

УДК 65.011.56

Product Lifecycle Support for Radioelectronic Production at JSC «SPE «Radiosvyaz»

**Rinat G. Galeev^a, Valery G. Konnov^a,
Michail A. Kazantsev^a and Sergey V. Chentsov^{b*}**

^aJSC «SPE «Radiosvyaz»

19 Dekabristov Str., Krasnoyarsk, 660021, Russia

^bSiberian Federal University

79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia

Received 12.08.2014, received in revised form 14.09.2014, accepted 02.10.2014

The problems of PLM-management of electronic equipment production at JSC «SPE «Radiosvyaz» are considered. The problems arising in the implementation of information management tools to support the process of high-tech products. Also analyzed problems with implementation of PLM-systems in production management processes of high-tech products. The implementation peculiarities of common information space to organization production processes support of electronics products are given. Considering the results of the practical aspects of implementing an integrated approach to automation can be used in enterprises of electronic industry.

Keywords: radioelectronic equipment pre-production, information production support, Enterprise Information Infrastructure, ERP, PLM.

Информационная поддержка организации производства изделий радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь»

**Р.Г. Галеев^a, В.Г. Коннов^a,
М.А. Казанцев^a, С.В. Ченцов^b**

^aОАО «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь»

Россия, 660021, Красноярск, ул. Декабристов, 19

^bСибирский федеральный университет

Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

Рассмотрены проблемы организации информационного сопровождения подготовки производства радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь».

Проанализированы проблемы, возникающие при внедрении информационных средств поддержки управления процессом производства высокотехнологичной продукции. Указаны особенности реализации единого информационного пространства для поддержки процессов организации производства изделий радиоэлектроники. Результаты работы рассматривают практические аспекты внедрения комплексного подхода к автоматизации и могут быть использованы на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

Ключевые слова: организация производства радиоэлектронной аппаратуры, информационное сопровождение производства, информационная инфраструктура предприятия, ERP-системы, PLM-системы.

Введение

Основная системная проблема отечественных предприятий радиоэлектронной промышленности заключается в значительном научно-технологическом отставании их от современного мирового уровня. Это обусловлено низким технологическим уровнем большей части продукции отечественной электронной промышленности, что не позволяет обеспечить конкурентоспособность всей промышленности страны в целом и становится одним из критических факторов, влияющих на обеспечение обороноспособности и безопасности государства. Одной из составляющих решения задачи сокращения такого отставания, повышения конкурентоспособности продукции на внутреннем и мировом рынках сбыта и увеличения объемов продаж электронной компонентной базы на основании мирового опыта является развитие технологий, направленных на реализацию и информационную поддержку процессов организации производства выпускаемой продукции [1, 2].

Величина затрат на поддержку подготовки производства выступает одним из важнейших потребительских параметров сложных наукоемких изделий, к которым, без сомнения, относится радиоэлектронная аппаратура. Такие затраты складываются из затрат на конструкторское и технологическое проектирование, организацию и поддержку производства продукции. Сокращение затрат (как временных, так и финансовых) на поддержку таких процессов в итоге приводит к повышению уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции. Таким образом, обеспечение конкурентоспособности производимых изделий радиоэлектронной аппаратуры заключается в том числе в создании научно-производственной инфраструктуры разработки и производства таких изделий на основе коренной модернизации производственно-технологической базы, опережающего развития интегрированных систем управления процессами организации производства выпускаемой продукции.

Краткий анализ стратегии развития предприятия

ОАО «НПП «Радиосвязь»

Предприятие ОАО «НПП «Радиосвязь» – признанный лидер в области создания систем и аппаратных комплексов передачи данных, тропосферной, спутниковой связи и навигации в интересах обеспечения обороноспособности страны. На предприятии имеются разрабатывающие подразделения, тесно связанные с производством, что значительно сокращает цикл «разработка – серийное производство» техники. Основные направления работы предприятия: разработка и производство станций спутниковой и тропосферной связи, аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS, систем фазовой навигации [3, 4].

