

СТАНДАРТЫ ИНТЕГРАЦИИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

И.С. Решетников (ООО "Газпром центрремонт"),

А.М. Тупысев, М.В. Владимирова, В.А. Гревцев (РГУ нефти и газа им. Губкина)

Представлен обзор существующих стандартов интеграции многоуровневых информационных систем. Описаны два доминирующих стандарта: ISA-95 и OAGIS. Представлен краткий обзор смежных стандартов, применяемых при решении задачи интеграции информационных систем.

Ключевые слова: промышленная интеграция, MES, ISA-95, OAGIS.

Введение

Руководители промышленных предприятий, реализующие проекты по интеграции систем уровня производственного цеха (MES) с системами менеджмента качества, планирования ресурсов предприятия (ERP), управления цепочками поставок (SCM) и другими системами, сегодня сталкиваются с определенными трудностями. Причина этого состоит в том, что реализация взаимодействия столь масштабных систем до сих пор остается нетривиальной задачей.

Один из возможных способов решения данной проблемы – внедрение систем, поддерживающих международные стандарты интеграции. Но и здесь, к сожалению, не все так просто. За последние два десятилетия разработано огромное число стандартов в данной области, причем большинство, хотя во многом и совпадают, но имеют свои достоинства и недостатки.

В отечественной литературе вопрос интеграции корпоративных информационных систем поднимается достаточно часто, при этом информация по соответствующим стандартам на русском языке почти отсутствует. Цель данной статьи – восполнить существующий пробел.

В первую очередь, будут описаны два наиболее важных руководящих документа:

- ISA-95, Enterprise-Control System Integration Standard, разработанный ISA, (www.isa.org);
- OAGIS (текущая версия 9.0), разработанный Open Applications Group Inc. (OAGi, www.openapplications.org).

Кроме того, в статье представлен краткий обзор смежных стандартов, которые применяются при решении задачи интеграции информационных систем. Необходимо отметить, что ISA-95 не привязан к конкретной технологии, а лишь предлагает единую терминологию и подход к описанию предметной области MES и взаимодействующих с ними систем. Стандарты интеграции ИС будут рассмотрены далее в рамках именно этих концепций.

Данный материал основан на переводе англоязычных документов [1-3], разработанных и опубликованных международной ассоциацией MESA (www.mesa.org).

ISA-95

Основными причинами того, что управлению эффективностью производства не уделялось большого внимания, являются нехватка приемлемых стандартов по бизнес-процессам (документообороту) и стандартов

на вертикальные (сквозные) интерфейсы между системами управления производством и предприятием (MES и ERP). Начиная с обсуждения стандартов ISA-88 в 1986 г. и ISA-95 в 1995 г., Международное Общество Автоматизации (International Society for Automation, ISA) пытается содействовать решению проблем интеграции.

До объединения стандартов ISA-88 и ISA-95 реализовать сквозную интеграцию приложений уровней управления цехом (производством) и предприятия было достаточно трудно (и затратно) как производителям программных продуктов, так и непосредственно проводящим интеграцию компаниям. Связано это было с тем, что развитие двух стандартов шло параллельными курсами, часть изложенных в них рекомендаций пересекались, что приводило к путанице. В результате взаимодействие информационных систем, отвечавших, казалось бы, всем требованиям, на практике не удавалось наладить быстро и эффективно.

Другой интеграционной задачей, которую невозможно решить без применения единых стандартов, является организация унифицированного обмена данными между приложениями. Большинство существующих на предприятиях систем, зачастую созданных силами собственного ИТ-отдела, оперируют специфичными структурами данных и терминологией. Процесс перехода к типовым структурам представляется слишком трудоемкой задачей. На рынке ПО для управления производством присутствует большое число узкоспециализированных приложений. Лишь несколько компаний занимаются разработкой многоуровневых информационных систем.

Основная цель стандарта ISA-95 (<http://www.isa-95.com>) направлена на устранение именно этих пробелов. Он позволяет сформировать единый подход к интеграции и управлению внутрицеховыми системами, определить объекты обмена данными. При этом в отличие от OAGIS и других подобных стандартов ISA-95 является технологически независимым, то есть определяет не конкретную реализацию взаимодействия приложений, а общую терминологию и методологию.

