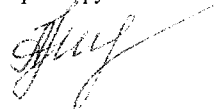


На правах рукописи



**Шурыгин Андрей Николаевич**

**РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ  
АРХИТЕКТУРНОГО ПОДХОДА**

Специальность 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» Южно-Уральского государственного университета.

Научный руководитель – заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук, профессор  
**Логиновский Олег Витальевич**

Официальные оппоненты: заслуженный работник высшей школы РФ,  
доктор технических наук, профессор  
**Казаринов Лев Сергеевич,**  
кандидат технических наук, доцент  
**Иванов Олег Петрович**

Ведущая организация – Челябинский государственный университет.

Защита состоится 14 октября 2009 года, в 12.00 часов, на заседании диссертационного совета Д 212.298.03 при Южно-Уральском государственном университете по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76, зал заседания диссертационного совета № 1 (ауд. 1001 главного корпуса).

С содержанием диссертации можно ознакомиться в библиотеке Южно-Уральского государственного университета.

Автореферат разослан « 12 » сентября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор технических наук, профессор



А.Г. Щипицын

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертации изложены опубликованные и апробированные в период 2005–2009 гг. основные научные положения и результаты решения актуальной научно-технической задачи развития комплексной информационной системы управления предприятием в соответствии с потребностями бизнеса и состоянием инфраструктуры информационных технологий (ИТ).

Диссертационное исследование выполнено в развитие идей научной школы профессора О.В. Логиновского и базируется на научных трудах ученых и специалистов по организационному развитию и использованию ИТ в управлении предприятием: И. Ансоффа, Ф. Брукса, В.Н. Буркова, Г. Буча, В.И. Галактионова, Б. Гейтса, Э. Голдратта, А. Данилина, В. Деминга, П. Друкера, Дж. Захмана, Е.З. Зиндера, А.А. Емельянова, Г.Н. Калянова, П. Каплана, Н.Б. Кобелева, А.В. Кострова, Ф. Кручгена, Дж. Коллинза, О.В. Логиновского, П. Нортон, М. Портера, А. Слосаренко, С. Спивака, Ю.Ф. Тельнова, Т. Уайта, М. Фаулера, Дж. Форрестера, А. Шеера и др.

**Актуальность темы.** Основной задачей современных российских предприятий является обеспечение выживаемости и развития в долгосрочной перспективе. В условиях усиливающейся международной конкуренции ее решение предъявляет особые требования к гибкости и скорости реакции предприятий, что подразумевает адекватную трансформацию бизнес-модели деятельности в соответствии с изменениями различных внешних и внутренних условий ведения бизнеса. Основным источником информации об этих изменениях является современная комплексная информационная система управления (ИСУ) предприятием, которая не только автоматизирует все основные бизнес-процессы на всех уровнях управления, но и предоставляет понятные и удобные механизмы извлечения и анализа данных о хозяйственной деятельности.

Сегодня на рынке ИТ существует огромное количество решений, автоматизирующих те или иные задачи управления предприятием. В то же время до сих пор не существует ИСУ, способной эффективно управлять всеми направлениями деятельности самостоятельно. Комплексная ИСУ предприятием в таких условиях неизбежно строится как совокупность различных дополняющих друг друга программных приложений, интегрированных между собой с целью получения единого информационного пространства в масштабах организации. Развитие функциональных возможностей подобной ИСУ, адекватное стремительным изменениям бизнес-среды, представляется крайне сложной задачей, упрощению которой служит понимание архитектуры предприятия, включающей как архитектуру бизнеса, так и системную архитектуру. Поэтому задача разработки концептуальной методики проектирования архитектуры предприятия является весьма актуальной.

Сказанное справедливо и в отношении автоматизации управления основными производственными фондами (ОПФ) предприятия. Одной из наиболее актуальных задач в области управления ОПФ является составление графика профилактического обслуживания оборудования с учетом планов заинтересованных подразделений (производственного, ремонтного, логистики и др.). Ее решение требует скоординированной работы сотрудников различных служб предприятия, что вряд ли возможно без использования комплексной ИСУ, автоматизирующей все производственные и бизнес-процессы, относящиеся к техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) ОПФ.

Другой актуальной задачей управления ОПФ является сокращение затрат на ремонт оборудования при условии минимизации времени его простоя по причине отказа. Решению данной задачи способствует применение стратегии профилактического обслуживания «по состоянию». Однако ее использование требует не только присутствия комплексной ИСУ ТООиР, но и наличия достоверной статистической информации об истории эксплуатации оборудования. Последнее условие для большинства российских предприятий является невыполнимым. Поэтому особенную актуальность приобретает разработка математических моделей, позволяющих спрогнозировать техническое состояние оборудования в условиях отсутствия достоверно известных закономерностей его изменения в процессе эксплуатации.

**Цель диссертационной работы.** Целью диссертационного исследования является разработка концептуальной модели развития комплексной ИСУ предприятием на основе архитектурного подхода и ее применение для проектирования комплексной ИСУ ТООиР ОПФ предприятия.

Для достижения указанной цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

- проведен анализ современных подходов к проектированию информационных систем с целью оценки возможности их применения для развития комплексной ИСУ предприятием;
- создана концептуальная модель развития комплексной ИСУ предприятием на основе архитектурного подхода, решающая задачу согласованного развития бизнеса предприятия и его ИТ;
- предложена методика практического применения концептуальной модели развития комплексной ИСУ предприятием, которая использована для проектирования архитектуры комплексной ИСУ ТООиР ОПФ предприятия;
- разработана математическая имитационная модель оптимизации технического обслуживания оборудования на основе прогнозирования его технического состояния.

**Объектом исследования** является комплексная ИСУ предприятием на примере комплексной ИСУ ТООиР ОПФ.

**Предметом исследования** является комплекс теоретических, методологических и практических вопросов, связанных с проектированием и развитием комплексной ИСУ предприятием.

**Методы исследования.** Теоретической и методологической основой диссертационного исследования являются методы современной теории управления, общей теории систем, теории автоматизированного управления, методология проектирования информационных систем, архитектурный подход, имитационное моделирование.

**Научная новизна диссертации** заключается в следующем:

1. Аналитические исследования современных подходов к проектированию информационных систем проведены в работе с позиции возможности их применения в целях развития комплексной ИСУ предприятием. Результаты этих исследований представляют собой научное обоснование необходимости развития и адаптации существующих методик к условиям их применения на отечественных предприятиях.

2. Разработанная автором концептуальная модель развития комплексной ИСУ предприятием на основе архитектурного подхода является новой комбинацией подходов и методологий управления предприятием и проектирования информационных систем, позволяющей сформировать комплексную ИСУ

предприятием с соблюдением баланса между потребностями бизнеса и возможностями ИТ.

3. Разработанная в диссертации новая математическая имитационная модель позволяет оптимизировать планы технического обслуживания ОПФ на основе прогноза их технического состояния при отсутствии достаточных статистических данных об эксплуатации. Модель предназначена для использования на российских предприятиях в период перехода от методологии планирования технического обслуживания «по регламенту» на методологию «по фактическому состоянию».

4. Предложенная в работе архитектура комплексной ИСУ ТОиР оборудования соответствует новому подходу к автоматизации управления ОПФ предприятия, согласно которому ИСУ ТОиР должна предоставлять возможность скоординированной работы по оптимизации использования физических активов всем сотрудникам, участвующим в управлении ОПФ на протяжении всего их жизненного цикла.

