

5. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – наука и искусство / Р. Шеннон. – М. : Мир, 1978. – 418 с.
6. Горяинов В. Б. Математическая статистика : учеб. для вузов / Горяинов В. Б. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 424 с.
7. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : учебное пособие для студентов вузов / Вентцель Е. С. – М. : Высшая школа, 2001. – 208 с.



УДК 044.03

М. В. Евланов, кандидат технических наук,
доцент Харьковского национального
университета радиоэлектроники
Н. В. Васильцова, кандидат технических наук,
доцент Харьковского национального
университета радиоэлектроники
В. А. Никитюк, аспирант Харьковского
национального университета радиоэлектроники

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ УСЛОВИЙ ИНТЕГРАЦИИ ИТ-СЕРВИСОВ В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Розглянуто основні підходи до інтеграції різномірних елементів сучасних інформаційних систем. Обґрунтовано вибір сервіс-орієнтованої архітектури інформаційної системи як основного підходу до інтеграції елементів інформаційної системи. Запропоновано формалізований опис операцій інтеграції сервісів у сервіс-орієнтовану інформаційну систему.

Рассмотрены основные подходы к интеграции разнородных элементов современных информационных систем. Обоснован выбор сервис-ориентированной архитектуры информационной системы как основного подхода к интеграции элементов информационной системы. Предложено формализованное описание операций интеграции сервисов в сервис-ориентированную информационную систему.

The main approaches to integrating disparate elements of modern information systems are analyzed. The choice of a service-oriented architecture information system as the main approach to the integration of information system are substantiated. The formal description of the operations of the service integration in a service-oriented information system are offered.

Ключевые слова. Информационные системы, бизнес-процессы, интеграция данных.

Введение. Внедрение и эксплуатация различных информационных систем (ИС) и технологий на предприятиях и в организациях как объектах управления (ОУ) привели к появлению новых, ранее не возникавших проблем. Одной из таких проблем является формирование в процессе эксплуатации различных ИС больших массивов разнородных данных, которые требуют надежного хранения, быстрой и согласованной обработки. Предполагается, что на основе этих данных руководители должны принимать управленческие решения, связанные с

© М. В. Евланов, Н. В. Васильцова, В. А. Никитюк, 2011

расширением и стабилизацией бизнес-процессов ОУ. Под термином “бизнес-процесс” здесь и далее следует понимать совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы (материальные, информационные потоки и т. п.) в выходы, представляющие ценность для потребителя (согласно стандарту ISO 9000:2005).

Однако представление предприятий и организаций как совокупности бизнес-процессов вызывает дополнительные трудности использования массивов накопленных данных для управления как отдельными бизнес-процессами, так и всем ОУ. Создание единого информационного представления деятельности бизнес-процессов ОУ оказывается чрезвычайно сложной задачей, не имеющей общего решения. Так, в работах [1, 2] по результатам анализа теории и практики эксплуатации современных ИС на различных предприятиях утверждается, что никакая единственная система не может обеспечить потребности организации во всей информации. Неудачи в этой области породили эффект, который в [3] назван “ИТ-слепотой” (IT blindness) – неспособностью существующих ИС и информационных технологий “увидеть” и “оценить” реальные процессы в той среде, в которую они включены.

Таким образом, проблема интеграции отдельных ИС и информационных технологий является одной из ключевых проблем построения единой системы управления современным предприятием или организацией. Эта проблема не имеет единого теоретического решения, а большинство работ в этой области посвящено разработке концептуальных решений, не имеющих формализованного описания и, следовательно, не позволяющих объективно оценить эффективность интеграции разнородных ИС в единую систему управления предприятием.

Одним из наиболее распространенных подходов к решению проблемы интеграции разнородных ИС и информационных технологий считается декомпозиция единой ИС управления объектом на отдельные ИС управления бизнес-процессами ОУ или же отдельными видами деятельности этих бизнес-процессов. Однако такое разделение уже не полностью соответствует процессному представлению ОУ.