ISA-95 включает: функциональную и объектную модель; терминологию; методологию; типовые структуры данных; формальные XML-структуры обмена данными. Стандарт состоит из пяти частей, каждая из которых ориентирована на особый интеграционный аспект [4].

Часть 1 стандарта – Модели и терминология (Models and Terminology) – представляет различные модели и терминологию, которые следует использовать при подготовке и реализации проектов по автоматизации ин-

формационного обмена между системами ERP и MES. Наиболее важными моделями в этой части являются: функциональная иерархическая модель предприятия; иерархическая модель оборудования; функциональная модель управления предприятием; модели объектов (описаны типовые объекты "оборудование", "материалы", "персонал"); модель категорий обмена информации (выделены четыре категории информации, которой обмениваются информационные системы: информация о производственных мощностях, характеристиках продукции, производственном графике, технических характеристиках производства).

Часть 2 – Атрибуты модели объектов (Object Model Attributes) – представляют детализированное описание информации в терминах атрибутов. Для каждого объекта из части 1 формируется таблица его стандартизированных атрибутов. Например, объект "Оборудование" содержит стандартные атрибуты "Идентификационный номер" (ID) и "Описание" (Description).

Часть 3 – Activity Models of Manufacturing Operations Management (MOM Activity Models) – в отличие от Части 1, где в общем виде описаны функции информационных систем всех уровней, целиком ориентированна на уровень систем класса MES и предлагает модели и терминологию, которые следует использовать для описания и анализа функций внутри данного уровня. В частности, определена общая функциональная модель, в которой детально описаны четыре ключевые функции управления производственными операциями: производство, обслуживание и ремонт, оценка качества продукции и учет запасов.

Часть 4 – MOM Activity Object Models and Attributes – в настоящее время находится в стадии разработки. Здесь будут определены модели объектов и атрибуты в дополнение к уже описанным в Части 2, но не учитывая особенностей функций MOM из Части 3. Эти дополнительные спецификации предполагается использовать для создания и реализации стандартов на обмен информацией внутри MES.

Часть 5 – Business-to-Manufacturing (B2M) Transaction – определяет структуры сообщений и модели обмена информацией между уровнями MES и ERP систем. На основе конструкций, описанных в Частях 1 и 2, строятся типовые транзакции, на основе которых должен происходить обмен.

OAGIS

Целью стандарта OAGIS (The Open Application Group's (www.openapplications.org) Integration Specification) является поиск наиболее выгодного для организаций пути интеграции собственных приложений и приложений других предприятий. Идея заключается в том, чтобы вместо "вспомогательных", лишь обеспечивающих интеграцию технологий (XML, web-сервисы и т.д.) сосредоточиться на общем каноническом стандарте, направленном на информацию, которой должны обмениваться приложения. Таким образом, OAGIS, в первую очередь, описывает содержимое обмена, а не механизм.

OAGIS представляет приложение в виде "черного ящика", на входах/выходах которого информация преобразуется в стандартный формат BOD (OAG Business Object Document). Каждый BOD имеет типовую структуру с уникальным заголовком и телом. Таким образом, решение задачи интеграции сводится к организации взаимодействия отдельных информационных систем на основе данного формата.

OAGIS используется на многих предприятиях по всему миру в самых разных областях: торговля, логистика, управление заказами, маркетинг, производство.

Другие стандарты интеграции B2MML

Стандарт B2MML (<http://www.wbf.org/catalog/b2mml.php>) разработан и опубликован организацией WBF (www.wbf.org). В его основе лежат концепция языка разметки XML и методология, описанная в стандарте ISA-95. B2MML состоит из набора XML-структур, созданных с использованием языка описания XML Schema (XSD), которые реализуют описанные в стандарте ISA-95 модели данных. B2MML определяет XML-структуры для четырех категорий информации: производственные мощности; описание изделия; производственный график; технические характеристики производства; а также четыре категории ресурсов: кадровые, материальные (и энергетические), оборудование, категория сегментов.

