

На правах рукописи



Зеленков Юрий Александрович

**МЕТОДОЛОГИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЕМ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Специальность 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Челябинск- 2013

Диссертационная работа выполнена на кафедре информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Научный консультант: доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
Логиновский Олег Витальевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
заведующий лабораторией активных систем
Института проблем управления РАН
Бурков Владимир Николаевич

доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
заведующий кафедрой автоматизированных
систем управления
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»
Куликов Геннадий Григорьевич

доктор экономических наук,
директор по информационным технологиям
ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при
Правительстве Российской Федерации»
Соловьев Владимир Игоревич

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова (МГУ)»

Защита состоится « 28 » января 2014 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 212.298.03 при ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76, зал заседаний диссертационного совета № 1 (ауд. 1001 главного корпуса)

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

Автореферат разослан « ____ » ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



В.Н. Любицын

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертационной работе изложены опубликованные, апробированные и внедренные в практику промышленных предприятий на примере машиностроительных производственных и научно-исследовательских организаций в 2002-2013 гг. основные научные положения и результаты решения актуальной научно-технической проблемы разработки методологии стратегического управления развитием корпоративной информационной системы крупного промышленного предприятия.

Диссертационная работа развивает теоретические идеи и исследования ведущих специалистов в области стратегического и корпоративного управления промышленными предприятиями и организациями, а также их информационными системами Р. Акоффа, Э. Бриньолфсона, В.Н.Буркова, Р.Б. Васильева, С. Винтера, П. Друкера, А.В. Кострова, К. Лиитинена, О.В. Логиновского, А.А. Максимова, Г. Минцберга, Р. Нельсона, Д.А. Новикова, М. Ньюмана, М. Портера, К. Сиборры, Д. Сноудена, П. Страсмана, Д. Росс, П. Уэйла, Г. Хэмела и др.

Актуальность темы. Усложняющаяся динамика международного и отечественного рынков ставят труднейшие задачи даже перед теми российскими предприятиями, в том числе машиностроительной отрасли, которые в состоянии предложить рынку современные востребованные продукты. В частности, консолидация предприятий оборонно-промышленного комплекса под эгидой государства («Объединенная авиастроительная корпорация» - ОАК, «Объединенная двигателестроительная корпорация» - ОДК, «Вертолеты России» и др.) ставит одной из своих главных целей снижение конкуренции на внутреннем рынке страны, а также устранение дублирования промышленных функций и конструкторско-производственных компетенций. Тем не менее, сохраняется жесткая конкуренция на внутреннем и, тем более, на внешних рынках с зарубежными компаниями, которые, как правило, лучше управляются, используют более современные и производительные технологии, имеют возможность оперативно адаптировать свой продуктовый ряд к потребностям покупателей. Только повышение внутренней эффективности отечественных корпораций за счет создания новых систем управления и модернизации производственных процессов на базе новейших информационных технологий позволит сохранить российскую промышленность и обеспечить конкурентоспособность и необходимое разнообразие выпускаемой ею продукции.

Система управления современным крупным промышленным предприятием или корпорацией должна строиться на основе проектно-программного подхода, поскольку они не имеют четко обозначенных границ, однозначно определенных схем деятельности, единого места принятия решений. Для реализации такого подхода производственной компании необходимо создать некий аналитический блок (пусть даже не оформленный в виде отдельного подразделения), который бы позволял осуществлять мониторинг и анализ динамики всех бизнес-процессов на предприятии, обнаруживать проблемы и «узкие места» в работе, а также обеспечивал бы формирование стратегического и оперативного прогноза развития любых ситуаций и корпорации в целом. Информационные технологии (ИТ) являются важнейшим инструментом поддержки этой аналитической деятельности. В то же время ИТ позволяют принципиально изменить процессы создания продуктов и услуг (проектирование, производство, послепродажное обслуживание), что ведет к сокращению временных затрат, материальных и финансовых ресурсов и т.д., а в итоге к повышению внутренней эффективности организации.

Таким образом, создание и институционализация стратегии развития ИТ (далее ИТ-стратегия), описывающей перспективы использования различных информационных систем (ИС), развития архитектуры предприятия и организационно-методического обеспечения управления ИТ, является важнейшим инструментом построения современной эффективной промышленной компании.

