

УДК 004.624, 004.75

ИНТЕГРАЦИЯ CAPP-, PDM-, ERP-СИСТЕМ В ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2013 Ю.В. Полянсков, А.С. Кондратьева, М.С. Черников, А.А. Блюменштейн

Ульяновский государственный университет

Поступила в редакцию 10.06.2013

Рассмотрен подход к включению в единое информационное пространство базовых информационных систем производственного предприятия.

Ключевые слова: интеграция, среда интеграции, CAPP-, PDM-, ERP-системы.

Актуальность вопроса автоматизации деятельности производственных предприятий во всех отраслях промышленности не вызывает сомнений. На рынке представлен широчайший выбор решений, реализующих максимальное количество требуемых функций, и многочисленные вендоры предлагают внедрения своих систем, обучение и техническую поддержку. Но, несмотря на это, при внедрении систем и организации возникают определённые трудности. Если не принимать в расчёт эффективность самих систем и компетентность команды внедрения, основная причина возникающих трудностей заключается в организации интеграции разнообразных систем различной функциональности между собой.

В качестве возможного решения предлагается подход к созданию среды интеграции поливендорных информационных систем в единое информационное пространство.

Для этого требуется решение следующих задач:

- Определение базовых типов информационных систем производственного предприятия, обеспечивающих поддержку жизненного цикла изделия сложной техники.

- Выявление состава передаваемой системами информации и направлений передачи, т.е. определение информационных потоков, включаемых в интеграционную платформу.

- Выработка эффективных технических решений организации межсистемного взаимодействия, обеспечивающих сквозную информационную поддержку бизнес-процессов производства.

Полянсков Юрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор, президент УлГУ, директор Центра компетенций «Авиационные технологии и авиационная мобильность».
E-mail: president@ulsu.ru

Кондратьева Анна Сергеевна, заведующая лабораторией компьютерного моделирования и дизайна.
E-mail: ack@ulsu.ru

Черников Михаил Сергеевич, заведующий лабораторией НИИЦ SALS-технологий.
E-mail: chernikov.m.s@mail.ru

Блюменштейн Алексей Александрович, заведующий лабораторией НИИЦ SALS-технологий.
E-mail: blyumenshteyn@mail.ru

Для определения базовых информационных систем – источников и потребителей информации в рамках жизненного цикла, были проанализированы реализуемые процессы и наборы данных, необходимые для обеспечения непрерывной поддержки жизненного цикла производства сложных технических изделий, на основании обзора ГОСТов [1-5] и обследования действующего самолётостроительного предприятия.

Укрупнённо модель типовых бизнес-процессов ЖЦ производства сложных технических изделий можно представить в виде четырёх процессов: «Управление производством», «Проектирование», «Подготовка производства», «Производство».

Процесс управления производством с точки зрения применения информационных систем рассматривается как поставщик плановой и управляющей информации, применяемой остальными функциями, и как приёмник и потребитель фактических данных о ходе реализации функций производственного предприятия. Для обеспечения информационного сопровождения и автоматизации функции «Управление производством» требуется информационная система управления.

Выходом конструкторского проектирования является рабочая конструкторская документация (КД), сформированная в результате создания моделей всех оригинальных деталей, оформления спецификаций и ведомостей материалов, выполнения поверочных расчётов и моделирования. В ряде случаев на этапе проектирования кроме КД формируется комплект взаимосвязанных документов, устанавливающих основные решения по технологии и организации производства – директивных технологических материалов. Информационная и инструментальная поддержка функции «Проектирование» обеспечивается CAD/CAM/CAE-системой и информационной системой управления данными о продукте.

Целью процесса технологической подготовки производства является создание комплекта технологических документов: технологических

маршрутов и операционных карт механообработки, сборки (монтажа), контроля; норм времени на выполнение технологических операций; управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением; проектов оснастки и специального инструмента и т.д. Для процесса «Подготовка производства» требуется сочетание функциональности CAD/CAM/CAE-системы, информационных систем управления данными о продукте, разработки технологических процессов и управления изготовлением и сборкой.

При изготовлении изделий основное внимание, с точки зрения использования автоматизированных систем, сосредоточено на оперативном управлении производством, а также на его материально-техническом обеспечении. Процесс «Производство» поддерживается с использованием информационной системы управления данными о продукте, информационной системы разработки технологических процессов и информационной системы управления изготовлением и сборкой.

