во время одной и той же физической транзакции. Независимо от используемого типа синхронизации, метод распространения гарантирует доставку данных в систему назначения. Большинство технологий синхронного распространения данных поддерживают двусторонний обмен данными между первичными и конечными системами. Технологиями, поддерживающими распределение данных, являются интеграция корпоративных приложений EAI (Enterprise application integration) и тиражирование корпоративных данных EDR (Enterprise data replication).

Основным преимуществом метода распределения данных является то, что он может быть использован для перемещения данных в режиме реального времени или близком к нему. Также среди достоинств можно выделить двустороннее распространение данных. Этот метод может использоваться для уравнивания рабочей нагрузки, создания резервных ко-

пий и восстановления данных, в том числе и в случае чрезвычайных ситуаций.

Федерализация данных

Федерализация данных обеспечивает единую виртуальную картину одного или нескольких исходных файлов данных. Если бизнес-приложение генерирует запрос к этой виртуальной картине, то процессор федерализации данных извлекает их из соответствующих исходных БД, интегрирует их таким образом, чтобы они отвечали виртуальной картине и требованиям запроса, и отправляет результаты бизнес-приложению, от которого пришел запрос. Все необходимые преобразования данных осуществляются при их извлечении из исходных файлов.

Один из ключевых элементов федеративной системы – это метаданные, которые используются процессором федерализации данных для доступа к исходным данным. В некоторых случаях эти метаданные могут состоять исключительно из определений виртуальной картины, которые ставятся в соответствие исходным файлам. В других решениях метаданные также могут содержать детальную информацию о количестве данных, находящихся в первичных системах, а также о путях доступа к ним. Такая расширенная информация может помочь федеративному решению оптимизировать доступ к исходным системам. Некоторые федеративные решения могут обеспечивать дополнительные метаданные, которые отражают семантические связи между элементами данных в исходных системах.

Основное преимущество федеративного подхода – это доступ к текущим данным, который избавляет от необходимости консолидировать исходные данные в новом складе данных. Следует отметить, что федерализация данных не очень хорошо подходит для их извлечения и согласования, где существуют серьезные проблемы с качеством данных в исходных системах.

Федерализацию данных можно использовать в тех случаях, когда стоимость их консолидации перевешивает преимущества, которые она предоставляет. Также такой подход полезен в тех случаях, когда политика безопасности и лицензионные ограничения запрещают копирование данных исходных систем.

Федеративная архитектура очень полезна для крупных транснациональных корпораций и является удобным подходом для поддержания баланса между необходимостью автономии местных подразделений компании и их гибкости, с одной стороны, и стандартизации и централизованного контроля, которые осуществляет центральная система, – с другой. При этом под федеративным хранилищем можно иметь в виду как единое физическое федеративное хранилище, так и федерацию более мелких специализированных хранилищ данных.

Если некоторая локальная система выходит из корпорации, то не приходится доставать соответствующую информацию из единого корпоративного хранилища, а можно достаточно легко извлечь нужные данные или просто передать содержимое локального хранилища. Поддержка единого хранилища данных не является невыполнимой задачей, использование федерализации позволяет «разделить риски» благодаря тому, что исчезает зависимость от одной технической платформы.

Хранилища данных

Сегодня БД и хранилища данных многими авторами рассматриваются как структурные или информационные, а также алгоритмические модели соответствующей ПрО. Успех построения моделей ПрО в ИС существенным образом зависит от того, насколько каждая из этих моделей удовлетворяет требованиям адекватности. Модель может быть адекватной на структурном и информационном уровнях, но не удовлетворять требованиям адекватности в качестве алгоритмической модели. Как правило, авторами не рассматривается адекватность моделей ПрО по всем классам моделирования совместно. Во всех роботах по этой теме приводится только содержательный вид модели ПрО.

Кроме того, отсутствие целостной теории оценивания степени адекватности моделей обусловило необходимость развития приближенных и последовательно уточняющих формализаций понятий «предметная область» и «информационный объект». Невысокий уровень оценки степени адекватности БД и хранилищ данных объясняется следующими причинами:

- рассматриваемая ПрО на содержательном уровне описывается на естественном языке;
- неоднозначность интерпретации высказываний естественного языка приводит к разному восприятию содержательного представления даже специалистами в данной области;
- как следствие, это приводит к ошибочному восприятию представления о структуре БД, которая формируется в результате общения со специалистами в данной ПрО.

Методы отображения логической структуры предметной области в базу данных

На сегодняшний день разработанные методы и алгоритмы отображения логической структуры ПрО в БД, а также теория описания и манипулирование информационными объектами ПрО не имеют стандартизированной реализации. БД представляет собой, по одним утверждениям, информационную модель, по другим утверждениям – структурную модель. Построение теории таких классов моделей является достаточно сложной математической задачей. Исследование в области онтологического подхода к построению моделей интеграции позволяет сделать вывод о необходимости использования двух уровней моделирова-

ния: концептуального и моделирования хранилищ данных в целом.