Последняя категория является одной из ключевых при описании B2MML-структур. "Сегмент" или "единица работы" (unit of work) является в терминах ISA-95 синонимом производственной операции. Сегмент в производственном цикле учитывает согласованное использование необходимых ресурсов – кадры, оборудование и материалы.

Таким образом, если между системами ERP и MES предусмотрен обмен информацией в виде B2MML-структур, то задача интеграции становится фактически решенной.

BatchML

Batch Markup Language (BatchML) (<https://www.wbf.org/catalog/batchml.php>) – XML-реализация стандарта ISA-88, разработанная и опубликованная организацией WBF. ISA-88 (<http://www.isa-88.com/>) известен во всем мире как стандарт в области управления серийным производством (batch process control). BatchML определяет набор типов и элементов XML, которые можно использовать целиком или частично при описании данных о партиях продукции, оборудовании и набора управляющих команд. Несмотря на это, данный язык не нашел широкой поддержки у производителей ПО, его продолжают использовать при организации обмена информацией между MES и SCADA.

EDI

Electronic Data Interchange (EDI) – (<http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip161-2.htm>) разработанный в 1996 г. Национальным Институтом стандартов и технологий (США) (NIST) – механизм передачи структурированных сооб-

щений в согласованном формате между информационными системами электронным способом. При помощи технологии EDI данные из корпоративных компьютерных систем переводятся в определенный одним из стандартов формат и передаются по надежным телекоммуникационным каналам, как правило, по корпоративной сети передачи данных [5]. Несмотря на повсеместное использование XML и web-сервисов, EDI по-прежнему является форматом данных, наиболее часто используемым в электронной торговле.

Существует три основных группы стандартов, относящихся к технологии EDI: UN/EDIFACT; ANSI ASC X12 (X12); Communication Standard (UCS). UN/EDIFACT является единственным международным стандартом. Он преобладает во всех регионах за исключением Северной Америки, где распространение получили схожие стандарты ANSI ASC X12 (X12) и Uniform Communication Standard (UCS).

В этих стандартах прописаны форматы, наборы символов и элементы данных, которые используются для обмена документами и формами (заказы на покупку, счета-фактуры и т.д.).

EDI-сообщения меньше по размеру, чем XML-сообщения. С другой стороны, XML обладает определенными преимуществами, такими как самодокументируемость, поддержка данных переменной длины, пригодность для чтения человеком.

В настоящее время комитет ASC X12 разрабатывает новую архитектуру под названием CICA (Context Inspired Component Architecture), которая даст возможность создавать на основе XML бизнес-документацию в межиндустриальных приложениях.

Java Message Services (JMS)

Java Message Services (JMS) (<http://java.sun.com/products/jms/>) – стандарт сообщений, разработанный компанией Sun, который позволяет компонентам приложений, построенным на платформе Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE) создавать, получать, отсылать и читать сообщения. Стандарт позволяет реализовывать распределенную, слабосвязанную, надежную и асинхронную передачу данных.

JMS представляет собой набор интерфейсов и правил, определяющих способы обращения JMS-клиента к возможностям корпоративной системы обмена сообщениями. До JMS каждый поставщик MOM (message oriented middleware – ПО промежуточного уровня, ориентированное на обмен сообщениями) предоставлял доступ к своему продукту через свой собственный API, часто доступный на разных языках, в том числе и на Java. JMS предоставляет для Java-программ стандартный, переносимый способ передавать/принимать сообщения через MOM-продукт. Программы, поддерживающие JMS, могут работать с любым MOM, реализующим JMS-стандарт. Ключом переносимости JMS является тот факт, что JMS API предоставляется в виде набора интерфейсов. Продукты предоставляют JMS-функциональность посредством провайдера, реализующего эти интерфейсы.

MIMOSA/ OSA-EAI

Архитектура Open System Architecture for Enterprise Application Integration (OSA-EAI) (<http://www.mimosa.org/downloads/40/index.aspx>) – спецификация, представленная организацией Machinery Information Management Open System Alliance (MIMOSA), которая ориентированна на системы управления активами (Asset Management). MIMOSA – это некоммерческая торговая ассоциация, специализирующаяся на разработке и продвижении открытых информационных стандартов для систем промышленной эксплуатации (Operation & Maintenance) и collaborative asset life-cycle management (CALM).