**Практическая значимость.** Полученные подходы и модели использованы при внедрении, интеграции информационных систем и развитии комплексных ИСУ на предприятиях нефтегазовой, телекоммуникационной отраслей и розничной торговли. Применение разработанной методики проектирования архитектуры предприятия позволило значительно снизить риски проектов автоматизации хозяйственной деятельности, сократить сроки и стоимость внедрения информационных систем.

**Апробация работы.** Результаты диссертационного исследования, научные положения и разработки автора рассмотрены и обсуждены на следующих научно-практических семинарах и конференциях:

Международный научно-практический семинар «Информационные системы в практике регионального и корпоративного управления» (Челябинск, 2005);

Научно-практическая конференция «Информационные технологии в управлении производственными процессами» (Челябинск, 2006);

Международный научно-практический семинар «Информатизация и системы управления в органах исполнительной власти» (Челябинск, 2006);

Научно-практический семинар «Эффективное управление основными фондами промышленных предприятий» (Санкт-Петербург, 2007);

Всероссийский научно-практический семинар «Информационные и телекоммуникационные технологии в региональном, муниципальном и корпоративном управлении» (Челябинск, 2007).

Семинар «Четыре уровня зрелости ИТ-инфраструктуры предприятия. Бизнес-подход» (Санкт-Петербург, 2008);

Всероссийский научно-практический семинар «Развитие информационного общества и информационное обеспечение административной реформы в субъектах Российской Федерации» (Челябинск, 2008).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе две в реферируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК.

**Структура и объем работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, содержащего основные выводы и результаты исследования, списка литературы, включающего 171 наименование, и приложений. Общий объем работы составляет 164 страницы, из них основное содержание работы составляет 139 страниц, 19 рисунков и 7 таблиц.

### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Обоснование выбора архитектурного подхода в качестве инструмента проектирования комплексной ИСУ предприятием.
2. Концептуальная модель развития комплексной ИСУ предприятием на основе архитектурного подхода.
3. Архитектура комплексной ИСУ ТООР ОПФ предприятия.
4. Математическая имитационная модель оптимизации планирования технического обслуживания ОПФ предприятия.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Главная цель автоматизации хозяйственной деятельности предприятия заключается в предоставлении инструментария, позволяющего обеспечить выполнение привычных рабочих процессов предприятия иным, более эффективным способом. Важнейшая задача, которая решается в ходе этих изменений, – это обеспечить получение синергетического эффекта, когда ИСУ предоставляет возможность скоординировать усилия работников различных подразделений для достижения целей предприятия в целом. Решение данной задачи требует глубокого анализа структуры предприятия, определяющей его элементы (ИСУ, организационная структура и др.), и их взаимосвязей между собой. Сформировать системное видение предприятия позволяет архитектурный подход.

Под архитектурным понимается подход к разработке автоматизированных систем управления, обеспечивающих жизнедеятельность организации, который предусматривает совместное взаимосвязанное и согласованное рассмотрение функций организации, среды ее деятельности, информационно-коммуникационной инфраструктуры, в которой она осуществляется, а также различных аспектов создаваемой системы, характеризующих ее представление как совокупность приложений и информационных ресурсов, воплощенных технологическими решениями. Основой архитектурного подхода является концепция архитектуры предприятия (Enterprise Architecture, EA), которая в общем виде описывает, каким образом предприятие планирует реализовать свои стратегические цели посредством оптимальной организации своей деятельности через использование эффективной инфраструктуры ИТ.

Архитектура предприятия, реализуя системный подход к рассмотрению деятельности организации, концентрируется на обеспечении единого целостного видения того, как различные подсистемы поддерживают и обеспечивают основную деятельность организации. Таким образом, архитектура предприятия дает ключ к решению основной проблемы взаимодействия бизнеса и ИТ – синхронизации потребностей бизнеса и возможностей ИТ. При этом, с одной стороны, нужды бизнеса определяют выбор тех или иных технологических инструментов, и использованию архитектурного подхода к развитию предприятия позволяет транслировать нетехнологические потребности в требования к конкретным ИТ через согласованное развитие ее представлений:

1. Потребности бизнеса в широком смысле заключаются в выполнении миссии предприятия через осуществление определенным образом организованной деятельности. Организация деятельности, включающая организационную структуру, систему бизнес-процессов и показатели эффективности представляет бизнес-модель предприятия. Вместе с видением будущего и стратегией развития она составляет бизнес-архитектуру предприятия.

2. Выполнение работ в рамках бизнес-процессов (реализация бизнес-модели) обеспечивается связанными с ними информационными потоками. Модели информационных потоков, процессов обработки и управления информацией в совокупности составляют архитектуру информации, основное назначение которой заключается в объяснении того, какая информация необходима для выполнения работ и как она должна быть обработана.

3. Обработка информации и организация информационных потоков в основном возлагается на ИСУ, которые обеспечивают реализацию функциональных требований. Архитектура приложений показывает, какие прикладные системы требуются для информационного обеспечения работ бизнес-процессов и как эти системы между собой взаимодействуют.

4. Наконец, любая ИСУ – это техническая система, функционирование которой поддерживается соответствующей инфраструктурой ИТ. Технологическая архитектура определяет, какие аппаратные и программные средства необходимы для обеспечения работоспособности всего портфеля прикладных систем в соответствии операционными требованиями (надежность, производительность и т.д.).

С другой стороны, возможности ИТ сегодня во многом влияют на проектируемую или развиваемую бизнес-модель предприятия. Поэтому при разработке стратегии развития нельзя не учитывать последние достижения в сфере ИТ. При этом возможности ИТ не должны диктовать бизнесу стратегию его развития, и роль их в данном процессе сводится к указанию вариантов такого развития.

В связи с тем, что разработчиками архитектуры предприятия является значительное количество людей, специализирующихся в разных областях знаний, предприятие согласно этой концепции рассматривается с разных точек зрения (имеет различные представления) и с различной степенью детализации (на разных уровнях абстракции).

Разработка архитектуры предприятия – достаточно сложный проект, который требует значительных временных и финансовых затрат. Большинство отечественных предприятий в настоящее время активно занимаются автоматизацией своих бизнес-процессов. Задачи развития ИСУ и проектирования архитектуры предприятия при наиболее распространенных сегодня организационных структурах решаются одной группой сотрудников, и при возникновении дилеммы: заниматься проектированием архитектуры предприятия или развитием автоматизированной системы, выбор, как правило, делается в пользу последнего. Это значительно усложняет применение существующих, в основном зарубежных, детально проработанных методик проектирования архитектуры, которые предполагают порождение большого количества различных документов и моделей, отражающих хозяйственную деятельность организации и ее реализацию посредством ИТ. На рис. 1 представлена концептуальная модель проектирования архитектуры предприятия (модель развития комплексной ИСУ предприятия), адаптированная к указанным выше условиям.

Предложенная модель проектирования архитектуры предполагает рассмотрение предприятия в четырех представлениях (бизнес-архитектура, архитектура информации, архитектура приложений, технологическая архитектура) и на четырех уровнях абстракции (контекста, концептуальном, логическом, разработки).

#### **Уровень контекста**

##### ***Бизнес-область***

Рассматриваемые вопросы: формирование концепции развития предприятия, включающей его миссию, видение и стратегию развития.

Рекомендуемые методологии: лично-концептуальный подход к управлению.

### Область ИТ

Рассматриваемые вопросы: принципы, правила и стандарты использования ИТ на предприятии.

Рекомендуемые стандарты: ITIL, Cobit и др.