Из сказанного выше следует, что модель ПрО является важным компонентом ИС. Разработка конструктивных методов построения ИС существенным образом зависит от выбора математического аппарата описания ПрО. В свою очередь развитие формальной теории описания ПрО существенно зависит от способов их содержательного представления.

При анализе методов построения теории БД и хранилищ данных рассмотрим два подхода, оба они имеют логический характер, но при этом принципиально отличаются один от другого.

1) Теоретико-модельная точка зрения, в основе которой лежит естественный язык или его некоторое подмножество. Этот подход соответствует сетевым и иерархическим характеристикам при моделировании ПрО.

2) Подход на основе развития теории исчисления предикатов разных порядков и теории вычислимости для абстрактных объектов сложной структуры. Он позволяет интерпретировать БД и хранилища данных как элементы ИС, где исчисление предикатов играет особую роль при организации доступа к данным.

Как следствие, появилась возможность построить теорию λ – исчисления в виде универсальной алгебраической системы. При этом можно подойти «с середины», начиная с классов БД, до определения моделируемых информационных объектов ПрО. Даже при том, что получаемые информационные объекты являются абстрактными, они в то же время представляются содержательными отображениями реальных объектов предметной области. Возникающее при этом множество «отображений» имеет геометрическую структуру, а именно: структуру компактного топологического пространства, в котором справедлива аксиома отделения [10].

Рассмотрим логическую схему моделирования предметной области.

Пусть O – фиксированное множество, элементы которого будем называть информационный объект. Через $K(O)$ обозначим выделенное множество конечных подмножеств O . При этом предполагается, что для каждого информационного объекта ПрО существует некоторая мера их информационной ценности. Информационной системой над O в математической теории ИС принято называть подмножество бинарного отношения $K(O) \times O$, которое удовлетворяет следующим аксиомам:

IDS 1. $\{o_i\} \in K(O)$ для всех $o_i \in O$ ($i = \overline{1, n}$): означает, что любое свойство задано, т.е. значения o_i принадлежат фиксированному множеству O , полученному в результате решения множества индивидуальных задач, или оценено экспертом, т.е. данные являются совместными.

IDS 2. Если $O' \in O''$ и $O' \in K(O)$, то $O'' \in K(O)$: означает, что совместным является любое подмножество совместного множества информационных объектов.

IDS 3. Если $O' \in K(O)$ и $O' \models o_i$, то $O' \cup \{o_i\} \in K(O)$ для каждого $o_i \in O$: утверждает, что совместимость множества информационных объектов сохранится, если прибавить к нему любые объекты, выведенные (в обозначении $\models$) из этого множества.

IDS 4. Если $O' \in K(O)$ и $o_i \subseteq O'$, то $O' \models o_i$: выражает рефлексивность совместных информационных объектов.

IDS 5. Если $O' \in K(O)$, $O'' \in K(O)$, $O' \models o_i$ и $O'' \models o^*$, где o^* – любой элемент из O' , то $O'' \models o_i$: выражает транзитивность совместных информационных объектов.

Приведенная система аксиом содержательно определяет тот факт, что элементы множества O представляют сведения об объектах ПрО, которые можно рассматривать как частичный унарный предикат на информационных объектах [11].

Предположим, что n -арная функция $f(x_1, \dots, x_n)$ отображает множество O' в OI . Если область определения функции $DEF(f(x_1, \dots, x_n)) \subset O'$ и функция f отображает ее в OI , то функция f называется частичной. Предикат $P(x_1, \dots, x_n)$, который принимает значение «истина» на собственном подмножестве множества O' , называется частичным предикатом. Если $n = 1$, то функция f и предикат P называются унарными.

Элементом модели ПрО будем называть подмножество $X \subseteq O$, которое имеет такое свойство, что любое конечное подмножество $X \in K(O)$ и из того, что $O' \models o_i$ и $O' \subseteq X$, следует, что $o_i \in X$. Это означает, что элемент ИС представляет собой совместное множество информационных объектов, замкнутых относительно отношения выводимости.

При представлении модели ПрО, которая лежит в основе ИС, используется замкнутое многообразие предикатов, как унарных, так и максимальной размерности, которая определяется верхней границей их вычислительной сложности. Замкнутая система предикатов получается из начального множества аксиом и правил вывода. Один из вариантов системы правил логического вывода имеет вид:

- замена переменных;
- соединение, разделение, перестановка;
- сокращение кратной ссылки в импликации и присоединение произвольной ссылки;
- конъюнкция и дизъюнкция;
- объединение двух обратных импликаций в эквивалентность.

