

УДК 004.42  
DOI: 10.15827/0236-235X.116.073-077

Дата подачи статьи: 03.03.16  
2016. Т. 29. № 4. С. 73–77

## **АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ИНТЕГРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*О.В. Щекочихин, к.т.н., доцент, slim700@yandex.ru  
(Костромской государственной технологической университет,  
ул. Дзержинского, 17, г. Кострома, 156005, Россия)  
П.В. Шведенко, магистрант, pitk1@mail.ru  
(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО),  
Кронверкский просп., 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия)*

Интеграция разрозненных информационных систем предприятия на сегодняшний день является наиболее рациональным способом построения его единой информационной среды. Для ее реализации необходим класс интегрирующих инструментов. В статье проанализированы основные уровни интеграции гетерогенных информационных систем. Предложены авторская классификация уровней интеграции, а также варианты взаимодействия информационных систем в зависимости от целей интеграции. Проанализированы варианты интеграции на уровне брокеров, данных, сервисов и интерпретирования метаинформации. Предложенная классификация является попыткой выделить ключевые, с точки зрения практической реализации, варианты интеграции информационных систем. Приведены примеры успешной реализации задач интеграции на каждом из предложенных уровней. Указаны сильные и слабые стороны каждого варианта интеграции. Уровень брокеров выгодно использовать в том случае, когда доступен исходный код интегрируемых приложений и можно дописать необходимый модуль интеграции. Интеграцию на уровне данных можно рекомендовать для информационных систем, схемы данных которых позволяют построить единую непротиворечивую структуру данных. Основными достоинствами уровня сервисов являются возможность многократного использования, слабая связанность сервисов друг с другом, отсутствие необходимости в единой БД или хранилище. При работе на уровне интерпретации метаинформации появляется возможность быстро перенастраивать метаинформацию при интеграции данных из нового источника. Классификация дает возможность определить наиболее рациональный вид инструментов и набор методов создания интегрированной системы с заданными характеристиками. Авторы считают, что наиболее перспективным видом интеграции компонентов управляющих информационных систем, который требует дальнейшего изучения и совершенствования, является интеграция узкоспециализированных систем на уровне сервисов.

**Ключевые слова:** интеграция, информационная система, уровни интеграции.

В данной статье рассматриваются гетерогенные системы, то есть системы, состоящие из разнородных элементов, не обладающих свойством взаимозаменяемости.

Положение дел в области информационных технологий исторически сложилось так, что создан достаточно большой объем программных продуктов, библиотек, программных модулей, СУБД, систем программирования и т.п., существенно различающихся по функционалу. Задача современного проектирования *информационных систем* (ИС) сводится к тому, что на основе известных решений создается программная среда, которая выполняет множество функций. Это осуществляется через проектные решения, например, agile-технологии, позволяющие создать систему с актуальным функционалом в сжатые сроки.

Развитие теории проектирования ИС идет по двум направлениям. Первый путь связан с наращиванием функционала информационной среды, например, как это делается в ИС, GreyGim. Второй путь разработки ИС нацелен на выполнение ограниченного класса функций.

Проще делать функционально ограниченные системы и использовать инструмент интеграции, чем полнофункциональные системы [1]. Для реализации такой парадигмы необходим класс инте-

грирующих инструментов, одним из которых являются стандартные программные интерфейсы. Успешный пример применения стандартных интерфейсов – CALS-технологии. В работе [2] сделан обзор стандартов и моделей данных, нацеленных на интеграцию ИС предприятия на основе MES-или ERP-систем. Однако этот пример является частным случаем и не может быть распространен на создание ИС другого класса. Заявкой на интеграцию явилось создание стандартов, объединенных вокруг модели взаимодействия открытых систем OSI. На представительском уровне модели OSI реализованы функции преобразования данных, преобразования между различными наборами символов, сжатие данных, шифрование.

