

# Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 519.7:007.52

И.Н. Галушка, С.С. Щербак

*Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, Кременчуг*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИНТЕГРАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Создана информационная технология разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных в условиях структурной неопределенности, которая обеспечивает взаимодействие унаследованных информационных систем предприятия и средства для взаимодействия с сервисной шиной предприятия, построенной на основе технологий связанных данных. Рассмотрены основные проблемы проектирования архитектуры современных систем интеграции корпоративных данных и предложены практические способы решения данных проблем, которые заключаются в создании паттернов интегрированных данных и использования унифицированного интерфейса пользователя, адаптирующего представление данных интегрируемого источника в представление, совместимое с сервисной шиной предприятия.*

**Ключевые слова:** информационные системы, сервисная шина предприятия, связанные данные, распределенные объекты, паттерны интеграции.

### Введение

Постоянно меняющиеся условия рынка и бизнес-процессы ставят перед предприятиями задачу сокращения времени реакции бизнеса на любые внешние или внутренние изменения при помощи средств автоматизации. Кроме того, уменьшение времени освоения новой продукции, внедрения новых процессов производства и других инноваций, обеспечивает предприятию поддержку конкурентоспособности, как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Однако типичная инфраструктура территориально-распределенного предприятия характеризуется фактической изолированностью составляющих ее программных приложений унаследованных информационных систем, что с точки зрения бизнеса ведет к задержкам выполнения функциональных задач бизнес-процессов, нарушению взаимодействия между подразделениями, препятствует управлению и контролю, приводя к снижению эффективности работы организации в целом [1].

Термин «унаследованная» информационная система будем применять в работе ко всем существующим системам предприятия, объединение и взаимодействие которых необходимо осуществить в рамках интеграционных процессов. Одним из наиболее перспективных подходов, обеспечивающих высокий уровень интероперабельности, является использование информационных пространств или сервисных шин предприятия.

С учетом вышесказанного, построение информационного пространства предприятия, как средства

коммуникации неизолированных унаследованных информационных систем предприятия на основе интеграционных технологий, является задачей актуальной и целесообразной.

**Целью данной работы** является повышение эффективности унаследованных информационных систем предприятия путем создания информационной технологии разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных и внедрения сервисной шины предприятия, построенной на основе технологий связанных данных. Для достижения поставленной цели в работе рассмотрим подход к интеграции корпоративных данных на основе сервисной шины предприятия и компонентные архитектуры популярных интеграционных платформ.

### Результаты исследований

#### Интеграция данных на основе сервисной шины предприятия

Корпоративная сервисная шина (англ. Enterprise Service Bus, ESB) является основой взаимодействия Web-серверов в сервис-ориентированной среде предприятия (англ. Service-oriented architecture, SOA), а также выполняет роль распределенной сети как для системных, так и для пользовательских сервисов. Другие структурные элементы систем предприятия предоставляют доступ к этим сервисам через ESB на основе стандартов либо используют конвертирующие сервисы, входящие в компоненты – «сервисы доступа» [1].

ESB, как одна из ключевых компонент среды SOA, должна быть исключительно надежной, быст-

рой и защищенной. ESB позволяет создавать сервисные интерфейсы, как для новых, так и для имеющих прикладных функций информационного пространства предприятия. Эти интерфейсы могут быть созданы либо вручную или автоматизированным способом под каждый конкретный источник данных, либо с помощью так называемых интеграционных адаптеров – готовых интеграционных решений для выбранного типа источников [2]. Кроме того, сервисная шина предприятия может выполнять транспортировку и маршрутизацию сообщений между потребителями и поставщиками сервисов. Как правило, сервисная шина предприятия обеспечивает следующие функции:

- поддержка транспортировки сообщений между сервисами по нескольким протоколам, таким как JMS и HTTP;
- трансформация и маршрутизация сервисных запросов;
- обработка событий;
- поддержка стандартов веб-сервисов;
- поддержка основанных на сервисах приложений;
- поддержка различных моделей программирования и форматов данных.

Высокоуровневое представление корпоративной сервисной шины показано на рис. 1.



Рис. 1. Корпоративная сервисная шина

### Архитектуры интеграционных платформ

Построение эффективного информационного пространства предприятия на основе множества унаследованных информационных систем с целью повышения эффективности работы предприятия, является одной из приоритетных задач любого руководителя. Выбор правильного подхода и технологий интеграции различных систем и приложений во многом определяет будущие возможности информационной среды предприятия в целом.

