

УДК 004.42

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ И МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ОБЛАДАЮЩИХ СВОЙСТВОМ ПОВЕДЕНИЯ

В.Н. Шведенко<sup>a</sup>, О.В. Щекочихин<sup>b</sup>, П.В. Шведенко<sup>b, c</sup>

<sup>a</sup> ООО «Регул +», Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

<sup>b</sup> Костромской государственной технологической университет, Кострома, 156005, Российская Федерация

<sup>c</sup> Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

Адрес для переписки: Slim700@yandex.ru

### Информация о статье

Поступила в редакцию 12.04.16, принята к печати 10.06.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654

Язык статьи – русский

**Ссылка для цитирования:** Шведенко В.Н., Щекочихин О.В., Шведенко П.В. Критерии оценки и модели информационных систем, обладающих свойством поведения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 4. С. 649–654. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654

### Аннотация

Исследован вопрос создания информационных систем управления предприятием, обладающих свойством поведения. Поведение информационной системы рассматривается с точки зрения целенаправленного расширения ее функций, потребность в которых возникает вследствие изменчивости внешней и внутренней среды предприятия. Для создания систем с поведением предлагается использовать интегрированные информационные системы, которые строятся из узкоспециализированных, малофункциональных приложений. Предложены критерии классификации информационных систем с поведением по набору функций, по вариантам передачи управления в приложение, по уровню интеграции ее компонентов. Раскрыта классификация по уровням интеграции компонентов информационной системы. В рамках классификации предложено 4 варианта структурных моделей интегрированных систем. Первый вариант интеграции строится на основе брокеров сообщений, при этом достигается автоматическая передача данных и запуск соответствующих приложений. Второй вариант строится на основе интегрированной базы данных, что позволяет приложениям работать в соответствии с установленным регламентом. Третий вариант интеграции осуществляется на уровне сервисов и позволяет строить структуры с заранее не определенной конфигурацией интегрирующихся приложений для решения актуальной задачи. Четвертый вариант интеграции строится на уровне интерпретации метаданных для системы распределенных баз данных и приложений, взаимодействующих с этими базами. Поведение системы возникает в случае, когда новое приложение автоматически обменивается входными и выходными данными с другими компонентами информационной системы, а также имеет возможность гибкой настройки параметров взаимодействия функций.

### Ключевые слова

информационная система, интеграция, поведение информационной системы, методы интеграции, брокеры, сервисы, данные, метаданные

## EVALUATION CRITERIA AND MODELS OF INFORMATION SYSTEMS WITH THE PROPERTY OF BEHAVIOR

V.N. Shvedenko<sup>a</sup>, O.V. Schekochikhin<sup>b</sup>, P.V. Shvedenko<sup>b, c</sup>

<sup>a</sup> LLC “Regul +”, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

<sup>b</sup> Kostroma State University of Technology, Kostroma, 156005, Russian Federation

<sup>c</sup> ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

Corresponding author: Slim700@yandex.ru

### Article info

Received 12.04.16, accepted 10.06.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654

Article in Russian

**For citation:** Shvedenko V.N., Schekochikhin O.V., Shvedenko P.V. Evaluation criteria and models of information systems with the property of behavior. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 649–654. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-4-649-654

**Abstract**

The paper focuses on the creation of enterprise management information systems with the property of behavior. Behavior of information system is considered from the standpoint of its functions targeted expansion; the need for them arises from the variability of the external and internal environment. To create a system with behavior, integrated information systems are encouraged to be used constructed from highly specialized, low functional applications. Classification criteria of information systems with behavior are proposed by a set of functions, by options of control transfer to the application, by the integration level of information system components. Classification is revealed by integration levels of information system components. Within the classification four options for structural models of information systems are suggested. The first option is based on the integration of message brokers with achieving of automatic data transfer and the launch of the relevant applications. The second option is based on an integrated database that enables applications to operate in accordance with established regulations. The third version of the integration is carried out on the level of services and gives the possibility to build structures with preliminary uncertain configuration of intern applications for the actual problem solution. The fourth option is based on integration level of the interpretation of metadata for distributed database systems and applications that interact with these databases. The system behavior comes into existence in case of new application automatically exchanges input and output data with the other components of information system and has the possibility of flexible parameter setting of functions interaction.