Другой способ предполагает условно разделить сложные ИС на ряд отдельных уровней управления: стратегический, управленческий, уровень знания и эксплуатационный [4]. Каждый из этих уровней обслуживается отдельным типом ИС. Примерами типов ИС, используемых для реализации рассмотренных уровней управления, являются [4]: исполнительные системы поддержки выполнения (Executive Support Systems) на стратегическом уровне; управляющие информационные системы (Management Information Systems); системы поддержки принятия решений (Decision Support Systems); системы обработки знаний (Knowledge Work Systems); системы автоматизации делопроизводства (Office Automatic Systems); системы диалоговой обработки запросов (Transaction Processing Systems). При этом каждая указанная выше ИС может иметь компоненты, которые используются разными уровнями одновременно. Это затрудняет применение данного подхода в практических работах по информатизации деятельности бизнес-процессов ОУ.

Ситуация усложняется еще и эксплуатацией на большинстве предприятий и организаций ИС различных производителей, которые не согласованы между собой по форматам обрабатываемых данных, способам представления и хранения данных и т. п.

Рассмотренные способы позволяют сделать вывод о том, что использование для формирования единого информационного представления ОУ способов, основанных только на декомпозиции данного представления по различным признакам, не дает ожидаемых результатов. Применение данных способов неизбежно порождает проблемы последующей интеграции отдельных ИС в рамках единой системы управления объектом, вызванные ограниченностью признаков, используемых для декомпозиции.

Решения этих проблем в настоящее время представляются в виде концепций и стандартов ИС, являющихся комплексными решениями по разработке и внедрению автоматизированных систем управления предприятиями. К ним можно отнести ERP-системы, ERP-II-системы, MRP-системы, MRP-II-системы и т. п. В работах [5, 6] можно найти достаточно подробное описание стандартов и примеров практического применения данных систем. Вопросам же теоретического анализа и исследования проблемы создания подобных ИС в современных публикациях уделяется значительно меньше внимания.

Основные работы в области создания единого информационного представления ОУ на основе ИС и информационных технологий в настоящее время сосредоточены на разработке методик, которые предлагают и описывают модели предприятий и организаций с внедряемыми на них корпоративными информационными системами [5]. К таким методикам относятся:

- методика построения предприятия с “нулевым временем ожидания” или предприятия с “нулевой задержкой” (Zero Latency Enterprise – ZLE);
- методика построения предприятия, основанного на учете происходящих событий или управляемого событиями (Event Driven Architecture – EDA);
- методика построения предприятия реального времени (Real-Time Enterprise – RTE) [7];
- методика мониторинга бизнес-процессов или бизнес-активности (Business Activity Monitoring – BAM).

Среди этих методик особого внимания в настоящее время заслуживает методика RTE, основная идея которой заключается в том, что предприятие как ОУ осуществляет свою деятельность под управлением своеобразной единой так называемой “операционной бизнес-системы реального времени”. Эта методика часто рассматривается в качестве модификации методик ZLE и методики EDA [7]. Решение задач мониторинга бизнес-активности обеспечивает возможность в режиме реального времени отслеживать и обрабатывать важнейшие бизнес-события. Для решения задачи мониторинга бизнес-активности используется целый ряд ИС и технологий, среди которых можно выделить:

- ИС управления бизнес-процессами для получения информации о состоянии процессов и событиях, происходящих в бизнес-процессах;
- информационные технологии интеграции корпоративных приложений для доступа к разнообразным источникам данных и интегрированным приложениям ИС;
- информационные технологии анализа информации.

Для обеспечения качественного мониторинга бизнес-событий также необходимо решать проблему интеграции информационных систем и технологий, то есть в режиме реального времени на крупном предприятии необходимо интегрировать все используемые ИС.

Сказанное выше позволяет утверждать, что информационные технологии интеграции данных являются ключевым фактором для объединения разнородных ИС и данных, используемых в этих ИС, а также для создания информационной инфраструктуры, которая позволила бы руководству ОУ повысить точность и сократить время принятия управленческих решений. Главной целью интеграции данных следует считать получение единой и цельной картины корпоративных бизнес-данных, имеющих ценность для пользователей различных уровней.

