**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**им. Н.Е. ЖУКОВСКОГО «ХАРЬКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ»**

На правах рукописи

**КОТЛЯРОВ Алексей Вениаминович**

УДК 658.52.011.56:004.415:004.416

**МЕТОД ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ СОЗДАНИИ НОВОЙ ТЕХНИКИ**

05.13.06 – информационные технологии

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель

Попов Вячеслав Алексеевич,

кандидат технических наук, профессор

Харьков - 2009

2

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ | 5 |
|  |  |
| ВВЕДЕНИЕ | 8 |
|  |  |
| РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ |  |
| ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СОЗДАНИИ НОВОЙ ТЕХНИКИ | 14 |
|  |  |
| 1.1. Основные особенности системного анализа сложных автоматизирован- |  |
| ных систем управления | 14 |
|  |  |
| 1.1.1. Системный подход к управлению предприятиями | 14 |
|  |  |
| 1.1.2. Развитие структур автоматизированных систем управления | 16 |
|  |  |
| 1.2. Анализ развития управленческой интеграции | 26 |
|  |  |
| 1.3. Анализ интеграционных задач при построении комплексных информа- |  |
| ционных систем | 27 |
|  |  |
| 1.3.1. Модели и методы интеграции информационных систем | 27 |
|  |  |
| 1.3.2. Практические аспекты реализации интеграционных проектов | 32 |
|  |  |
| 1.4. Обоснование постановки задачи исследования | 37 |
|  |  |
| 1.5. Выводы по первому разделу | 40 |
|  |  |
| РАЗДЕЛ 2. ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ |  |
| АРХИТЕКТУРЫ И СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДРИЯТИЯ | 42 |
|  |  |
| 2.1. Архитектура современного предприятия | 42 |
|  |  |
| 2.1.1. Системное представление предприятия | 43 |
|  |  |
| 2.1.2. Многомерное представление процесса управления предприятием | 45 |
|  |  |
| 2.2. Развитие информационных технологий для поддержки процессов |  |
| управления предприятием | 47 |
|  |  |
| 2.2.1. Развитие информационных технологий предприятия | 47 |
|  |  |
| 2.2.2. Формирование стратегии развития информационной системы пред- |  |
| приятия | 53 |
|  |  |
| 2.3. Метод интеграции информационных систем для создания комплексной |  |
| информационной системы предприятия | 58 |
|  |  |

3

|  |  |
| --- | --- |
| 2.3.1. Построение комплексной информационной системы | 59 |
|  |  |
| 2.3.2. Совершенствование комплексной информационной системы | 60 |
|  |  |
| 2.4. Создание и совершенствование комплексной информационной системы |  |
| развивающегося предприятия | 66 |
|  |  |
| 2.4.1. Метод выбора партнеров и управления взаимоотношениями с ними | 66 |
|  |  |
| 2.4.2. Метод выбора программно-аппаратных средств и поставщиков для |  |
| комплексной информационной системы | 74 |
|  |  |
| 2.4.3. Обоснование характеристик комплексной информационной системы |  |
| на основе экспертных оценок | 75 |
|  |  |
| 2.4.4. Метод многокритериального оценивания для выбора программно- |  |
| аппаратных средств с использованием лингвистических переменных | 81 |
|  |  |
| 2.4.5. Метод выбора поставщика программно-аппаратных средств | 86 |
|  |  |
| 2.4.6. Метод оценки эффективности реинжиниринга информационных си- |  |
| стем | 87 |
|  |  |
| 2.5. Выводы по второму разделу | 89 |
|  |  |
| РАЗДЕЛ 3. ВЫБОР ПРОЕКТА ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ |  |
| СИСТЕМ | 92 |
|  |  |
| 3.1. Архитектура комплексной информационной системы предприятия | 92 |
|  |  |
| 3.2. Исследование процесса интеграции информационных систем | 95 |
|  |  |
| 3.2.1. Цели интеграции | 96 |
|  |  |
| 3.2.2. Подходы интеграции | 97 |
|  |  |
| 3.2.3. Структурные способы интеграции (способы взаимодействия) | 100 |
|  |  |
| 3.2.4. Виды интеграции | 101 |
|  |  |
| 3.3. Метод обоснования выбора проекта интеграции информационных си- |  |
| стем | 105 |
|  |  |
| 3.4. Оптимизация затрат проекта интеграции информационных систем | 113 |
|  |  |
| 3.5. Выводы по третьему разделу | 118 |
|  |  |
| РАЗДЕЛ 4. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ |  |
| СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ | 119 |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4 |
|  |  |
| 4.1. Построение комплексной автоматизированной системы проектирования |  |
| и изготовления радиоэлектронной аппаратуры в ОАО «АО НИИРИ» | 119 |
|  |  |
| 4.1.1. Этап 1: анализ и подготовка | 120 |
|  |  |
| 4.1.2. Этап 2: выбор подсистем комплексной автоматизированной системы |  |
| проектирования и изготовления | 123 |
|  |  |
| 4.1.3 Этап 3: адаптация | 126 |
|  |  |
| 4.1.4. Этап 4: развертывание системы | 132 |
|  |  |
| 4.1.5. Этап 5: эксплуатация системы | 140 |
|  |  |
| 4.2. Выводы по четвертому разделу | 147 |
|  |  |
| ВЫВОДЫ | 149 |
|  |  |
| Приложение А. Акты внедрения | 151 |
|  |  |
| Приложение Б. Этапы построения комплексной информационной системы | 158 |
|  |  |
| Приложение В. Списки вопросов к экспертам, использующиеся в методе со- |  |
| вершенствования комплексной информационной системы | 171 |
|  |  |
| Приложение Г. Методы интеграции | 173 |
|  |  |
| Приложение Д. Схемы жизненного цикла радиоэлектронной аппаратуры в |  |
| ОАО «АО НИИРИ» | 192 |
|  |  |
| Приложение Е. Совершенствование комплексной автоматизированной си- |  |
| стемы проектирования и изготовления | 194 |
|  |  |
| Приложение Ж. Производственный уровень комплексной автоматизирован- |  |
| ной системы проектирования и изготовления | 202 |
|  |  |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 204 |
|  |  |