**Keywords**

information system, integration, information system behavior, integration methods, brokers, services, data, metadata

**Введение**

Жизненный цикл информационной системы (ИС) связан с периодически возникающей потребностью вносить в нее изменения, которые определяются диверсификацией, изменением организационной структуры, приобретением нового технологического оборудования и другими внешними и внутренними причинами. Изменения внешней среды заставляют руководство бизнеса пересматривать целевые ориентиры своей деятельности, которые связаны с ассортиментной, ценовой, сбытовой политикой и т.п. Смена целевых ориентиров бизнеса зависит от кризисных ситуаций в экономике, влияния конкурентов, изменения нормативно-правовой базы.

Существует два подхода к проектированию ИС – создание монолитных и интегрированных информационных систем. Расширение функциональных возможностей монолитных ИС осуществляется за счет создания новых версий программных продуктов или приложений, что наблюдается практически у всех крупнейших разработчиков программного обеспечения (ПО) (ORACLE, MS и т.п.). Это приводит к отставанию функциональных возможностей ИС управления от потребностей бизнеса. Сведение к минимуму затрат на адаптацию и эксплуатацию ИС при получении новых функций и новых возможностей для управления предприятием является актуальной задачей, которая решается с помощью технологий создания интегрированных информационных систем [1, 2].

Для построения интегрированных ИС используются объектно-ориентированные технологии [3–5], метамоделирование систем [6, 7], облачные технологии [8–10], архитектурные решения на основе единой шины данных [11–14]. При перенастройке интегрированной ИС под изменившиеся условия ее эксплуатации возникают проблемы согласования форматов передачи данных, идентификации информационных объектов [5], сохранении информационных ресурсов в интегрированной базе или хранилище данных, интеграции нового приложения в ИС [15, 16].

Для решения указанных проблем предлагается метод совершенствования функциональных возможностей ИС управления предприятием путем наделения ее свойством поведения. Поведение ИС рассматривается с точки зрения целенаправленного расширения ее функций, потребность в которых возникает вследствие изменчивости внешней и внутренней среды предприятия.

**Поведение информационных систем в условиях динамической внешней и внутренней среды предприятия или организации**

Целевые ориентиры бизнеса определяют архитектуру ИС предприятия, формируют потоки данных и набор показателей контроля и управления процессами.

Поскольку внешняя и внутренняя среда предприятия формирует цели и задачи ИС, то в зависимости от состояния среды ИС с поведением будет настраиваться на решение соответствующего класса задач. При изменении либо внешней, либо внутренней среды предприятия возникает потребность в обработке новой информации либо известной информации новыми методами.

Если алгоритмы обработки данных, реализованные в модулях ИС, не позволяют подготовить информацию для принятия решений, то необходимо интегрировать в систему приложение, в котором реализован требующийся алгоритм обработки данных.

Новое приложение может работать независимо, в этом случае необходимо ввести данные, обработать информацию, получить результат и передать данные в другое приложение. При такой работе приложения нельзя говорить о системе с поведением. Поведение системы возникает в случае, когда новое приложение автоматически обменивается входными и выходными данными с другими компонентами ИС, а также имеет возможность гибкой настройки параметров взаимодействия функций.

### Критерии оценки информационных систем с поведением

Наделение интегрированной ИС свойством поведения позволяет расширять ее функциональные возможности без корректировки исходного кода или перенастройки отдельных компонентов системы.

Поведение системы зависит от ее элементов, которыми являются приложение, действующее в рамках ИС, библиотека функций, система управления базой данных (СУБД), база данных (БД), интегрирующий модуль, который может быть реализован в виде брокера или сервиса.

Системы с поведением можно классифицировать по следующим критериям.

1. Набор функций, которые последовательно или параллельно должны выполняться в приложении. Входные и выходные данные, которые подаются на обработку приложением, задаются внешней средой и определяются целью запуска приложения на исполнение.
2. Варианты передачи управления в приложение: ключи, конфигурационные файлы (ini, реестр, xml, json), БД под управлением СУБД, метамоделирование структуры данных с возможностью ее расширения, метамоделирование бизнес-процесса, которое позволяет формировать систему показателей состояния объектов и субъектов, участвующих в процессе.
3. Уровень интеграции компонентов ИС: уровень брокеров, уровень данных, уровень сервисов, уровень интерпретирования метаинформации.
4. Виды обработки данных: статистическая обработка данных, корреляционный анализ, многофакторный анализ, интеллектуальный анализ данных с использованием нейронных сетей, когнитивный анализ.

