

проекта, включая актуализацию, сопоставление версий, возврат к предыдущим версиям и пр.

После окончания этапа проектирования комплект КД расходится по разным подразделениям: производственным, сметным, снабженческим и др. К сожалению, не везде процесс обмена информацией по проекту с этими подразделениями автоматизирован, что вызывает необходимость повторного ввода данных и связанные с этим ошибки. Использование вертикального

решения на основе *E³.series* позволяет органично интегрироваться в PLM-систему предприятия (рис. 2) и работать с единой БД как в рамках разработки проектов, так и для передачи проектной документации всем смежным подразделениям.

В развитие поднятой темы читайте в следующих номерах журнала статьи, посвященные вертикальным решениям на базе "Е-куба" для КИПиА, АСУТП, а также кабельных и жгутовых систем.

Спирidonов Андрей Викторович — начальник электротехнического отдела компании ПОИИТ.

Контактный телефон (495) 781-54-81.

[Http://e3series.ru](http://e3series.ru) E-mail: Spiridonov@pointcad.ru

ПОСТРОЕНИЕ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ERP-СИСТЕМЫ С СИСТЕМАМИ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

И.В. Успенский (Компания "АНД Проджект")

Построение эффективной системы управления современного машиностроительного предприятия невозможно представить без решения двух основополагающих задач – обеспечения инженерной подготовки производства и решения вопросов планирования и управления производственной деятельностью предприятия. При этом за каждый из этих блоков обычно отвечают разные информационные системы. В такой ситуации получение положительного результата возможно за счет их тесной интеграции и решения не только технических задач по передаче данных из одной системы в другую, но целого ряда методологических вопросов по формированию и использованию данных в комплексе подобных систем. На примере одного из старейших вагоностроительных предприятий ЗАО "Вагонмаш" продемонстрированы возникающие при интеграции ERP и PDM/PLM-систем вопросы и предложены возможные пути их решения.

Введение

В последние годы в машиностроительной отрасли наметилась положительная тенденция роста и на один из первых планов выходит задача повышения эффективности управления производственной деятельностью. Сегодня рынок предъявляет к предприятиям все более жесткие конкурентные условия и требует от них снижения цен на продукцию, сокращения сроков поставки, повышения качества продукции, обеспечения высокого уровня сервиса. Чтобы выполнять эти требования рынка и оставаться конкурентоспособными предприятия вынуждены снижать прямые и косвенные затраты, сокращать запасы и уровень незавершенного производства, сокращать длительности производственных циклов и повышать эффективность производственных процессов.

Достижение указанных целей требует использования современных методов управления. Для машиностроительных предприятий это, прежде всего, управление информационной поддержкой жизненного цикла изделий (CALS), использование методов управления ресурсами предприятия, заложенных в стандарте MRP II, применение методов финансового планирования, переход на процессный подход к управлению. Реализацию данных методов практически невозможно представить без современных информационных систем. Для машиностроительного предприятия наибольшее значение при этом имеют системы управления конструкторско-технологической документацией и системы управления ресурсами предприятия.

К первому блоку относится ряд систем класса CAD/CAM (Computer Aided Design/Manufacturing)

или отечественный аналог данных терминов – САПР (Системы автоматизированного проектирования), обеспечивающие такие функции, как проектирование изделий, разработку технологий, расчет материальных и трудовых нормативов, и системы класса PDM (Product Data Management – управление данными об изделиях), ответственные за управление конструкторскими и технологическими данными, управление документацией (электронный архив) и изменениями.

Второй блок составляют системы, обеспечивающие управление ключевыми ресурсами предприятия: трудовыми, материальными, финансовыми ресурсами и мощностями предприятия. Наиболее полно это обеспечивают ERP-системы, удовлетворяющие требованиям стандарта MRP II. Подобные системы призваны выполнять такие функции, как планирование, управление продажами, снабжением, производством и запасами, управление персоналом, ведение управленческого, бухгалтерского и налогового учета.

