

УДК 004.89

## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ЗАДАЧЕ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ PLM, ERP И MES

Симонова Л.А., Хисамутдинов М.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, e-mail: sunnywind@list.ru

В наши дни в России используется большое количество автоматизированных информационных систем, внедренных на предприятиях, которые обычно решают отдельные группы задач связанные с производством, финансами, логистикой и т.д. Эти информационные системы обычно не объединены в рамках корпоративной информационной системы. Так как в них отсутствует поддержка интеграции разноплатформенных информационных систем, отсутствует единый стандарт интеграции, нет заинтересованности разработчиков информационных систем в интеграции, как правило, закрытое программное обеспечение. Разработка отечественных интеграционных решений – одна из важнейших задач импортозамещения в сфере ИТ. Разрабатываемый модуль на основе интеллектуальных агентов и использовании базы знаний с учетом накопленного опыта и правил, обеспечит динамичное внедрение интеграции на предприятии. В результате благодаря исключению человеческого фактора, исключению ручного труда и повышению эффективности принимаемых решений, произойдет минимизация ошибок.

**Ключевые слова:** информационные системы, интеграция, эффективность

## IMPORT SUBSTITUTION IN THE INTEGRATION PROBLEM OF PLM, ERP AND MES INFORMATION SYSTEMS

Simonova L.A., Khisamutdinov M.R.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: sunnywind@list.ru

Currently in Russia used a large number of automated information systems implemented in enterprises, which usually resolve individual groups of tasks associated with the production, finance, logistics. In this regard, enterprises face certain costs associated with inefficient use of IT staff, we have to be a high level of hidden losses, a lot of bugs in the system due to the use of manual counting and data entry. Development of domestic integration solutions – one of the most important tasks of import substitution in the field of IT. The developed module will provide a dynamic implementation of the integration of the enterprise through the use of intelligent agents and knowledge based on experience and rules. The result will be to minimize errors by eliminating the human factor, the exclusion of manual labor and increase efficiency of decision making.

**Keywords:** information systems, integration, efficiency

На сегодняшний день в России используется большое количество автоматизированных информационных систем, внедренных на предприятиях, которые обычно решают отдельные группы задач, связанные с производством, финансами, логистикой и т.д. Эти информационные системы обычно не объединены в рамках корпоративной информационной системы. Так как в них отсутствует поддержка интеграции разноплатформенных информационных систем, отсутствует единый стандарт интеграции, нет заинтересованности разработчиков информационных систем в интеграции, как правило, закрытое программное обеспечение. В связи с этим предприятия сталкиваются с определенными издержками, связанными с неэффективным использованием ИТ персонала, имеет место быть высокий уровень скрытых потерь, множество ошибок в системе из-за использования ручного подсчета и ввода данных.

Основными запросами, с которыми сталкиваются машиностроители во всем мире, являются увеличение конкуренции,

с одной стороны, и повышение индивидуальных требований различных групп потребителей, с другой стороны. Эти вызовы требуют от машиностроителей непрерывной работы над повышением эффективности собственного производства.

Построение автоматизированного интеграционного модуля разноплатформенных информационных систем является актуальной проблемой, так как создание единого информационного пространства позволяет предприятию полностью автоматизировать управление бизнес-процессами и производством в условиях действующих информационных систем, тем самым избавляя от лоскутной автоматизации и повышая экономическую эффективность предприятия в целом [1].

В рамках программы импортозамещения требуется разработка отечественной системы интеграции разноплатформенных систем. Реализация интеграционного модуля разноплатформенных информационных систем предполагает переход от классической стратегии построения единого информационного пространства

к более совершенной, что подразумевает избавление от параллельного функционирования информационных систем, которая требует больших вычислительных ресурсов и персонала, а это существенные расходы в долгосрочной перспективе. Большую роль в интеграции составляет грамотное сопоставление соответствующих атрибутов между информационными системами для обмена генерируемыми данными [2].

