

УДК 65.011.56

## РАЗВИТИЕ ПОЛИПЛАТФОРМЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

© 2012 Ю.В. Полянсков<sup>1</sup>; С.Г. Дементьев<sup>2</sup>; Д.Ю. Шабалкин<sup>1</sup>; А.М. Топорков<sup>2</sup>; В.В. Назаров<sup>2</sup><sup>1</sup> Ульяновский государственный университет<sup>2</sup> Закрытое акционерное общество «Авиастар-СП», г. Ульяновск

Поступила в редакцию 05.10.2012

Рассматриваются подходы к созданию автоматизированной системы информационной поддержки жизненного цикла воздушных судов. Анализируются методы интеграции полиплатформенных решений. Сформирована модель интегрированной автоматизированной системы поддержки жизненного цикла в условиях расширенной производственной кооперации с учётом требований тиражируемости. Интегрированная автоматизированная система, интеграция данных, интеграция бизнес процессов, PDM-системы

Одним из приоритетов развития отечественного промышленного производства является повышение его конкурентоспособности за счёт разработки и внедрения передовых технологий. Наиболее это актуально для авиационной промышленности и отражено в федеральных и отраслевых руководящих документах:

1. Стратегия развития авиационной промышленности России до 2015 (Утверждена Минпромэнерго России (приказ от 20 апреля 2006 года № 85);

2. Стратегия «Основные положения стратегии развития Открытого акционерного общества «Объединённая авиастроительная корпорация» до 2025 года (Утверждена решением Совета директоров от 12 февраля 2008 года (протокол №9));

3. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России (одобрена решением коллегии Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации (протокол заседания коллегии № ПК-18 от 10 августа 2001 г.))

Наиболее динамично развивающимся и востребованным в авиационной промышленности сегментами информационных систем яв-

*Полянсков Юрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор, Президент университета, директор Центра компетенций «Авиационные технологии и авиационная мобильность». E-mail: President@Ulsu.Ru*

*Дементьев Сергей Геннадьевич, Генеральный директор. E-mail: director@aviastar-sp.ru*

*Шабалкин Дмитрий Юрьевич, кандидат физико-математических наук, заместитель директора Центра компетенций «Авиационные технологии и авиационная мобильность». E-mail: ShabalkinDYu@ulsu.ru*

*Топорков Андрей Михайлович, заместитель Генерального директора по экономике и финансам. E-mail: d640a@aviastar-sp.ru*

*Назаров Владимир Валентинович, заместитель начальника управления информационных технологий. E-mail: D106@aviastar-sp.ru*

ляются системы информационной поддержки процессов жизненного цикла изделия (ИПИ/CALS-технологии), базирующиеся на интегрированных автоматизированных информационных системах. Конкурентоспособность современной продукции во многом определяется степенью интегрированности и непрерывности ИПИ-систем, обеспечивающих точное определение состояния производства в режиме реального времени и соответствующую реакцию на изменение внутреннего состояния и условий на рынке.

В качестве инструментальных средств на каждом этапе жизненного цикла используются соответствующие специализированные информационные системы: системы инженерных расчётов (CAE), системы конструкторского проектирования и моделирования (CAD/CAM), системы управления данными об изделии (PDM), системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП/САРР), системы управления ресурсами (ERP/MRP), системы взаимодействия с клиентами (CRM), системы управления поставками (SCM), системы послепродажного обслуживания и др.

Важной компонентой информационного поддержки производства являются системы бизнес-аналитики (BI / BA). Основной функцией таких систем является мониторинг состояния подготовки и изготовления воздушного судна, оценка, прогноз альтернативных сценариев, связанных с изменениями, вносимыми в конструкторскую документацию (КД), организационную и технологическую структуру производственных процессов и др.

Наличие приведённых инструментов позволит реализовать принципы проектного подхода в подготовке производства, изготовлении и вы-

пуске авиационной техники. В авиационной промышленности наличие единой интегрированной информационной системы играет определяющую роль в снижении ресурсных затрат (временных, трудовых, финансовых, материальных), повышении качества и как следствие конкурентоспособности продукции.

В настоящее время, основными задачами ЗАО «Авиастар-СП» по обеспечению заданных ОАО «ОАК» целей являются:

- подготовка и начало серийного производства модернизированного Ил-76МД90А;
- освоение производства изделий и агрегатов поставляемых по кооперации на МС-21;
- возобновление производства модернизированного Ан-124 «Руслан» на основе цифровых технологий.