Возможны следующие реализации идей интеграции однофункциональных и малофункциональных ИС: во-первых, встраивание универсального модуля интеграции в программный продукт; во-вторых, создание среды взаимодействия однофункциональных модулей через известные форматы передачи данных.

Однако не все ИС, использующиеся на предприятии, имеют возможности интеграции. В таком случае говорят об односторонней интеграции. В работе [3] приведен пример односторонней интеграции ИС электронного архива документов и пер-

сонифицированного учета в рамках отработки бизнес-процесса – бизнес процесс обработки документов персонализированного учета Пенсионного фонда России.

Для решения практических задач интеграции ИС важно понимать ее цели, а также оценивать ресурсы, которые готово потратить предприятие на перестройку ИС. Именно поэтому исследование критериев классификации вариантов интеграции и методов интеграции данных так актуально и рассматривается во множестве работ. Ключевые подходы к решению проблем интеграции и их широкая вариативность представлены в работе [4]. Факторы, усложняющие интеграцию, и варианты минимизации негативного влияния этих факторов описаны в [5]. К числу таких факторов относят концептуальную разницу в архитектуре, технологическую разницу, несовместимость лицензий. В работе [6] предлагается рассматривать проблему интеграции с позиции представления данных и выделять синтаксический и семантический подходы.

В настоящей работе предлагается следующая система классификации уровней интеграции.

По степени автоматизации выделяются три уровня интеграции: ручная, автоматизированная и автоматическая. По методу создания связи между интегрируемыми элементами системы рекомендуется выделять уровни брокеров, данных, сервисов, интерпретирования метаданных.

Каждый уровень классификации имеет свои цели интеграции и инструменты и может быть рекомендован для решения соответствующего класса задач.

Классификация дает возможность определить наиболее рациональный вид инструментов и набор методов создания интегрированной системы с заданными характеристиками. Предложенная классификация является попыткой выделить ключевые, с точки зрения практической реализации, варианты интеграции ИС.

Зависимость степени автоматизации и методов создания связи при интеграции показана в таблице.

**Интеграция на уровне брокеров.** Данный уровень интеграции использует набор инструментов API- и СОМ-технологий. Цель интеграции – автоматическая передача данных и запуск исполняемого кода на выполнение. Для конечного пользователя интегрированные компоненты представляют единую систему.

**Преимущества:** универсальность – практически всегда можно создать дополнительный программный модуль, который будет обращаться в обе системы, к тому же разными способами (например, в одну через БД, а в другую через RPC).

**Недостатки:** сложность, трудоемкость, а следовательно, высокая стоимость разработки, внедрения и владения. Инструментами на данном уровне являются технологии CORBA, COM+, DCOM, RPC.

#### Зависимость степени автоматизации и метода создания связи

#### Dependence of a degree of automation on a connection making method

Метод создания связи	Степень автоматизации		
	Ручная	Автоматизированная	Автоматическая
Уровень брокеров	Отсутствует	Допускается	Предпочтительная
Уровень данных	Допускается	Допускается	Предпочтительная
Уровень сервисов	Допускается	Предпочтительная	Допускается
Уровень интерпретирования метаданных	Допускается	Допускается	Предпочтительная

Пример реализации конкретной архитектуры описан в работе [7]. Группой авторов предложена системная архитектура BizQuery, основанная на использовании многофункционального формата представления данных XML и языка запросов XQuery. Другим примером реализации брокера сообщений является использование web-служб для передачи данных в формате XML. В работе [8] приведено описание архитектуры взаимодействия систем документооборота через ненадежную среду передачи данных, где брокер сообщений берет на себя функции гарантированной и однократной доставки информации между системами.

**Интеграция на уровне данных.** На данном уровне интеграции приложения настраиваются на работу с единой или с несколькими связанными между собой БД. Цель интеграции – возможность конечных пользователей работать с едиными данными, обрабатывая их разными инструментами.