В настоящее время интеграцией разнoplatformенных автоматизированных информационных систем заинтересованы многие современные предприятия, которые используют различные уровни информационных систем, таких как ERP, PLM, MES, CRM, SCM, HRM и т.д. Задачей интеграции является консолидирование всех уровней управления предприятием в единую цепочку [3–7]. Данные уровни могут использоваться в совокупности в зависимости от поставленных целей, задач и условий предприятий. Был проведен

сравнительный анализ информационных систем, с точки зрения использования интеграционных решений, технологий и стандартов (таблица). В качестве анализируемых систем были выбраны различные информационные системы: ERP-системы SAP Business Suite, ORACLE JD Edwards EnterpriseOne, 1C предприятие, Microsoft Dynamics NAV, Epicor, MES-системы Proficy Plant Applications, Pharis, СПРУТ-ОКП и PLM-система TeamCenter.

ERP-системы большей частью охватывают все ключевые процессы деятельности предприятия. Крупные разработчики ERP-систем обычно имеют в своём арсенале модули PLM, MES, BI, DSS, HRM и т.д., которые монополизируют рынок информационных систем и мешают интеграции с действующими внедренными системами. Так как при отсутствии интеграционных решений предприятию-заказчику легче отказаться от действующей локальной информационной системы и докупить нужный модуль, чем интегрироваться.

Сравнительный анализ информационных систем с точки зрения использования интеграционных решений, технологий, стандартов и вспомогательных сервисов

Интеграционные решения	ERP-системы					MES-системы			PLM-системы		
	SAP BS	Oracle JD	Dynamics NAV	Epicor	1C	Proficy Plant	Pharis	Спрут	TeamCenter	Неотлант	T-FLEX
Вызов удаленных процедур XML RPC								+	+	+	+
Веб-сервисы CSV, XLS	+						+				
Поддержка технологии SOAP				+		+					
.NET Framework (CIL)			+	+							
Поддержка стандарта семантика RDF					+						
Поддержка стандарта ISA-95						+	+				
Поддержка стандарта ISO 15926											
Поддержка MDM-систем	+	+	+								+
Поддержка ESM-систем		+	+								
Открытая структура данных в СУБД			+	+	+		+	+	+	+	+



Рис. 1. Основные компоненты ERP-решения



Рис. 2. Бизнес-процессы современного предприятия

В основном в ERP-системе представлены следующие модули:

– MRP (англ. Material Requirements Planning, планирование потребности в материалах) – система планирования потребностей в материалах, одна из наиболее популярных в мире логистических концепций, на основе которой разработано и функционирует большое число микрологистических систем.

– MPS (англ. Master Production Scheduling, мастер планирования производства) – планирует производство на основании прогнозов.

– SCM (англ. supply chain management, управление цепочками поставок) – управленческая концепция и организационная

стратегия, заключающаяся в интегрированном подходе к планированию и управлению всем потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах. Данный модуль отвечает за взаимоотношения с поставщиками (закупка, поставки, управление материальными потоками, инвентаризация и т.д.).

– CRM (Customer Relationship Management, англ. система управления взаимоотношениями с клиентами) – предназначается для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимо-

отношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов.

На рис. 2 представлены бизнес-потоки современного предприятия, данные процессы должны охватываться ERP-системой.

Успешно внедренная ERP-система позволяет:

- Автоматизировать бизнес-процессы.
- Сократить штат.
- Улучшить качество планирования.
- Снизить запасы.
- Увеличить скорость потока и оборачиваемость.
- Производить точно в срок.
- Повысить качество расчета себестоимости продукта.

Любое машиностроительное предприятие вынуждено использовать в своей деятельности целый ряд различных информационных систем (ИТ-систем). Наиболее эффективным способом их совместного использования является создание специализированных интерфейсов между различными ИТ-системами. В этом случае обмен данными между ними происходит автоматически, без непосредственного участия человека [8]. Т.к. MES обеспечивает непосредственный контакт всех информационных систем предприятия с персоналом и оборудованием в производственной зоне, то кроме всего прочего на этот класс систем возлагают роль транспортного информационного канала между уровнем управления ресурсами предприятия, разработки конструкции, технологии продукции и уровнем производства.