На основании анализа и моделирования обобщённых бизнес-процессов жизненного цикла производства сложной техники выделены следующие типы информационных систем, обеспечивающие его непрерывную информационную поддержку:

- информационная система управления, осуществляющая функции планирования, мониторинга и управления производственными процессами;
- CAD/CAM/CAE-система;
- информационная система управления данными, обеспечивающая информационное сопровождение конструкторской информации, включая геометрические модели, созданные в CAD/CAM/CAE-системе, ведение полного комплекта конструкторской и организационно-сопроводительной информации;
- информационная система разработки технологических процессов.

В принятых терминах определённые по функциональному признаку системы можно интерпретировать, соответственно, как CAD/CAM/CAE-, PDM-, CAPP- и ERP-системы.

Вопрос интеграции систем CAD/CAM/CAE в основном сводится к организации взаимодействия с PDM-системой и является наиболее проработанным с точки зрения готовых технических решений, чего нельзя сказать, например, о ERP.

Основным назначением ERP-системы является решение задач планирования, учёта и управления на различных уровнях укрупнения процессов предприятия. Для дискретного производства важным аспектом, оказывающим существенное влияние на модель планирования, заложенную в систему, является серийность производства и выпускаемый ассортимент. Современная тенденция практически во всех отраслях промышлен-

ности характеризуется постепенным расширением ассортимента продукции и снижением серийности. С точки зрения планирования это приводит к усложнению решаемых задач и увеличению наборов исходных данных, как по количеству, так и по номенклатуре.

Трудности настройки и обеспечения данных систем класса ERP проявляются на предприятиях со сложным многономенклатурным единичным или мелкосерийным производством.

Основные массивы данных, участвующих в формировании планов в ERP, формируются в системе разработки технологических процессов, называемой CAPP (Computer-Aided Process Planning – автоматизированная система технологической подготовки производства) или САПР ТП [6].

Ключевым инструментом ERP, использующим технологическую информацию систем CAPP, является CRP (Capacity requirements planning – планирование потребности в мощностях).

Для определения состава технологических данных, используемых системами планирования ресурсов предприятия, нужно более подробно рассмотреть механизм CRP, заложенный в ERP.

Согласно [7] исходными данными, необходимыми для работы механизма, являются:

- 1) данные о главном календарном плане производства;
- 2) данные о рабочих центрах;
- 3) данные о технологических маршрутах изготовления номенклатурных позиций (сведения о порядке осуществления технологических операций и их характеристиках, таких как технологическое время, персонал и др.).

На основании данных по производственным заказам и сведений технологических маршрутов деталей и норм времени рассчитываются часы загрузки рабочих центров по плановым периодам.

Не менее важным инструментом, также оперирующим данными CAPP, является MRP (Material requirement planning – планирование потребности в материалах). Для наполнения актуальными данными этого механизма требуется технологическая информация о материалах, назначенных заготовках, оснастке, инструментах и оборудовании.

В качестве данных, которые целесообразно передавать из ERP в CAPP, можно выделить сведения о стоимости и наличии материалов, комплектующих, инструмента, сведения о загрузке оборудования, доступности трудовых ресурсов.

С точки зрения типовых функций CAPP, основной обмен информацией происходит с системой PDM. Основу задания на проектирование технологического процесса (ТП) составляют сведения о детали и техническая документация, хранящиеся в PDM-системе: электронная модель,

описание конфигурации, размерных связей, технических требований. При проектировании ТП используется нормативно-справочная информация: сведения о парке металлообрабатывающего оборудования на предприятии, технических характеристиках станков, режущем, вспомогательном и измерительном инструментах, станочных приспособлениях, заготовительном производстве, ГОСТах, нормалях, всех необходимых руководящих и нормативных материалах, которые так же хранятся в PDM системе. Процесс автоматизированного проектирования базируется на множествах типовых решений и алгоритмах их выбора. Их описание хранится в самой системе САРР, и в их интеграции нет необходимости, так как в других системах единого информационно-пространства они не используются.

В результате функционирования САРР формируется технологический процесс и соответствующий комплект технологической документации. Согласно ГОСТ 3.1121 – 84 к технологическим документам относятся графические и текстовые документы, которые отдельно или в совокупности определяют технологический процесс изготовления или ремонта изделия, включая контроль и перемещения, комплектацию деталей, сборочных единиц, материалов, оснастки.