Существующие методы стратегического планирования развития ИТ предполагают в той или иной степени следование корпоративной стратегии более высокого уровня – бизнес-стратегии компании. Однако в большинстве случаев, подобной бизнес-стратегии (хотя бы слабо обоснованной и неформализованной) промышленные предприятия или корпорации не имеют. Это объясняется высоким уровнем турбулентности внешней среды за счет изменения требований потребителей, действий конкурентов и партнеров, актов регуляторов рынка, дрейфа социальных факторов и пр. Поэтому любая корпоративная стратегия имеет дело не с непредсказуемыми, а с неизвестными факторами. Все это выдвигает требования к адаптивности предприятия, понимаемой, как способность обнаруживать изменения во внешней среде и эффективно реагировать на эти изменения. Очевидно, что данное требование должно распространяться и на ИС компаний, поскольку они фактически поддерживают сложившуюся практику ведения бизнеса в организации.

В связи с вышеизложенным тема диссертационной работы, посвященная созданию методологии стратегического управления развитием корпоративной информационной системы крупного промышленного предприятия в современных условиях, является весьма актуальной.

Объектом исследования диссертационной работы являются корпоративные информационные системы.

Предметом исследования диссертационной работы является стратегия развития корпоративных ИС в современных условиях нестабильности внутреннего и внешнего рынков.

Цель работы состоит в разработке методологии стратегического управления развитием корпоративной информационной системы крупного промышленного предприятия в современных условиях, а также ее практическом внедрении при создании информационной системы в машиностроительном предприятии ОАО «НПО «Сатурн».

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи:

1) Выполнен анализ известных методов разработки ИТ-стратегии предприятий и организаций, рассмотрено их соответствие современным концепциям менеджмента и теории организации, определены требования к методологии стратегического развития ИТ в условиях неопределенности; сформулирована задача представления ИТ-стратегии как комбинации разделяемой точки зрения на роль ИТ внутри компании (перспективы) и шаблона реакции на внешние воздействия (паттерна);

2) Исследована динамика поведения промышленных предприятий, ведущих хозяйственную деятельность в условиях нестабильности отечественного и мирового рынков; разработана модель поиска новых принципов поведения; предложена классификация инновационных действий организации; исследована роль ИТ в инновациях различного типа;

3) Сформулирован и исследован паттерн стратегического поведения организации, включающий оценку сложности реализации новой инициативы в области ИТ, измерение эффекта от ее реализации и методы поддержания адаптивности корпоративной ИС. Предложены модель адаптивной ИС и стратегическая модель обеспечения адаптивности корпоративной ИС. Разработано организационно-методическое обеспечение в виде рекомендаций по организационной структуре управления ИТ;

4) Предложена модель формирования ИТ-стратегии как перспективы на основе рассмотрения продуктовых инноваций и новых бизнес-моделей;

5) Сформирована методика интегральной оценки эффективности инвестиций в ИТ, и соответственно, эффективности принятой ИТ-стратегии;

6) Проведен анализ современных тенденций в организации процесса разработки новой продукции для машиностроительной отрасли, сформулированы соответствующие требования к корпоративным ИС; построена модель сценариев развития ИС предприятия, вступающего в

инновационные альянсы по разработке новых продуктов и решающего задачу интеграции с информационными системами партнеров; проведен анализ влияния ИТ на ключевые компетенции предприятия для отрасли газотурбинного двигателестроения; разработан метод многокритериальной оптимизации, обеспечивающий снижение затрат машинного времени при вычислительном эксперименте;

7) На основе созданной в диссертационной работе методологии стратегического управления развитием корпоративной информационной системы предприятия разработана и внедрена в ОАО «НПО «Сатурн» виртуальная среда проектирования новых продуктов, включающая системы 3D параллельного инжиниринга, инженерного анализа на базе суперкомпьютерных технологий и сбора, обработки и хранения данных испытаний; созданы соответствующая организационная структура ИТ-подразделения и ИТ-инфраструктура для реализации этой цели, разработаны и внедрены необходимые программные системы, продемонстрирована эффективность результатов их внедрения на примере ОАО «НПО «Сатурн»;

8) Основные положения диссертации о принципах и подходах к формированию ИТ-стратегии использованы при анализе существующих систем и разработке ИТ-стратегии в Центральном институте авиационного моторостроения (ЦИАМ) им. П.И. Баранова.

