

Интегрированная система повышает требования к надежности всего программно-технического комплекса, что усложняет процесс поддержки и увеличивает трудозатраты (например, дополнительные дежурства ИТ-специалистов). Интеграция программного обеспечения не избавляет от необходимости создания и поддержки интерфейсов между отдельными подсистемами.

Проекты по замене любого ПО существенно усложняются, если система – интегрированная. Отдельную программу можно поменять достаточно легко. Если же это часть системы, то от модификаций в ней может «лихорадить» весь банк. При интегрированной системе сбой, который уже произошел, может парализовать работу всех подразделений банка, сбой же отдельной подсистемы не лишает работоспособности весь комплекс банковских программ.

Интегрированные системы обычно предъявляют высокие требования к оборудованию, может потребоваться замена или дорогостоящая модернизация существующего компьютерного парка. Дезинтегрированные, напротив, позволяют сократить соответствующие затраты, так как можно подстроить систему под имеющееся оборудование.

Не существует единой универсальной методики выбора банковской информационной системы. Каждое предприятие (не только банк) основывается на своих потребностях в данный период развития и финансовых возможностях. Но далеко не все руководители банков могут сформулировать четкие задачи, которые должно будет решать программное обеспечение, что неизбежно влечет за собой проблемы на всех этапах внедрения новой или преобразования старой информационной системы.

Отрицательный опыт убыточного внедрения автоматизированных систем управления в банках привел к выводу, что банковские технологии не могут и не должны предопределять способы и методы тестирования нового ПО. Ввод в эксплуатацию банковской информационной системы либо модернизация существующих информационных технологий требует переосмысления и перепроектирования организационной структуры банка. Неизбежен реинжиниринг банковских технологий под влиянием информационных технологий. Это связано как с появлением новых возможностей в банковской деятельности, так и усовершенствованием старых.

## МЕТАМОДЕЛЬ СЕРВИСОВ ДЛЯ ИНТЕРОПЕРАбельНОСТИ СИСТЕМ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ СЕРВИСНО ОРИЕНТИРОВАННУЮ АРХИТЕКТУРУ

### Проблема интеграции

Для эффективного управления современными субъектами экономической деятельности повсеместно применяются информационные системы (ИС). Ориентация на сервисы, как парадигма проектирования, стала результатом эволюции принципов создания таких систем. Сервисно ориентированная ИС (СОИС) представляет собой набор физически независимых, слабо связанных, заменяемых приложений и обладает высокой степенью адаптивности, т. е. она может быть быстрее и дешевле трансформирована в соответствии с требованиями бизнеса. В связи с этим ориентация на сервисы в инженерии ИС является пунктом ИТ-стратегий множества крупных и средних предприятий.

На протяжении жизненного цикла СОИС поддерживается различными обеспечивающими приложениями. В ходе ее развития возникают требования по интеграции поддерживающих ее приложений между собой, а также с приложениями других предметных областей (ПрОб). Однако в связи с отсутствием единого понимания ПрОб СОА обеспечивающие приложения зачастую несовместимы, что приводит к необходимости их перепроектирования и повторной реализации. Это указывает на актуальность проблемы интеграции подобных систем.

### Интероперабельность

Интероперабельность – это свойство, обеспечивающее интеграцию систем. Под ней понимается способность двух и более систем взаимодействовать друг с другом. Такое взаимодействие может представлять собой обмен данными, выполнение распределенных поисковых запросов, синхронизацию баз данных (БД) и т. д.

Все приложения, явно или неявно, содержат в себе модель поддерживаемой ПрОб. Развитие модели ориентированной системной инженерии (MBSE) привело к появлению технологий, которые позволяют явно выражать эти модели и использовать их для автоматической конфигурации систем. Интероперабельность моделей ПрОб подразумевает возможность их автоматического сравнения и согласования и является основой интероперабельности приложений, базирующихся на них.

Выделяют структурный (синтаксический) и семантический уровни интероперабельности. На первом обеспечивается согласование структур данных, способов их представления (кодирования) и хранения. На семантическом уровне акцент переносится с данных на информацию и знания. Семантическая интероперабельность обеспечивает автоматическую интерпретацию передаваемых данных, установление соответствия между значением сущностей приложений.