При интеграции в единое информационное пространство производственного предприятия САРР-, PDM- и ERP-систем возможно несколько вариантов организации взаимодействия. Интеграция PDM – ERP не вызывает сомнений. Что касается систем САРР, то организация передачи данных с ERP-системой может быть реализована

на по-разному. В случае, когда внедряемые PDM и ERP являются продуктами одного разработчика и имеют дружественные инструменты настройки совместной работы, наиболее рациональным будет организация передачи всего потока данных САРР через PDM. Если же это продукты от разных вендоров, то у них нет, чаще всего, не только инструментов интеграции, но и согласованных структур и форматов данных. Поэтому, при необходимости «интегрировать вручную», возможна настройка передачи данных САРР как через взаимодействие PDM – ERP так и через создание дополнительного средства прямого обмена САРР – ERP.

С одной стороны интеграция двух систем, а не трёх, более привлекательна. С другой же, состав информации, передаваемой между САРР и системой управления данными об изделии и информация, требуемая от САРР в ERP, различаются (рис. 1).

Поток данных САРР – PDM содержит сформированный комплект документов по технологическому процессу, файлы технологического процесса, и элементы справочников оборудования, инструмента, средств технологического оснащения и нормативных документов.

Для ERP-системы требуются результаты нормирования укрупнённых и рабочих технологических процессов, графики загрузки оборудования, сведения о количестве рабочих и требуемом инструменте, потребности в материалах и комплектующих.

Характеристики передаваемой информации, приведённые выше, могут расширяться за счёт

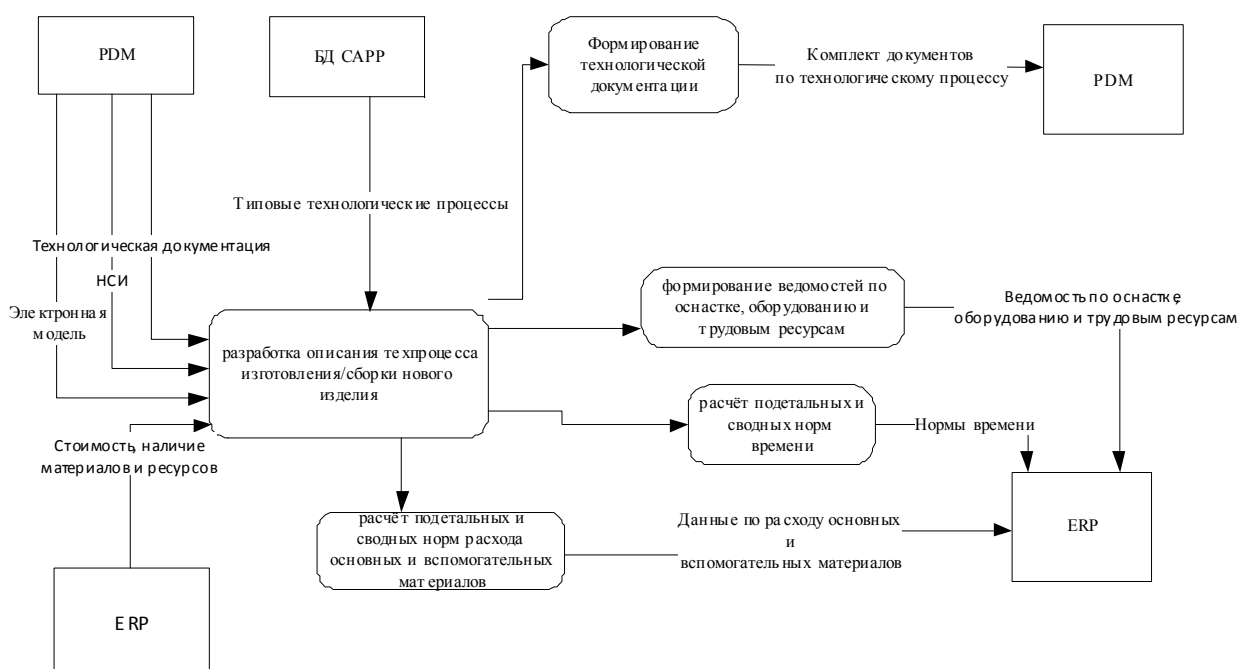


Рис. 1. Схема взаимодействия САРР-системы с PDM- и ERP- системами

специализированных данных для конкретной отрасли. Это зависит от особенностей информационного наполнения САРР-систем, и от наличия специальных функций. Диапазон возможных вариаций обусловлен также широким распространением на бывших советских предприятиях САРР ТП собственной разработки.

Выбор формы организации интеграции систем остаётся за конкретным предприятием, но в случае, если PDM хранит технологическую информацию в виде файлов техпроцессов и сформированного комплекта технологической документации, а ERP требуются несколько отдельных числовых полей или обозначений, трёхсторонний формат интеграции является более эффективным.