В настоящее время существует три основных подхода к интеграции данных: консолидация, федерализация и распространение [8].

При использовании консолидации данные собираются из нескольких первичных ИС и интегрируются в одно постоянное место хранения. Такое место хранения может быть исполь-

зовано для подготовки отчетности и проведения анализа или как источник данных для других приложений. Преимуществом консолидации данных является то, что этот подход позволяет осуществлять трансформацию значительных объемов данных (реструктуризацию, согласование, очистку и/или агрегирование) в процессе их передачи от первичных систем к конечным местам хранения. Однако использование консолидации, как правило, приводит к некоторой задержке между моментом обновления информации в первичных ИС и моментом, когда эти же обновления появляются в конечном месте хранения. Обработка данных в режиме реального времени с использованием консолидации данных встречает значительные трудности в процессе реализации. Данный подход имеет также некоторые технические сложности реализации: необходимость использования значительных вычислительных ресурсов, которые требуются для поддержки процесса консолидации данных, а также существенных ресурсов памяти, необходимых для поддержки конечного места хранения.

Федерализация данных призвана обеспечивать единую виртуальную картину одной или нескольких первичных баз данных. Процесс федерализации данных заключается в извлечении и преобразовании данных из баз данных первичных ИС на основании внешних требований. Считается, что основное преимущество подхода федерализации данных – это обеспечение доступа к текущим данным и избавление от необходимости консолидировать первичные данные в новом составе. Однако федерализация данных не очень хорошо подходит для извлечения и согласования больших массивов данных или для тех приложений, где существуют серьезные проблемы с качеством данных в первичных ИС. Еще один существенный недостаток – потенциальное снижение производительности ИС и дополнительные затраты на доступ к многочисленным источникам данных во время выполнения программы.

Идея подхода распространения данных заключается в простом копировании данных из одной ИС в другую. Информационные технологии, основанные на этом подходе, обычно работают в оперативном режиме и производят перемещение данных к местам назначения в зависимости от определенных событий. Обновления данных, произведенные в первичной ИС, могут передаваться в конечную ИС синхронно или асинхронно. Большим преимуществом подхода распространения данных является то, что он может быть использован для перемещения данных в режиме реального времени или времени, близком к реальному.

В соответствии с последними тенденциями в развитии ИТ основой для построения ИС корпоративного масштаба служит сервис-ориентированная архитектура (Service-Oriented Architecture, SOA), которая предполагает построение ИС из набора гетерогенных слабосвязанных компонентов (сервисов) [9]. SOA понимается как парадигма организации и использования распределенного множества функций, которые могут контролироваться различными владельцами. В основу данной архитектуры положено понятие “информационный сервис”. Информационный сервис – это атомарная прикладная функция автоматизированной системы, которая пригодна для использования при разработке приложений, реализующих прикладную логику автоматизируемых процессов как в самой системе, так и для использования в приложениях других автоматизированных систем.

Сервис обычно характеризуется следующими свойствами:

- возможностью многократного применения;
- услуга может быть определена одним или несколькими технологически независимыми интерфейсами;
- выделенные услуги слабо связаны между собой, и каждая из них может быть вызвана посредством коммуникационных протоколов, обеспечивающих возможность взаимодействия услуг между собой.

Постановка задачи. Рассмотренные подходы к интеграции данных (консолидация, федерализация, распространение) представляют собой различные вариации одной и той же идеи интеграции разнородных ИС. Данная идея в общем случае обладает следующими основными особенностями:

- интеграция разнородных ИС происходит исключительно на уровне хранимых данных, который является наименее изменяющимся в ИС (так, среднее время эксплуатации ИС без кардинального изменения схем хранимых в них данных составляет примерно 10–15 лет);
- для проведения интеграции необходимо создание специальных элементов информационных технологий, которые по отношению к объединяемым ИС находятся на уровне надсистемы (например, в ходе консолидации данных процесс импорта данных из первичных ИС рассматривает базы данных этих ИС как элементы более сложной системы);
- стремление повысить оперативность обмена данными и возможность взаимного использования данных в разнородных ИС, как правило, приводит к отказу от реализации сложных функций обработки и анализа данных, поступающих из других систем (чаще всего обмен данными происходит на уровне фактографического описания отдельных событий, а не на уровнях выявления новых знаний по результату зафиксированного в ИС события);
- с повышением уровня интегрированности ИС и, соответственно, баз данных этих систем возрастает необходимость в создании специальных механизмов обеспечения единого представления данных, семантика которых одинакова (чаще всего эти механизмы выполняют операции преобразования данных из первичных ИС к единому формату, используемому консолидированными хранилищами или складами данных).