MIMOSA публикует основанные на XML спецификации для технологий и ПО по интеграции корпоративных приложений (Enterprise Application Integration, EAI), а также для систем технического обслуживания в зависимости от состояния оборудования (Condition-Based Maintenance, CBM).

Представленные MIMOSA модели оборудования и активов во многом лучше детализированы, чем модели стандартов ISA-95 или OAGIS.

MQTT

WebSphere MQ Telemetry Transport (MQTT) – это предложенный IBM протокол передачи данных от телеметрических датчиков и контрольных приборов по сетям с узкой полосой пропускания, использующих семейство протоколов TCP/IP. MQTT предоставляет систему гарантированной доставки сообщений, которую можно использовать на уровне систем управления датчиками и систем диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA). Кроме того, существует возможность использовать данный протокол вместе с форматами бизнес-документов, такими как OAGIS BOD для реализации взаимодействия уровней АСУТП и MES.

OASIS / ebXML

OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) (www.oasis-open.org) – международный некоммерческий консорциум, поддерживающий разработку, конвергенцию и адаптацию стандартов для электронного бизнеса. Консорциум создает больше стандартов по web-сервисам, чем какая-либо другая организация. Наряду с этим, разрабатываются стандарты по безопасности, электронному бизнесу.

Electronic Business using eXtensible Markup Language (ebXML) – это набор спецификаций, предоставляющих стандартный метод, который позволяет обмениваться данными и бизнес-сообщениями, проводить торговые операции, определять и регистрировать бизнес-процессы.

В ebXML реализованы пять уровней спецификации данных, включающих XML-стандарты по следующим категориям: бизнес-процессы (ebXML Business Process Specification Schema); ключевые данные (ebXML Core Data Components); соглашения по обеспечивающим сотрудничество протоколам (ebXML Collaboration Protocol Profile and Agreement); обмен сообщениями (ebXML Message Services); реес-

тры и репозитории.

OPC

Стандарт OPC (OLE for Process Control) содержит спецификации нескольких технологий для обмена данными между приложениями в составе АСУТП.

- OPC Data Access (OPC DA) основана на использовании технологий COM и DCOM, реализованных в современных версиях Microsoft Windows. Спецификация описывает набор объектов и их интерфейсов, предназначенных для организации обмена информацией между ПО различных производителей. OPC DA широко используется для сбора данных с ПЛК, АСУТП, устройств ЧМИ и т.д.
- OPC-XML-DA описывает формат обмена данными о ходе ТП с использованием XML. Спецификация предназначена для построения систем на основе web-сервисов.
- OPC Alarms & Events позволяет клиентскому приложению подписываться на информацию об особых ситуациях в системе управления. К такой информации могут относиться сообщения об авариях, о выходе значений параметров процесса за допустимые границы, о действиях оператора и т.д.
- OPC Batch содержит описание интерфейсов для обмена данными о производительности и текущей работе оборудования в соответствии с моделью стандарта S88.01.
- OPC Unified Architecture (OPC UA) – новый стандарт, направленный на обеспечение совместной работы приложений на разных платформах (в том числе и на отличных от Microsoft Windows). В отличие от вышеперечисленных спецификаций, OPC UA не использует устаревшие технологии COM/DCOM. Для обмена данными в стандарте предлагается использовать сервис-ориентированную архитектуру (SOA) и web-сервисы.

RossetaNet

RossetaNet – (<http://www.rossetanet.org/>) международная организация, разрабатывающая основанные на XML стандарты, которые позволяют реализовать сквозные бизнес-процессы между участниками цепочки поставок. Данные спецификации широко применяются в полупроводниковой промышленности. Основные стандарты организации:

- RosettaNet Partner Interface Processes (PIPs), определяет процессы взаимодействия между партнерами. Каждая PIPs-спецификация включает документ со словарем, а каждый процесс – описание диалога. Стандарт разделен на восемь основных групп: поддержка RosettaNet; продукция партнеров и обзор сервиса; информация о продукте; управление заказами; управление запасами; управление рыночной информацией; сервис и техподдержка; производство;
- RosettaNet Implementation Framework (RNIF) специализируется на создании, маршрутизации и передаче PIP-сообщений и сигналов.