Реализация интеграции САРР-, PDM- и ERP-систем может быть выполнена несколькими способами [8], например, через интеграцию каждого приложения с каждым, интеграции на уровне данных или приложений, либо через создание универсальной среды интеграции, позволяющей объединять в единое информационное пространство различные приложения и координировать обмен данными между ними [9].

Недостатки первого способа очевидны. Его применение оправдано только для небольшого количества интегрируемых систем. Кроме того, при добавлении в интеграционное пространство даже одного дополнительного приложения потребует значительных затрат, которые при каждом расширении будут увеличиваться. Также, он не позволяет строить запросы к объединённым данным.

Что касается интеграционной среды в сервис-ориентированной архитектуре, то её элементами будут:

- шина ESB, принимающая и передающая сообщения в согласованном формате;
- адаптеры, позволяющие выполнять преобразование запросов их формата приложения в формат шины и обратно.

Средством передачи данных являются файлы XML.

Для обеспечения маршрутизации запросов

создаётся логический уровень системы, реализованный как виртуальная база данных, который хранит информацию о наборах данных каждой системы (приложения) – участника интегрированного пространства. Для каждого приложения, в свою очередь, существует однозначное сопоставление логического наименования информации и его физического представления в реальной базе данных.

Учитывая вышесказанное, организацию взаимодействия САРР, PDM и ERP можно представить следующим образом (рис. 2).

Интеграционные модули могут иметь различные реализации, в зависимости от возможностей конкретных систем, а именно:

- собственные интеграционные средства программного продукта;
- интеграционные модули, разработанные с использованием средств кастомизации системы;
- разрабатываемые интеграционные средства (адаптеры), которые для клиента могут быть плагином или службой ОС, а для серверной части – web-сервисом.

Взаимодействия между клиентской и сервисной частью могут быть реализованы по разным протоколам, например http, ftp, SOAP.

Аналогичным образом реализуется взаимодействие с остальными системами информационной поддержки жизненного цикла изделия на предприятии, а также с предприятиями-поставщиками, потребителями и кооперантами.

Вне зависимости от того, являются ли интегрируемые системы внутренними для предприятия, или в единое информационное пространство объединены несколько сторонних организаций, обязательным условием успешного функционирования описанного решения является наличие надёжной системы защиты данных и с организационной и с технической стороны.

Для проверки функционирования описанного механизма интеграции систем в единое информационное пространство было создано модельное приложение в виде экспериментального образца платформы массовой интеграции (ЭО ПМИ).



Рис. 2. Схема интеграции систем предприятия в единое информационное пространство

Для реализации модельного приложения были выбраны:

- 1) САПР ТП «ТеМП» в качестве САРР,
- 2) 1С УПП в качестве ERP,
- 3) Team Center в качестве PDM.

Разработка интеграционных сервисов и кода модельного приложения выполнено на языке Java в JBoss Developer Studio.

Для обеспечения виртуального представления данных функциональных подсистем, как было сказано выше, предлагается использовать XML. Для каждой из систем разработаны XML-схемы, которые описывают все данные, полученные на основе проведенного моделирования.

Данные схемы описывают структуру виртуальной базы платформы массовой интеграции и используются для проверки соответствия форматов XML-документов, поступающих в ESB.

Для трансляции поисковых запросов предназначен соответствующий модуль, который представляет собой совокупность адаптеров, принимающих запросы от приложений ПМИ и подготавливающих их к дальнейшей обработке. Модуль трансляции преобразует полученный запрос в XML, определяет валидность полученной XML, преобразует XML к обобщенному виду с использованием таблицы стилей для передачи сервисной шине предприятия (JBoss-ESB).

В процессе обработки запроса участвуют ещё несколько модулей:

- модуль моделей описания автономных подсистем (запрос сформулирован с учетом этих моделей);
- модуль обработки внешних поисковых запросов (шина определяет адресата и передает запрос);
- модуль управления серверами (ЭО ПМИ размещен на нескольких виртуальных машинах);
- модуль безопасности.

На рис. 3 представлена XML-схема запроса к PDM от САРР-системы. По полю «id_справочник_цехов» пользователь САРР запрашивает наименование цеха из таблицы «Справочник_цехов». Схема оперирует логическими наименованиями полей базы данных. Сам зап-

рос представлен в виде SQL, передаваемом в XML-документе

В ответ приходит файл с откликом на запрос в формате XML в формате соответствующего XSD.

Результат выполнения записывается в БД системы САРР.