Следует также отметить, что проведение интеграции разнородных ИС в рамках консолидации, федерализации или распространения базируется на неявно сформулированном предположении о неизменности этих ИС и их баз данных. Ни одна из информационных технологий, реализованных в рамках рассмотренных подходов, не может нормально функционировать в условиях ввода в эксплуатацию или вывода из промышленной эксплуатации отдельных ИС или же отдельных функциональных модулей первичных ИС. Аналогичная проблема возникает в процессе модернизации первичных ИС.

Обязательным условием построения и внедрения архитектуры системы на основе SOA является использование единой инфраструктуры описания сервисов (репозитория сервисов), разрешенных протоколов доступа и обмена сообщениями, форматов сообщений.

Упомянутая инфраструктура образует так называемую интеграционную шину (ИШ) (Enterprise Service Bus – ESB), являющуюся одним из центральных компонентов системы. Она устанавливает единые правила публикации сервисов, управления и информационного взаимодействия между приложениями различных систем, входящих в состав интегрированной системы. Это упрощает управление приложениями и их поддержку, а также снижает риск фрагментации приложений и процессов [9].

Каждая из служб взаимодействует не с остальными службами напрямую, а только с шиной. ИШ образует однородную среду информационного взаимодействия и является фундаментом для интеграции информационных систем, функционирующих в различных учреждениях и ведомствах. ИШ определяет, кем, где, каким образом и в каком порядке должны обрабатываться запросы.

Однако на практике усилия на разработку и внедрение корневых компонентов SOA, собственно и образующих ИШ, – репозитория и хранилища SOA – во многих случаях затрачиваются не настолько правильно, чтобы SOA-ИС могла функционировать успешно. Более того, предприятия склонны забывать об эффективном управлении данными и ИТ-сервисами до тех пор, пока не становится слишком поздно [9].

Другой, не менее важной проблемой информатизации предприятий является уже отмеченное выше разнообразие поставщиков и решений на рынке SOA-ИС. Такое разнообразие приводит к тому, что SOA-ИС целого ряда предприятий формируются из разнородных ИТ-сервисов. Вследствие этого возникает интерес к решению проблемы повышения эффективности использования ИТ в основной деятельности предприятия и к оптимизации затрат расходуемых при этом ресурсов различного рода. Эта задачу не следует считать элементарной или же типовой, есть большое количество примеров того, как работы по информатизации предприятия не дают желаемого эффекта или же приводят к излишним трудозатратам.

Для решения этой задачи необходимо понимание законов, закономерностей, моделей и методов построения современных SOA-ИС из большого количества разнородных элементов. Данное исследование посвящено решению задачи разработки формализованного описания ИТ-сервисов и основных операций, которые выполняются в процессе решения задачи интеграции этих сервисов в SOA-ИС.

Результаты исследования. Разработка теоретико-множественного описания условий интеграции разнородных ИТ-сервисов в информационную систему управления предприятием.

Рассмотрим общее формальное представление ИТ-сервисов. Каждый ИТ-сервис с точки зрения ИШ необходимо рассматривать как совокупность структур данных, которыми этот сервис обменивается с другими ИТ-сервисами в процессе эксплуатации в рамках SOA-ИС. Исходя из этого, ИТ-сервис можно рассматривать как множество вида

$$S_i = (D_i^r, D_i^q), \quad (1)$$

где S_i – i -й ИТ-сервис, $i = \overline{1, k}$; k – количество ИТ-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС;

D_i^r – множество структур данных, которые ИТ-сервис S_i получает от других ИТ-сервисов;

D_i^q – множество структур данных, которые ИТ-сервис S_i передает другим ИТ-сервисам.