Одним из благоприятных факторов развития предприятия служит его мощный научно-технический потенциал, кооперация с Сибирским федеральным университетом в области выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для решения прикладных задач, а также с Сибирским отделением Российской академии наук в области фундаментальных исследований. Работы, проводимые предприятием, направлены на постоянное совершенствование разрабатываемых комплексов с учетом последних достижений науки и техники, существенное снижение стоимости серийных изделий. Применение в производстве аппаратуры новейших достижений в области электронных компонентов, информационных технологий, прогрессивных технологий поверхностного монтажа, изготовления печатных плат и металлообработки позволяет выпускать современные конкурентоспособные отечественные изделия.

В настоящее время перед предприятием поставлены следующие стратегические цели:

- сохранение лидерства в области спутниковой и тропосферной связи, навигационной аппаратуры на основе комплексного подхода и системного решения научно-технических проблем;
- расширение тематики работ и круга заказчиков за счет превосходства над конкурентами по научно-техническому уровню и показателю цена/качество;
- создание аппаратуры радиосвязи и навигации на основе цифровых программно-конфигурируемых технических средств и типовых решений по построению комплексов радиосвязи, базирующихся на широком использовании информационных технологий;
- переход от удовлетворения текущих потребностей потребителей продукции к формированию новых перспективных требований;
- освоение новых диапазонов частот и новых видов связи на основе разработки и внедрения перспективных технологий и технологических процессов;
- опережающее создание научно-технического задела как основного элемента в конкурентной борьбе;
- увеличение доли в общем объеме выпускаемой предприятием инновационной продукции [5].

Стоит отметить, что в условиях отсутствия конкурентоспособной элементной базы отечественного производства возможны два основных пути достижения поставленных целей. К первому относится использование готовых узлов, таких как модемы, усилители, малошумящие усилители, фильтры и т. п., и готовых схемотехнических решений в сочетании с «отверточной» сборкой. Такой путь имеет ряд кратковременных преимуществ, выражающихся в снижении затрат на разработку собственной элементной базы, организацию и поддержку производственного процесса изготовления изделий радиоэлектроники. Но даже без детального анализа ясно, что эти преимущества не дают стратегической выгоды, а, наоборот, «отверточный» подход является тупиковым по причине вынужденной потери разработчиками навыков по проектированию полного комплекса изделий и привязки к техническим характеристикам электронной компонентной базы зарубежного производства. Ко второму пути развития относится использование пассивных элементов и интегральных схем зарубежного производства для апробации новых промежуточных технических решений с последующей конвертацией наработок в проектируемые заказные интегральные схемы (или программируемые логические интегральные

схемы). Данный подход в современных условиях приемлем и применяется на ОАО «НПП «Радиосвязь». При этом обеспечивается возможность проектирования и разработки аппаратуры и станций связи мирового уровня, а также не исключается возможность отказа в стратегической перспективе от зарубежной элементной базы.

В таких жестких условиях достижение перечисленных целей возможно при создании эффективной системы управления научно-производственной деятельностью, материальными и нематериальными активами предприятия на основе введения целевого стратегического планирования и управления. Такой подход подразумевает внедрение и сопровождение комплекса информационных систем поддержки процессов конструкторско-технологической подготовки производства (*PLM*-системы) и систем управления ресурсами предприятия (*ERP*-системы).

Деятельность «ОАО «НПП «Радиосвязь» охватывает научно-исследовательские, опытно-конструкторские, производственные работы, а также гарантийное и послегарантийное обслуживание. Кроме того, перед предприятием стоит ряд проблем, связанных с постоянно растущей сложностью продукции и повышением технических требований к заказам. Методы решения таких проблем заключаются в техническом перевооружении, модернизации как производственных технологий, так и оснащенности рабочих мест, внедрении новых методов организации работ. При этом резко возрастает потребность в автоматизации процессов проектирования и производства для сокращения сроков разработки, улучшения качества продукции за счет нейтрализации «человеческого фактора». Основной целью проведения модернизации производства, внедрения информационных средств поддержки организации производства является повышение производительности труда и снижение издержек.