Уровень контекста	Миссия, видение, стратегия развития предприятия		Принципы и правила использования ИТ на предприятии	
Концептуальный уровень	Формализация стратегии развития предприятия и формирование обобщенной бизнес-модели его деятельности	Определение информационных потребностей руководства с точки зрения реализации стратегии развития предприятия	Определение автоматизируемых областей деятельности и архитектурных стилей соответствующих приложений. Формирование портфеля прикладных систем	Проектирование инфраструктуры ИТ в контексте географического распределения бизнеса и архитектурных стилей прикладных систем
Логический уровень	Детальное моделирование бизнес-процессов функциональных областей предприятия с учетом концепции его развития	Детальное описание информационных потоков, способствующее пониманию, каким образом происходит формирование информации, необходимой для принятия решений	Проектирование архитектуры комплексной ИСУ предприятием. Выбор и внедрение составляющих ее прикладных систем	Проектирование детальной инфраструктуры ИТ для обеспечения требуемого уровня сервиса комплексной ИСУ предприятием
Уровень разработки	Детальное описание Регламентов и алгоритмов выполнения отдельных работ в рамках описанных бизнес-процессов	Детальное описание модели данных, включая основные сущности, их атрибуты и отношения с другими сущностями	Разработка стандартов проектирования и поддержки информационных систем (стандарты безопасности, интеграционной платформы, средств разработки)	Разработка технологических стандартов и формирование инфраструктуры ИТ на основе конкретных продуктов в соответствии с принятыми стандартами
	Бизнес-архитектура	Архитектура информации	Архитектура приложений	Технологическая архитектура

Рис. 1. Концептуальная модель проектирования архитектуры предприятия

### Концептуальный уровень абстракции

#### Бизнес-архитектура

Рассматриваемые вопросы: формализация стратегии развития предприятия, разработанной на уровне контекста, и выявление необходимых условий ее реализации; географическое распределение бизнеса предприятия; общее описание структуры предприятия, взаимодействия его бизнес-единиц между собой и с внешними ключевыми группами влияния.

Рекомендуемые стандарты моделирования:

1. В качестве инструмента формализации стратегии предлагается комбинация из трех методологий управления (рис. 2): сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard, BSC), теория ограничений (Theory of constraints, TOC) и всеобщий менеджмент качества (Total Quality Management, TQM). Центральным элементом является сбалансированная система показателей, а теория ограничений и всеобщий менеджмент качества призваны устранить недостатки, присущие классической сбалансированной системе показателей.

2. В качестве инструмента моделирования взаимодействия бизнес-единиц предприятия рекомендуется нотация IDEF0.



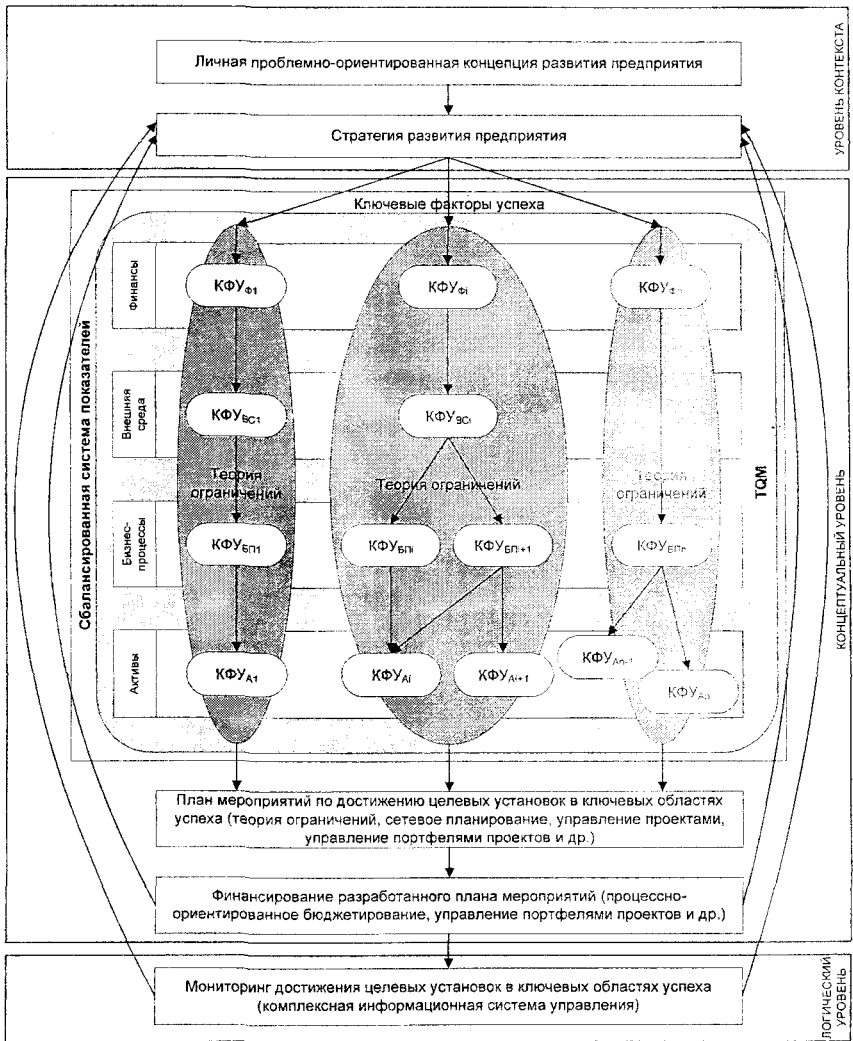


Рис. 2. Модель описания бизнес-архитектуры предприятия на концептуальном уровне

### Архитектура информации

Рассматриваемые вопросы: определение того, какая информация необходима для реализации принятой стратегии развития; обобщенное описание основных информационных потоков между выделенными в бизнес-архитектуре внешними по отношению к предприятию группами влияния и внутренними группами бизнес-единиц предприятия (таких как производственный блок, коммерческий блок и т.п.).

Рекомендуемые стандарты моделирования: DFD.

### ***Архитектура приложений***

Рассматриваемые вопросы: на основе информационных потребностей, сформированных в архитектуре информации, определяются области автоматизации хозяйственной деятельности предприятия в разрезе географического распределения бизнеса; на основе бизнес-потребностей устанавливается, прикладные системы каких архитектурных стилей будут использованы для автоматизации выбранных областей деятельности.

### ***Технологическая архитектура***

Рассматриваемые вопросы: проектирование инфраструктуры ИТ на основе требований к географическому распределению бизнеса, информационной поддержки принятия решений и системных требований прикладных систем.

## **Логический уровень абстракции**

### ***Бизнес-архитектура***

Рассматриваемые вопросы:

1. Изучение существующих бизнес-процессов предприятия в текущем их состоянии («как есть»).
2. Планирование системы мер по оптимизации (реинжиниринг, программы непрерывного совершенствования) бизнес-процессов с учетом концепции развития предприятия, разработанной на уровне контекста архитектуры.
3. Детальное моделирование, документирование и стандартизация бизнес-процессов с учетом мер по их оптимизации («как должно быть»).
4. Постоянная актуализация моделей бизнес-процессов в соответствии с изменениями в деятельности предприятия.

При детальном моделировании бизнес-процессов деятельность предприятия разбивается на несколько функциональных областей.

Рекомендуемые стандарты моделирования: IDEF0, IDEF3.

### ***Архитектура информации***

Рассматриваемые вопросы: показывается, каким образом в рамках существующих и будущих бизнес-процессов формируется информация, необходимая для принятия решений, требования к которой описаны на уровне контекста. Для этого производится детальное моделирование информационных потоков каждой функциональной области, а также информационных потоков взаимодействия процессов рассматриваемой функциональной области с внешними по отношению к ней субъектами, что предполагает рассмотрение бизнес-процессов, потоков данных и хранилищ этих данных.