Построение эффективной системы управления на основе вышеназванных информационных систем возможно только при их тесной интеграции между собой и формировании единого информационного пространства предприятия.

Нормативно-справочная информация (НСИ) и схема интеграции

Наиболее значительный объем данных, который должен быть единым для системы управления, – это данные о конструкторской и технологической документации, прежде всего, справочник номенклатуры



Рис. 1. Общая схема интеграции CAD/CAM, PDM и ERP-систем

в части материалов и комплектующих, полуфабрикатов и готовой продукции, нормативно справочная информация о составе изделий (спецификации, версии спецификаций, нормы расхода), данные о технологических маршрутах (технологические маршруты, операционно-трудовые нормативы, технологическое время выполнения операций, проценты отхода). Первоначально эти данные на этапе разработки и проектирования продукции готовятся в PDM системе, а на этапе планирования и управления производственной деятельностью используются в ERP-системе. Общая схема взаимодействия систем представлена на рис. 1.

Задача интеграции PDM и ERP-систем имеет много подводных камней, которые, прежде всего, касаются методологических и организационных вопросов. Построение единого информационного пространства требует, чтобы данные, подготавливаемые в PDM-системе, отвечали не только требованиям, предъявляемым конструкторами и технологами, но и требованиям ERP-системы. Разрешение всех возникающих при этом противоречий и управление проводимыми на предприятии изменениями является главной сложностью интеграции указанных систем.

ЗАО "Вагонмаш"

Некоторые из вопросов и возможные пути их решения покажем на примере интеграции, выполненной на одном из старейшем вагоностроительном заводе — ЗАО "Вагонмаш" (С.-Петербург).

Производством данного завода являются магистральные железнодорожные вагоны: межобластные, багажные, почтовые, вагоны-рестораны, а также вагоны метрополитена. Предприятие осуществляет производство вагонов под конкретные заказы. Основные стадии производственного процесса включают заготовительную, сборку кузова, покраску, вагоносборку. Сложность готовой продукции характеризуется тем, что состоит из 5...15 тыс. деталей и узлов, а полный производственный цикл составляет 2...4 мес.

В 2005 г. на предприятии был начат проект по формированию новой системы управления, главной целью которого стало построение единой информационной системы, обеспечивающей эффективное управле-

ние всеми этапами жизненного цикла продукции, начиная от разработки и проектирования и заканчивая задачами планирования, управления производственной деятельностью. В качестве систем инженерной подготовки предприятие выбрало системы "Лощман" и "Вертикаль" компании АСКОН, а в качестве ERP-системы, обеспечивающей управление всеми ресурсами предприятия, решение компании "АНД Продакт" для машиностроительных предприятия на базе Microsoft Dynamics AX.

Управление работами по интеграции

Первым по важности вопросом, оказывающим непосредственное влияние на результат и эффективность интеграции, оказывают вопросы менеджмента. Истоки организационных трудностей связаны с тем, что в работе над подготовкой данных задействовано большое число пользователей, принадлежащих к разным "лагерям" и имеющим разные цели. Организация их слаженной работы и согласование разнородных целей подразделений предприятия является одним из ключевых факторов этого процесса.

Эффективное управление всеми производимыми изменениями обязательно требует активного участия высшего руководства предприятия. Для успешного внедрения ERP и PDM систем требуется создание рабочей группы специалистов, убежденных в проводимых изменениях и обладающих достаточно высокой квалификацией. Построение комплексной интегрированной системы также требует активного вовлечения представителей основных подразделений предприятия, повышения их мотивации и формирования понимания их роли в новой системе управления.

В соответствии с вышесказанным для достижения задач проекта в ЗАО "Вагонмаш" была организована проектная команда, в которую со стороны заказчика вошли системные аналитики и ключевые пользователи во главе с руководителем проекта. Вторую часть проектной команды составили консультанты компаний "АНД Продакт" и АСКОН, обеспечивающие внедрение выбранных информационных систем.