Методы исследования. Основные результаты работы получены и обоснованы с применением методов системного анализа и общей теории систем, новой институциональной теории, эволюционной экономической теории, теории организационного развития, теории социотехнических систем, теории сложности, теории информационных систем и теории процесса разработки новых продуктов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эволюционная модель предприятия, включающая модель поиска новых принципов поведения и классификацию инновационных действий;

2. Модель формирования стратегии развития ИТ, сочетающая подходы на основе перспективы (с учетом роли и влияния ИТ на деятельность компании) и паттерна (принцип поведения относительно новых ИТ-инициатив);

3. Паттерн стратегического поведения, включающий:

– метод принятия решений о реализации ИТ-инициатив, направленных на повышение операционной эффективности;

– метод измерения эффективности реализации ИТ-инициатив, направленных на повышение операционной эффективности;

– модель адаптивной ИС и исследование способов поддержания адаптивности, рекомендации по организации ИТ службы, ориентированной на поддержание адаптивности корпоративной ИС;

4. Модель формирования стратегической перспективы, связанной с использованием ИТ в организации, на основе анализа потенциальных продуктовых инноваций и новых бизнес-моделей;

5. Модель интегральной оценки эффективности инвестиций в ИТ на основе анализа затрат, приходящихся на одного сотрудника, использующего в своей работе корпоративные ИС;

6. Результаты анализа современных тенденций в организации процесса разработки новой продукции, состав требований к ИС промышленного предприятия и результаты внедрения основных положений диссертации в ОАО «НПО «Сатурн» и ЦИАМ им. П.И. Баранова.

Научная новизна. В диссертационной работе получены следующие новые теоретические и практические результаты:

1. На основании положений эволюционной экономики и новой институциональной теории предложена эволюционная модель предприятия (организации), включающая модель поиска новых принципов поведения и классификацию инновационных действий.

2. Сформулирован новый подход к стратегическому развитию ИТ, сочетающий взгляды на нее как на перспективу (разделяемая точка зрения на роль ИТ внутри компании), так и как на паттерн (принцип поведения относительно новых ИТ–инициатив). Разработан паттерн стратегического поведения, включающий модель оценки сложности реализации ИТ–инициатив, количественную метрику измерения эффекта от реализованных ИТ–инициатив и модель обеспечения адаптивности ИС.

3. Предложенная оригинальная модель оценки сложности реализации ИТ–инициатив базируется на классификации трансформационных и транзакционных затрат, на снижение которых направлена рассматриваемая инициатива, что обеспечивает связь ИТ–стратегии и ИТ–архитектуры. При этом в дополнение к традиционным аспектам рассмотрения ИТ–архитектуры (бизнес-процессы, данные, приложения, техническая архитектура) в процесс планирования также включен домен методов управления ИТ, что позволяет синхронизировать внедрение различных практик управления с проектами по внедрению собственно ИС/ИТ. Также предложенная модель отличается тем, что описание технической архитектуры сегментировано по различным направлениям (сеть, рабочее место, центр обработки данных и т.д.) применительно к потребностям машиностроительного предприятия, работающего в сфере высоких технологий и обеспечивающего поддержку полного жизненного цикла своей продукции.

4. Вновь созданный метод измерения эффекта от внедрения ИС базируется на информационной энтропии случайной величины, которой является результат выполнения бизнес-процесса, поддерживаемого ИС, и позволяет оценить уровень неопределенности управляемой организационной системы.

5. Предложенная новая модель адаптивной ИС включает структурные параметры, обеспечивающие адаптивность, и операционные, которые позволяют количественно измерить достигнутый уровень адаптивности.

6. Исследованы ранее недостаточно изученные различные способы поддержания адаптивности ИС, при этом учтены как технологические, так и социальные компоненты системы.

7. Предложенная стратегическая модель поддержания адаптивности корпоративной ИС базируется на следующих принципах: выделении ИТ-сервисов, создание и развитие которых может осуществляться независимо; формировании плана повышения зрелости ИТ-сервисов; учете того, что сервисы корпоративной ИС поддерживаются и развиваются независимыми группами разработчиков, использующими гибкие (agile) методы разработки; положении о том, что все сервисы реализуются на основе корпоративной технологической платформы, которая развивается в соответствии с планом повышения зрелости сервисов (каждая подсистема (сервис) корпоративной ИС рассматривается как комбинация нескольких слоев, которые изменяются в различных масштабах времени, и связи между которыми сведены к минимуму).