Рекомендуемые стандарты моделирования: DFD.

### ***Архитектура приложений***

Рассматриваемые вопросы: детальное описание комплексной ИСУ предприятием как интегрированного набора составляющих ее прикладных систем; формирование требований и выбор конкретных технических решений для автоматизации бизнес-процессов с учетом определенного ранее архитектурного стиля прикладных систем; разработка программных шаблонов интеграции прикладных систем в рамках комплексной ИСУ предприятием.

Рекомендуемые стандарты моделирования: UML.

### ***Технологическая архитектура***

Рассматриваемые вопросы: проектирование детальной инфраструктуры ИТ для обеспечения требуемого уровня сервиса комплексной ИСУ предприятием; разработка аппаратных шаблонов интеграции прикладных систем.

## Уровень разработки

### *Бизнес-архитектура*

Рассматриваемые вопросы: разработка регламентов процессов, должностных инструкций сотрудников, математических моделей оптимизации хозяйственной деятельности, относящихся к выполнению отдельных работ в рамках смоделированных на логическом уровне бизнес-процессов; формирование детальных требований к алгоритмам и сервисам прикладных систем, автоматизирующих эти работы.

Рекомендуемые стандарты моделирования: IDEF3, блок-схемы моделирования алгоритмов.

### *Архитектура информации*

Рассматриваемые вопросы: детальное описание модели данных, включая сущности, их атрибуты и отношения с другими сущностями. Это требование распространяется на основные архитектурные элементы коробочных программных решений, все изменения функциональности прикладных систем и схемы интеграции приложений в рамках комплексной ИСУ предприятием.

Рекомендуемые стандарты моделирования: ERM, IDEF1x, UML.

### *Архитектура приложений*

Рассматриваемые вопросы: разработка стандартов безопасности (в том числе ограничение прав доступа к корпоративной информации), интеграционной платформы и средств разработки; описание архитектурных решений всех программных изменений, в том числе всех дополнительных функциональных сервисов и сервисов интеграции приложений, достаточное для понимания схемы взаимодействия прикладных систем в рамках комплексной ИСУ предприятием и информационных потоков между ними.

Рекомендуемые стандарты моделирования: UML.

### *Технологическая архитектура*

Рассматриваемые вопросы: разработка технологических (на операционное программное обеспечение и вычислительную инфраструктуру, включая сетевые сервисы) стандартов и стандартов на интерфейсы; проектирование инфраструктуры ИТ (шаблонов инфраструктуры) на основе конкретных продуктов в соответствии с принятыми стандартами.

## Проектирование ИСУ ТООИР с применением концептуальной модели развития комплексной ИСУ предприятием

### *Концептуальный уровень. Бизнес-архитектура*

Основные стратегические задачи в области управления ОПФ:

1. Повышение эффективности использования производственных мощностей, что предполагает обеспечение работоспособности оборудования и объектов инженерно-технической инфраструктуры в долгосрочной перспективе за счет выстраивания системы ТООИР ОПФ.

2. Повышение точности планирования затрат на ТООИР за счет нормирования расходов на проведение ремонтных работ и оптимизации использования трудовых ресурсов, а также совершенствования системы обеспечения запасными частями и расходными материалами.

3. Обеспечение согласованности графиков ТООИР с производственным планом для более точного планирования производства с учетом реально располагаемых мощностей.

### Логический уровень. Бизнес-архитектура

В результате оптимизации и моделирования бизнес-процессов по управлению ОПФ спроектирована бизнес-модель деятельности по ТОиР ОПФ. Модель бизнес-процессов второго уровня декомпозиции представлена на рис. 3.

### Логический уровень. Архитектура информации

Рассмотрим элемент архитектуры информации управления ОПФ – методологию учета затрат на ТОиР оборудования (рис. 4).

Формализация методологии.

1. В ИСУ ОПФ содержится полная информация об используемых при ТОиР ресурсах как в количественном, так и в стоимостном выражении. Для проведения работ по каждому объекту ОПФ требуется некоторое количество определенного вида ресурсов, стоимость  $i$ -го вида ресурса обозначим  $c_i$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

2. Для каждого объекта ОПФ определен перечень элементарных технологических операций:

$$O = \{o_1, \dots, o_j, \dots, o_l\}_{FA},$$

где  $FA = \overline{1, n}$ ,  $n$  – количество объектов ОПФ.

Каждая операция определяет наименование и количество используемых ресурсов. Стоимость выполнения технологической операции определяется как стоимость используемых в процессе ее выполнения ресурсов и представляет собой прямые переменные затраты:

$$ODVC_j = \sum_{i=1}^m c_i \cdot V_{ij},$$

где  $ODVC_j$  – прямые переменные затраты на технологическую операцию,  $j = \overline{1, l}$ ;

$V_{ij}$  – объем потребления  $i$ -го ресурса  $j$ -й технологической операций.

3. ТОиР выполняется согласно ремонтному маршруту – процессу, состоящему из некоторого количества тех или иных элементарных технологических операций:

$$P = \{p_1, \dots, p_k, \dots, p_p\}_{FA},$$

$$p_k = \{o_1, \dots, o_j, \dots, o_s\}_k.$$

Таким образом, прямые переменные затраты на выполнение ТОиР по заданному ремонтному маршруту складываются из соответствующего показателя входящих в него операций:

$$PDVC_k = \sum_{j=1}^l ODVC_{jk},$$

где  $PDVC_k$  – прямые переменные затраты на  $k$ -й ремонтный маршрут,  $k = \overline{1, p}$ .

4. В стоимость ТОиР включаются накладные постоянные расходы, определяемые как:

$$FC_k = \sum_{r=1}^q FC_{kr} = \sum_{r=1}^q FC_r \cdot \frac{R_{kr}}{\sum_{k=1}^p R_{kr}},$$

где  $FC_k$  – накладные постоянные расходы на  $k$ -й ремонтный маршрут;  $FC_{kr}$  – накладные постоянные расходы  $r$ -го вида на  $k$ -й ремонтный маршрут,  $r = \overline{1, q}$ ;  $FC_r$  – накладные постоянные расходы  $r$ -го вида;  $R_{kr} / \sum_{k=1}^p R_{kr}$  – ставка распределения накладных постоянных расходов  $r$ -го вида на  $k$ -й ремонтный маршрут.