Рассмотрим компонентные архитектуры наиболее популярных интеграционных платформ. IBM WebSphere является интеграционной платформой для создания, развертывания и интеграции бизнес-приложений. Серверы интеграции IBM WebSphere обеспечивают централизованную инфраструктуру для интеграции приложений и автоматизации бизнес-процессов. Интеграция обеспечивается за счет

подключения к корпоративному служебному каналу данных IBM Enterprise Service Bus, а также применения адаптеров на основе открытых стандартов. Связующим программным обеспечением, предназначенным для обмена сообщениями между разнородными компонентами в данной интеграционной платформе, является IBM WebSphere MQ. Благодаря наличию решения коммутации сообщений и протоколов, обеспечивается надежная маршрутизация и преобразование данных между разнородными приложениями и платформами. Программное обеспечение IBM WebSphere Business Modeler включают инструментарий для моделирования, тестирования и оптимизации бизнес-процессов. IBM WebSphere Business Monitor позволяет контролировать бизнес-процессы в режиме реального времени. Средства IBM WebSphere обеспечивает синхронизацию организационных возможностей и ресурсов с бизнес-стратегиями, позволяют управлять большими объемами сообщений в реальном времени, а также обеспечить связь между периферийными отделениями и основным предприятием. Организация работы с информацией строится на базе корпоративных веб-порталов, которые предоставляет возможность мгновенного обмена сообщениями (рис. 2).

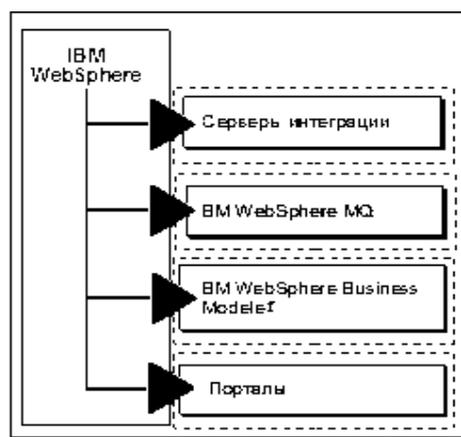


Рис. 2. Компонентная архитектура интеграционной платформы IBM WebSphere

Корпорация Oracle поставляет технологии нескольких классов, ориентированные на разные уровни интеграции корпоративной информации. Среди наиболее востребованных это интеграция на уровне данных на основе технологии Transparent Gateways и коннекторов баз данных, пользовательского интерфейса, сервера приложений и промежуточного программного обеспечения, основанного на сообщениях (англ. Message-Oriented Middleware, MOM). Полный набор средств для интеграции приложений называется Oracle Integration.

Общим для этих решений является опора на объектно-реляционный сервер базы данных Oracle, в которой хранятся как все метаданные и настройки интеграции, так и рабочие данные – свойства объектов и очереди сообщений. Использование СУБД для таких целей несколько повышает планку требо-

ваний к оборудованию, но одновременно увеличивает надежность, защищенность, масштабируемость решения и его способность к инкорпорированию данных из других систем.

В роли второго основного строительного блока платформы выступает сервер приложений Oracle Application Server 10g. Он представляет собой композиционный продукт, включающий инфраструктурные компоненты J2EE, репозиторий данных (в том числе СУБД для репозитория) и т.п. (рис. 3). На нем-то и базируется Oracle Integration, в который входят два основных модуля. Первый, Oracle InterConnect, является брокером сообщений, обеспечивающим асинхронное взаимодействие приложений и построенным по архитектуре hub and spoke. Также как и в IBM WebSphere ICS, в нем применяется идеология преобразования сообщений о происходящих в интегрируемых приложениях событиях в некоторый обобщенный вид. Второй, OracleAS ProcessConnect, – это средство для интеграции на уровне бизнес-процессов и B2B [3].

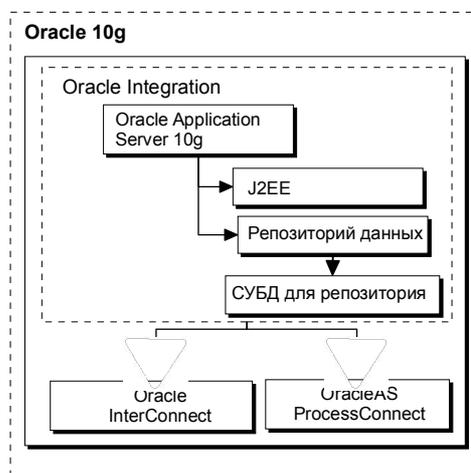


Рис. 3. Компонентная архитектура интеграционной платформы Oracle

JBoss Enterprise SOA Platform – это свободное программное обеспечение уровня предприятия, предназначенное для разработки, интегрирования, администрирования и представления web-приложений и сервисов в среде SOA (рис. 4). Эта платформа включает в себя такие компоненты:

- Enterprise Platform – основной компонент сервера приложений JBoss с настройками к нему, расширяющие функциональные возможности.
- Enterprise Frameworks – надстройки к средствам разработки, позволяющие создавать программы под соответствующие платформы на основе унифицированных шаблонов.
- Development Tools – программные средства для разработки собственных приложений под JBoss.
- JBoss Management – средство контроля как локального, так и удаленного за всей системой [4].