При интеграции корпоративной информационной системы с MES-системами, либо с другими производственными информационными системами используется стандарт ISA-95, который основывается на формировании XML-схемы, реализующей описание объектной модели. Проект по формированию XML-схем носит название B2MML. Помимо указанного проекта существует ряд параллельных реализаций стандарта ISA-95 в виде XML-схем, наиболее известным аналогом является проект MIMOSA [1]. Отечественные PLM продукты Неотлант и T-Flex поддерживают принципы XML и не уступают прямому конкуренту TeamCenter компании Siemens.

При создании единого информационного пространства предприятие сталкивается с проблемой интеграции информационных систем (ИС), так как ИС от разных разработчиков в большинстве случаев имеют различный интерфейс преобразования информационных потоков данных [8].

Для связи ИС используется интегратор. Это соединительный интерфейс, который служит для адаптирования и последующей передачи входных информационных потоков данных с одной ИС на другую.

Объектом исследования является единое информационное пространство на базе ERP, PLM и MES систем. В данной работе мы рассматриваем интеграцию PLM системы Teamcenter (Siemens) с ERP системой SAP R/3 (SAP AG) и MES.

PLM система должна обеспечить инструментами, которые дают целевую поддержку для разработки продукта и производственных процессов, обеспечивая конкурентоспособность компании, позволяя интеллектуально использовать данные об изделии. В качестве открытой платформы она может быть интегрирована с важными для бизнеса системами: ERP, MES, CRM и SCM.

В рассмотренных информационных системах используются различные способы передачи информации: стандарт вызова удаленных процедур XML RPC; веб-сервисы CSV, XLS; протокол обмена структурированными сообщениями SOAP; открытая структура данных в СУБД; технология .NET Framework; стандарта семантика RDF. Разработчики информационных систем также используют системы управления нормативно-справочной информацией (MDM-системы) и системы управления документами, неструктурированной информацией и различными типами контента (ECM-системы), которые используются в качестве средств интеграции, позволяющих согласовывать данные различных информационных систем. Обычно данные системы управления не включены в набор продуктов ERP и выступают в качестве дополнительных платных опций.

В настоящее время интеграция ERP с PLM является актуальной задачей для многих предприятий. Например, в ПАО «КАМАЗ» работы по формированию базы данных для ERP выполняются вручную силами более чем 50 инженеров, что является сдерживающим фактором полномасштабного внедрения ERP на производстве. В то же время эта информация для формирования БД могла бы быть передана из PLM. Однако отсутствие интеграции трёх систем не позволяет автоматизировать передачу данных из одной ИС в другую. Ручное ведение БД является весьма затратным и приводит к существенным потерям для компании.

В задачах интеграции между ИС в основном акцент делается на обеспечение совместимости данных. При этом требуется создание новых или доработка существующих

ющих интерфейсов. Каждый интерфейс имеет множество одинаковых параметров: средства передачи данных, передача и обработка данных в текстовом формате, передача и обработка данных в табличном виде, передача объектов и т.д. (рис. 3).

Для интеграции данных ИС необходимо создание двунаправленной интеграционной схемы ERP-PLM-MES. Каждая ИС должна содержать процедуры подготовки данных для передачи, обработки принятых данных и т.д. Отсутствие обратной связи с пояснением характера ошибки является недостатком такой схемы. Также можно отнести к недостаткам отсутствие контроля передачи данных между информационными системами. Поэтому необходимо формирование интегратора с интерфейсом между участниками процессов обмена данными, который будет обрабатывать считывать и непосредственно готовить данные к передаче. Для выполнения таких требований предлагается использовать структуру на основе интеллектуальных агентов, представляющих собой программные модули, управляемые протоколом обмена данными и синхронизации состояний бизнес объектов [9]. Такая же схема применима для интеграции трёх или более ИС. Интегратор должен иметь возможность преобразовывать одну форму представления данных в другую, не теряя информа-

ции. При передаче информации из одной информационной системы в другую процесс будет происходить за счет передачи данных удобным для передатчика способом, например это может быть: вызов хранимой процедуры в СУБД, запуск исполнительного файла с параметрами, передача по сети данных, выгрузка интерфейсных таблиц и т.д. [1, с. 41].