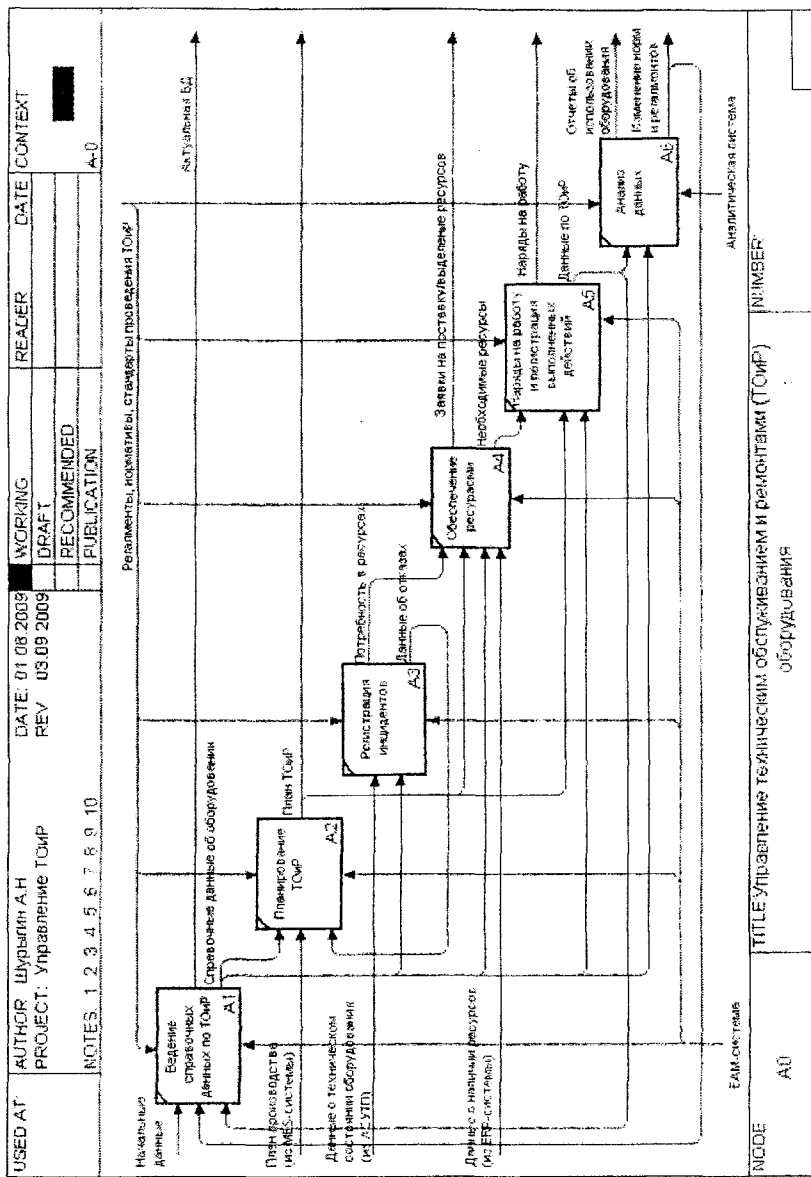


Рис. 3. Модель бизнес-процесса ТОиР ОПФ

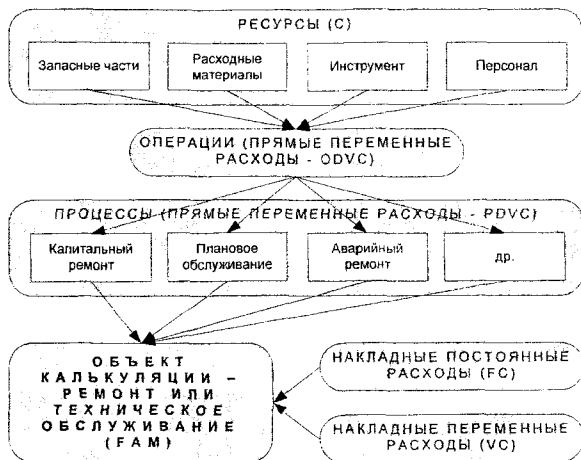


Рис. 4. Методология учета затрат на ТОиР ОПФ

5. Накладные переменные затраты являются последней составляющей общей суммы затрат на ТОиР. К затратам данного вида относятся затраты на транспортировку запасных частей, агрегатов, расходных материалов и т.п. к месту проведения ремонта (если услуги по транспортировке оказывают сторонние подразделения), расходы на оплату услуг сторонних организаций (когда по данным счета невозможно однозначно определить сумму затрат на конкретный ремонт или обслуживание) и др. Сумма накладных переменных затрат определяется следующим образом:

$$VC_k = \sum_{u=1}^t VC_{ku} = \sum_{u=1}^t VC_u \frac{K_{ku}}{\sum_{k=1}^p K_{ku}},$$

где  $VC_k$  – накладные переменные расходы на  $k$ -й ремонтный маршрут;  $FC_{ku}$  – накладные переменные расходы  $u$ -го вида на  $k$ -й ремонтный маршрут,  $u = \overline{1, t}$ ;  $VC_u$  – накладные переменные расходы  $u$ -го вида;  $K_{ku} / \sum K_{ku}$  – ставка распределения накладных переменных расходов  $u$ -го вида на  $k$ -й ремонтный маршрут.

6. Общая сумма затрат на проведение ТОиР по  $k$ -му ремонтному маршруту:

$$FAM_k = PDVC_k + FC_k + VC_k.$$

#### Логический уровень. Архитектура приложений

Архитектура комплексной ИСУ ТОиР ОПФ представлена на рис. 5.

Основные информационные потоки между прикладными системами, составляющими комплексную ИСУ ТОиР ОПФ:

1. Из автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП) в систему управления активами предприятия (EAM-систему – Enterprise Asset Management) передается наработка агрегатов и узлов, значения технических показателей и др.

2. Из EAM-системы в систему оперативного управления производством (MES-систему – Manufacturing Execution System) передаются данные об отказах оборудования, планы ТОиР. В обратном направлении – информация об участии оборудования в производственных заказах и приоритеты производственных заказов.

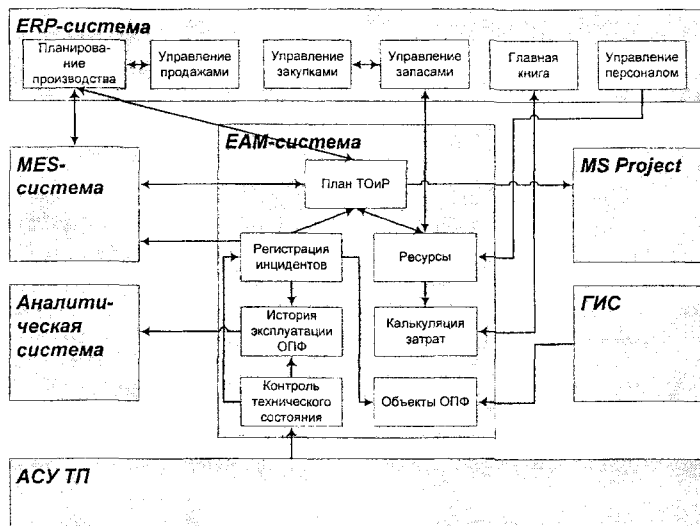


Рис. 5. Архитектура комплексной ИСУ ТОиР ОПФ

3. Геоинформационная система (ГИС) предоставляет информацию EAM-системе о географическом положении объектов ОПФ (в том числе с отображением на карте). В то же время в ГИС можно получить необходимую информацию об объекте ОПФ, найденном на карте, из EAM-системы.

4. Планы ТОиР могут экспортироваться в приложения по управлению проектами, например, MS Project.

5. Обмен данными с системой планирования ресурсов предприятия (ERP-системой – Enterprise Resource Planning) в основном производится в области учета ресурсов (персонал, запасные части, расходные материалы), затрат на проведение ТОиР, расчетов с подрядными организациями, а также планирования выпуска готовой продукции.

6. В качестве перспективного направления развития комплексной ИСУ ТОиР рассматривается вопрос об использовании аналитической системы на базе технологий OLAP и Data Mining, решающей задачу поиска неочевидных причин отказов оборудования на основе истории его эксплуатации, хранящейся в EAM-системе.

#### **Уровень разработки. Бизнес-архитектура**

В рамках диссертационного исследования разработана математическая модель планирования ТОиР ОПФ на основе прогнозирования его технического состояния.

#### *Постановка задачи*

Предприятие производит несколько видов продукции, для каждого из которых определены технологические процессы, имеющие несколько стадий передела, на которых, в свою очередь, выполняется определенный вид элементарных технологических операций. Каждый технологический процесс характеризуется пропускной способностью, которая равна минимальной пропускной способности входящих в технологический процесс переделов.