Организация единого информационного пространства как необходимый фактор обеспечения развития предприятия

Задачи автоматизации управления предприятием успешно решаются с 1970-х гг. Так, на БЭВМ серии ЕС были реализованы системы:

- оперативно-календарного планирования;
- расчета заработной платы;
- учета позиций собственного изготовления в центральном комплектующем цехе;
- учета покупных комплектующих изделий (ПКИ), инструмента и материалов на центральных складах и в цеховых кладовых.

Кроме разработки перечисленных систем было решено большое количество прикладных задач. В начале 2000-х гг. начата работа по реинжинирингу разработанных систем с использованием апробированных подходов, алгоритмов и накопленной информационно-аналитической базы. В качестве программно-аппаратной платформы для разработки комплекса средств автоматизации хозяйственной деятельности предприятия была выбрана 3-уровневая архитектура на основе *web*-технологий.

Одной из первых систем автоматизации, созданных на основе *web*, стала система учета движения товароматериальных ценностей, обеспечивающая учет движения ПКИ, материалов и инструмента. Данная система имела шлюз с БЭВМ, а также использовала для своей работы справочники информационной системы «1С Бухгалтерия». После внедрения разра-

ботанной системы и апробации технологии разработки была определена общая концепция развития систем управления производством и ведения учета хозяйственной деятельности предприятия. При реализации контура бухгалтерского и кадрового учета выбраны продукты фирмы 1С, а для учетных складских систем, систем управления закупками и управления производством – системы собственной разработки, использующие для своей работы единые корпоративные справочники. Интеграция между автоматизированными системами настраивалась на основе открытых стандартов обмена данными на основе языка разметки *xml* и его вариаций, а также на уровне баз данных с использованием языка *T-SQL* и средств репликации баз данных.

Одновременно с развитием автоматизированных систем управления производством развивалась и система конструкторско-технологической подготовки производства. С 1990-х гг. на предприятии использовались автономные локальные средства и системы, автоматизирующие отдельные этапы конструкторско-технологической подготовки производства. Зачастую такие системы не имели общих справочников, из-за чего требовалось длительное время на подготовку очередного этапа разработки изделий. После принятия в 2007 г. решения о внедрении системы комплексной автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства и развертывания комплекса «Лоцман: *PLM*» на предприятии было сформировано единое информационное пространство.

Единое информационное пространство (ЕИП) ОАО «НПП «Радиосвязь» представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которых действуют единые правила хранения, обновления, поиска и передачи информации. Такая информационная среда позволяет осуществить безбумажное взаимодействие между всеми участниками процесса подготовки производства изделия. При этом однажды созданная информация хранится в ЕИП, не дублируется и не требует каких-либо перекодировок в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность. На текущий момент в рамках ЕИП на предприятии внедрено и успешно развивается комплексное решение АСКОН на базе систем «Лоцман: *PLM*», «Вертикаль», «Компас 3D». Таким образом, информационная инфраструктура предприятия имеет вид, представленный на рис. 1.

Следует отметить, что применение типовых систем, решающих задачи управления производством, таких как «Гольфстрим» и «1С: Управление производственным предприятием», в условиях малой серии, позаказном и опытном производстве, характерном для приборостроительных предприятий, не обеспечивает всех необходимых функций организации и планирования производства. Так, для системы «Гольфстрим», построенной на базе концепции *MRP II* (планирование производственных ресурсов) с элементами *APS* (усовершенствованное производственное планирование), на сегодняшний день только планируется дополнение модулем *MES* (система оперативного производственного планирования) [6]. Система «1С: Управление производственным предприятием» относится к классу *ERP* и обеспечивает лишь укрупненное планирование без функции диспетчеризации производства. В свою очередь, «Гольфстрим», как и «Лоцман: *PLM*», «Вертикаль», «Компас 3D», направлена в первую очередь на комплексное решение задач автоматизации машиностроения и лишь отчасти – на приборостроительную отрасль. Как следствие, для подобных систем требуется большой объем доработок, что соизмеримо с разработкой собственных информационных средств поддержки планирования и



Рис. 1. Информационная инфраструктура ОАО «НПП «Радиосвязь»

управления. Исходя из этого разработанные на предприятии собственные системы учета движения товаро-материальных ценностей, управления закупками, планирования и диспетчеризации производства [7] предназначены для решения специфических задач автоматизации производственного планирования и управления и совместно применяются с комплексом АСКОН, образуя информационную среду предприятия (рис. 1).