Распространенные методы обеспечения интероперабельности, в большинстве случаев, решают проблемы интеграции на структурном уровне при помощи стандартизации форматов представления данных. Появление стандарта XML предоставило единый синтаксис, который может быть эффективно использован для описания структур данных. Но несмотря на достоинства, XML не может обеспечить семантическую интероперабельность. В работе [2] рассмотрены причины этого, главная из которых в том, что семантика в XML-документах не может быть выражена явно и только подразумевается их автором. XML не предполагает интерпретации данных, а только задает их структуру.

Интерпретация данных обеспечивается единым формальным описанием ПрОб. Таким описанием является метамодель ПрОб. Метамодель – это описание модели. Она содержит средства выражения структуры и поведения, необходимые для представления экземпляра целевой модели. Метамодель COA обеспечивает общий язык моделирования COA в виде словаря концептов и их связей. Семантическая интероперабельность приложений, поддерживающих COA, достигается путем соотнесения элементов моделей конкретной COA, лежащих в их основании, с общей метамоделью COA. По сути, это приведение моделей к одному языку.

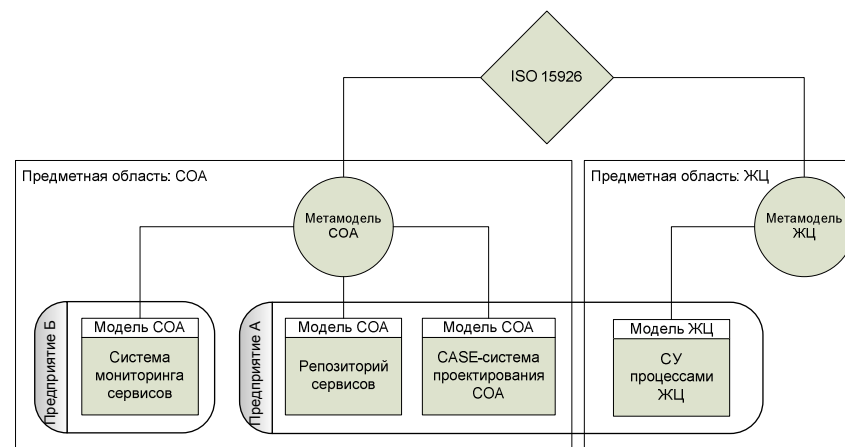
Метамодель является простейшей онтологией. Онтологии, в свою очередь, представляют собой основу Semantic Web (Семантической Паутины), формы развития сети Интернет, целью которой является создание непрерывного информационного поля, позволяющего организовать машинную обработку информации. Распространение идей Semantic Web послужило толчком к созданию и совершенствованию инструментов и языков инженерии онтологий, среди которых RDF (Resource Definition Framework) и OWL (Web Ontology Language), применяющиеся для метамоделирования.

### Концептуальное решение

В статье предлагается концептуальное решение проблемы обеспечения семантической интероперабельности между приложениями в ПрОб COA. Предлагается разработать метамодель COA и использовать ее как основу интеграции этих систем. Развивая возможности интеграции, метамодель выражается в терминах шаблонов стандарта ISO 15926-7. Такое

представление позволит использовать модель данных ISO 15926-2 в качестве общей онтологии, связывающей метамодель COA с метамоделями других ПрОб. Это позволит обеспечить семантическую интероперабельность с приложениями, поддерживающими другие ПрОб.

Ниже приведено описание примера, облегчающее понимание предлагаемого решения (рис.). Предприятие А использует CASE-систему для проектирования своей COA (например, IBM Rational Software Architect), а также репозиторий сервисов (например, свободно распространяемый WSO2 Governance Registry) для хранения, управления и поиска сервисов. Функции мониторинга сервисов отданы на аутсорсинг предприятию Б, которое применяет для этого специальное приложение (например, SOA Software Service Manager). Эти системы, хотя и принадлежат разным предприятиям, относятся к ПрОб COA и оперируют концептами из нее, такими как сервис, интерфейс, сообщение и др. В основе всех этих систем лежат модели COA. Но так как их поставщики разные, есть большая вероятность существования различий в интерпретации концептов ПрОб указанными приложениями. Для обеспечения их семантической интероперабельности необходимо общее понимание ПрОб. Оно может быть обеспечено метамоделью COA, с которой должны быть согласованы модели COA.