Анализ результатов первой попытки интеграции PLM и ERP показал возможность автоматического создания и обновления объектов в ERP на основе выгружаемых данных из PLM. Проведена выгрузка и обновление данных PLM в ERP для следующих объектов:

- Номенклатурный справочник (основные записи материалов – ОЗМ);
- Предписания (основные записи изменений – ОЗИ);
- Технологические составы (АН (узлы входа), SN (узлы структуры), вариант iPPE).

Первая итерация выявила 96 несоответствий при передаче данных на соответствие требованиям ERP. В дальнейшем необходимо провести детальный анализ невыполненных требований и проверить и осуществить процедуру планирования в ERP для загруженных из PLM данных. Требуется дальнейшее изучение процессов для обеспечения полного соответствия передаваемых данных из PLM в ERP.

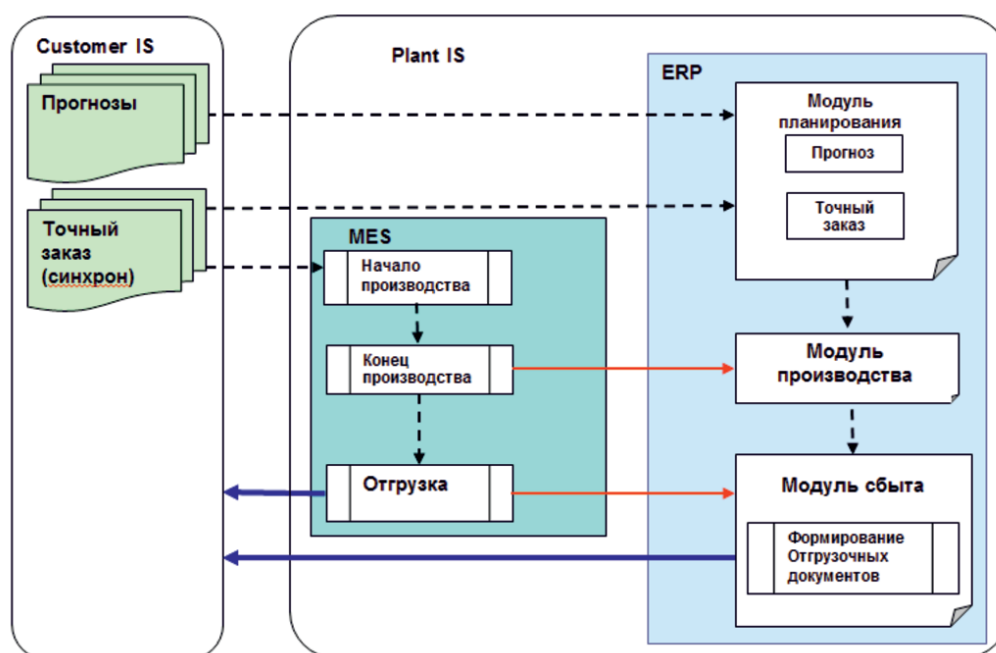


Рис. 3. Движение информационных потоков данных

Для реализации интеграционного решения предлагается провести следующие этапы разработки:

1. Определение перечня и предварительного реквизитного состава используемых в настоящий момент объектов и атрибутов ИС, планируемых для интеграции.
2. Описание текущего порядка формирования данных (информации) интегрируемых объектов в ИС.
3. Разработка схематического описания процессов передачи информации прототипа интеграционного решения между ИС.
4. Формирование требования к данным для тестирования интерфейса ИС.
5. Определение требования к периодичности обмена данными между ИС.
6. Разработка логической (объектной) модели данных.
7. Описание соответствия атрибутов справочников между ИС.
8. Настройка и тестирование прототипа интеграционного решения между Teamcenter и SAP на тестовых данных.
9. Анализ результатов тестирования и подготовка заключения о работоспособности прототипа интерфейса ИС.