### Структурные модели интеграции элементов информационной системы с поведением

Критерии классификации ИС с поведением по набору функций, по вариантам передачи управления в приложение, по уровню интеграции компонентов ИС связаны между собой, и эти связи определяются целями и задачами поддержки организационного управления предприятием. В настоящей работе подробно раскрыта классификация по уровням интеграции компонентов ИС. При построении интегрированной системы в ее структуре обязательно должен присутствовать интегрирующий блок, который выполняет следующие задачи: определение формата обмена данными, формирование запроса на получение данных, передача в БД полученных результатов.

**Интеграция на уровне брокеров.** Данный уровень интеграции использует набор интерфейсов программирования приложений (API). Достижимая цель интеграции – автоматическая передача данных и запуск исполняемого кода. Для конечного пользователя интегрированные компоненты представляют единую систему.

Преимущества: универсальность – практически всегда можно создать дополнительный программный модуль, который будет обращаться в обе системы различными способами, например, в одну через БД, а в другую через удаленный вызов процедур.

Недостатки: большое количество связей  $n(n-1)$  между приложениями, сложность, трудоемкость, а следовательно, высокая стоимость разработки, внедрения и владения.

Если для взаимодействия компонентов ИС используется уровень брокеров, то задачи интегрирующего блока решает соответствующий адаптер компонента системы (рис. 1).

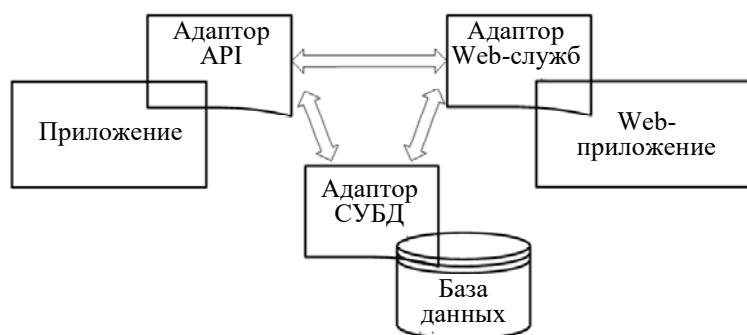


Рис. 1. Фрагмент структурной схемы интеграции на уровне брокеров

**Интеграция на уровне данных.** На данном уровне интеграции приложения настраиваются на работу с единой БД или несколькими связанными между собой БД. Цель интеграции – конечные пользователи работают с едиными данными, а обрабатывают их разными инструментами.

Преимущества: низкая стоимость интеграции, а при использовании одной СУБД это становится очень заманчивым решением.

Недостатки: разрушение целостности данных. Если БД не экранирована хранимыми процедурами и не имеет необходимых ограничений целостности в виде указания каскадных операций и триггеров, то разные приложения могут приводить данные в противоречивые состояния. Если же база экранирована и

целостность обеспечивается, то в этом случае в параллельно работающих с одной БД приложениях будут дублирующие части кода, выполняющие одинаковые или похожие операции. Кроме того, при изменениях структуры базы необходимо отдельно переписывать код всех приложений, с ней работающих.

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

При интеграции приложений на уровне данных необходим дополнительный модуль настройки единой БД, который позволяет однозначно определять источник данных, формат и регламент передачи данных, формат хранения данных, приложение, которое реализует соответствующий алгоритм обработки данных. Это наиболее трудоемкий вариант с точки зрения создания и отладки интегрированной системы (рис. 2).