OpenLink Virtuoso – это промежуточное программное обеспечение (англ. MiddleWare) с интегрированным хранилищем квадов (англ. Quad Store) – четырехэлементных структур связанных данных (англ.

Linked Data). Virtuoso поддерживает все основные интерфейсы доступа к данным, включая ODBC, JDBC, ADO.NET и OLE/DB и обеспечивает эффективную трансляцию RDB2RDF. Кроме того, обеспечивает полную поддержку языка SPARQL, который встроен в SQL, для получения связанных данных из хранилища квадов, использующих модель представления RDF.

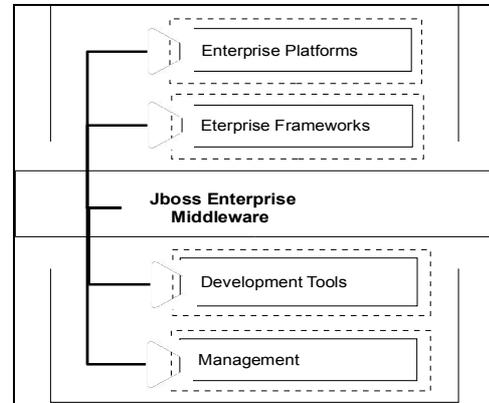


Рис. 4. Компонентная архитектура JBoss Enterprise SOA Platform

Архитектура сервера Virtuoso, представленная на рис. 5, обеспечивает различные серверные функции в рамках одного предложения продукта, который охватывает следующие области: управления реляционными данными; RDF Data Management; XML Data Management; управление текстовым контентом и полнотекстовый поиск; веб-сервер; сервер связанных данных; сервер веб-приложений; платформа для развертывания веб-служб SOAP/ REST.

Встроенный веб-сервер в Virtuoso может обслуживать динамические веб-страницы, которые написаны на языке разметки Virtuoso Server Pages (VSP), а также PHP, ASP.NET и др. Virtuoso снижает затраты на объединение данных из различных источников данных для ускорения получения информации по вашему запросу инструменты, веб- и интернет среда разработки приложений, традиционные средства разработки приложений.

Virtuoso позволяет в режиме реального времени создавать динамические XML документы (DTD или на основе схем XML) из баз данных SQL.

OpenLink Software является признанным поставщиком технологий и поддерживает широкий спектр отраслевых стандартов, которые включают: ODBC, JDBC, OLE DB SQL, WebDAV, HTTP, XML, SOAP, UDDI WSDL, SMTP, NNTP, POP3, LDAP и др.

Virtuoso состоит из нескольких компонентов. Эти компоненты можно разделить на две категории: клиентские и серверные компоненты.

Пакет клиентских компонентов обычно используется для связи с локальным или удаленным сервером Virtuoso, пакет включает: Virtuoso Drivers для ODBC; Virtuoso Drivers для JDBC; утилита ISQL; утилита ISQL; документация; образцы. Серверные компоненты обслуживания клиентов Virtuoso, включают: виртуальные серверы баз данных для ODBC

интерфейса; Virtuoso HTTP Server; диспетчер настройки базы данных через интерфейс HTTP.

Таким образом, на основе выше рассмотренных компонентных архитектур интеграционных платформ можно сделать вывод, что на сегодняшний день существует ряд комплексных решений для организации интеграции корпоративных данных, которые представляют собой дорогие и тяжелые с точки зрения внедрения решения.

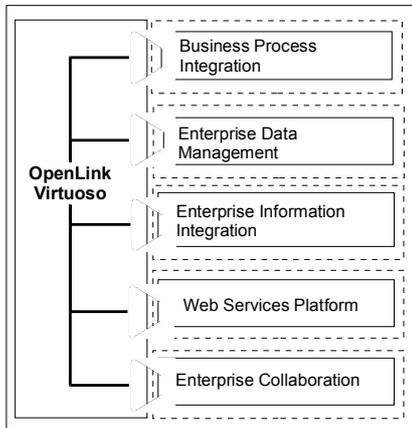


Рис. 5. Компонентная архитектура интеграционной платформы OpenLink Virtuoso

Применение подобных решений для решения задач лоскутной автоматизации при относительно небольшом количестве интегрируемых источников данных даже в условиях повышенной гетерогенности данных экономически не целесообразно, и требует создания адаптивных легко-настраиваемых интуитивно-понятных средств интеграции корпоративных данных. Далее, рассмотрим создание информационной технологии разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных на основе промежуточного программного обеспечения и математических средств концепции связанных данных.