Важность эффективного управления изменениями очень высока при переходе работы предприятия на новые бизнес-процессы, реализующие процессный подход. Этот переход требует слаженной работы всех подразделений и касается всех ключевых бизнес-процессов предприятия, в том числе в процессах подготовки данных. Например, участниками процессов подготовки данных являются:

- инженерная служба, отвечающая за подготовку состава изделия, норм расхода, норм времени, технологических процессов;
- сбыт/снабжение — за настройку параметров покупной номенклатуры и готовой продукции, такие как сроки поставки, объемы закупаемых партий номенклатуры;

- планово-диспетчерский отдел — за настройку параметров полуфабрикатов, например, размеры партий изготавливаемых деталей;
- финансовая служба — за расчет плановой себестоимости, нормативные цены, плановые спецификации;
- дирекция по запасам — за параметры резервных запасов, принципы их пополнения, плановые спецификации и т.д.

Таким образом, учет задач каждого подразделения на начальных этапах и управление их работой на этапе подготовки данных и запуска системы являются обязательным условием для успешного построения единой информационной системы предприятия.

Схема внедрения и подготовка НСИ

Один из вопросов интеграции — в какой последовательности осуществлять внедрение? Сегодня далеко не каждое предприятие может похвастаться наличием качественной НСИ, подготовленной в электронном виде. Не был исключением из этого правила и ЗАО "Вагонмаш", на котором к моменту начала проекта большая часть документации была только в бумажном виде. Казалось бы простое последовательное построение элементов системы управления, например, внедрение CAD/CAM и PDM систем, подготовка на их базе документации, а затем внедрение ERP-системы может быть одним из подходов. Однако уже на этапе подготовки данных в PDM-системе должны выполняться требования, которые потом позволят их использовать в контурах планирования и управления производством. Исходя из этого, работы на предприятии велись параллельно и в первую очередь были сформированы принципы планирования и управления предприятием, отталкиваясь от которых определены требования к подготавливаемой в PDM-системе информации.

Необходимо отметить следующий важный момент. Переход на единую информационную систему управления предъявляет очень высокие требования к качеству НСИ. Например, стандарт MRPII предписывает для успешного запуска системы и минимизации рисков запуска контура планирования и управления производством доведение качества НСИ до уровня 95...98%. Если предприятие этого не обеспечит и попытается начать работать на недостаточно подготовленных данных, то это приведет к значительно большим трудозатратам на начальном этапе и значительно повысит риски всего проекта.

Вместе с тем проверить качество НСИ можно только при наличии обратной связи от подразделений, активно ее использующих. В полной мере это проявляется именно тогда, когда все подразделения связывает единая информационная система. Исходя из этого, задачей предприятия до запуска единой системы является максимально возможная выверка НСИ с тем, чтобы при начале работы единой системы минимизировать объем выявленных ошибок и трудозатраты, связанные с их исправлением.

Технологии интеграции

Один из важных вопросов — определение технологий и степени интеграций между системами. Среди возможных технологических способов можно выделить использование файлов экспорта/импорта. Формат промежуточных файлов может быть любой, начиная от CSV-файлов и заканчивая XML. Данный способ наиболее прост и прозрачен в использовании, и именно поэтому в данном проекте был выбран и реализован именно этот метод.

Кроме этого, возможно построение интеграции с использованием API-интерфейсов или организация прямого взаимодействия систем между собой, что может обеспечить их более полное взаимодействие. Последний вариант накладывает дополнительные требования к системам по их открытости и способности поддерживать взаимодействие друг с другом. Вместе с тем он предоставляет максимальные возможности по реализации механизмов интеграции.