Средства семантической интероперабельности систем одной и разных ПрОб

Важно, что есть большое количество ситуаций, при которых требуется интеграция систем, поддерживающих разные ПрОб. В приведенном

примере Предприятие А может использовать систему управления процессами ЖЦ, в основе которой лежит модель ЖЦ. Такая модель отражает фазы конкретного ЖЦ, практики и методы, применяющиеся на разных стадиях, а также требуемые ресурсы, включая сервисы СОИС. При таком сценарии требуется интеграция репозитория сервисов и СУ управления процессами ЖЦ. Необходима совместимость языков, на которых описываются модели СОА и ЖЦ интегрируемых систем. Для этого должны быть объединены соответствующие метамодели путем выражения взаимосвязи их концептов. Это может быть реализовано в рамках общей (объемлющей) онтологии, в качестве которой предлагается использовать модель данных стандарта ISO 15926-2.

### Метод метамоделирования СОА

Метамоделирование в системной инженерии включает в себя анализ, проектирование и конструирование правил, ограничений, моделей и теорий, применяемых для моделирования установленных проблем. Продуктом этой дисциплины является метамодель, т. е. набор концептов, ограниченных выделенной ПрОб. Как модель является абстракцией какого-то объекта в реальном мире, так и метамодель – это еще одна абстракция, выделяющая характеристики самой модели. Как уже упоминалось выше, метамодель может использоваться в качестве языка, выражающего семантику хранимых и обмениваемых данных и применяющегося при выполнении методов конкретной ПрОб [3]. Примером использования метамоделирования является так называемый Дом ARIS, лежащий в основе распространенного продукта ARIS Toolset. Дом ARIS определяет архитектуру метамodelей пяти ПрОб, описывающих предприятие: данные, функции, продукты, организация, контроль.

В современных методах метамоделирования повсеместно применяются средства инженерии онтологий. В работе [5] предлагается использование RDF. Однако выразительность RDF накладывает ряд ограничений, которые снимаются использованием языка моделирования онтологий OWL, являющегося расширением RDF. Преимущества OWL – объемный словарь и более продвинутый синтаксис, обеспечивающие богатую выразительность. OWL поддерживается открытым инструментом моделирования Protégé. Доступны блоки рассуждений (reasoners), применяющиеся для верификации онтологий.

При метамоделировании выделяются концепты ПрОб, моделируется таксономия (иерархия) классов, описываются отношения между ними. Для объемных метамodelей со сложной структурой проводится проверка целостности.

Метамодели ПрОб разрабатываются сообществами экспертов, поэтому необходимо использовать существующие наработки. Для СОА ото-

брано четыре таких источника, принятые различными организациями по стандартизации: Reference Model for SOA (OASIS); SOA Ontology Draft 2.0 (Open Group); SoaML – UML Profile (OMG); OWL-S: Semantic Markup for Web Services (W3C). Предполагается проведение их сравнительного анализа.

### ISO 15926 как стандарт интероперабельности

Стандарт ISO 15926 «Интеграция данных жизненного цикла установок непрерывного производства» был инициирован в 1996 году. Консорциум FIATECH, миссия которого ускорять развитие и внедрение технологической интеграции и автоматизации в промышленности, выбрал его в качестве стандарта интероперабельности. Этот консорциум, организованный крупными промышленными предприятиями, совместно с инициатором стандарта, некоммерческой ассоциацией POSC Caesar, развивает и распространяет ISO 15926. Стандарт состоит из нескольких частей, ключевые из которых описаны ниже.

ISO 15926-2 задает модель данных, представляющую собой высшую (объемлющую) онтологию. Она выражена на языке EXPRESS и включает в себя около двухсот базовых концептов и их отношений, таких как физический объект, деятельность, мерологические (часть-целое) и топологические (протяженность, предел) связи. Модель задает базовые правила, аналогом которых является грамматика естественного языка. Одно из важнейших преимуществ ISO 15926-2 – это четырехмерное представление о мире. При таком подходе объекты считаются протяженными не только в пространстве, но и во времени. Это позволяет описывать временные части объектов и обсуждать их динамику [1].

ISO 15926-4 описывает начальные справочные данные, формирующие библиотеку (БСД). Их аналогом является словарь или тезаурус языка. Библиотека содержит около 10 тысяч терминов, являющихся экземплярами базовых классов. В БСД планируется поместить около 100 тысяч классов, определенных в международных и отраслевых стандартах. Она реализована в виде веб-сайта<sup>65</sup> с открытым доступом. ISO 15926-6 будет устанавливать процедуру расширения БСД. На нижнем уровне БСД компании для своих нужд смогут размещать классы промышленной продукции или специфичные для приложений классы (миллионы классов).