В современном зарубежном и отечественном авиастроении применяется большинство упомянутых систем. Это позволяет достичь повышения эффективности на каждом этапе конструкторско-технологического-производственно-эксплуатационного цикла. Однако совокупный эффект внедрения ИПИ-технологий во многом определяется степенью интеграции бизнес-процессов, обеспечивающих их автоматизированных подсистем. Консолидированный, положительный эффект от использования информационных систем на каждом этапе жизненного цикла изделия может быть достигнут на принципах интеграции бизнес-процессов, приложений и данных.

Таким образом, интегрированная система информационной поддержки жизненного цикла воздушных судов с необходимостью должна содержать включать следующие взаимодействующие базовые компоненты, обеспечивающие:

- информационное взаимодействие с конструкторскими бюро – разработчиками КД на самолёт на уровне данных и процессов (приёмка-передача, проведение изменений электронной КД);
- централизованную конструкторско-технологическую подготовку производства;
- управление проектированием, изготовлением и применением средств технического оснащения (СТО);
- технологическую подготовку сборочного производства;
- управление сборкой авиационной техники, где наибольшая доля ручных операций;
- ведение электронного «Дела изделия»;
- мониторинг конструкторского, технологического, производственного процесса и эксплуатации воздушного судна.

Приведённый функционал должен обеспечивать эффективную деятельность в условиях расширенной производственной кооперации как в

рамках предприятий ОАО «Объединённая авиастроительная корпорация», так и при взаимодействии с широким спектром поставщиков отдельных полуфабрикатов, узлов и агрегатов, СТО, внедрением результатов ОКР и др.

Это является необходимым условием формирования единого цифрового пространства производства в соответствии с моделью *Digitale Fabrik* (Цифровой фабрики) [1]

Данный подход обеспечивает не только информационную поддержку изделия на всех этапах жизненного цикла, но содержит адекватную цифровую модель производственных процессов, логистики, взаимоотношения с кооперантами потребителями продукции.

В основе информационной модели производственных процессов и предприятия в целом заложены принципы имитационного моделирования, реализованные с помощью программных средств.

Это позволяет осуществлять моделирование технологических процессов начиная от заготовительного производства и до окончательной сборки изделия, управлять загрузкой оборудования, в режиме реального времени отслеживать внутрипроизводственную логистику и др. Внедрение модели Цифровой фабрики позволит сокращать издержки и сроки производства, повышать качество и улучшать управляемость.

## **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗДУШНОГО СУДНА**

Известно два подхода формирования единого информационного пространства жизненного цикла изделия: применение комплекса автоматизированных систем (CAD, PDM, ERP, SAP, MES) одного производителя (моноплатформенное решение), интеграция подсистем различных производителей (полиплатформенное решение).

### **Моноплатформенный подход:**

На вновь создаваемых предприятиях интегрированная система управления жизненным циклом успешно строится с использованием современных моноплатформенных средств. Одним из наиболее распространённых и эффективных является решение *TeamCenter Engineering/TeamCenter Manufacturing* от *Siemens PLM Software*. Система реализует функции PDM, SAP – систем, обеспечивает гарантированную интеграцию с родственной CAD/CAM системой *Unigraphics/NX* и обладает возможностью наращивать функциональность за счёт подключения дополнительных модулей того же разработчика.

Положительную динамику по внедрению разработок Siemens PLM Software демонстрирует например ЗАО «Гражданские самолёты Сухого (ГСС)» (ГСС) [2]. Компания «Гражданские самолёты Сухого» (ГСС), входящая в состав холдинга «Сухой», была образована в 2000 г. и внедряла PDM систему с «чистого листа».

Аналитические исследования показывают, что ряд продвинутых машино-/авиастроительных предприятий за рубежом и в странах СНГ ещё до эпохи активного внедрения комплексных ИПИ-технологий имел значительный задел в виде информационных систем класса PDM, SAP как ранних промышленных, так и внутренних разработок [3]. Единовременный отказ от их применения в пользу современных промышленных решений сопровождается очевидными рисками:

1) Переход с одной системы на другую не может быть осуществлён одномоментно и может привести к нарушению непрерывности производственного процесса;

2) Для обеспечения непрерывного производства необходимо какое-то время эксплуатировать обе системы, что в значительной степени увеличивает затраты, себестоимость готовой продукции, что приводит к возрастанию срока окупаемости проекта;

3) Системы внутренних разработок полностью соответствуют бизнес-процессам предприятия, внедрение промышленных систем могут привести к необходимости перестройки бизнес-процессов.