SCOR

Supply Chain Operations Reference-model (SCOR) (<http://www.supply-chain.org/about/scor/what/is>) – рекомендованная модель работы цепочки поставок была разработана и рекомендована независимой некоммерческой организацией Supply-Chain Council (SCC)

в качестве межиндустриального стандарта по управлению цепочками поставок.

SCOR-модель была разработана для описания деловых операций, связанных со всеми этапами взаимодействия с клиентами. Модель, состоящая из нескольких частей, построена вокруг четырех процессов: планирование, снабжение, изготовление и распределение. Описание процессов, происходящих внутри цепочки поставок, содержит четыре уровня детализации. Модель описывает только первые три.

Первый – уровень типов процессов. На этом этапе компания определяет свои бизнес-цели и стратегию в отношении планирования, выбора источников поставок, производства и распределения продукции.

На следующем уровне (уровень конфигураций в терминологии SCOR) четыре типа процессов разбиваются на категории (согласно SCOR существует 26 различных категорий), и компания может "сконфигурировать" цепочку поставок в соответствии с требованиями стратегии, учетом используемых технологий и т. д.

На третьем уровне категории процессов разбиваются на элементы, их составляющие. Именно комбинация этих элементов оказывают наибольшее влияние на конкурентоспособность компании на выбранных ею рынках. Здесь даны определения элементов процессов и их взаимосвязь, приведена информация на "входе/выходе" каждого элемента, перечислены параметры и меры, которые нужно использовать при оценке их эффективности. Там, где возможно, описаны лучшие методы и даны рекомендации по использованию ПО для их внедрения.

На последнем уровне элементы процессов разбиваются на составляющие их работы и элементарные операции, приспособляя модель к особенностям ведения своего бизнеса. Набор работ и операций будет уникальным для каждой организации, поэтому, естественно, никакая модель не в состоянии их описать.

STEP

Стандарт ISO 10303, также известный, как The Standard for the Exchange of Product (STEP) Model Data (http://www.wikistep.org/index.php/Main_Page) описывает способ компьютерного представления и обмена данными о продукте. STEP используется для обмена данными между системами автоматизированного проектирования (CAD, CAE, CAM). Первоначальной и основной задачей STEP является обмен геометрическими данными о трехмерных моделях. В США наиболее широко применяется протокол AP-203, в Европе – AP-214. Оба протокола предназначены для обмена данными о трехмерных моделях.

Стандартный способ представления конструкторско-технологических данных позволяет решить проблему обмена информацией между различными подразделениями предприятия, а также участниками кооперации, оснащенными разнородными системами проектирования. Использование международных стандартов обеспечивает корректную интерпретацию хранимой информации, возможность оперативной передачи функций одного подрядчика другому, кото-

рый, в свою очередь, может воспользоваться результатами уже проделанной работы. Это особенно важно для изделий с длительным жизненным циклом, когда необходимо обеспечить преемственность информационной поддержки продукта, независимо от складывающейся рыночной или политической ситуации.

Сегодня почти каждая САД/САЕ-система содержит модуль, позволяющий записывать и считывать данные в одном из протоколов приложений STEP (STEP AP's) – AP-203 либо AP-214.

Web Services/SOAP

Web-сервисы – это сетевые корпоративные приложения, использующие для обмена данными открытые, основанные на XML стандарты и транспортные протоколы. Одной из платформ, предоставляющих средства для создания web-сервисов и клиентов, является J2EE. Существуют следующие интерфейсы программирования приложений (API) для web-сервисов:

- The Java API for XML Processing (JAXP) – поддерживает обработку XML-документов, использующих стандарты DOM, SAX (Simple API for XML Parsing) и XSLT (XML Style sheet Language Transformation);

- The Java API for XML Registries (JAXR) – позволяет получать доступ к реестрам в сети (поддерживает стандарты ebXML Registry/Repository);

- The Java API for XML-based RPC (JAX-RPC) – определяет способ организации вызовов удаленных процедур (RPCs) через Internet с использованием SOAP и HTTP;

- The SOAP with Attachments API for Java (SAAJ) – интерфейс Java для сообщений SOAP с вложениями, позволяющий упростить процесс создания и отправки сообщений SOAP.