8. Оригинальная модель формирования стратегической перспективы развития и использования ИТ в организации опирается на анализ возможных продуктовых инноваций, потенциальное использование новых бизнес-моделей, которые формулируют новые требования к информационной инфраструктуре предприятия;

9. Предложенная модель интегральной оценки эффективности инвестиций в ИТ и, соответственно, ИТ-стратегии организации в целом основана на исследовании динамики накопленного ИТ-капитала и затрат на ИТ-персонал, приходящихся на одного пользователя корпоративной ИС;

10. На основе анализа влияния ИТ на ключевые компетенции предприятия, специализирующегося в области газотурбинного двигателестроения, предложены концепция виртуаль-

ной среды проектирования и метод многокритериальной оптимизации позволяющий сократить число вычислений за счет автоматизированного построения приближенных моделей.

Обоснованность и достоверность научных положений, основных выводов и результатов диссертации обеспечивается за счет использования научных положений современной теории управления, методов математического моделирования и теории оптимизации, теории информационных систем, а также тщательного анализа состояния результатов исследований в проблемной области, подтверждается практической реализацией разработанных моделей и методов. Основные теоретические положения и практические результаты диссертационной работы апробированы в печатных трудах и докладах на российских и международных научных и профессиональных конференциях.

Практическая ценность работы подтверждается результатами внедрения предложенных моделей и методов в ОАО «НПО «Сатурн», в частности они позволили:

1. Выработать единый взгляд руководства компании на перспективы использования ИТ в бизнесе компании, институционализировать правила принятия решений по поводу ИТ-инициатив.

2. Создать эффективную виртуальную среду проектирования газотурбинных двигателей (ГТД), которая позволила сократить затраты времени на разработку новых изделий более чем в 2 раза. При этом обеспечена удобная пользователям интеграция с аналогичными системами соразработчиков в международных проектах.

3. Повысить эффективность работы ИТ-специалистов. За 2001-2010 годы численность ИТ - дирекции ОАО «НПО «Сатурн» была сокращена на 30% при одновременном возрастании объема поддерживаемой и развиваемой ИТ - инфраструктуры в 3-4 раза (по некоторым направлениям более чем в 10 раз). Накопленный ИТ-капитал, приходящийся на одного информационного сотрудника уменьшился на 40%, соответствующие затраты на ИТ-персонал на 55%.

Предложенная методология создания ИТ-стратегии была также использована в ЦИАМ им. П.И. Баранова при анализе текущего положения дел в области информационной поддержки управленческих, научно-исследовательских и производственных процессов института, определению перспектив модернизации и развития различных информационных систем. Полученные на основе использования результаты дают основание сделать вывод о положительном эффекте применения указанной методологии при выполнении работ по стратегическому развитию информационных систем института.

По материалам диссертационной работы в 2012 г. был подготовлен и проведен мастер-класс по стратегическому управлению ИТ на предприятии на Высших курсах ИТ-директоров (проект Союза ИТ-директоров России при поддержке International Academy of CIO и НИУ Высшая школа экономики). Кроме того, разработанная в диссертации методология, отдельные модели и методы использованы в учебном процессе в Рыбинском государственном авиационном технологическом университете и Ярославском государственном университете, подготовлены два учебно-методических пособия. В 2013 г. по материалам диссертационной работы при поддержке оргкомитета национальной премии IT-лидер была выпущена монография о стратегическом управлении ИТ в условиях неопределенности.

Область применения результатов. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для управления стратегическим развитием ИТ в организациях различного типа и различной формы собственности.

Апробация и внедрение результатов. Основные результаты докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях:

1. Всероссийская научно-техническая конференция «Моделирование и обработка информации в технических системах» (Рыбинск, 2004).

2. II Международная научно-техническая конференция «Авиадвигатели XXI века» (Москва, 2005).
3. XV Международная конференция по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2007) (Алушта, Украина, 2007).
4. Всероссийская суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач» (Новороссийск, 2008).
5. III Международная научно-техническая конференция «Авиадвигатели XXI века» (Москва, 2010).
6. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее» (Новороссийск, 2011).
7. 6th International Conference on Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems CONFENIS 2012 (Ghent, Belgium, 2012).
8. XII Международная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM/PDM» (Москва, 2012).