Автоматизация управления инженерной информацией не считается комплексной, если автоматизируемая система создается в рамках инженерных служб подготовки производства. Значительный эффект от автоматизации проявляется, когда комплекс взаимодействующих информационных систем используется интегрированно для управления предприятием в целом. Для этого система управления инженерной информацией должна существовать в одном информационном пространстве с ERP-системой. Но для реализации ЕИП следует объединить PLM с ERP, так как последняя система создает и потребляет значительную часть информации о выпускаемой продукции.

Системы PLM и ERP предназначены для решения различных задач: PLM сфокусированы на создании информации об изделии и процессах его изготовления, а ERP – на планировании производства, снабжения, ведении складского учета, учета издержек и т. д. При этом PLM-системы предназначены для работы с неструктурированными данными (эскизами, чертежами, моделями) и оптимизированы для обслуживания контекстно-зависимой информации, а ERP-системы работают со структурированными данными и оптимизированы для управления транзакциями. Системы PLM не имеют данных о мощностях предприятия, загрузке ресурсов, доступных запасах материалов, финансовых возможностях предприятия, определяющих процессы подготовки производства и сбыта продукции. То есть конструкторы проектируют без учета каких-либо ограничений производства, вследствие чего возрастает объем работ для технолога по подготовке производства. С другой стороны, ERP-система не может снизить се-

бестоимость изделия ниже той, что «заложена» в изделие техническими специалистами в ходе его проектирования, когда конструктором и технологом были определены материалы, оснастка и маршрут изготовления изделия.

Стратегическая цель интеграции систем *PLM* и *ERP* состоит в снижении затрат и себестоимости продукции, сокращении сроков выпуска изделий, повышении конкурентоспособности предприятия. Использование интегрированного *PLM+ERP*-решения обеспечивает своевременное, взаимосвязанное и достоверное функционирование процессов проектирования и производства, что позволяет повысить эффективность процесса управления и получить экономический эффект от сокращения сроков проектирования и подготовки производства. Основной причиной трудности внедрения концепции единого информационного пространства как комплексно взаимодействующих систем класса *PLM* и *ERP* на приборостроительных предприятиях является применение одних методов и инструментов для автоматизации финансовых и учетно-хозяйственных процессов и других – для решения задач автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства. В результате информация в *ERP*-системе становится неактуальной, пользователи плохо понимают логику работы системы и испытывают затруднения в анализе получаемых данных. При этом не в полной мере обеспечивается интегрированное решение задач технической подготовки и оперативного управления производством, что предопределяет существование значительного функционального и информационного разрыва между системами автоматизации.

Учитывая изложенные факторы, интегрированную систему управления предприятием ОАО «НПП «Радиосвязь» изначально строили как комплекс взаимодействующих систем автоматизации одного производителя (АСКОН) и собственных информационных систем, которые подверглись совместной доработке для организации единого информационного пространства предприятия. Анализ результатов внедрения автоматизированных систем на предприятиях машиностроения и приборостроения позволил разработать базовые технологии формирования структуры интегрированной информационной системы предприятия на основе *PLM*-концепции для решения задачи комплексной автоматизации и создания ЕИП для эффективной конструкторско-технологической подготовки и оперативного управления дискретным производством. Для внедрения системы комплексной автоматизации были использованы следующие базовые технологии:

- реинжиниринг текущих конструкторских, технологических, производственных и иных процессов;
- представление данных изделия в виде единой информационной модели;
- управление данными электронного состава сложного изделия, включая хранение данных и документов, конфигурацию и классификацию изделий, методы интеграции *PLM* и *ERP*-систем [8, 9].

