

УДК 004.4 (075.8)

## МОДЕЛИ ИНТЕГРАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ И ИХ НАДЕЖНОСТЬ

В.В. БАХТИЗИН, Ю.В. БОРОДАЕНКО

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 7 июня 2007

Рассмотрены модели интеграционных решений точка-точка, централизованный шлюз, шина корпоративных сервисов (point-to-point, hub-and-spoke, enterprise service bus). Исследована надежность данных моделей по критерию вероятности безотказной работы информационной системы предприятия. Приведен сравнительный анализ интеграционных решений, использующих программное обеспечение промежуточного уровня (middleware).

*Ключевые слова:* интеграция точка-точка, централизованный шлюз, шина корпоративных сервисов, надежность интеграционного решения.

### Введение

Рост числа прикладных систем, используемых в организации, приводит к снижению эффективности инфраструктуры информационных технологий. Этим обусловлено смещение акцентов в управлении информационными технологиями с внедрения новых систем на повышение эффективности использования уже существующих. Среди факторов, ограничивающих эффективность применения информационных технологий, важным является неготовность приложений к взаимодействию друг с другом, выраженная в негибких, жестко связанных моделях взаимодействия или моделях, требующих существенного человеческого управления. Неэффективное взаимодействие приложений порождает проблемы управления и синхронизации бизнес-процессов, связанные с их слабой поддержкой информационными технологиями. Таким образом, неэффективность существующей инфраструктуры информационных технологий, с одной стороны, и необходимость информационной поддержки бизнес-процессов, с другой, обуславливают актуальность разработки и внедрения интеграционных решений. Под *интеграционным решением* понимается программное обеспечение, обеспечивающее взаимодействие технологически разнородных приложений, работающих в едином бизнес-процессе.

В качестве технологий интеграции корпоративных приложений могут быть использованы объектно-ориентированные, сообщение-ориентированные (MOM, Message-Oriented Middleware), а также сервис-ориентированные (SOA, Service-Oriented Architecture) подходы. Для интеграции приложений на основе объектных технологий на протяжении длительного времени использовались подходы CORBA, DCOM, Java RMI. Ни один из них не смог стать универсальным, так как использовал собственные форматы данных, протоколы обмена данными и программные интерфейсы [1]. Развитие сообщение-ориентированных технологий обусловлено необходимостью асинхронного взаимодействия приложений, которое обеспечивает их слабую связанность. Развитие сервис-ориентированной архитектуры вызвано

требованием повышения гибкости корпоративной информационной системы, а также проблемами межплатформенного взаимодействия и повторного использования кода [2].

Целью данной статьи является анализ моделей интеграционных решений на основе различных топологий взаимодействия с точки зрения их надежности.

### Модели интеграционных решений

Топология интеграционного решения отражает различные способы взаимодействия приложений, среди которых можно выделить соединения точка-точка, шлюзы и шины (рис. 1).

Децентрализованное *соединение точка-точка* означает, что интегрируемые приложения устанавливают прямые связи друг с другом. Данная модель обычно используется на начальной стадии любого интеграционного проекта как наиболее простой подход. Как видно из рис. 1,а, отличительной особенностью рассматриваемой модели являются многочисленные связи (интерфейсы) между приложениями, которые повышают

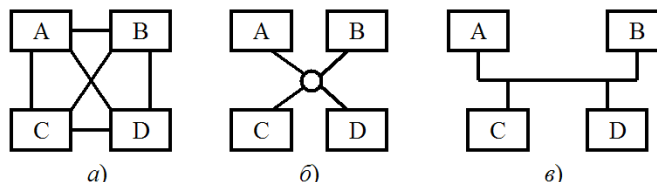


Рис. 1. Интеграционные решения: а) точка-точка (point-to-point); б) шлюз (hub-and-spoke); в) шина (bus)

трудоемкость управления корпоративной информационной системой. Это связано с тем, что с вводом нового приложения количество новых интерфейсов растет по формуле  $n(n-1)$ , где  $n$  — число приложений. При модификации одного из приложений корпоративной информационной системы возможно усложнение поддержки всей системы, в результате может снизиться эффективность принятия решений и управления бизнес-процессами.