Экспериментальные исследования созданного модельного приложения позволяет сделать вывод о работоспособности предложенного подхода интеграции САРР-, PDM-, ERP-систем в единое информационное пространство производственного предприятия и применимости его на практике.

Созданная интеграционная среда является расширяемой и позволяет объединять различные приложения и системы без изменения существующих компонентов. Для новых участников интеграции, в случае их подключения, требуется создание интеграционного модуля, если отсутствуют стандартные средства интеграции, и настройка маршрутизации запросов. В общем случае среда обеспечивает оперативный доступ к требуемой информации, но также могут быть определены отдельные регламенты обмена для различных систем.

Предложенный подход позволяет организовать единое информационное пространство производственного предприятия, обеспечивающее информационную поддержку жизненного цикла изготовления сложной наукоёмкой техники. Описанное интеграционное пространство объединяет поливендорные информационные системы различной функциональности и организовано на базе сервис-ориентированной архитектуры с использованием web-стандартов, что позволяет обеспечить доступ к объединённым данным, а также существенно экономить ресурсы при его расширении.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного контракта № 07.514.11.4131.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50995.3.1—96 Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства.

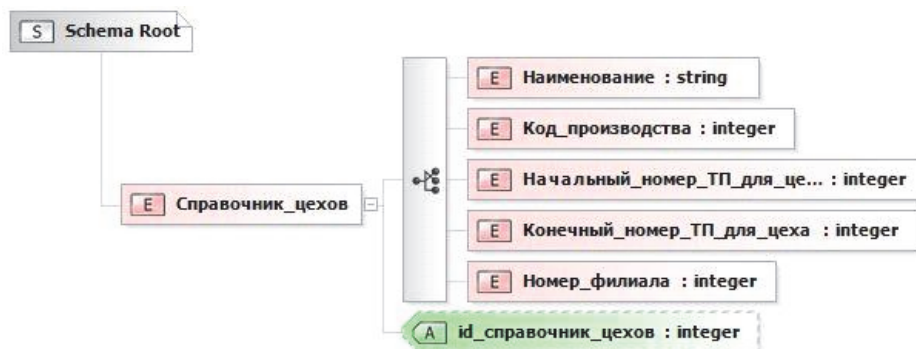


Рис. 3. XML-схема «Справочник цехов» PDM-системы

2. ГОСТ РВ 15.301-2003 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Постановка на производство изделий. Основные положения.
3. ГОСТ РВ 15.002-2003 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Системы менеджмента качества. Основные требования.
4. ГОСТ 2.051 — 2006 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.
5. ГОСТ 2.052 — 2006 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.
6. *Чегодаев В.* Что такое «Интеграция САПР и ERP» // Публикация на сайте компании «ГУР-Интегратор». 2009. [Электронный ресурс]. URL: http://gur-integrator.ru/Stati/Integration_SAPR-ERP/index.html (дата обращения 23.05.2013).
7. *Гаврилов Д. А.* Управление производством на базе стандарта MRP II. 2-е изд. СПб.: Питер, 2008. 416 с.
8. Интеграция приложений и построение КИС // Публикация на сайте компании «НТФ Трисофт». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.trisoft.ru/DesktopDefault.aspx?tabid=141&Mnu=4.136.141> (дата обращения 23.05.2013).
9. *Шабалкин Д.Ю.* Интеграция полиплатформенных автоматизированных подсистем различной функциональности в единое информационное пространство жизненного цикла изделия авиационной техники // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14 №4 (2). С. 545-549.

INTEGRATION OF CAPP-, PDM-, ERP-SYSTEMS IN THE COMMON INFORMATION SPACE OF MANUFACTURING ENTERPRISE

© 2013 Yu.V. Polyanskov, A.S. Kondratyeva, M.S. Chernikov, A.A. Blyumenshteyn

Ulyanovsk State University

Approach to inclusion of basic information systems in a common information space of manufacturing enterprise is considered.

Key words: integration, integration environment, CAPP-, PDM-, ERP-systems.

Yuri Polyanskov, Doctor of Technics, Professor, President of University, Director of Competence Center "Aviation Technology and Aviation Mobility". E-mail: president@ulsu.ru

Anna Kondratyeva, Chief of Laboratory of Computer Modeling and Design. E-mail: ack@ulsu.ru

Mikhail Chernikov, Chief of laboratory of Scientific Research Centre of CALS-technologies.

E-mail: chernikov.m.s@mail.ru

Alexey Blyumenshteyn, Chief of laboratory of Scientific Research Centre of CALS-technologies.

E-mail: blyumenshteyn@mail.ru