### Информационная технология разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных

Информационной технологией называют совокупность методов, приемов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку для сбора, хранения, обработки и вывода информации [5]. Учитывая то, что применение методов осуществляется путем использования моделей, структур данных и информационных процессов, то информационную технологию представим как совокупность математических моделей (M) и их взаимосвязей (R), структур данных (S), информационных процессов (P), взаимодействующих между собой через RP и с моделями через MRP в виде нижеприведенного кортежа:

$$T = \langle M, R, S, P, RP, MRP \rangle. \quad (1)$$

Опишем модели, которые использовались при создании технологии разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных. Модель унаследованной информационной системы M1 территориально-распределенного предприятия,

представляющей собой программный комплекс, реализованный средствами объектно-ориентированного подхода:

$$M1 = \langle X, Y, Z \rangle, \quad (2)$$

где X – классы, которые задают структурно-логическую схему и семантику объектов предметной области, Y – объекты классов X, Z – методы, которые реализуют функциональность классов объектов ПрО.

Модель специализированной системы интеграции корпоративных данных (M2):

$$M2 = \langle S^{M2}, G^{M2}, Q^{M2} \rangle, \quad (3)$$

где  $Q^{M2}$  – методы классов, реализующие функциональность специализированной системы интеграции корпоративных данных, в частности, соответствующие реализациям алгоритмов интеграции,  $S^{M2}, G^{M2}$  – классы и соответствующие им объекты специализированной системы интеграции, причем классы и соответствующие им объекты являются частью информационной системы предприятия:

$$S^{M2} \subset X, G^{M2} \subset Y, Q^{M2} \subset Z.$$

Модель сервисной шины предприятия M3 представляет собой коммуникационный интерфейс в виде совокупности объектов информационной системы M1 и может быть выражена с помощью следующего кортежа:

$$M3 = \langle S^{M3}, G^{M3}, Q^{M3} \rangle, \quad (4)$$

где  $Q^{M3}$  – методы классов, реализующие функциональность сервисной шины предприятия, в частности, соответствующие реализациям алгоритмам маршрутизации и преобразования данных,  $S^{M3}, G^{M3}$  – классы и соответствующие им объекты сервисной шины, причем классы и соответствующие им объекты являются частью информационной системы предприятия:  $S^{M3} \subset X, G^{M3} \subset Y, Q^{M3} \subset Z.$

Модель задачи интеграции корпоративных данных в условиях структурной неопределенности M4 может быть представлена как отображение схем источников корпоративных данных SI на структурно-логическую схему Spr сервисной шины территориально-распределенного предприятия с учетом соответствующего паттерна интеграции в виде следующего отображения:

$$M4 : SI \xrightarrow{p} Spr \quad (5)$$

Далее перечислим информационные процессы (рис. 6), необходимые для разработки специализированной системы интеграции корпоративных данных, где УИС – унаследованные информационные системы, ИД – источники данных, ИП – информационные процессы, ESB LD – сервисная шина предприятия на основе связанных данных.

Таким образом, оператор специализированной системы интеграции корпоративных данных с помощью информационных процессов ИП1-ИП6, взаимодействующих через MRP с моделями информационной системы предприятия M1 и специализированной системы интеграции M2 может интегри-

ровать источник данных унаследованной информационной системы с сервисной шиной предприятия.

С учетом вышесказанного, информационная технология разработки специализированной системы интеграции корпоративных данных представлена в выражении (1), а схема взаимодействия информационных процессов представлена на рис. 6.