Наименьшее конечное количество аксиом, с помощью которого можно вывести все тождественно истинные утверждения о ПрО при заданной (полученной) совокупности информационных объектов, называют минимальной системой аксиом (или базисом), если никакое его собственное подмножество таким свойством не обладает. Аксиоматический подход к описанию ПрО позволяет по-другому рассмотреть массовую проблему. Она будет тождественно истинной, если выведена из системы аксиом заданной ПрО. Если же утверждение не выведено из системы аксиом, то область истинности утверждения называется приближенным представлением свойства ПрО. Если предикат тождественно ошибочный, то соответствующее свойство, представленное данным предикатом, не выполняется в этой ПрО [12].

Важным моментом, связанным с решением индивидуальных и массовых проблем, является существование конкретных информационных объектов, которые представляют множество параметров $(x_1, \dots, x_n)$ таких, чтобы индивидуальная задача $P(x_1, \dots, x_n)$ имела содержательный смысл в заданной ПрО. Кроме этого, должен существовать математический аппарат, который позволяет определить, что, по крайней мере, одно решение удовлетворяет условиям индивидуальной задачи и при этом имеет содержательный смысл, определяемый рассматриваемой ПрО.

Выводы

Интеграция информационных ресурсов на уровне ЕИП – стратегическое направление в области управления информацией. Однако современное состояние интеграционных технологий, моделей и методов решения поставленной проблемы в настоящее время не позволяет эффективно решать множество практических задач из-за функциональной ограниченности существующих подходов.

Для обеспечения взаимодействия ИС и распределенных БД в рамках ЕИП целесообразно применять распределенные одноранговые архитектуры с промежуточным программным уровнем интеграции. Такой подход позволит достичь требуемого уровня гибкости, открытости и производительности распределенных ИС.

В статье показано, что важной проблемой является разработка и исследование эффективной модели ПрО как универсального средства, позволяющего перейти к концепции информационно-активных структур хранения данных и управления информацией.

В результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод: интеграционный подход, построенный как федеративная система, при решении специфических проблем обработки и управления распределенными информационными ресурсами имеет преимущества перед другими технологиями (консолидация данных), так как в основе содержит три основных принципа:

- принцип распределенной среды вычислений;
- принцип удаленных вычислений (Remote Evaluation);
- преобразование, кодирование после выполнения действия (Code On Demand);
- мобильность информационных объектов вычислительной среды (Mobile agents).

Литература: 1. Козаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. М.: ДМК Пресс, 2003. 288 с. 2. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, развитие / Э. Спирли. М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. 400 с. 3. Артемьева И.Л. Многоуровневые модели предметных областей и методы их разработки [Текст] // 10-я нац. конф. по ИИ, Обнинск, 25-28 сент. 2006: сб. тр. в 3-х томах. М.: Физматлит, 2006. Т. 1. С. 44 – 51. 4. Арсеньев Б.П., Яковлев С.А. Интеграция распределенных баз данных. Спб.: Издательство «Лань», 2001. 464 с. 5. Цаленко М.Ш. Типология и системный анализ информационных систем // Сборник трудов. М.: ВНИИСИ, 1992. Вып 1. С. 16 – 24. 6. Green P., Using Meta Models for the Comparison of Ontologies / P. Green, I. Davies, S.K. Milton, M. Rosemann // Proc. of the Eighth CAiSE/IFIP8.1 International Workshop on the Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and

Design. Austria, June 2003. 12 p. 7. Jarke M., Heterogeneity in Model Management: A Meta Modeling Approach / M. Jarke, M.A. Jeusfeld, H.W. Nissen, C. Quix // Conceptual Modeling: Foundations and Applications, Essays in Honor of John Mylopoulos. Berlin: Springer-Verlag, 2009. P. 237-253. 8. Гарсиа-Молина Г. Системы баз данных. Полный курс.: Пер. с англ. / Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. М.: Издательский дом „Вильямс“, 2003. 9. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных. М.: Финансы и статистика, 1985. 344 с. 10. Мальцев А. И. Алгоритмы и рекурсивные функции. М.: Наука, 1965. 245 с. 11. Таянский С.С. Семантическая модель предметной области в задачах интеграции неоднородных информационных систем // Вестник Херсонского национального технического университета. Херсон: ХНТУ, 2005. №1(21). С. 52-59. 12. Пономаренко Л.А., Таянский С.С., Филатов В.А. Интеграция информационных систем при частичном отображении моделей данных // Проблемы системного подхода в экономике. 2008. Вып. 26. С. 33-44.

Поступила в редколлегию 15.03.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Филатов В.А.

Божинский Иван Андреевич, канд. техн. наук, зам. начальника НИЧ ХНУРЭ. Научные интересы: информационные системы. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-378.