**Преимущества:** низкая стоимость интеграции, что при использовании одной СУБД очень заманчиво.

**Недостатки:** разрушение целостности данных. Если БД не экранирована хранимыми процедурами и не имеет необходимых ограничений целостности (в виде указания каскадных операций и триггеров), разные приложения могут приводить данные в противоречивые состояния. Если же БД экранирована и целостность обеспечивается, то и в этом случае в параллельно работающих с одной БД приложениях будут дублирующиеся части кода, выполняющие одинаковые или похожие операции. Кроме того, при изменениях структуры БД необходимо отдельно переписывать код всех приложений, с ней работающих. Модели интеграции на уровне данных описаны в работе [9]. Для решения проблемы авторы предлагают построить единую систему интеграции данных, основная задача которой – обеспечение доступа пользователям к данным из всех

корпоративных ИС без структурирования и накопления в единой БД.

При использовании единой объектно-ориентированной СУБД для задач интеграции возникают проблемы дублирования данных либо сложности их извлечения из иерархических структур. Для решения названных проблем предлагается использовать параллельные структуры, что позволяет извлекать экземпляры объектов, избегая избыточности данных и разных аномалий [10].

**Интеграция на уровне сервисов.** При интеграции на уровне сервисов чаще всего используются сервис-ориентированная архитектура (SOA) и шина данных [9]. Сервис представляет собой одну или несколько прикладных функций приложения, реализующих прикладную логику автоматизируемого процесса. Основные достоинства использования сервисов – возможность многократного применения и слабая связанность сервисов друг с другом.

Цель интеграции – быстрая отработка корпоративной бизнес-логики. Интеграция основана на фиксации интерфейсов и форматов данных с двух сторон.

**Преимущества:** низкая стоимость интеграции, быстрое объединение сильно различающихся систем без их модификации и дописывания дополнительных модулей.

**Недостатки:** присутствует фиксация; а если структуры или процессы изменяются, то образуются проблемы и узкоспециализированные, частные решения. При интеграции на уровне приложений важно применение стандартизованных компонентов.

На данном уровне возможна наименее затратная интеграция, где функции передачи данных будет выполнять человек, используя унифицированные интерфейсы отображения данных [5]. Это так называемая неавтоматизированная интеграция. Однако более перспективный вариант – автоматизированная интеграция. Примером успешной реализации технологической платформы массовой интеграции слабосвязанных информационных ресурсов в единую ИС является система ZooSPACE [11]. Комплекс ZooSPACE строится на произвольном количестве слабосвязанных самодостаточных узлов, которые функционируют в соответствии с единой политикой. Взаимодействие узлов между собой осуществляется посредством сетевых протоколов прикладного уровня на основе транспортного протокола ТСР/Р.

**Интеграция на уровне интерпретирования метаданных.** Цель интеграции – ИС хранит данные в самоописывающем хранилище, а пользователь может модифицировать не только их, но и метаданные, перенастраивая ИС под постоянно меняющиеся требования решаемой задачи [12].

**Преимущества:** гибкость подхода и упрощение модификации систем, снижение необходимого

уровня квалификации пользователя при внесении изменений в структуру и функции.

**Недостатки:** сложность создания ПО с повышенным уровнем абстракции, в реализации метамодели и в сопоставлении информационных ресурсов в разных системах метаданных [13, 14].

Примером успешной реализации самоописывающего хранилища данных является система «СОBRA++» [15], которая позволяет формировать информационную модель объектов предметной, быстро перенастраивать метаданные при интеграции данных из нового источника.

В настоящее время условия развития современного предприятия таковы, что совершенствование корпоративной информационной среды идет эволюционно, путем постепенного внедрения узкоспециализированных программных продуктов в соответствии с текущими потребностями и возможностями, и на основании этих систем строится интегрированная система управления предприятием [16, 17]. Такой подход обусловлен множеством причин, главным образом, экономическими, развитие ИС всегда отвечает текущим потребностям предприятия.