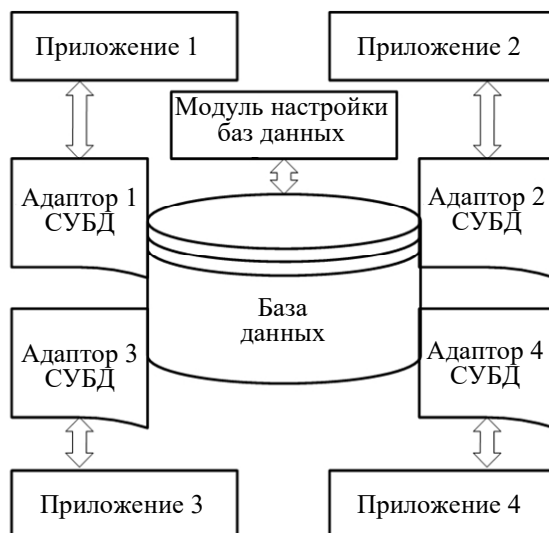


Рис. 2. Структурная схема интеграции на уровне единой базы данных

**Интеграция на уровне сервисов.** При интеграции на уровне сервисов чаще всего используется сервис-ориентированная архитектура (SOA) и шина данных (рис. 3). Сервис представляет собой одну или несколько прикладных функций приложения, реализующих логику информатизируемого процесса. Основными достоинствами использования сервисов являются возможность многократного использования, слабая связанность сервисов друг с другом.

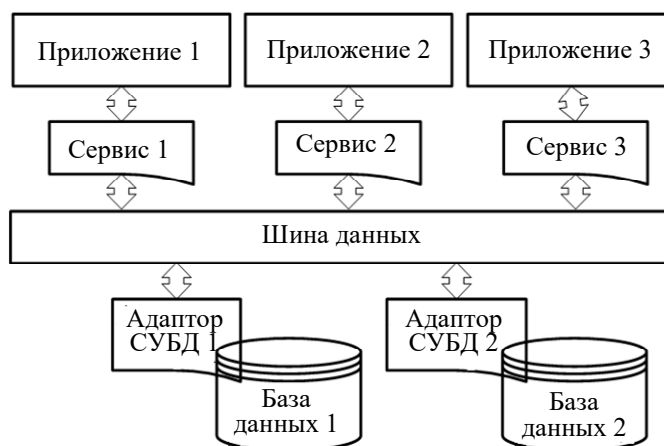


Рис. 3. Структурная схема интеграции на уровне сервисов

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 разработки новых модулей. Дополнительным преимуществом интеграции на уровне сервисов является возможность использования облачных технологий для интеграции приложений в ИС.

Недостатки: присутствует фиксация, а если структуры или процессы изменяются, то образуются проблемы и узкоспециализированные, частные решения. При интеграции на уровне сервисов важно применение стандартизованных компонентов. Также возникает проблема обеспечения безопасности данных в такой гетерогенной системе.

На данном уровне возможен вариант исполнения интеграции, где функции передачи данных будет выполнять человек, используя унифицированные интерфейсы отображения данных. Наиболее перспективной является автоматизированная интеграция с использованием облачных сервисов для организации взаимодействия разрозненных компонентов.

Функция поведения закладывается в интегрирующий сервис, который с минимальными затратами позволяет настроить обмен данными между приложениями (рис. 3).

**Интеграция на уровне интерпретирования метаданных.** Цель интеграции – ИС хранит данные в самоописывающем хранилище, а пользователь может модифицировать данные, расширять структуру метаданных, переназначая ИС под постоянно меняющиеся требования решаемой задачи. Метаданные позволяют однозначно идентифицировать свойства и формат описания информационных объектов при передаче данных между интегрируемыми приложениями.

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, сложность в реализации метамодели, сложность в сопоставлении информационных ресурсов в разных системах метаданных.

При организации интеграции на уровне интерпретирования метаданных функцию поведения берет на себя подсистема анализа производственной информации и деятельности предприятия, которая описывает архитектуру ИС (рис. 4). Этой подсистемой определяется новая модель метаданных. Задачи интеграции выполняет подсистема интеграции и синхронизации данных с внешними источниками данных.



Рис. 4. Структурная схема взаимодействия компонентов информационной системы при интеграции на уровне интерпретирования метаданных

### Заключение

В работе предложены критерии классификации интегрированных информационных систем по набору функций, выполняемых приложениями, вариантам передачи управления в приложение, уровням интеграции компонентов системы, видам обработки данных. На основе классификации рассмотрены четыре варианта реализации интеграции: уровень брокеров, уровень данных, уровень сервисов, уровень интерпретирования метаданных. Для каждого варианта интеграции предложено архитектурное решение интегрированной информационной системы управления предприятием, наделяющее ее свойством поведения. Указаны достоинства и недостатки каждого решения.