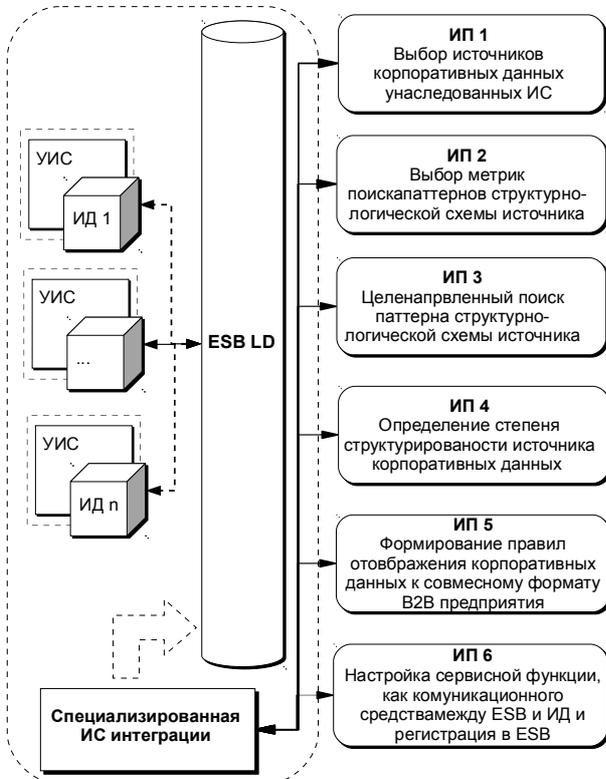


Рис. 6. Схема информационных процессов технологии разработки специализированной информационной системы интеграции

## Выводы

В заключение сформулируем следующие выводы по проведенному исследованию:

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ІНТЕГРАЦІЇ КОРПОРАТИВНИХ ДАНИХ В УМОВАХ СТРУКТУРНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

I.M. Galushka, S.S. Shcherbak

Створена інформаційна технологія розробки спеціалізованих систем інтеграції корпоративних даних в умовах структурної невизначеності, яка забезпечує взаємодію успадкованих інформаційних систем підприємства та засоби для взаємодії з сервісною шиною підприємства, побудованої на основі технологій пов'язаних даних. Розглянуті основні проблеми проектування архітектури сучасних систем інтеграції корпоративних даних і запропоновані практичні способи вирішення даних проблем, які полягають у створенні патернів інтегрованих даних та використанні уніфікованого інтерфейсу користувача, який адаптує подання даних інтегровального джерела в уявлення, сумісне з сервісною шиною підприємства.

**Ключові слова:** інформаційні системи, сервісна шина підприємства, пов'язані дані, розподілені об'єкти, патерни інтеграції.

## INFORMATION TECHNOLOGIES OF DEVELOPMENT OF SPECIALIZED SYSTEMS OF INTEGRATION OF ENTERPRISE DATA IN A STRUCTURAL UNCERTAINTY

I.N. Galushka, S.S. Shcherbak

Information technology of development of specialized systems of integration of enterprise data in a structural uncertainty was created, which provides interoperability of inherited enterprise information systems and tools to interact with the enterprise service bus built on technologies of linked data. The main problems of architecture of modern systems of enterprise data integration design were considered and the practical solutions to these problems were proposed, which are to establish patterns of integrated data and use a unified user interface, adapting integratable representation of the data source in the representation that is compatible with enterprise service bus.

**Keywords:** information systems, enterprise service bus, linked data, distributed objects, integration patterns.

1. Рассмотрены теоретические аспекты интеграции корпоративных данных на основе сервисной шины предприятия.

2. Проведен сравнительный анализ архитектур интеграционных платформ.

3. Предложена научно-обоснованная информационная технология разработки специализированных систем интеграции корпоративных данных на основе стека протоколов связанных данных, которая обеспечивает расширение исходных логических структур интегрируемых данных специализированной системы интеграции в условиях структурной неопределенности путем настройки шаблонов интеграции, и предоставляет средства для взаимодействия унаследованных информационных систем с сервисной шиной связанных данных территориально-распределенного предприятия.

## Список литературы

1. Гребинник П.В. Моделирование SOA систем с целью оптимизации их архитектуры [Текст] / П.В. Гребинник, О.В. Липанов // Системи обробки інформації. – X: ХУ ПС, 2014. – Вип. 4 (120). – С. 156-160.
2. [ИСИР] Интегрированная система информационных ресурсов: архитектура, принципы реализации, приложения. Ред. В.А.Серебряков. – М.: ВЦ РАН, 2004.
3. Patterns: Implementing an SOA Using an Enterprise Service Bus, SG24-6346, Keen, Martin, et al. (2004) z/OS 1.6 Security Services Update, SG24-6448, Rayns, Chris, et al. (2005).
4. Bieberstein Norbert et al. Service-Oriented Architecture (SOA) Compass – Business Value, Planning and Enterprise Roadmap, IBM Press, 2006.
5. Impact of service orientation at the business level / Cherbakov L. et al. // IBM Systems Journal. – 2005. – 44, No. 4, 653–667 (2005).

Поступила в редколлегию 11.03.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.П. Оксанич, Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, Кременчуг.