Таким образом, в статье проанализированы основные уровни интеграции гетерогенных ИС, предложена классификация уровней интеграции. Рассмотрены варианты взаимодействия ИС в зависимости от целей интеграции. Наиболее перспективным видом интеграции компонентов управляющих ИС, который требует дальнейшего изучения и совершенствования, является интеграция узкоспециализированных систем на уровне сервисов. Такой вариант интеграции позволит построить децентрализованную систему, в которую могут быть интегрированы как самодостаточные слабосвязанные компоненты, так и жестко связанные приложения, что позволит избежать дополнительных расходов на перестройку работающих ИС и существующих БД на предприятии.

#### Литература

1. Взаимосвязь информационных подсистем предприятия. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13862/1259/lecture/24012> (дата обращения: 27.01.2016).
2. Решетников И.С., Тупысев А.М., Владимирова М.В., Гревцев В.А. Стандарты интеграции многоуровневых информационных систем // Автоматизация в промышленности. 2009. № 9. С. 23–27.
3. Порай Д.С., Тарханов И.А. Односторонняя интеграция информационных систем // Тр. Ин-та системн. анализа РАН. 2007. Т. 29. С. 59–70.
4. Когаловский М.Р. Методы интеграции данных в информационных системах. URL: <http://www.ipr-ras.ru/articles/kogalov10-05.pdf> (дата обращения: 20.11.2015).
5. Тимакин О.А., Радзивон В. Описание интеграционных решений информационной системы и особенности ее использования // Евразийский научн. журн. 2015. № 12. URL: <http://journalpro.ru/articles/opisanie-integratsionnykh-resheniy-informatsionnoy-sistemy-i-osobennosti-ee-ispolzovaniya/> (дата обращения: 27.01.2016).
6. Шибанов С.В., Яровая М.В., Шашков Б.Д. Обзор современных методов интеграции данных в информационных систе-

мах // Надежность и качество: тр. Междунар. симпоз. 2010. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-metodov-integratsii-dannyh-v-informatsionnyh-sistemah> (дата обращения: 27.01.2016).

7. Антипин К.В., Фомичев А.В., Гринев М.Н., Кузнецов С.Д., Новак Л.Г., Плещачков П.О., Рекуц М.П., Шириев Д.Р. Оперативная интеграция данных на основе XML: системная архитектура BizQuery // Тр. Ин-та системн. программирования РАН. URL: <http://citforum.ru/internet/xml/bizquery/> (дата обращения: 26.01.2016).

8. Данилин А.В. Технология интеграции информационных систем на основе стандартов xml и web-служб (на уровне брокеров). URL: [http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb\\_03/pr03.exe?!18](http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb_03/pr03.exe?!18) (дата обращения: 26.01.2016).

9. Алаудинов А.Г. Построение единой системы интеграции данных в крупных корпорациях // Надежность и качество: тр. Междунар. симпоз. 2011. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-edinoy-sistemy-integratsii-dannyh-v-krupnyh-korporatsiyah> (дата обращения: 26.01.2016).

10. Волков А.А., Шведенко В.Н. Модель формирования параллельных структур в объектно-ориентированных СУБД // Программные продукты и системы. 2011. № 3. С. 14–17.

11. Жижимов О.Л., Федотов А.М., Шокин Ю.И. Технологическая платформа массовой интеграции гетерогенных данных // Вестн. НГУ. Сер.: Информационные технологии. 2013. Т. 11. № 1. С. 24–41.

12. Ратманова И.Д., Павлов М.Н. Подход к организации средств интеграции данных в корпоративных информационно-аналитических системах // Информационные технологии. 2006. № 6. С. 2–11.

13. Антопольский А.Б., Ауссем В.И. Типология информационных ресурсов в стандартных системах метаданных: анализ и проблемы интеграции // Информационные ресурсы России. 2006. № 5. С. 3–6.

14. Веселова Н.С., Шведенко В.Н. Моделирование информационных ресурсов предприятия при процессной организации системы управления // Программные продукты и системы. 2014. № 4. С. 260–264.