Переход от модели взаимодействия точка-точка к моделям взаимодействия на основе *централизованного шлюза* (рис. 1,б) или на основе *шины* (рис. 1,в) обусловлен существенным уменьшением количества интерфейсов до  $2n$ . Модели интеграции на основе шлюза и шины относятся к классу программного обеспечения промежуточного уровня (middleware), обеспечивающего трансформацию, транспортировку, маршрутизацию данных. Дополнительными функциями шлюза и шины являются [3]:

- асинхронный тип взаимодействия на основе обмена сообщениями в формате XML;
- вызов приложений в последовательности, определенной бизнес-процессом;
- обеспечение гарантированной доставки данных, а также их защиты и безопасности;
- динамическая маршрутизация данных, анализ содержимого коммуникаций.

Внедрение и адаптация шлюза на основе интеграционного сервера или шины корпоративных сервисов связаны с существенными капитальными вложениями. С другой стороны, необходимость использования интеграционного решения класса middleware продиктована не только трудоемкостью управления моделью точка-точка, но и ее недостаточной надежностью.

### Оценка надежности интеграционных решений

Произведем оценку надежности интеграционных решений по критерию вероятности безотказной работы информационной системы. Рассмотрим зависимость данной вероятности от количества интерфейсов системы, которые обеспечивают взаимодействие корпоративных приложений. Пусть нерабочее состояние одного из интерфейсов приводит к отказу всей системы [4]. В этом случае вероятность безотказной работы системы определяется как произведение вероятностей безотказной работы ее компонентов. С учетом этого проведем сравнение вероятностей безотказной работы системы при интеграции точка-точка (количество интерфейсов  $n(n-1)$ ) и при интеграции на основе шлюза или шины (количество интерфейсов  $2n$ ).

Используя описанную выше зависимость количества интерфейсов от количества приложений, получим формулы для оценки надежности системы при наличии интеграционных решений на основе централизованного шлюза или шины

$$P_{hs}(n) = p_h^n \prod_{i=1}^n p_{si} \quad (1)$$

и соединения точка-точка

$$P_{pp}(n) = \prod_{i=1}^n p_{pi}^{n-1}, \quad (2)$$

где  $n$  — число приложений;  $p_h$  — вероятность безотказной работы интеграционного сервера или шины;  $p_{si}$  — вероятность безотказной работы  $i$ -го приложения при архитектуре, основанной на централизованном шлюзе или шине;  $p_{pi}$  — вероятность безотказной работы  $i$ -го приложения при архитектуре точка-точка.

При условиях равенства вероятностей безотказной работы  $i$ -го приложения в различных моделях интеграции

$$p_{si} = p_{pi} = p_i$$

формулы (1)–(2) приобретают соответственно вид

$$P_{hs}(n) = p_h^n \prod_{i=1}^n p_i, \quad (3)$$

$$P_{pp}(n) = \prod_{i=1}^n p_i^{n-1}. \quad (4)$$

При равенстве вероятностей  $p_i$  безотказной работы различных приложений значению  $p$  формулы (3), (4) приобретают вид:

$$P_{hs}(n) = p_h^n p^n, \quad (5)$$

$$P_{pp}(n) = p^{n(n-1)}. \quad (6)$$

Известно, что количество отказов приложений-клиентов за некоторый период времени в среднем на порядок превышает количество отказов сервера. Например, если за период наблюдения произошел один отказ сервера, то ему соответствует в среднем десять отказов приложений-клиентов. В этом случае можно использовать следующие значения вероятности безотказной работы:  $p_h \approx 0,99$  и  $p_{si} \approx p_{pi} \approx p \approx 0,9$ . На рис. 2 отражена зависимость вероятности  $P(n)$  безотказной работы системы от числа приложений  $n$  (см. формулы (5), (6)) при данных значениях параметров  $p_h$ ,  $p_{si}$  и  $p_{pi}$ . Из рисунка видно, что с ростом  $n$  значение вероятности  $P(n)$  уменьшается. При этом для модели точка-точка данное уменьшение более существенно.