## References

1. Alaudinov A.G. Construction of unified system of data integration in corporations. *Trudy Mezhdunarodnogo Simpoziuma Nadezhnost' i Kachestvo*, 2011, vol. 1, pp. 239–242.
2. Zhizhimov O.L., Fedotov A.M., Shokin Yu.I. Technology platform for the mass integration of heterogeneous data. *Novosibirsk State University Journal of Information Technologies*, 2013, vol. 11, no. 1, pp. 24–41.
3. Shvedenko V.N., Volkov A.A. Model of parallel structures organization in oop. *Programmnye Produkty i Sistemy*, 2011, no. 3, p. 3.
4. Volkov A.A., Nabatov R.A., Shchekochikhin O.V. Adaptive automated system for information collection and display business management. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2008, no. 46, pp. 3–6. (In Russian)
5. Shvedenko V.N., Veselova N.S. Enterprise information resources modeling for process organization of enterprise management system. *Programmnye Produkty i Sistemy*, 2014, no. 4, pp. 260–264. (In Russian) doi: 10.15827/0236-235X.108.260-264
6. Kuz'kin A.A., Smirnov S.V., Basov O.O. Model of providing with development strategy for information technologies in an organization. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 305–312. (In Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-2-305-312
7. Oleynik P.P. Using metamodel of object system for domain-driven design the database structure. *Proc. 12<sup>th</sup> IEEE East-West Design and Test Symposium, EWDTs'2014*. Kiev, Ukraine, 2014, art. 7027052. doi: 10.1109/EWDTs.2014.7027052
8. Dean J., Ghemawat S. MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Proc. 6<sup>th</sup> Symposium on Operating System Design and Implementation*. San Francisco, 2004, pp. 137–150. doi: 10.1145/1327452.1327492
9. Laplante P.A., Zhang J., Voas J. What's in a name? Distinguishing between SaaS and SOA. *IT Professional*, 2008, vol. 10, no. 3, pp. 46–50. doi: 10.1109/MITP.2008.60
10. Gagnon S., Nabelsi V., Passerini K., Cakici K. The next web apps architecture: challenges for SaaS vendors. *IT Professional*, 2011, vol. 13, no. 5, pp. 44–50. doi: 10.1109/MITP.2011.90
11. Jensen K., Christensen S. *CPN Tools State Space Manual*. University of Aarhus, 2013, 49 p.
12. Jaeger P.T., Lin J., Grimes J.M., Simmons S.N. Where is the cloud? Geography, economics, environment, and jurisdiction in cloud computing. *First Monday*, 2009, vol. 14, no. 5. URL: <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/2456/2171>.
13. Sadiku M.N.O., Musa S.M., Momoh O.D. Cloud computing: opportunities and challenges. *IEEE Potentials*, 2014, vol. 33, no. 1, pp. 34–36. doi: 10.1109/MPOT.2013.2279684
14. Kaufman L.M. Data security in the world of cloud computing. *IEEE Security and Privacy*, 2009, vol. 7, no. 4, pp. 61–64. doi: 10.1109/MSP.2009.87
15. Vladimirov A.V. Agents integration in information system for the enterprise with the adaptation of mechanisms and user interface. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2013, no. 6, pp. 105–111.
16. Sysoletin E.G., Aksenov K.A., Kruglov A.V. The task of different information systems integration of enterprise. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 2015, no. 1, p. 335.

**Шведенко Владимир Николаевич**

– доктор технических наук, профессор, научный руководитель проекта, ООО «Регул +», Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, shvn.d3@mail.ru

**Щекочихин Олег Владимирович**

– кандидат технических наук, доцент, доцент, Костромской государственной технологической университет, Кострома, 156005, Российская Федерация, Slim700@yandex.ru

**Шведенко Пётр Владимирович**

– студент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; аспирант, Костромской государственной технологической университет, Кострома, 156005, Российская Федерация, Pitk1@mail.ru

**Vladimir N. Shvedenko**

– D.Sc., Professor, Project Supervisor, LLC “Regul +”, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, shvn.d3@mail.ru

**Oleg V. Schekochikhin**

– PhD, Associate professor, Associate professor, Kostroma State University of Technology, Kostroma, 156005, Russian Federation, Slim700@yandex.ru

**Petr V. Shvedenko**

– student, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; postgraduate, Kostroma State Technological University, Kostroma, 156005, Russian Federation, Pitk1@mail.ru