С вопросом технологии тесно связан выбор степени интеграции — можно реализовать одностороннюю, а можно двухстороннюю интеграцию. По нашему опыту наиболее практична реализация, когда для каждого вида данных определяется его первоисточник, который и служит основой для односторонней передачи данных в другую систему. Данный подход в условиях большого числа ролей, использующих информационную систему и имеющих тот или иной доступ к ее объектам, наиболее прозрачен и жизнеспособен на практике. В большинстве случаев таким первичным источником выступает PDM-система. Например, на ЗАО "Вагонмаш" первоначально все данные готовятся в PDM — это справочник номенклатуры (за исключением номенклатуры, не используемой в производстве), справочники спецификаций и их версий, справочники технологических маршрутов и их версий. Для обеспечения единства данных в обеих системах используется единая кодировка, присваиваемая в PDM-системе в момент создания тех или иных объектов. Дополнительно для полноты данных в обеих системах поддерживается единство таких базовых справочников, как справочники оборудования, складов, единиц измерения и ряда других.

При выборе систем ЗАО "Вагонмаш" изначально ставил требование наличия механизмов интеграции для возможности построения интеграции между системами. Такими возможностями обладают как решение "АИД Проджект" для машиностроительных предприятий на базе Microsoft Dynamics AX, которое включает модуль интеграции с PDM-системами, так и системы "Лоцман" и "Вертикаль". В результате функциональность реализованного решения позволяет выбирать разные объемы передаваемых данных из PDM в ERP-систему, использовать "ручной" или автоматический принцип экспортируемых данных (по событию), вести логи процедур экспорта/импорта, в которых фиксировать число переданных данных, или в случае возникновения ошибок регистрировать их для анализа и корректировки исходных данных.

Состояние	Функция	Ссылка	Время	Время	Время	Время	Время
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	
PEM_net	30	Transfer	18.04.2008	13:04:38	18.04.2008	13:06:58	

Рис. 2. Формы модуля интеграции Microsoft Dynamics AX со статистикой о результатах передачи данных

Другие вопросы

Как говорилось выше, наиболее трудоемкой задачей интеграции является формирование принципов, закладываемых в систему планирования и управления предприятием, и вытекающие из этого требования к данным о продукции. На уровне реализации это приводит к большому числу самых разнообразных вопросов, которые требуют своего решения: это вопросы обеспечения целостности данных, кодификации справочников, взаимосвязи справочников между собой и т.д.

Обязательным условием для интеграции является обеспечение целостности данных. Обеспечение этого условия возлагается как на сам механизм интеграции, который должен обеспечивать проверку целостности передаваемых данных, так и на системы, являющиеся первоисточниками данных.

В ходе подготовки к интеграции должны быть решены все вопросы, связанные с кодификацией. Кроме справочника номенклатуры, спецификаций и технологических маршрутов, это не менее важно для базовых справочников. Например, для начала подготовки технологической документации необходимо формирование структуры и кодификации рабочих центров (оборудования). Этот вопрос важен с точки зрения разрезов, в которых впоследствии может выполняться планирование и анализироваться загрузка производственных мощностей предприятия.

Много вопросов обычно связано с недостаточным наполнением НСИ. Примером может быть отсутствие привязки данных о потреблении материалов к операциям технологических маршрутов. Данный вопрос может быть решен указанием по умолчанию потребления номенклатуры на первой операции технологического маршрута, однако в случаях сложных технологических маршрутов, большого числа межцеховых переходов это может приводить к существенным ошибкам в планировании запасов материалов и комплектующих.