Из зависимости вероятности безотказной работы корпоративной информационной системы от количества приложений видно, что модель точка-точка может быть использована для системы с небольшим числом приложений на начальной стадии интеграции. С ростом количества информационных ресурсов необходимо использование интеграционного решения более высокого порядка, к которым относятся интеграционный сервер и шина корпоративных сервисов.

В качестве реализации модели интеграционного сервера можно назвать продукты класса *EAI* (Enterprise Application Integration), объединяющие корпоративные приложения управления кадрами, управления отношениями с клиентами, бухгалтерии и т.д.

Модель шины реализуют продукты класса *ESB* (Enterprise Service Bus), объединяющие Web-сервисы, которые разработаны на базе существующих корпоративных приложений.

## Сравнительный анализ реализаций интеграционных решений

Интеграционное решение EAI построено на централизованных принципах. Это означает, что все функции промежуточной обработки сообщений выполняются единым интеграционным сервером, включая трансформацию и перераспределение сообщений. Среди преимуществ EAI выделяется эффективность администрирования корпоративной системы, среди недостатков — высокая стоимость приобретения (от 50 тыс. долларов США) [5], не позволяющая предприятиям малого бизнеса использовать интеграционное решение данного класса.

Модель интеграции на базе шины корпоративных сервисов ESB представляет собой информационную инфраструктуру, построенную на принципах сервис-ориентированной архитектуры SOA. Данные принципы предполагают, что объектами взаимодействия внутри предприятия являются Web-сервисы, представляющие функции приложений в виде автономных программных модулей. Все аспекты разработки и вызова Web-сервисов основываются на Web-стандартах XML и HTTP, что обеспечивает платформенно-технологическую независимость формата взаимодействия корпоративных приложений.

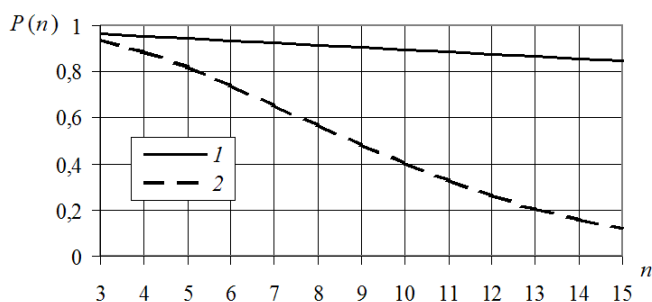


Рис. 2. Сравнительный анализ надежности интеграционных решений: 1 — интеграция на основе шлюза, шины; 2 — интеграция точка-точка

Общим между моделями EAI и ESB является то, что они обеспечивают промежуточную обработку сообщений. Однако в модели ESB функции брокера и оркестровки сообщений являются техническими сервисами, которые могут происходить от разных поставщиков, быть физически распределенными, использовать разные технологии коммуникации. Несмотря на технические различия, продукты семейства ESB совместимы между собой, что обеспечивается политикой открытых интерфейсов (open interface policy). Независимость от поставщика позволяет использовать широкий спектр возможностей приобретения и аренды необходимого программного обеспечения. Это обеспечивает высокую степень адаптируемости, сосуществования, совместимости и заменяемости элементов ESB (табл. 1).

Общим между моделями EAI и ESB является то, что они обеспечивают промежуточную обработку сообщений.