8

ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** За последние15лет все отрасли промышленностиУкраины претерпели значительные преобразования. От сроков выпуска, качества и точности соответствия требованиям заказчиков зависят объемы реализации произве-денной продукции, а, следовательно, прибыль и будущее развитие предприятия. В этих условиях возрастает значимость поиска адекватных решений задач, лежащих на стыке двух процессов – сквозная оптимизации жизненного цикла (ЖЦ) сложной наукоемкой техники (СНТ) и комплексное использование использования информа-ционных технологий (ИТ) для создания СНТ. Одной из актуальных задач, имеющей в этой связи существенное значение, является совершенствование концепций проек-тирования, разработки и интеграции информационных систем (ИС), используемых в процессах управления создания СНТ современным развивающемся предприятием (РП).

В первую очередь это относится к тем классам автоматизированных систем, которые применяются наиболее массовым образом, а именно к тиражным про-граммным продуктам (ПП) автоматизации конструкторско-технологической подго-товки производства (КТПП) – Computer-Aided Design (CAD) / Computer-Aided Manu-facturing (CAM) / Computer-Aided Engineering (CAE) / Computer-Aided Process Plan-ning (CAPP) / Product Data Management (PDM)- системы. Но массовость применения тиражных систем порождает и задачу информационной интеграции CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM-систем, разработанных различными производителями.

Без организации параллельного выполнения работ и взаимодействия кон-структоров, технологов, снабженцев, экономистов и других специалистов при раз-работке документации на изделие достичь по-настоящему значительного сокраще-ния сроков невозможно. Активное взаимодействие и параллельное выполнение ра-бот по созданию СНТ могут быть организованы только при условии создания внут-ри предприятия или корпорации единого информационного пространства (ЕИП) данных о корпоративной продукции.

9

В качестве автоматизированной системы, нацеленной на решение задач орга-

низации и координации работ инженерного персонала и являющейся ядром ЕИП, на

машиностроительных и приборостроительных предприятиях используют системы

управления данными об изделии (PDM) корпоративного уровня. Наметившийся

процесс перехода предприятий от разрозненных приложений, способных повысить

продуктивность труда отдельных специалистов, к интегрированной корпоративной

среде совместной работы над изделием возможен только при использовании идео-

логии Business Process Management (BPI) и концепции Continuous Acquisition and

Life-cycle Support (CALS) / Product Lifecycle Management (PLM).

Внедрение новых ИС в большинстве случаев предусматривает изменение со-стояния (реинжиниринг) существующих ИС. Можно выделить следующие способы реинжиниринга ИС:

*разработка новых ИС для интеграции с существующими ИС;*

*разработка новых ИС с целью замены существующих ИС;*

*модернизация* *(наращивание* *функциональности, развитие) существующих*

*ИС.*

В настоящее время существует большое количество подходов, методов и тех-нологических решений, напрямую или косвенно связанных с деятельностью по ин-теграции и реинжинирингу ИС. Однако они, в лучшем случае, частично интегриро-ваны на уровне методологий (процессов разработки). Как результат, можно наблю-дать наличие огромного количества методологических решений, где основной ак-цент в основном сделан на разработку ИС «с нуля», и практически отсутствуют подходы, целью создания которых являлось бы комплексное, целостное решение за-дач по интеграции ИС для создания СНТ. Таким образом, **актуальной научно-прикладной задачей** есть разработка методов,направленных на реинжиниринг иинтеграцию информационных систем при проектировании новой техники.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Робота наддиссертацией проводилась на кафедре информационных управляющих систем Национального аэрокосмического университета имени Н.Е. Жуковского «Харьков-ский авиационный институт» в рамках госбюджетных научно-исследовательских