К основному недостатку моноплатформенного подхода нужно отнести:

1) необходимость глубокой и длительной модернизации существующих решений западных производителей для их адаптации к существующим бизнес-отечественных самолётостроительных предприятий;

2) отказ от эксплуатируемых подсистем, либо необходимость параллельного использования внедряемой и действующей систем;

3) высокая стоимость владения моноплатформенной системой, которая существенно повышается после проведения требуемой модернизации;

4) интеграция внешних систем в целях наращивания функциональности крайне затруднительна;

5) полная зависимость от разработчика системы.

По этим причинам, значительное (до 23%) количество предприятий Северной Америки и Европы используют системы PDM собственных разработок, модернизируя и интегрируя их с промышленными решениями [4].

В виду вышеизложенного, количество отечественных предприятий машино-, приборо- и

авиастроительной отрасли, в использующих полнофункциональные моноплатформенные решения незначительно.

### **Полиплатформенный подход**

Альтернативой является интеграция полиплатформенных подсистем различной функциональности в единое информационное пространство жизненного цикла.

Возможность интеграции готовых решений, в том числе и внутренних разработок, определяется возможностью эффективной интеграции данных и бизнес-процессов.

Инструментальные средства интеграции данных основываются на разработках 1990-2010х годов в области комплексирования и интеграции данных [5,6]. Результатом явились модели, на основе которых могут быть успешно разработаны инструментальные средства (на основе ETL-технологий) [3] и системы интеграции информационных ресурсов предприятия (ЕИ). По такой технологии целесообразно выполнять интеграцию малоизменяемых как по структуре так и содержанию данных, востребованных всеми рассматриваемыми системами, например, нормативно-справочной информации.

Расширение функциональности отдельных систем (CAD, PDM, ERP и др.) делают интеграцию на уровне данных в ряде случаев затруднительной, либо вовсе ненужной. По мере развития информационных систем управления (расширения функциональности, более глубокое описание бизнес-процессов), на передний план вышла задача интеграции процессов. Для решения подобных задач в настоящее время наиболее перспективным подходом к интеграции считается сервис-ориентированная архитектура (SOA). Она позволяет организовать обмен сообщениями в XML-формате посредством инструментального средства - корпоративной шины предприятия (ESB) [7, 8]. При этом средства ESB позволяют гибко задавать маршруты передачи сообщений в соответствии с логикой существующих бизнес-процессов.

В той связи гибридная модель интеграции, основанная на объединении (физическом, виртуальном) данных и процессов, видится наиболее перспективной.

Задача интеграции информационных потоков рамках автоматизированной системы управления жизненным циклом авиационной техники требует:

1) наличия эффективно работающих функциональных модулей отдельных подсистем (CAD/PDM/ERP/CRM/SCM, подсистем управления средствами технологической оснастки (СТО) и др.);

2) действующей системы централизованной конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) взаимодействующей с ERP-системами;

3) разработанной структуры хранилища (возможно и виртуального) инвариантных данных;

4) формирования механизмов управления хранилищем инвариантных данных;

5) формирование механизма получения/предоставления требуемых данных требуемой структуры в соответствии с требуемым регламентом;

6) интеграции соответствующих бизнес процессов предприятия.

Выбор между двумя приведёнными сценариями формирования интегрированной системы информационной поддержки жизненного цикла изделия зависит от ряда параметров. Основными на наш взгляд являются:

1) Экономические показатели: стоимость приобретения, внедрения, сопровождения и владения;

2) Временные показатели: время от начала внедрения до ввода в эксплуатацию;

3) Показатели эксплуатационности/технологичности: технологичность системы (возможность эффективного сопровождения);

4) Показатели функциональности: обеспечение интеграции подсистем, в т.ч. разработанных на других платформах (CAD/CAM, ERP, SAPR и др.);

5) Показатели соответствия производственным процессам: обеспечение однозначных (прозрачных) связей конструкторского и технологического членения,

6) Соответствие (при незначительной доработке) бизнес процессам предприятия.

Исходя из вышесказанного, целесообразно строить систему, интегрирующую решения различных производителей, обладающих наиболее приемлемым функционалом и технико-экономическими показателями эффективности. Значительную роль играет необходимость обеспечения кооперации, как в рамках КБ и авиастроительных предприятий ОАО «ОАК», так и со значительным количеством предприятий- и организаций-разработчиков и изготовителей изделий АТ. В настоящее время нет разработанных механизмов, способов и ресурсов создания информационной монотрансформации, объединяющей всех участников процесса изготовления воздушного судна. Особую остроту эта проблема приобретает при начале серийного производства модернизированных транспортных самолётов семейства Ил-76, возобновлении производства Ан-124 «Руслан».