Однако в модели ESB функции брокера и оркестровки сообщений являются техническими сервисами, которые могут происходить от разных поставщиков, быть физически распределенными, использовать разные технологии коммуникации. Несмотря на технические различия, продукты семейства ESB совместимы между собой, что обеспечивается политикой открытых интерфейсов (open interface policy). Независимость от поставщика позволяет использовать широкий спектр возможностей приобретения и аренды необходимого программного обеспечения. Это обеспечивает высокую степень адаптируемости, сосуществования, совместимости и заменяемости элементов ESB (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный анализ моделей EAI и ESB

Свойство интеграционного решения	Уровень свойства интеграционного решения	
	модель EAI	модель ESB
Адаптируемость	средний	высокий
Сосуществование	низкий	высокий
Совместимость	низкий	высокий
Заменяемость	средний	высокий
Масштабируемость	средний	высокий
Расширяемость	средний	высокий
Стоимостная доступность	низкий	средний
Простота поддержки	средний	низкий
Зрелость технологий	средний	низкий
Наличие квалифицированных кадров	средний	низкий

Распределенная архитектура ESB характеризуется более сложным управлением и администрированием, но является более гибкой и масштабируемой [6]. Кроме того, внедрение сервис-ориентированного подхода при взаимодействии корпоративных приложений не требует изменений во всех элементах системы и может происходить поэтапно, интегрируя лишь критические для бизнеса приложения. Недостатком ESB является недостаточная развитость и распространенность технологий Web-сервисов, а это означает, что не все подводные камни использования сервисов найдены и изучены.

## Заключение

С ростом информационных ресурсов предприятие сталкивается с необходимостью их упорядочивания и интеграции, которые позволяют более эффективно использовать потенциал информационных технологий и управлять бизнес-процессами.

В статье проанализированы модели интеграции точка-точка, централизованный шлюз, шина корпоративных сервисов, получены оценки их надежности. Исследование зависимости вероятности безотказной работы корпоративной информационной системы от количества приложений показывает, что модель взаимодействия приложений точка-точка не позволяет достичь высокой надежности информационной системы. Интеграционное решение точка-точка может быть использовано на начальной стадии интеграции предприятия с небольшим числом приложений.

Интеграционные решения более высокого порядка, к которым относятся централизованный шлюз EAI и шина корпоративных сервисов ESB, ставят своей целью уменьшение количества интерфейсов внутри информационной системы. Следствием этого является повышение надежности системы.

Проведен сравнительный анализ интеграционных решений EAI и ESB. Интеграционный сервер EAI — это монолитный пакетный продукт, мощный инструмент интеграции и управления бизнес-процессами. Его недостатками являются высокая стоимость и плохая совместимость с аналогичными продуктами данного класса. Подход ESB основан на взаимодействии Web-сервисов, которые являются платформенно-независимыми, слабо связанными и используют открытые стандарты Web. Данные характеристики повышают гибкость корпоративной информационной системы и способствуют ее быстрой адаптации к меняющимся условиям ведения бизнеса. Недостатком подхода ESB является недостаточная зрелость технологий, а также нехватка специалистов, имеющих опыт разработки Web-сервисов.

## ENTERPRISE INTEGRATION MODELS AND THEIR RELIABILITY

V.V. BAKHTSIZIN, Yu.V. BORODAENKO

### Abstract

The enterprise integration solutions point-to-point, hub-and-spoke, and enterprise service bus are observed. The evaluation of the integration models' reliability is made using the probability of enterprise information system failure. The comparison analysis of the integration middleware models is proposed.

### Литература

1. Britton C., Bye P. IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated Systems. Addison Wesley Professional, 2004.
2. Бородаенко Ю.В., Бахтизин В.В. // Материалы V Междунар. науч.-метод. конф. "Дистанционное обучение — образовательная среда XXI века". Минск. 2005.
3. Бородаенко Ю.В. // Изв. Белорус. инж. акад.. 2004. № 1(17)/2. С. 234–237.
4. Hohpe G., Woolf B. Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions. Addison Wesley Professional, 2003.
5. Gold-Bernstein B., Ruh W. Enterprise Integration: The Essential Guide to Integration Solution. Addison Wesley Professional, 2004.
6. Chappell D. Enterprise Service Bus. O'Reilly, 2004.