На предприятии имеется несколько групп оборудования, объединенных по функциональному признаку. Каждый из экземпляров оборудования, входящих в определенную группу, выполняет одинаковый набор элементарных технологических операций, при этом производительность экземпляров оборудования может быть неодинаковой. Для каждого экземпляра оборудования определен набор технических показателей, отражающих состояние этого экземпляра. Сотрудниками ремонтного подразделения предприятия на основе данных технической документации производителей оборудования и частично документированного опыта эксплуатации и ремонта подготовлены для каждого экземпляра оборудования 1) перечень неисправностей и нормы трудозатрат и расходных материалов на их устранение; 2) зависимости состояния каждого конструктивного элемента оборудования от его состояния в прошлом и от состояния других конструктивных элементов. Мониторинг технических показателей производится АСУТП в реальном времени. Исторические данные мониторинга технических показателей, а также достоверная информация о наработке на отказ каждого экземпляра оборудования отсутствуют.

Предполагается, что минимальный спрос на каждое наименование продукции предприятия точно установлен. В таком случае можно определить минимальную пропускную способность каждого передела для всех технологических процессов. Пропускная способность любого передела равна либо превышает установленную минимальную пропускную способность. Однако любой экземпляр оборудования может выйти из строя с некоторой вероятностью (зависит от текущего технического состояния, наработки, даты последних ремонтных работ), что может повлечь за собой недостаточность пропускной способности передела.

Установлено, что реальный спрос на некоторые наименования продукции предприятия превышает минимальный. Однако возможный их выпуск всегда ограничен максимальной пропускной способностью технического процесса.

Для предотвращения выхода оборудования из строя проводится его техническое обслуживание, стоимость и длительность которого установлены с достаточно небольшой погрешностью. Предполагается, что затраты на ТОиР всех экземпляров оборудования, вероятность отказа которых достаточна, превышают бюджет на эти цели. В таком случае сначала проводится ТОиР оборудования, вероятность отказа которого достигает критической.

Требуется определить, на обслуживание каких экземпляров оборудования выделить средства, при условии минимизации возможной упущенной выгоды и обеспечения минимального требуемого выпуска каждого наименования продукции.

#### *Формализация*

Целевая функция имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^G \pi_n(Y_n) \rightarrow \max_{Y_n, n=1, \dots, G} \\ Y_n \geq Y_n^*, n = \overline{1, G} \\ \sum_{n=1}^G W_n(Y_n) \leq b \end{cases}$$

где  $\pi_n(Y_n)$  – известная функция прибыли от выпуска  $n$ -го наименования продукции,  $n = \overline{1, G}$ ;  $Y_n$  – выпуск  $n$ -го наименования продукции,  $n = \overline{1, G}$ ;  $Y_n^*$  – минимальный необходимый выпуск  $n$ -го наименования продукции,  $n = \overline{1, G}$ ;  $G$  – количество наименований продукции (количество технологических процессов);  $W_n(Y_n)$  – минимальные средние затраты на ремонт оборудования за один период для  $n$ -го



процесса,  $n = \overline{1, G}$ ;  $B$  – бюджет на ремонт оборудования;  $b$  – средний бюджет на ремонт оборудования за один период (под периодом понимается некоторый неделимый в рамках модели квант времени).

Целевая функция имеет вид задачи нелинейного программирования, которая решается методом множителей Лагранжа. Однако, вначале необходимо для каждого технологического процесса определить зависимость минимальных средних затрат на ремонт оборудования от выпуска продукции  $W_n(Y_n)$ . Эта зависимость определяется с помощью имитационной модели.

Максимизация прибыли будет достигаться за счет максимальных продаж наиболее прибыльных наименований продукции, спрос на которые превышает минимальный необходимый. Следовательно, необходима такая пропускная способность технологических процессов, выпускающих наиболее прибыльные товары, которая соответствует реальному спросу. Это требует определенных затрат на ремонт соответствующего оборудования. Учитывая ограниченность бюджета на ТОиР, минимальная необходимая пропускная способность каждого передела должна достигаться с минимальными затратами на техническое обслуживание.

Рассмотрим  $n$ -й технологический процесс производства продукции. Обозначим:

- $K$  – количество переделов технологического процесса;
- $V_j$  – количество экземпляров оборудования на  $j$ -м переделе,  $j = \overline{1, K}$ ;
- $T_j^*(Y^*)$  – минимальная необходимая пропускная способность  $j$ -го передела (определяется исходя из минимального необходимого выпуска продукции  $Y^*$ ),  $j = \overline{1, K}$ ;
- $M_{ij}$  – производительность  $i$ -го станка  $j$ -го передела согласно технической документации;
- $A_j$  – размер склада полуфабрикатов для  $j$ -го передела: на каждом технологическом переделе существует возможность складирования избыточно произведенных полуфабрикатов в целях формирования страхового запаса и обеспечения ритмичности производства.

Для  $i$ -го контролируемого объекта оборудования  $j$ -го передела существует  $q_j$  технических показателей, полностью определяющих его состояние:

$$L^{ij} = \{L^{ij}_1, L^{ij}_2, \dots, L^{ij}_{q_j}\},$$

где  $i = \overline{1, V_j}$ ,  $j = \overline{1, k}$ .

Состояние конструктивного элемента оборудования определяется, исходя из динамики изменения его состояния и состояний смежных конструктивных элементов в прошлые периоды. При количестве рассматриваемых периодов, равном  $l$ , зависимость значения технического показателя в момент времени  $t$  от его значений и значений смежных показателей в прошлые периоды выражается следующим образом:

$$L_k^{yt} = f(L_1^{yt}, L_1^{yt-1}, \dots, L_1^{yt-l}, \dots, L_{q_y}^{yt}, L_{q_y}^{yt-1}, \dots, L_{q_y}^{yt-l}), \quad k = \overline{1, q_y}, \quad l = \overline{1, V_j}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Определение данной зависимости для каждого экземпляра оборудования возможно:

- 1) с помощью регрессионных моделей – при наличии достаточных статистических данных;
- 2) с использованием экспертных оценок – в противном случае.

Зависимость вероятности отказа  $P_{ij}$   $i$ -го экземпляра оборудования на  $j$ -м технологическом переделе от его текущего состояния представим в виде следующей функции:

$$P_{ij} = f(L^{ij}), \quad i = \overline{1, V_j}, \quad j = \overline{1, k}.$$

При отсутствии достаточных статистических данных об истории изменения состояния оборудования в процессе его эксплуатации  $P_{ij}$  определяются с помощью экспертных оценок и представляется в виде:

$$P_{ij} = \sum_{m=1}^{q_i} l_m^{ij} \times L_m^{ij},$$

где  $l_m^{ij}$  – коэффициент, характеризующий значимость  $m$ -го технического показателя в общем состоянии станка,  $i = \overline{1, V_j}$ ;  $j = \overline{1, k}$ .

Для каждого технического показателя определен критический уровень его значения, сигнализирующий о неисправности соответствующего конструктивного элемента. Набор критических значений технических показателей выглядит следующим образом:

$$L_{кр}^{ij} = \{L_{кр}^{ij_1}, \dots, L_{кр}^{ij_{q_i}}\}, \quad i = \overline{1, V_j}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Аналогично, для каждого технического показателя задан рабочий диапазон значений:

$$L_p^{ij} = \{L_p^{ij_1}, \dots, L_p^{ij_{q_i}}\}, \quad i = \overline{1, V_j}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Под ТОиР оборудования будем понимать процесс мероприятий, направленный на приведение значений всех его технических показателей в рабочий диапазон.