10

работ (НИР) МОН Украины «Системна методологія та інформаційні технології уп-

равління якістю проектів створення наукомістких зразків нової техніки» (ДР

№0104U000835), «Розробка методологічних основ, системних моделей та інтелекту-

альних інформаційних технологій логістичного управління розподіленими виробни-

цтвами та проектами з їх створення» (ДР №0106U001035). Личный вклад автора в

перечисленных НИР как исполнителя состоит в разработке методов интеграции и

реинжиниринга информационных систем.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является по-вышение эффективности информационных систем, используемых на различных этапах жизненного цикла создаваемого нового изделия путем их интеграции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. провести анализ моделей, методов, информационных технологий, использу-емых при создании новой техники;
2. сформировать системное представление развития предприятия и его ин-формационной системы при создании новой техники;
3. провести классификацию методов реинжиниринга для интеграции инфор-мационных систем;
4. разработать метод интеграции информационных систем развивающегося предприятия;
5. построить метод обоснования выбора проекта интеграции информационных

систем;

1. разработать архитектуру интегрированной информационной системы пред-приятия, создающего новую технику;
2. разработать метод оценки эффективности реинжиниринга информационных

систем;

1. внедрить результаты диссертационного исследования в практику создания интегрированных систем управления опытно-конструкторскими работами.

**Объект исследования** – процесс интеграции информационных систем при со-

здании новой техники.

**Предмет исследования** – методы и информационные технологии интеграции

11

информационных систем предприятия при создании новой техники.

**Методы исследования.** Проведенные исследования основаны на использова-нии методов системного подхода для анализа состояния предприятия и его инфор-мационной среды, структурного анализа для представления архитектуры развиваю-щегося предприятия, компетентно-ориентированного подхода при построении стра-тегии развития информационной системы, методов реинжиниринга информацион-ных систем, методов экспертных оценок для задач многокритериального выбора программно-аппаратных средств, теории графов и лингвистического подхода при оценке и выборе программно-аппаратных средств, методов функционально-стоимостного анализа для выбора поставщика программно-аппаратных средств, ме-тодов объектно-ориентированного программирования при интеграции информаци-онных систем.

**Научная новизна полученных результатов** работы заключается в следую-

щем:

1. **впервые** разработан метод обоснования выбора проекта интеграции ин-

формационных систем предприятия, создающего новую технику, основанный на классификационном подходе, который, в отличии от существующих, учитывает стратегию развития предприятия для построения архитектуры интегрированной ин-формационной системы;

1. **усовершенствован** метод интеграции информационных систем на основекомплексирования бизнес-архитектуры предприятия и архитектуры информацион-

ной системы, что позволяет учесть особенности жизненного цикла новых изделий;

1. **усовершенствован** метод выбора программно-аппаратных средств и по-

ставщиков для формирования интегрированной информационной системы, осно-ванный на лингвистических оценках экспертов, что позволяет эффективно объеди-нять аппаратно-программные компоненты информационной системы для поддержки процесса создания новой техники.

**Практическое значение полученных результатов.** Разработанные в диссер-тационной работе методы доведены до конкретных инженерных методик, алгорит-мов и программ, которые позволяют управленческому персоналу предприятия и

12

персоналу отдела ИТ эффективно управлять процессом создания новой техники, со-

вершенствовать процесс интеграции ИС, повысить оперативность и качество управ-

ленческих решений.

*Научно-технический эффект* состоит в автоматизации процессов управлениясозданием новой техники за счет построения интегрированной комплексной ИС (КИС); в сокращении времени на создание интегрированного решения за счет ис-пользования методов выбора программно-аппаратных средств (ПАС), поставщиков ПАС, проекта интеграции подсистем КИС.

*Экономический эффект* связан с уменьшением затрат на этапах ЖЦ новойтехники и сокращением времени вывода новой техники на рынок.

*Социальный эффект* состоит в снижении трудоемкости,обеспечении удоб-ства управления процессами разработки, проектирования и производства новой тех-ники благодаря внедрению интегрированной ИС.

Результаты, полученные в диссертационном исследовании, внедрены на пред-приятиях и в организациях в виде методик, алгоритмов и программ:

1. в ОАО «АО Научно-исследовательский институт радиотехнических изме-

рений» (акт внедрения от 22.02.2006 г.);

1. в фирме «Радмир» ДП АО НИИРИ (акт внедрения от 18.02.2009 г.);
2. на государственном предприятии научно-исследовательский технологиче-

ский институт приборостроения (акт внедрения от 16.07.2009 г.);

1. в учебном процессе Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» (акт внедрения от

30.06.2009 г.).