15. Набатов Р.А., Шведенко В.Н. Технология быстрой разработки баз данных и приложений пользователя в системе «СОБРА++» // Программные продукты и системы. 2008. № 2 (82). С. 39–41.

16. Кусов А.А. Проблемы интеграции корпоративных информационных систем // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 28. С. 103–109. URL: <http://uecs.ru/marketing/item/411-2011-04-25-10-08-37> (дата обращения: 25.12.2015).

17. Сысолетин Е.Г., Аксенов К.А., Круглов А.В. Интеграция гетерогенных информационных систем современного промышленного предприятия // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=19030> (дата обращения: 25.12.2015).

Software & Systems

DOI: 10.15827/0236-235X.116.073-077

Received 03.03.16

2016, vol. 29, no. 4, pp. 73–77

## ANALYSIS OF INTEGRATION LEVELS OF HETEROGENEOUS INFORMATION SYSTEM COMPONENTS

**O.V. Schekochikhin**<sup>1</sup>, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, [slim700@yandex.ru](mailto:slim700@yandex.ru)

**P.V. Shvedenko**<sup>2</sup>, Graduate Student, [pitk1@mail.ru](mailto:pitk1@mail.ru)

<sup>1</sup> Kostroma State Technological University, Dzerzhinsky St. 17, Kostroma, 156005, Russian Federation

<sup>2</sup> The National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky Ave. 49, St. Petersburg, 197101, Russian Federation

**Abstract.** Integration uncoordinated enterprise information systems is by far the most efficient way to build a unified information environment in the enterprise. To implement such a paradigm shift we need an integrating tool class. This paper analyzes the basic levels of heterogeneous information systems integration. There is an author's classification of integration levels, as well as the variants of information systems interaction depending on integration goals. The authors analyze the integration options at the broker level, the data level, the service level and at the level of meta information interpretation. The proposed classification is an attempt to highlight the key information systems integration options in terms of practical implementation. The paper shows the examples of successful implementation of integration tasks on each of the proposed levels. It also considers the strengths and weaknesses of each integration option. The broker level is useful in the case when a source code of integrated applications is available and there is an opportunity to add a required integration module. Integration at the data level can be recommended for information systems and data circuits that allow us to construct a single consistent data structure. The main advantages of the service level is the ability to reuse them, loose coupling of services, a lack of necessity in a single database or repository. When working at the level of meta-information interpretation it is possible to quickly reconfigure the meta-information in data integration from a new source. The classification makes it possible to determine the most rational set of tools and methods to create an integrated system with specified characteristics. The authors believe that the most promising way of integration of control information systems components, which requires further study and improvement, is the integration of specialized systems at the service level.

**Keywords:** integration, information system, integration levels.

### References

1. *Vzaimosvyaz informatsionnykh podsistem predpriyatiya* [Information Subsystems Interrelation in an Enterprise]. Available at: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13862/1259/lecture/24012> (accessed January 27, 2016).
2. Reshetnikov I.S., Tupysev A.M., Vladimirova M.V., Grevtsev V.A. Integration standards of multilevel information systems. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in Industry]. 2009, no. 9, pp. 23–27 (in Russ.).
3. Poray D.S., Tarkhanov I.A. One-sided integration of information systems. *Trudy ISA RAN* [Proc. of ISA RAS]. 2007, vol. 29, pp. 59–70 (in Russ.).
4. Kogalovsky M.R. *Metody integratsii dannykh v informatsionnykh sistemakh* [Data Integration Methods in Information Systems]. Available at: <http://www.ipr-ras.ru/articles/kogalov10-05.pdf> (accessed November 11, 2015).