Множество D_i^r можно представить следующим образом

$$D_i^r = (D_{i1}^r, D_{i2}^r, \dots, D_{ij}^r, \dots, D_{iv}^r), \quad i \neq j, \quad (2)$$

где D_{ij}^r – множество метаданных, описывающих атрибуты данных, значения которых ИТ-

сервис S_i получает от другого ИТ-сервиса S_j ; $j = \overline{1, v}$; $v = k - 1$ – максимальное количество ИТ-сервисов, от которых ИТ-сервис S_i может получить данные.

В данном случае D_{ij}^r имеет следующий вид

$$D_{ij}^r = (A_{ij1}^r, A_{ij2}^r, \dots, A_{ijl}^r, \dots, A_{ijm}^r), \quad l = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где A_{ijl}^r – набор метаданных, описывающих атрибут данных, значение которого ИТ-сервис S_i получает от другого ИТ-сервиса S_j ; m – количество атрибутов данных, значения которых ИТ-сервис S_i получает от другого ИТ-сервиса S_j .

Множество D_i^q аналогично можно представить следующим образом

$$D_i^q = (D_{i1}^q, D_{i2}^q, \dots, D_{ij}^q, \dots, D_{iv}^q), \quad j \neq i, \quad (4)$$

где D_{ij}^q – множество метаданных, описывающих атрибуты данных, значения которых ИТ-сервис S_i передает другому ИТ-сервису S_j ; $j = \overline{1, v}$; $v = k - 1$ – максимальное количество ИТ-сервисов, которым ИТ-сервис S_i может передавать данные.

Множество D_{ij}^q имеет вид

$$D_{ij}^q = (A_{ij1}^q, A_{ij2}^q, \dots, A_{ijp}^q, \dots, A_{ijn}^q), \quad p = \overline{1, n}, \quad (5)$$

где A_{ijp}^q – набор метаданных, описывающих атрибут данных, значение которого ИТ-сервис S_i передает другому ИТ-сервису S_j ; n – количество атрибутов данных, значения которых ИТ-сервис S_i передает другому ИТ-сервису S_j .

Наборы метаданных A_{ijl}^r и A_{ijp}^q , в свою очередь, являются подмножествами единого множества A , которое является репозиторием метаданных, описывающих атрибуты данных SOA-ИС. Элементы данного множества имеют единую природу, единый формат описания и могут быть сравнимы между собой.

Тогда с точки зрения ИШ каждый ИТ-сервис может быть описан следующим образом

$$S_i = \left(\left(\bigcup_{j,l} A_{ijl}^r \right), \left(\bigcup_{j,p} A_{ijp}^q \right) \right), \quad j = \overline{1, k}, j \neq i, \quad l = \overline{1, m}, \quad p = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Предложенное представление ИТ-сервиса позволяет выделить такие основные варианты возможной интеграции ИТ-сервисов в SOA-ИС:

а) добавление в множество ИТ-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС, нового ИТ-сервиса, представление данных которого никак не связано с представлением данных существующего множества ИТ-сервисов;

б) добавление в множество ИТ-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС, нового ИТ-сервиса, дополняющего и развивающего функциональные возможности существующего множества ИТ-сервисов по обработке общего массива данных;

в) исключение из множества ИТ-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС, ИТ-сервиса, для которого функции обработки хранимых данных оказались невостребованными ни одним пользователем SOA-ИС или ИТ-сервисом.