## **МОДЕЛЬ ПОЛИПЛАТФОРМЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ**

Предлагаемая модель полиплатформенной интегрированной системы информационной поддержки жизненного цикла воздушных судов строилась в соответствии с текущими и перспективными задачами ЗАО «Авиастар-СП», но может быть применена на других авиастроительных предприятиях. Модель определяет основные требования к системе и подходы к их реализации.

Цель: Снижение ресурсоёмкости подготовки производства и выпуска, повышение качества изготовления, послепродажного сопровождения гражданских и транспортных самолётов за счёт внедрения комплексной автоматизированной системы на основе единого цифрового пространства КТПП и изготовления авиационной техники («изделие 476» (Ил-476), Ан-124, Ту-204, SSJ и MC-21)

Должны быть решены следующие задачи:

1. Обеспечить интеграцию информационных потоков предприятия, конструкторских бюро, кооперантов и эксплуатантов в соответствии с реализуемыми бизнес-процессами КТПП, изготовления и послепродажного обслуживания производимых ВС гражданской и транспортной авиации (Ил-76 и его модификаций, Ан-124, Ту-204, SSJ, MC-21);

2. Обеспечить разработку архитектуры ИАС, выделяя три основных уровня: ядро системы, корпоративную сервисную шину, подсистемы интегрированной автоматизированной системы (ИАС);

3. Обеспечение разработки подсистем ИАС:

- Подсистема конструкторской подготовки завода-изготовителя;

- Подсистема централизованной технологической подготовки производства;

- Подсистема управления проектированием, подготовкой и производством средств технологического оснащения на основе ЭОИ;

- Подсистема САПР технологических процессов сборочного производства;

- Подсистема управления комплектацией сборочного производства;

- Информационно-аналитическая подсистема состояния конструкторского, технологического, производственного процессов;

- Подсистема формирования электронного «Дела изделия» воздушного судна. разработ-

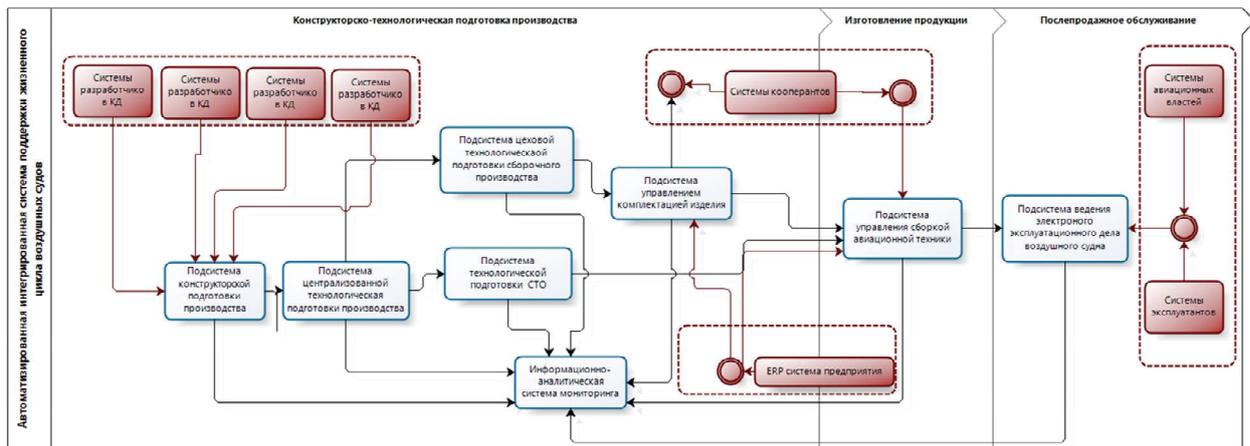


Рис. 1. Функциональную схему системы и её взаимодействие с основными смежными системами

ку выполнение функциональности подсистем, обеспечивая.

Функциональную схему системы и её взаимодействие с основными смежными системами иллюстрирует рис. 1.

Сформулированы следующие требования к структуре ИАС

ИАС должна иметь иерархическую структуру и содержать следующие компоненты:

- 1) Ядро системы – 1 уровень;
- 2) Корпоративная сервисная шина (ESB) – 2 уровень;
- 3) Подсистемы – 3 уровень;

ESB должна обеспечить обмен данными подсистем различных производителей, возможность организации взаимодействия с внешними приложениями [6]. Разработка ESB позволит заложить принцип полиплатформенности ИАС, обеспечить расширяемость и модернизируемость системы.