Каждому виду профилактического обслуживания и ремонта соответствует ремонтный маршрут, задающий последовательность выполнения некоторых технологических операций, для каждой из которых заданы стоимость и продолжительность. Для них определены функции, характеризующие зависимость от текущего состояния оборудования:

- стоимость:  $Z^{ij} = Z^{ij}(L^{ij}), i = \overline{1, V_j}, j = \overline{1, k}$ ;
- продолжительность:  $T^{ij} = T^{ij}(L^{ij}), i = \overline{1, V_j}, j = \overline{1, k}$ .

Для обеспечения требуемой пропускной способности с минимальными затратами на ТОиР необходимо определить условия, при которых требуется начинать ремонтные работы. Для этого введем понятие критической вероятности отказа  $i$ -го объекта оборудования  $j$ -го технологического передела  $P_{ij}^{кр}$ , представляющей собой значение вероятности отказа оборудования  $P_{ij}$ , при котором следует немедленно приступить к выполнению ТОиР.

В контексте решаемой задачи необходимо найти оптимальные критические вероятности  $P_{ij}^{кр}$ , то есть такие вероятности, которые позволят, с одной стороны, минимизировать риски отказа оборудования по причине несвоевременного проведения ТОиР, обеспечивая тем самым минимальную необходимую пропускную способность  $T_j^*(Y^*)$ , а с другой стороны, не допустить чрезмерных расходов.

Нахождение критических вероятностей аналитическим путем не представляется возможным, поэтому было принято решение применить инструментарий имитационного моделирования.

#### *Описание имитационной модели*

Введем дополнительные обозначения:

- $F_{ij}^f$  – фактическая производительность  $i$ -го станка  $j$ -го технологического передела;

–  $S_j^t$  – количество полуфабрикатов  $j$ -го технологического передела, находящиеся на складе;

Согласно постановке задачи требуется обеспечить  $T_j^*(Y^*)$ :

$$\sum_{i=1}^{F_j} F_{ij}^t + S_j^t \geq T_j^*, j = \overline{1, K} \quad (1)$$

Входные данные:

1.  $P_{ij}^{kp}$  устанавливаем равными нулю. Кроме того, указывается шаг, на который будет увеличиваться  $P_{ij}^{kp}$  (например, 0,01).

2. Минимальный необходимый объем выпуска продукции  $Y^*$ , определяющий минимальную необходимую пропускную способность  $T_j^*(Y^*)$ .

3. Размер склада полуфабрикатов для  $j$ -го передела  $A_j$ . Если возможность складирования отсутствует,  $A_j$  устанавливается равным нулю.

4. Количество периодов моделирования  $N$  (при увеличении количества периодов достоверность расчетов повышается).

Алгоритм выполнения (отдельно для каждого технологического передела):

1. Рассчитываются показатели (табл. 1) при заданных минимальных вероятностях  $P_{ij}^{kp}$  для каждой единицы оборудования. Если неравенство (1) выполняется, то для обеспечения минимального необходимого выпуска продукции проведение ТОиР не требуется. Иначе переходим к п. 2.

При этом, если  $\sum_{i=1}^{F_j} F_{ij}^t > T_j^*$ , то  $\sum_{i=1}^{F_j} F_{ij}^t - T_j^*$  полуфабрикатов поступает на склад.

Таблица 1

Расчетные данные

Станок	1	2	$t$	$V_j$
Вероятность поломки в следующем периоде			$P_{ij}^t$	
Стоимость требуемого ремонта			$Z_{ij}^t$	
Время требуемого ремонта			$T_{ij}^t$	
Производительность по паспорту			$M_{ij}$	
Запас на складе на начало периода			$S_j^t$	
Состояние (логический).			Работает / Не работает	
Реальная производительность			$F_{ij}^t = \begin{cases} M_{ij}, & \text{не в ремонте} \\ 0, & \text{в ремонте} \end{cases}$	

2. На каждом этапе анализируется состояние всех экземпляров оборудования, часть из которых требует обслуживания или ремонта в данном периоде. В связи с этим существует несколько вариантов распределения усилий ресурсов на ТОиР для обеспечения минимального необходимого выпуска продукции  $Y^*$ . Требуется выбрать наименее затратный из них. С этой целью для каждой единицы оборудования поочередно выполняются следующие действия:

2.1.  $P_{ij}^{kp}$  увеличивается на 1 шаг.

2.2. Рассчитываются все показатели табл. 1 для  $t = \overline{0, N}$ . Если в каком-либо периоде условие неравенства (1) не выполняется, то такой вариант распределения исключается из дальнейших расчетов.

2.3.  $P_{ij}^{kp}$  уменьшается на 1 шаг.

3. Если по результатам п. 2 все варианты были исключены, то  $P_{ij}^{kp}$  одного или нескольких экземпляров оборудования увеличивается определенным образом (существует несколько вариантов увеличения  $P_{ij}^{kp}$ : одновременно для всех единиц оборудования на один шаг, только у самой производительной единицы оборудования

на 2 шага и т.д. Нужный вариант выбирается, исходя из требуемой точности расчетов и объемов вычислений). После этого п. 2 повторяется.

4. Если по результатам п. 2 осталось более одного варианта, то выбирается тот, по которому стоимость ТОиР оборудования наименьшая. Таким образом, определяются минимальные затраты на  $j$ -й этап. Минимальные средние затраты этапа за период  $E_j(T_j^*)$ , позволяющие обеспечить минимальную пропускную способность  $T_j^*(Y^*)$ , определяются делением минимальных затрат на  $j$ -й этап на количество периодов  $N$ .

*Результат выполнения модели*

1. Суммарные минимальные затраты на один период по технологическому процессу:

$$W^*(Y^*) = \sum_{j=1}^k E_j(T_j^*)$$

2. Все вероятности  $P_{ij}^{KP}$  для конкретного технологического процесса.

*Ограничения применимости модели*

1. При недостаточности пропускной способности передела какого-либо технологического процесса не учитывается возможность использования простаивающего оборудования аналогичного назначения, относящегося к другому технологическому процессу.

2. Данная модель предназначена для планирования ТОиР оборудования на предприятиях с относительно небольшим парком оборудования. Данное ограничение связано с большим количеством производимых вычислений.

3. Использование данной модели имеет смысл только в период перехода предприятия на планирование ТОиР оборудования по состоянию. По мере адаптации к данной методологии и накопления статистических данных по эксплуатации оборудования целесообразно на постоянной основе применять более производительные (по скорости вычислений) модели.

*Результат практического применения модели*

Использование данной модели позволяет обеспечивать необходимый выпуск продукции с меньшими затратами на ремонт оборудования (следовательно, увеличить прибыль предприятия), чем при традиционном способе планирования ТОиР. Динамика изменения прибыли компании в зависимости от бюджета на ремонт оборудования при новом и традиционном способах планирования приведена на рис. 6.

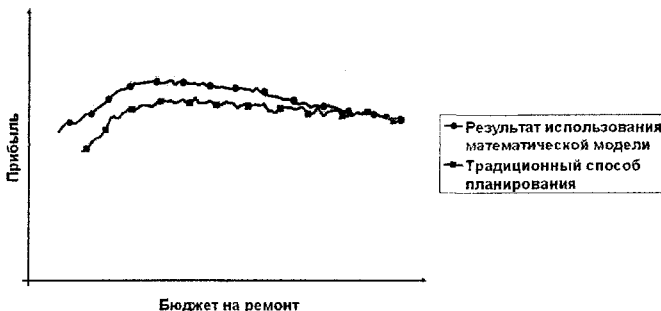


Рис. 6. Динамика изменения прибыли предприятия в зависимости от бюджета на ТОиР

### ***Уровень разработки. Архитектура приложений***

Были разработаны стандарты интеграции, средств разработки и интерфейсов, а также регламент разграничения прав доступа к информационным ресурсам. Кроме того, был произведен выбор программного продукта по управлению ТОиР – ЕАМ-системы – и были разработаны шаблоны его интеграции с существующими прикладными системами предприятия.