5. Timakin O.A., Radzivon V. A description of information system integration solutions and its usage features. *Evrasyyskiy nauchnyy zhurnal* [Eurasian Scientific Jour.]. 2015, no. 12. Available at: <http://journalpro.ru/articles/opisanie-integratsionnykh-resheniy-informatsionnoy-sistemy-i-osobennosti-ee-ispolzovaniya/> (accessed January 27, 2016).
6. Shibanov S.V., Yarovaya M.V., Shashkov B.D. Overview of data integration modern methods in information systems. *Trudy Mezhdunar. simp. "Nadezhnost i kachestvo"* [Proc. Int. Symp. "Reliability and Quality"]. 2010, vol. 1. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennykh-metodov-integratsii-dannykh-v-informatsionnykh-sistemah> (accessed January 27, 2016).
7. Antipin K.V., Fomichev A.V., Grinev M.N., Kuznetsov S.D., Novak L.G., Pleshchakov P.O., Rekuts M.P., Shiryaev D.R. Operational data integration based on XML: BizQuery system architecture. *Trudy ISA RAN* [Proc. of ISA RAS]. Available at: <http://citforum.ru/internet/xml/bizquery/> (accessed January 26, 2016).
8. Danilin A.V. *Tekhnologiya integratsii informatsionnykh sistem na osnove standartov XML i web-sluzhb (na urovne brokerov)* [Technology of information systems integration based on standards XML and Web-services (at brokers' level)]. Available at: [http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb\\_03/pr03.exe?!18](http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb_03/pr03.exe?!18) (accessed January 26, 2016).
9. Alaudinov A.G. Creating data integration unified system in big corporations. *Trudy Mezhdunar. simp. "Nadezhnost i kachestvo"* [Proc. Int. Symp. "Reliability and Quality"]. 2011, vol. 1. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-edinoy-sistemy-integratsii-dannykh-v-krupnykh-korporatsiyah> (accessed January 26, 2016).
10. Volkov A.A., Shvedenko V.N. Model of forming parallel structures in object-oriented DBMS. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2011, no. 3, pp. 14–17.
11. Zhizhimov O.L., Fedotov A.M., Shokin Yu.I. Technological platform of heterogeneous data mass integration. *Vestnik NGU. Ser.: Informatsionnye tekhnologii* [Novosibirsk State University Journal of Information Technologies]. 2013, vol. 11, no. 1, pp. 24–41 (in Russ.).
12. Ratmanova I.D., Pavlov M.N. Approach to organization of data integration tools in corporative information and analytical systems. *Informatsionnye tekhnologii* [Information Technologies]. 2006, no. 6, pp. 2–11 (in Russ.).
13. Antopolsky A.B., Aussem V.I. Information recourse typology in standard metadata systems: analysis and integration problems. *Informatsionnye resursy Rossii* [Information Recourses of Russia]. 2006, no. 5, pp. 3–6 (in Russ.).
14. Veselova N.S., Shvedenko V.N. Enterprise information resources modeling for process organization of enterprise management system. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2014, no. 4 (108), pp. 260–264 (in Russ.).
15. Nabatov R.A., Shvedenko V.N. A fast development technology for databases and user applications in "COBRA++". *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2008, no. 2 (82), pp. 39–41 (in Russ.).
16. Kusov A.A. Integration problems in corporative information systems. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauch. zhurnal* [Management of Economic Systems]. 2011, no. 28, pp. 103–109. Available at: <http://uecs.ru/market/ing/item/411-2011-04-25-10-08-37> (accessed December 25, 2016).
17. Sysoletin E.G., Aksenov K.A., Kruglov A.V. Heterogeneous information systems integration in modern industrial organization. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015, no. 1 (in Russ.).

## Примеры библиографического описания статьи

1. Щекочихин О.В., Шведенко П.В. Анализ уровней интеграции компонентов гетерогенных информационных систем // Программные продукты и системы. 2016. Т. 29. № 4. С. 73–77; DOI: 10.15827/0236-235X.116.073-077.
2. Schekochikhin O.V., Shvedenko P.V. Analysis of integration levels of heterogeneous information system components. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2016, vol. 29, no. 4, pp. 73–77 (in Russ.); DOI: 10.15827/0236-235X.116.073-077.