Разработка ИАС должна осуществляться в соответствии с нормативно-технологическими документами (ГОСТ Р, ГОСТ ИСО РД) с помощью современных CASE-систем. На этапе эскизного проектирования должна быть разработана имитационная модель системы и проведена её экспериментальная проверка. Реализация подобной системы должна осуществляться с использованием современных CASE-средств, RUP-технологий.

### ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Таким образом, предложенный подход позволит формировать автоматизированную систему управления на основе интеграции полиплатформенных подсистем.

ИАС будет обеспечивать интеграцию информационных потоков предприятия, конструкторских бюро, кооперантов и эксплуатантов, реализуемых с использованием полиплат-

форменных информационных систем, в соответствии с организованными бизнес-процессами конструкторско-технологической подготовки производства, изготовления всех производимых воздушных судов гражданской и транспортной авиации;

Важной задачей при разработке и апробации данной системы является её привлекательность для предприятий-партнёров ЗАО «Авиастар-СП». С учётом заложенных принципов кооперации, интеграции с системами разработчиков КД, обеспечения гибкой производственной кооперации система имеет хороший потенциал коммерциализации. Неотъемлемым преимуществом системы является масштабируемость, возможность модернизации и тиражирования данного решения.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного контракта № 12.527.11.0010.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Diedrich C. Mühlhause M.* Basic concept of the Digital factory // AT: Automatisierungstechnik. 2011. V.59. P. 18-25.
2. *Зырянов М.* О роли ИТ-команды ГСС в создании нового авиалайнера // Директор информационной службы. 2011. № 03.
3. *Дубова Н.* PLM на пороге зрелости // Открытые системы. 2011. №5.
4. *Дубова Н.* Интеграция приложений и бизнес-процессы // Открытые системы. 2009. №10.
5. *Lenzerini Maurizio.* Data integration: a theoretical perspective // Proceedings of the twenty-first ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on Principles of database systems, 2002. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/543613.543644> (дата обращения 22.08.2012).
6. *Alon Y. Halevy.* Enterprise information integration: successes, challenges and controversies // Proceedings of the 2005 ACM SIGMOD international conference on Management of data. 2005. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1066157.1066246> (дата обра-

- ния 22.08.2012).
7. *Решетников И.С., Козлецов А.П.* Стандарты и технологии интеграции производственных информационных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2010. № 2. С. 24-30.
8. *Шаттел Д.* ESB-Сервисная шина предприятия. СПб: БХВ-Петербург, 2008.
9. *Стрекалов А.Ф.* Создание системы информационной поддержки жизненного цикла изделий ЗАО «ЗЭМ» РКК «Энергия» на основе ИПИ-технологий // Вестник машиностроения. 2005. №11. С.70-75.

## DEVELOPMENT OF POLYPLATFORM INTEGRATED AUTOMATED INFORMATION SYSTEM LIFE CYCLE SUPPORT OF AIRCRAFT BASED ON ELECTRONIC PRODUCT DEFINITION

© 2012 Yu.V. Polyanskov<sup>1</sup>, S.G. Dementiev<sup>2</sup>, D.Yu. Shabalkin<sup>1</sup>, A.M. Toporkov<sup>2</sup>, V.V. Nazarov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ulyanovsk State University

<sup>2</sup> CJSC "Aviastar-SP", Ulyanovsk

The approaches to automated information system life cycle support of aircraft construction are discussed. The methods of poliplatform information system integration have been analyzed. The model of integrated automation system life cycle support for the extended industrial cooperation with the requirements of replicability is formed.

Integrated automation system, data integration, business process integration, PDM-system.

---

*Yuriy Polyanskov, Doctor of Technics, Professor, President of University, Director of Competence Center "Aviation Technology and Air Mobility". E-mail: President@Ulsu.Ru*  
*Sergey Dementiev, General Director. E-mail: director@aviastar-sp.ru*  
*Dmitriy Shabalkin, Candidate of Physics and Mathematics, Deputy Director of Competence Center "Aviation Technology and Air Mobility". E-mail: ShabalkinDYu@ulsu.ru*  
*Andrey Toporkov, Deputy Director General for Economy and Finance. E-mail: d640a@aviastar-sp.ru*  
*Vladimir Nazarov, Deputy Head of IT Office.*  
*E-mail: d106@aviastar-sp.ru*