ISO 15926-7 представляет язык шаблонов (templates), основанный на формальной логике, с помощью которого описываются семантические структуры. Их аналогом являются фразы и высказывания на естественном языке. Онтология используется для того, чтобы записывать высказывания, несущие информацию (семантику). В идеальной ситуации эксперт ПрОб

<sup>65</sup> <http://rds.posccaesar.com/apps/rdsclient108.html>

описывает факт, который может автоматически интерпретироваться. Но языки моделирования информации сложны для рядовых пользователей. Язык шаблонов обеспечивает промежуточный слой, скрывающий сложность онтологических моделей [4]. Шаблон ISO 15926 – это паттерн для описания фактов. Его сигнатура определяет форму высказывания и представляет собой набор аргументов с описанием их типов (классы БСД). С помощью правил интерпретации шаблон разворачивается в онтологическую модель, совместимую с моделью данных ISO 15926-2. Для того чтобы высказать утверждение о ПрОб, конечному пользователю не требуется знать содержимое словаря БСД. Он должен лишь создать экземпляр шаблона с помощью его сигнатуры. От инженеров, занимающихся информационным моделированием, требуется выразить ПрОб в виде ОИМ (Object Information Model), состоящей из шаблонов, описывающих конкретную область интереса. Эти шаблоны также помещаются в БСД.

ISO 15926-8 описывает использование OWL в качестве технологии представления классов и связей БСД. Это обеспечивает возможность применять инженерию онтологий, основанную на формальной логике, для создания вычисляемой метамодели ПрОб.

Как видно из названия, изначально ISO 15926 предназначался для обеспечения интероперабельности систем управления непрерывным производством и интеграции информации его ЖЦ. Однако инструменты, предложенные стандартом, оказались универсальными и могут быть использованы для создания совместимых метамodelей любых ПрОб. ISO 15926 указывает, что многие продукты, процессы и материалы подпадают под стандарты, предписывающие им различные аспекты. Но эти стандарты доступны лишь в текстовой форме и, следовательно, не машиночитаемы. ISO 15926 может использоваться для представления сведений, содержащихся в них, с применением справочных данных. Этот механизм позволит объединить инженерные сведения из различных международных и национальных стандартов для их применения на предприятии. В планах FIATECH – наполнение БСД информацией из стандартов в области электроэнергетики, госрегулирования, строительства, представления геоинформации<sup>66</sup>.

#### **Новизна исследования**

В настоящий момент, несмотря на наличие попыток стандартизации методов моделирования СОА, отсутствует машиночитаемая метамодель СОА, которая бы обеспечила автоматическую интерпретацию данных моделей. В описываемом исследовании предлагается выразить эту модель в

виде классов и шаблонов ISO 15296 и предложить их для помещения в БСД. Это обеспечит сообщество интеграторов данных инструментом семантической интероперабельности систем поддержки СОА и даст возможность интегрировать данные ЖЦ СОИС с данными ЖЦ других объекта.

Разработчики стандарта ISO 15926 сообщают, что сейчас нет формального метода создания ОИМ, выражающих метамодель ПрОб. Инженеры, занимающиеся информационным моделированием, используют ad hoc процессы. Вторым пунктом новизны исследования является разработка такого метода. Он будет зафиксирован в процессе метамоделирования СОА.

#### *Библиографический список*

1. Batres R., et al. An upper ontology based on ISO 15926, Computers and Chemical Engineering Volume. 31, Issues 5-6, May 2006.
2. Heflin J. and Hendler J. Semantic Interoperability on the Web. In Proceedings of Extreme Markup Languages, 2000.
3. Jeusfeld M.A., et al. Metamodeling for Method Engineering. Cambridge (USA): The MIT Press, 2009.
4. Kluwer J.W., et al. ISO 15926 templates and the Semantic Web. Position paper for W3C Workshop on Semantic Web in Energy Industries, 2008.
5. Михайлов И.С. Исследование и разработка методов и программных средств обеспечения структурной и семантической интероперабельности информационных систем на основе метамodelей.– Материалы КИИ, 2008.

<sup>66</sup> По материалам семинара по интеграции данных организованного ВНИИАЭС и РосАтом. <http://www.vniiaes.ru/uzhc/>