На многих предприятиях может встать вопрос работы с комплектами. Вопрос состоит в разной детализации работы с комплектами различными подразделениями. Например, конструктора в документации могут указывать полный состав закупаемых комплектов, снабженцы для удобства могут один раз согласовать состав комплекта с поставщиком и затем закупать его как единое целое, далее поставщик может поставлять этот комплект несколькими частями, и точно так же этот комплект может потребляться про-

Имя	Деталь	Имя	См.
5000	Перелом	Резьба	5000
5010	Перелом	Резьба	5010
5020	Перелом	Резьба	5020
5030	Перелом	Резьба	5030
5040	Перелом	Резьба	5040
5050	Перелом	Резьба	5050
5060	Перелом	Резьба	5060
5070	Перелом	Резьба	5070
5080	Перелом	Резьба	5080
5090	Перелом	Резьба	5090
5100	Перелом	Резьба	5100
5110	Перелом	Резьба	5110
5120	Перелом	Резьба	5120
5130	Перелом	Резьба	5130
5140	Перелом	Резьба	5140
5150	Перелом	Резьба	5150
5160	Перелом	Резьба	5160
5170	Перелом	Резьба	5170
5180	Перелом	Резьба	5180
5190	Перелом	Резьба	5190
5200	Перелом	Резьба	5200

Рис. 3. Форма Конструктора спецификации системы Microsoft Dynamics AX, отображающая данные, полученные из PDM-системы

изводством по частям. Решение вопроса состоит в определении наиболее удобной для подразделений снабжения, складской службы, производства детализации работы с комплектами и на уровне справочников данных ERP-системы доработки параметров, определяющих развертывание спецификаций комплектов для их покрытия процедурами планирования только до согласованного уровня детализации.

Большинство предприятий сталкивается с наличием большого числа исполнений готовой продукции (вагонов) и вопросами управления изменениями конструкторско-технологической документации. Решение данных вопросов может лежать в плоскости формирования определенных правил и регламентов работы с изменениями, принципами обновления данных в ERP-системе, использованием настроек ERP-системы, например, таким как сроки действия версий спецификаций и маршрутов.

Если документация по составу изделий в том или ином виде есть на всех предприятиях, то полнота и качество технологической документации чаще находится в значительно худшем состоянии, а иногда может практически отсутствовать. В этом случае одним из выходов может стать создание укрупненных технологических маршрутов с возможностью их детализации в ходе дальнейшей работы над документацией и использования системы. Именно такой подход был выбран в части описания технологических маршрутов вагоноборки на ЗАО "Вагонмаш".

Кроме указанных вопросов, которые могут быть характерны для большинства машиностроительных предприятий, на ЗАО "Вагонмаш" из-за наличия типа производства, при котором на этапе вагоноборки операции производятся над неподвижным объектом (вагоном), описание конструкторско-технологической документации изначально было выполнено по отдельным системам вагонов, а не по процессу сборки вагонов в целом. При этом сам процесс установки отдельной системы может состоять из ряда этапов, которые могут чередоваться с установкой других систем. Чтобы согласовать такое представление систем вагона с задачами, решаемыми в ERP-системе, потребовалось ввести дополнительные атрибуты к эле-

ментам вагона на уровне PDM-системы и выполнить их привязку к укрупненному процессу вагоносборки. Это позволило не менять существующую структуру данных, и в то же время обеспечить необходимую информацию для процедур планирования и диспетчеризации производственных процессов.

Заключение

В целом формирование системы управления машиностроительного предприятия является достаточно сложной процедурой. Это связано как со сложностью машиностроительной продукции, так и со сложностью

Успенский Игорь Вячеславович – руководитель направления "Машиностроение" компании "АНД Проджект". Контактный телефон (812) 303-98-58, (812) 303-98-56. [Http:// www.andproject.ru](http://www.andproject.ru)

БЫСТРОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ИЛИ ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ДОЗИРОВАННЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И LEAN МЕТОДОВ

С.В. Питеркин

Каким должно быть современное производственное предприятие, чтобы в условиях экономического роста, при дефиците кадров и с часто изношенным оборудованием "успевать" за рынком, расти так же, как и рынок, но при этом не терять эффективности (то есть оставаться стабильно-прибыльным)? Ответ прост: предприятие должно быть быстрым! В данной статье рассматривается, что представляет собой быстрое предприятие, и как его быстро построить.