Помимо Sun Microsystems свои решения для построения web-сервисов предлагает множество ведущих компаний: Microsoft (технология Microsoft .NET), IBM (WebSphere), SAP (NetWeaver) и др.

SOAP (<http://www.w3.org/TR/soap12-part1/#intro>) (Simple Object Access Protocol – простой протокол доступа к объектам, разработан консорциумом W3C) – протокол обмена структурированными сообщениями в распределенной вычислительной среде. Это один из стандартов, на основе которого реализуются технологии web-сервисов. Первоначально SOAP был предназначен для организации удаленного вызова процедур (RPC), сейчас используется для обмена произвольными сообщениями в формате XML, а не только для вызова процедур. SOAP может использоваться с любым прото-

колом прикладного уровня (SMTP, FTP, HTTP), однако его взаимодействие с каждым из этих протоколов имеет свои особенности, которые должны быть определены отдельно. Чаще всего SOAP используется поверх HTTP. Таким образом, на основе SOAP можно организовать взаимодействие приложений через сеть Internet.

Заключение

Следование требованиям стандартов является сегодня единственным приемлемым путем применения и развития информационных технологий. При этом непрерывное увеличение множества стандартов, призванных облегчить процесс интеграции, на деле создает новые трудности. Руководителям компаний необходимо не только определиться с выбором технологий и соответствующих стандартов на этапе создания и внедрении комплексных корпоративных систем, но и постараться в будущем минимизировать число возможных проблем взаимодействия отдельных модулей при их дальнейшем развитии.

Конечный выбор стандартов является, без сомнения, частной задачей каждого конкретного интеграционного проекта. Если предприятие не ставит перед собой цели создать масштабную интегрированную ИС, то взаимодействие ее отдельных компонентов может быть успешно реализовано на основе собственных технологических решений. Если же потребность в такой системе существует, применение стандартов становится неотъемлемым условием успеха. Что касается автоматизации управления производственной деятельностью, в настоящий момент наиболее оправданным выбором при комплексной интеграции являются стандарты ISA-95 и OAGIS. Безусловно, в чем-то они далеки от идеала, но передовой мировой опыт подтверждает эффективность их применения в комплексе со стандартами смежных уровней.

Список литературы

1. Related Manufacturing Integration Standarts, A Survey (Standarts for Mfg. Systems Integration), White Paper #26 MESA International, 2007.
2. ISA-95 Overview: A 21st Century Manufacturing Tool for Performance-based Management & Engineering, White Paper #14, MESA International, 2004.
3. ISA-95: The Enterprise-Plant Link to Achieve Adaptive Manufacturing, White Paper #16, MESA International 2005
4. Bianca Scholten, The Road to Integration: A Guide to Applying the ISA-95 Standard in Manufacturing/ ISA, 2007.
5. Календарев А. Понятие XML/EDI. <http://www.citforum.ru/internet/articles/xmlledi.shtml>, 2000.

Решетников Игорь Станиславович – канд. техн. наук, заместитель начальника управления автоматизации, информатизации, телекоммуникаций и связи ООО "Газпром центрремонт",

Тупысев Антон Михайлович – ассистент,

Владимирова Мария Владимировна и Гревцев Вадим Александрович – студенты кафедры АСУ РГУ нефти и газа им. Губкина

Контактный телефон (495) 719-84-53.

E-mail: I.Reshetnikov@gazprom.ru / tupysev.a@gubkin.ru

Авторы выражают признательность российской рабочей группе ассоциации MESA International за любезно предоставленные информационные материалы, а также лично А.П. Козлецову за ценные замечания и помощь в написании статьи.