### ***Результаты практического применения методики развития комплексной ИСУ предприятием для проектирования ИСУ ТОиР***

Применение научных положений и разработок диссертации в целях проектирования комплексной ИСУ ТОиР ОПФ промышленного предприятия дало следующие результаты:

1. Сформирована системная модель деятельности по управлению ОПФ, принимаемая всеми заинтересованными сторонами.

2. Определены текущие состояния портфеля прикладных ИСУ и инфраструктуры ИТ: документирован состав ИСУ предприятия, информационные потоки между ними, механизмы интеграции приложений, а также обеспечивающие аппаратные и программные платформы.

3. Разработаны технологические стандарты на операционную и интеграционную платформы, а также средства разработки.

Полученные результаты позволили сформулировать конкретные требования к ИСУ, а именно к функциональности, возможностям интеграции и модернизации, надежности и аппаратному обеспечению. Полученный набор требований позволил сделать обоснованный выбор конкретной ЕАМ-системы.

Кроме того, процесс формирования бизнес-модели явился важнейшим шагом на пути подготовки предприятия к внедрению ЕАМ-системы. Был выявлен ряд проблем, многие из которых необходимо было решить еще до начала проекта автоматизации (например, классификация оборудования с точки зрения методологий ТОиР). Отметим, что необходимость проработки большинства тех методологий и алгоритмов, что относятся к бизнес-архитектуре уровня разработки, была выявлена именно в процессе проектирования модели деятельности предприятия по управлению ОПФ.

Все это позволило минимизировать риски, связанные с выбором и внедрением ИСУ, сократить ориентировочные сроки и стоимость непосредственно проекта внедрения на 40% и 33% соответственно.

Основные научные положения и результаты диссертационного исследования использованы в учебном процессе кафедры «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» Южно-Уральского государственного университета.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

Проведенный в диссертационной работе анализ проблемы развития комплексной ИСУ предприятием, автоматизирующей все направления деятельности предприятия и представляющей собой совокупность прикладных систем, показывает необходимость целостного развития архитектуры ИТ во взаимосвязи с потребностями бизнеса с использованием системного подхода к анализу и описанию структурных элементов предприятия и их взаимодействия между собой. По итогам исследований соискателем получены следующие основные выводы и результаты:

1. Анализ комплексной автоматизации деятельности предприятий показывает, что наиболее популярные и часто используемые методики проектирования и внедрения информационных систем, как правило, недостаточно результативны в случае их применения на большинстве российских предприятий. Связано это с тем, что бизнес-модели таких предприятий фиксируются в текущем их состоянии в информационной системе, закрепляя неэффективные методы ведения хозяйственной деятельности, так как в российских условиях инерционности и ограниченности временных и финансовых ресурсов их оптимизации уделяется недостаточно внимания при разработке или внедрении ИСУ. В результате не происходит не только ожидаемого повышения производительности труда, но и качества информационной поддержки управления.

2. Несмотря на то, что регламентация бизнес-процессов так же, как и документирование разработок в информационных системах, в том или ином виде имеет место на каждом предприятии, тем не менее, модели процессов и информационных систем имеют различное предназначение и совершенно не согласованы между собой. В результате у заинтересованных лиц отсутствует единое системное представление о модели хозяйственной деятельности и ее реализации в информационной системе.

3. Основной проблемой российских предприятий остается низкое качество их систем управления. В то же время проектирование корпоративной архитектуры, являющейся одним из эффективных инструментов повышения качества управления, руководством таких предприятий игнорируется в силу сложности и высокой абстрактности этой задачи. Фактически к необходимости проектирования архитектуры подходят при возникновении сложностей с интеграцией информационных систем, однако для большинства рассматриваемых предприятий эта проблема не актуальна в силу недостаточного большого количества используемых систем.

4. Разработана методика проектирования архитектуры предприятия, адаптированная под нужды российских предприятий. Представлена практика применения данной методики для развития комплексной ИСУ предприятием.

5. Сформирована архитектура комплексной ИСУ ТООП ОПФ с применением разработанной методики проектирования архитектуры предприятия. Показано, как стратегические задачи в области управления ОПФ детализируются и реализуются посредством прикладных информационных систем. Предложенная модель комплексной ИСУ ТООП оборудования представляет собой набор автоматизированных систем управления предприятием, в том числе АСУТП, ERP-, EAM-, MES-системы, ГИС, аналитическая система и система управления проектами. Именно комплексный подход к автоматизации ТООП ОПФ, предполагающий автоматизированный учет всех видов ресурсов, мониторинг состояния оборудования и согласованность планов технического обслуживания с планами производства, позволяет эффективно управлять ОПФ предприятия.

6. Разработана новая математическая имитационная модель планирования ТООП ОПФ на основе прогнозирования технического состояния оборудования. Данная модель предназначена для использования в период перехода предприятия на методологию ТООП оборудования «по фактическому состоянию», когда объективных статистических данных об истории эксплуатации оборудования недостаточно.

Положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих печатных изданиях:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Шурыгин, А.Н. Имитационное моделирование технического обслуживания основных производственных фондов / А.Н. Шурыгин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2009. – Вып. 10. – № 26 (159). – С. 66–70.

2. Шурыгин, А.Н. Формирование требований к ЕАМ-системе на основе архитектурного подхода / А.Н. Шурыгин // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 9. – С. 44–48.

Прочие публикации по теме диссертационного исследования

3. Логиновский, О.В. Практика использования ERP-системы iScala на Челябинском электрометаллургическом комбинате» / О.В. Логиновский, А.А. Максимов, А.С. Козлов, А.Н. Шурыгин // Информационные системы в практике регионального и корпоративного управления: сб. науч. трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ, 2006. – С. 55–70.

4. Шурыгин, А.Н. К формированию методологии системы управления предприятием / А.Н. Шурыгин // Информационные системы и устройства: сб. науч. трудов. – Челябинск, Изд-во ЮУрГУ. – С. 44–53.

5. Шурыгин, А.Н. Методологические основы построения системы управления предприятием / А.Н. Шурыгин // Информатизация и системы управления в органах исполнительной власти: сб. науч. трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ, 2007 – С. 209–219.

6. Шурыгин, А.Н. Новые подходы к проектированию комплексной автоматизированной системы управления предприятием / А.Н. Шурыгин // Информатизация и системы управления в органах исполнительной власти: сб. науч. трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ, 2007. – С. 219–223.

7. Шурыгин, А.Н. Применение архитектурного подхода к формированию комплексной автоматизированной системы управления предприятием / А.Н. Шурыгин // Развитие информационного общества и информационное обеспечение административной реформы в субъектах РФ: сб. науч. трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ, 2009 – С. 124–132.

8. Шурыгин, А.Н. Математическая модель планирования технического обслуживания основных производственных фондов предприятия / А.Н. Шурыгин // Развитие информационного общества и информационное обеспечение административной реформы в субъектах РФ: сб. науч. трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ, 2009 – С. 132–140.

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

---

Подписано в печать 07.09.2009. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ 355/399.

---

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.