Быстрое предприятие – это предприятие в идеале, моментально реагирующее на изменение как внешних (изменение сроков и количества продукции в заказах клиентов, изменения поставок от поставщиков и подрядчиков), так и внутренних условий (изменения планов в производстве, выпуска, брак и т.п.), при каждом изменении не оставляющее "на будущее" запасы незавершенного производства (НЗП), не теряющее в объеме "нужного" выпуска и не срывающее сроки выполнения заказов. Под "скоростью" предприятия (или "временем реакции") понимается временной интервал между изменением внешних/внутренних условий и началом работы предприятия с учетом этих изменений.

Время реакции промышленного предприятия определяется, прежде всего, циклом планирования (периодичностью общего перепланирования производства и снабжения) и средневзвешенным размером запускаемых производственных партий.

На примере рассмотрим влияние времени реакции на эффективность работы предприятия. Пусть производственная компания имеет время реакции, соответствующее циклу перепланирования, равное 2 неделям, и участвует в простейшей производственной цепочке: филиал – производственное предприятие 1 – производ-

ственный бизнес-процессов машиностроительного предприятия. Выполнение такой стратегически важной задачи возможно только при качественном решении всех вопросов, начиная от формирования операционной стратегии предприятия и заканчивая решением всех организационных и технических вопросов. Привлечение к этому процессу квалифицированных кадров и использование опыта, накопленного компаниями-поставщиками при решении подобных вопросов, может максимально снизить риски и в разумные сроки создать эффективную систему управления, основанную на единой информационной системе предприятия.

На рис. 1 показано, что единовременное увеличение числа заказов от филиала всего на 10% привело почти к 50% увеличению уровня спроса для предприятия-поставщика неделями позже. Что интересно, колебания объема производства и уровня запасов этой производственной системы затухали в течение 15 месяцев (!) после этого события¹.

Результаты, показанные на рис. 1, 2, были получены в 60-х годах XX века Jay Forrester. В своей работе о динамике организованных систем² он также вывел

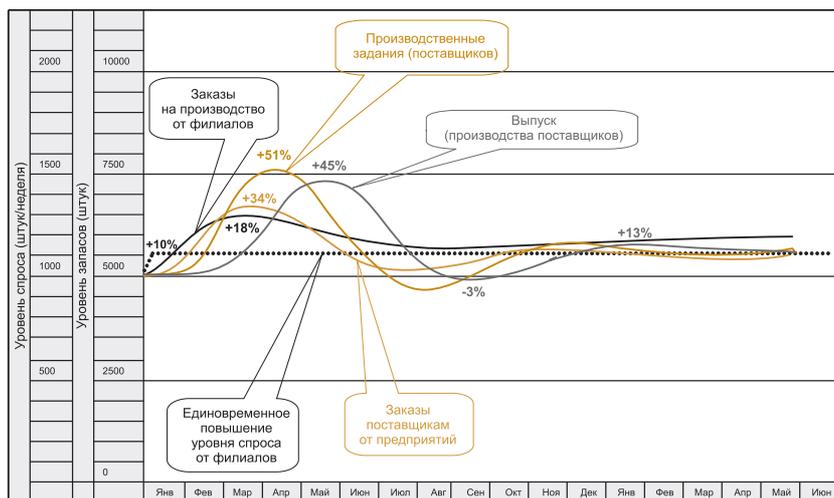


Рис. 1. Изменение планов производства участников производственной цепочки при единовременном изменении уровня спроса у дистрибутора

¹ Этот эффект получил название "эффекта кнута".

² "Industrial Dynamics", Jay Forrester, Productivity Press, 1961. Как и в случае Теории Ограничений, модель динамики систем вскоре нашла свое применение не только в области управления запасами и производством, но и в менеджменте и экономике. В русском переводе – "Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика)", издательство "Прогресс", 1971.