### Выводы

1. Реализация интеграционного модуля разноплатформенных информационных систем предполагает переход от классической стратегии построения единого информационного пространства к более совершенной, что подразумевает избавление от параллельного функционирования информационных систем, которая требует больших вычислительных ресурсов и персонала.
2. Для интеграции данных ИС необходимо создание двунаправленной интеграционной схемы.
3. Определены необходимые этапы интеграционных разработок и предложено использовать структуру на основе интеллектуальных агентов, представляющих собой программные модули, управляемые протоколом обмена данными и синхронизацией состояний бизнес-объектов. Такая же схема применима для интеграции трёх и более ИС.

### Список литературы

1. Симонова Л.А. Модель синхронизации и интеграции данных в едином информационном пространстве производства на основе модифицированного алгоритма / Симонова Л.А., Миннахметов И.Р., Клочков Е.Ю. // КШП. ОМД. – 2012. – № 4. – С. 41–47.
2. Симонова Л.А., Хисамутдинов М.Р. Автоматизированные интеграционный модуль разноплатформенных систем информационных систем SAP-ERP и Team-

Center-PLM // Свидетельство № 201361993 РФ; заявлено 16.08.2013; опубликовано 14.10.2013.

3. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. New technology of production preparation on the basis of models, methods and means of automation of processes of creation and operation of the instrument // Theses of reports of International scientific-practical conference «Education, science and production. New technologies as a tool of strategy of development and modernization 2020. – Kazan, June 19, 2012, Kazan: Publishing house «MSPRESS», 2012. – P. 276.
4. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Automation System Goals for the Creation and Operation of the Tool // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2014. – № 69. – P. 1–4.
5. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Tool Creation and Operation System Development for Large Engineering Enterprises// World Applied Sciences Journal Dubai, 2014. IDOSI Publications. P. 588–591.
6. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Задачи автоматизации системы создания и эксплуатации инструмента // Материалы международной научно-практической конференции, г. Казань, 2013. – С. 198–203.
7. Simonova L.A. Khisamutdinov M.R. Scientific Industrial Aspects of Integration Product Lifecycle Management and Enterprise Resource Planning Systems // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 4. – P. 690–693.
8. Simonova L.A. Khisamutdinov M.R. Intellectual Model Control Data of the Module Integration SAP-ERP and Teamcenter-PLM// World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 8. – P. 1258–1262.

### References

1. Simonova L.A. Model sinhronizacii i integracii dannyh v edinom informacionnom prostranstve proizvodstva na osnove modifitsirovannogo algoritma / Simonova L.A., Minnahmetov I.R., Klochkov E.Ju.// KShP. OMD. 2012. no. 4. pp. 41–47.
2. Simonova L.A., Hisamutdinov M.R. Avtomatizirovannye integracionnyj modul raznaplatformennyh sistem informacionnyh sistem SAP-ERP i TeamCenter-PLM // Svidetelstvo no. 201361993 RF; zajavleno 16.08.2013; opublikovano 14.10.2013.
3. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. New technology of production preparation on the basis of models, methods and means of automation of processes of creation and operation of the instrument // Theses of reports of International scientific-practical conference «Education, science and production. New technologies as a tool of strategy of development and modernization 2020. Kazan, June 19, 2012, Kazan: Publishing house «MSPRESS», 2012. pp. 276.
4. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Automation System Goals for the Creation and Operation of the Tool // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2014. no. 69. pp. 1–4.
5. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Tool Creation and Operation System Development for Large Engineering Enterprises// World Applied Sciences Journal Dubai, 2014. IDOSI Publications. pp. 588–591.
6. Khisamutdinov R.M., Khisamutdinov M.R. Zadachi avtomatizacii sistemy sozdaniya i jekspluatacii instrumenta // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, g. Kazan, 2013. pp. 198–203.
7. Simonova L.A. Khisamutdinov M.R. Scientific Industrial Aspects of Integration Product Lifecycle Management and Enterprise Resource Planning Systems // World Applied Sciences Journal. 2013. no. 4. pp. 690–693.
8. Simonova L.A. Khisamutdinov M.R. Intellectual Model Control Data of the Module Integration SAP-ERP and Teamcenter-PLM// World Applied Sciences Journal. 2013. no. 8. pp. 1258–1262.