Первый вариант интеграции ИТ-сервиса в SOA-ИС в общем случае сводится к простой публикации метаданных нового ИТ-сервиса в реестре метаданных как элементе ИШ. Определим множество ИТ-сервисов, эксплуатируемых в рамках SOA-ИС, как множество вида

$$S_{IT} = \{ S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_k \}. \quad (7)$$

Определим описание нового ИТ-сервиса N_z по аналогии с выражениями (1)–(6). Тогда с точки зрения ИШ новый ИТ-сервис, интегрируемый в эксплуатируемую SOA-ИС, будет описываться следующим образом

$$S_{k+1} = N_z = \left(\left(\bigcup_{j,l} A_{zjl}^r \right), \left(\bigcup_{j,p} A_{zjp}^q \right) \right), \quad j = \overline{1, k}, \quad l = \overline{1, m}, \quad p = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Тогда формализованное описание первого варианта интеграции ИТ-сервиса в SOA-ИС можно представить как выполнение следующей операции:

$$S_{IT}^* = S_{IT} \cup N_z. \quad (9)$$

Второй вариант интеграции предполагает включение в множество S_{IT} нового ИТ-сервиса N_z , который должен взаимодействовать хотя бы с одним эксплуатируемым ИТ-сервисом S_i . Такое взаимодействие может осуществляться, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

а) новый ИТ-сервис N_z принимает данные, формируемые эксплуатируемым сервисом S_i , $i = 1, k$, и использует эти данные в процессе своего функционирования;

б) новый ИТ-сервис N_z в результате своего функционирования формирует данные, которые впоследствии передает эксплуатируемому сервису S_i , $i = 1, k$. Полученные таким образом данные ИТ-сервис S_i использует в процессе своего функционирования.

Первое условие из этого перечня формально можно представить следующим образом:

$$\exists D_i^q \left(\left(\bigcup_{j,l} A_{zjl}^r \right) \cap \left(\bigcup_{j,p} A_{ijp}^q \right) \neq \emptyset \right), \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{1, k}, \quad j \neq z. \quad (10)$$

Второе условие из этого перечня формально можно представить следующим образом:

$$\exists D_i^r \left(\left(\bigcup_{j,p} A_{zjp}^q \right) \cap \left(\bigcup_{j,l} A_{ijl}^r \right) \neq \emptyset \right), \quad i = \overline{1, k}, \quad j = \overline{1, k}, \quad j \neq z. \quad (11)$$

Тогда формализованное описание второго варианта интеграции ИТ-сервиса в SOA-ИС можно представить как выполнение операции (9) при соблюдении следующего условия

$$\left[\left(\bigcup_{j,l} A_{zjl}^r \right) \cap \left(\bigcup_{j,p} A_{ijp}^q \right) \right] \cup \left[\left(\bigcup_{j,p} A_{zjp}^q \right) \cap \left(\bigcup_{j,l} A_{ijl}^r \right) \right] \neq \emptyset. \quad (12)$$

Третий вариант интеграции предполагает исключение из множества S_{IT} ИТ-сервиса $S_z = O_z$, $z = 1, k$ при следующих условиях:

а) такое исключение не приведет к нарушению снабжения данными ИТ-сервисов, остающихся в эксплуатации в рамках SOA-ИС;

б) такое исключение не приведет к возникновению ситуации, при которой данные, передаваемые ИТ-сервисами, остающимися в эксплуатации в рамках SOA-ИС, не будут приниматься ни одним из этих сервисов.

Выполнение первого условия из данного перечня означает, что в рамках SOA-ИС будет находиться хотя бы один IT-сервис, который сможет представлять формируемые им данные вместо данных, поставлявшихся O_z сервисом.

Подобная ситуация возможна в случае, когда исключение IT-сервиса происходит в процессе реинжиниринга SOA-ИС или же плановой замены IT-сервиса O_z расширенным по функциональным возможностям IT-сервисом N_z . Исключение IT-сервиса O_z с нарушением этого условия возможно только в случае, если работа или бизнес-процесс, в управлении которыми участвует этот сервис, исключаются из ОУ полностью.