**Личный вклад автора.** Все основные научные положения,результаты,выво-ды и рекомендации диссертационной работы получены автором самостоятельно. В публикациях, которые написаны в соавторстве, автору диссертации принадлежат: обзор основ построения (выбора, оценки, покупки, внедрения и последующего со-провождения) информационных управляющих систем проектирования производства и принципы улучшения деятельности разрабатывающих предприятий [1]; метод по-строения интегрированной системы управления разрабатывающим предприятием на

13

основе принципов непрерывного улучшения бизнес-процессов (БП) [2]; анализ ин-

тегрированной системы управления жизненным циклом изделия [3]; анализ систем

оперативного управления производством, теоретико-множественная модель для

первичной формализации разрабатывающего предприятия [4]; анализ современных

задач и интегрального подхода к обработке информации на протяжении ее жизнен-

ного цикла, анализ концепции управления жизненным циклом информации [5]; ана-

лиз этапов построения корпоративных информационных систем управления [6];

анализ процесса создания информационных систем управления предприятием, схе-

ма трехуровневой организационной структуры взаимодействия проектов холдинга

[7]; модель выбора интеграции подсистем автоматизированной системы управления

[8]; методика выбора программных средств [10]; анализ принципов построения ком-

пьютерных систем для производственных предприятий [11]; способ построения ин-

формационной системы материально-технического снабжения предприятия прибо-

ростроения [12].

**Апробация результатов диссертации.** Результаты диссертационных иссле-дований докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях (МНТК) и международных научно-практических конференциях (МНПК): VII МНПК «Наука і освіта » (Днепропетровск, 2004 г.), МНТК «Інтегрова-ні комп’ютерні технології в машинобудуванні ‘ІКТМ» (Харьков, 2005 г.), II МНПК «Perspektywiczne opracowania nauki i techniki» (Przemysl, 2007 r.), МНПК «Совре-менные информационные и электронные технологии ‘СИЭТ» (Одесса, 2008 г.), IV МНПК «Predni vedecke novinky» (Praha, 2008 r.).

**Публикации.** По теме диссертации с изложением ее основных результатовопубликовано 18 работ, из которых одно учебное пособие, 12 статей – в научных изданиях, которые входят в перечень ВАК Украины (8 статей в научно-технических журналах, 4 статьи в сборниках научных трудов), 5 – тезисов докладов на научных конференциях.

149

ВЫВОДЫ

В диссертации решена актуальная научно-прикладная задача разработки ме-тодов, направленных на реинжиниринг и интеграцию информационных систем при проектировании новой техники.

Основные научные и практические результаты работы состоят в следующем:

1. Проведен анализ использования существующих моделей, методов и совре-

менных информационных технологий создания интегрированных информационных систем для развивающихся предприятий. Проанализирован процесс построения комплексных информационных систем и задачи, которые возникают при интегра-ции компонентов данных систем. Обоснована необходимость разработки методов совершенствования комплексных информационных систем и интеграции ее компо-нентов.

1. Показана необходимость использования системного архитектурного подхо-

да при построении и совершенствовании комплексных информационных систем. Проведено усовершенствование метода интеграции информационных систем, кото-рый позволяет учесть особенности жизненного цикла новых изделий. Это стало возможным за счет комплексирования бизнес-архитектуры предприятия и архитек-туры информационной системы.

1. Усовершенствован метод выбора программно-аппаратных средств и по-

ставщиков для формирования интегрированной информационной системы, который позволяет эффективно соединять аппаратно-программные компоненты информаци-онной системы для поддержки процесса создания новой техники. В методе исполь-зуются лингвистические оценки экспертов.

1. Проведена структуризация моделей, методов и способов интеграции на ос-

нове которой разработана их классификация. Разработан метод обоснования выбора проекта интеграции информационных систем предприятия, которое выпускает но-вую технику, основанный на классификационном подходе. Метод учитывает страте-гию развития предприятия для построения архитектуры интегрированной информа-ционной системы.

150

1. Построена интегрированная система управления опытно-конструкторскими работами для развивающегося предприятия – Комплексная Автоматизированная Система Проектирования и Изготовления радиоэлектронной аппаратуры.
2. Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую де-

ятельность научно-исследовательских организаций.

Результаты работы могут быть использованы для предприятий машинострои-тельной, авиастроительной и судостроительной промышленности. Полученные ре-зультаты свидетельствуют о повышении качества изготавливаемой новой техники и эффективности управления процессом проектирования и производства.