Для реализации технологии реинжиниринга применялась следующая последовательность действий:

- исследование бизнес-процессов предприятия, обоснование предлагаемой структуры автоматизированной системы, используя концепцию *PLM*;
- обоснование выбора платформы управления процессами подготовки и планирования производства;

- разработка функциональной модели комплексной информационной системы, учитывая взаимодействие *ERP*- и *PLM*-систем [8, 9].

Анализ результатов внедрения *ERP*-систем на приборостроительных предприятиях, основных тенденций развития концепции *PLM*, взаимодействия процессов конструкторско-технологической подготовки и оперативного управления производством выявил необходимость интеграции в ЕИП предприятия функций следующих информационных систем: *CAD* (системы автоматизированного проектирования), *CAM* (системы технологической подготовки производства), *PDM* (системы хранения данных), *FRP* (системы финансового планирования), *MRP II* (системы управления производственными ресурсами), *MES* (системы оперативного производственного планирования). Опираясь на рассмотренный опыт автоматизации различных предприятий, разработали информационную базу комплексной автоматизированной системы управления предприятием с учетом взаимодействия *PLM*- и *ERP*-концепций (рис. 2).

Использованный при создании интегрированной системы автоматизации управления предприятием подход позволил подойти именно к комплексной автоматизации проектных, технологических, производственных и финансово-учетных процессов. Такой метод создания комплексной автоматизированной системы как совокупности взаимодействующих информационных систем дает возможность предусмотреть дальнейшие механизмы расширения, «бесшовной» интеграции новых систем автоматизации в единое информационное пространство предприятия. Стоит отметить, что процесс развития комплексной автоматизированной системы является постоянным, итеративным, что также поддерживается примененной методикой разработки и внедрения. Спроектированная и внедренная таким образом автоматизированная система закладывает необходимую информационную поддержку дальнейшего развития деятельности предприятия, не препятствуя, а способствуя данному процессу.



Рис. 2. Укрупненная структура комплексной автоматизированной системы управления предприятием ОАО «НПП «Радиосвязь»

Заключение

Опыт разработки и внедрения комплексной интегрированной информационной системы управления предприятием ОАО «НПП «Радиосвязь» основан на интеграции общенаучных подходов, системных принципов и общих закономерностей построения, планирования, функционирования и развития сложных многоуровневых систем. Это позволяет рассматривать процесс проектирования интегрированных информационных систем управления как процесс создания единых динамических систем взаимодействия процессов конструкторско-технологической подготовки и оперативного управления производством изделий радиоэлектронной аппаратуры.

Структура и состав интегрированной информационной системы управления должны выбираться таким образом, чтобы в перспективе было возможно реализовать комплексирование систем класса *PLM* и *ERP* в рамках единого информационного пространства предприятия. Методы и принципы организации «бесшовной» интеграции различных систем автоматизации в рамках комплексной интегрированной системы позволят перейти к автоматизации управления процессами взаимодействия с потребителем продукции, что, несомненно, выведет на новый уровень эффективности бизнес-процессы предприятия и будет способствовать дальнейшему снижению издержек и повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции и предприятия в целом.

Список литературы

- [1] Об утверждении Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2025 года: приказ Министерства промышленности и энергетики РФ от 7 августа 2007 г. № 311.
- [2] Судов Е. В., Левин А. И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002. 102 с.
- [3] Галеев Р.Г. // Связь в Вооруженных силах Российской Федерации. 2010. Вып. 5. С. 136.
- [4] Галеев Р.Г., Гребенников А. В., Казанцев М.Ю. // Связь в Вооруженных силах Российской Федерации. 2012. Вып. 7. С. 150.
- [5] Галеев Р.Г., Югай В.В., Коннов В.Г. // Современные проблемы радиоэлектроники. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. С. 3.
- [6] Бонакер С. // Стремление. 2012. № 3 (10). С. 28.
- [7] Казанцев М.А. // Вестник СибГАУ. 2013. №4 (50). С. 27.
- [8] Кульга К.С. Автоматизация технической подготовки и управления производством на основе PLM-системы. М.: Машиностроение, 2008. 265 с.
- [9] Кульга К.С. // САПР и графика. 2008. № 3. С. 91.