Рассмотрим подмножество $D_{ij}^{or} \subseteq D_{ij}^r$ и подмножество $D_{ij}^{oq} \subseteq D_{ij}^q$. Подмножество $D_{ij}^{or} \subseteq D_{ij}^r$ представляет собой набор метаданных, описывающих атрибуты данных, значения которых от другого IT-сервиса S_j получает только IT-сервис O_z , то есть $D_{ij}^{or} = (A_{ij1}^{or}, A_{ij2}^{or}, \dots, A_{ijl}^{or}, \dots, A_{ijm}^{or})$, $l = 1, m$, $j = 1, k-1$. Подмножество $D_{ij}^{oq} \subseteq D_{ij}^q$ представляет собой набор метаданных, описывающих атрибуты данных, значения которых другому IT-сервису S_j передает только IT-сервис O_z , то есть $D_{ij}^{oq} = (A_{ij1}^{oq}, A_{ij2}^{oq}, \dots, A_{ijp}^{oq}, \dots, A_{ijn}^{oq})$, $p = 1, n$, $j = 1, k-1$.

Следовательно, первое условие исключения IT-сервиса O_z можно описать следующим образом:

$$\forall S_i (D_{ij}^r - D_{ij}^{or}) \neq \emptyset, i = \overline{1, k}, i \neq z; j = \overline{1, k-1} . \quad (13)$$

Выполнение второго условия из приведенного выше перечня возможно в случае, если эксплуатируемые в рамках SOA-ИС IT-сервисы скорректируют свое представление с точки зрения ИШ в соответствии с таким условием:

$$\forall S_i (D_{ij}^q - D_{ij}^{oq}) \neq \emptyset, i = \overline{1, k}, i \neq z; j = \overline{1, k-1} . \quad (14)$$

Тогда формализованное описание третьего варианта интеграции IT-сервиса в SOA-ИС можно представить как выполнение операции

$$S_{IT}^{**} = S_{IT} - O_z \quad (15)$$

при выполнении условий (13) и (14).

Выводы. Полученные формализованные описания процессов интеграции IT-сервисов в рамках SOA-ИС могут быть реализованы средствами управления метаданными большинства корпоративных СУБД. При этом наборы метаданных, используемые для описания IT-сервисов с точки зрения ИШ, можно использовать для изменения схемы хранимых данных на концептуальном, логическом и физическом уровнях. Данная операция становится особо необходимой, если выполняется второй вариант интеграции в SOA-ИС, характеризуемый большими объемами хранимых данных и сложностью схемы базы оперативных данных.

Другой перспективой дальнейших исследований в данном направлении следует признать возможность создания единых механизмов управления IT-сервисами и структурами хранимых данных. Это, в свою очередь, позволит унифицировать подходы и способы управления SOA-ИС в целом и ее отдельными элементами.

Литература

1. Шеер А. В. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы / Шеер А. В. – М. : Серебряные нити, 1999. – 152 с.
2. Черняк Л. Мониторинг бизнес-процессов / Л. Черняк // Мир ПК. – 2005. – № 10. – С. 11–15.
3. Luckham D. The Beginnings of IT Insight: Business Activity Monitoring [Электронный ресурс] / D. Luckham // Сайт Complex Event Processing. – Режим доступа : <http://complexevents.com/media/articles/cep-article-three.pdf>. – Заголовок с экрана.
4. Федорович О. Е. Информационные технологии организационного управления сложными социотехническими системами / О. Е. Федорович, Н. В. Нечипорук, Е. А. Дружинин, А. В. Прохоров. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2004. – 295 с.
5. Румянцев К. Концепции построения ERP-систем на предприятии [Электронный ресурс] / Румянцев К. – Режим доступа : <http://www.softmatics.ru/erpnow/>. – Заголовок с экрана.
6. Отоцкий Л. Семь критериев выбора ERP-систем [Электронный ресурс] / Л. Отоцкий, А. Савин. – Режим доступа : http://www.osp.ru/os/1998/04/179564/_p2.
7. Черников А. Первые контуры Real-Time Enterprise / А. Черников // Компьютерное обозрение. – 2004. – № 22. – С. 48–49.
8. Шаховська Н. Б. Сховища та простори даних : монографія / Н. Б. Шаховська, В. В. Пасічник. – Львів : Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 244 с.
9. Parikh Ash. SOA в реальности [Электронный ресурс] / Ash Parikh, Murty Gurajada // Сайт ERPNews. – Режим доступа : <http://erpnews.ru/doc2610.html>. – Заголовок с экрана.