Также результаты работы докладывались и обсуждались на совещании Научного совета ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» (2010), заседании кафедры САПР МГТУ им. Н. Баумана (2011), научно-техническом совете Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (2012), заседании кафедры «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» ЮУрГУ (2013) и на следующих профессиональных и научно-практических конференциях: IntelEuropeanHPCRoundtable (Мюнхен, Германия, 2005); 3-я открытая всероссийская конференция «Преподавание информационных технологий в России» (Рыбинск, 2005); 3-ий ежегодный саммит «Корпоративные ИТ Стратегии в России» (Москва 2006); Круглый стол «Конкурентные преимущества бизнеса средствами ИТ» (Тель-Авив, Израиль 2006); 4-ый ежегодный съезд российских ИТ директоров. (Москва, 2006); Форум ИТ-лидер – 2006 «Ключевые аспекты бизнеса: безопасность и доступность данных». (Москва, 2006); ExploringtheEvolutionofCorporateITinRussiaandCIS: TurningTacticsintoStrategy (Прага, Чешская республика, 2007); Круглый стол «Цена непрерывности бизнеса» (Стамбул, Турция, 2008); 3 ежегодная конференция «Управление бизнес-процессами на предприятии: концепции, технологии, инструменты» (Москва 2008); Всероссийский форум «Интеллектуальные ресурсы регионов России» (Ярославль, 2008); Конференция «ИТ - решения для предприятий авиастроительной отрасли» (Москва, 2009); Конференция «BPM (BusinessProcessManagement): ключевые шаги к успеху» (Москва, 2009); «DatacenterDynamicsMoscow 2009 conference» (Москва, 2009); Региональное совещание по развитию суперкомпьютерных и грид-технологий в Челябинской области (Челябинск, 2010); Конференция IDC IT InfrastructureManagementRoadshow 2010 "Управление ИТ - инфраструктурой: новые задачи, новые возможности" (Москва, 2010); 4 профессиональная конференция "Информационные технологии в авиационном бизнесе (ИТАБ 2010)" (Москва, 2010); Первый Московский Суперкомпьютерный Форум (Москва, 2010); XIV Международная научно-практическая конференция «ИТ - бизнес в металлургии, машиностроении, ТЭК и химии» (Москва, 2011); 6-ая ежегодная международная конференция «ЦОД-2011» (Москва, 2011); 3-я международная научно-практическая конференция «Эффективные технологии управления производством» (Москва, 2011); Конференция «Рынок SaaS: Перспективы развития» (Москва, 2011); Международная конференция Cloudandmobility 2012 (Москва, 2012); Заседание клуба ИТ-директоров Центрального федерального округа (Ярославль, 2012); Управление информационными технологиями как бизнесом (Калининград, 2012); Оптимизация ИТ-инфраструктуры: инновации и тренды (Москва, 2012); X Съезд российских ИТ-директоров RussianCIOSummit(Москва, 2012); Форум ИТ-лидер – 2012 «Мир будущего глазами лидеров экономики». (Москва, 2012); 2 конференция

«Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса России» (Москва, 2013); IDCCIOSummit 2013 (Вена, Австрия, 2013); IV конференция «ИТ-стратегии бизнеса» (Москва, 2013); ИТ-стратегия 2013 (Москва, 2013).

Публикации. По теме диссертации автором опубликована 41 печатная работа, в том числе 15 работ в рекомендованных ВАК изданиях, монография, 9 работ в трудах и сборниках тезисов докладов международных и всероссийских научных конференций, 14 публикаций в прочих изданиях, подготовлено два учебно-методических пособия.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 275 страниц машинописного текста, 63 рисунка, 23 таблицы, а также список литературы из 230 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В *главе 1* приведен обзор современных исследований принципов и положений стратегического управления ИТ, который позволяет сформулировать следующую научно-техническую проблему. Все существующие на данный момент методы стратегического планирования ИТ предполагают опору на стратегию более высокого уровня – бизнес-стратегию, которая часто отсутствует в формализованном виде, что зафиксировано в работах ведущих специалистов по общему и производственному менеджменту. Согласно современным представлениям организация представляет собой социотехническую систему со сложной структурой, которая стремится сохранить свое состояние под воздействием потока непредсказуемых внешних событий. При этом основным механизмом является не осознанная реакция на основании категоризации или анализа событий, а стихийно возникающие поведенческие паттерны (рутины). Это позволяет рассматривать предприятие (организацию) как эволюционирующую популяцию рутин, залогом успеха которой становится скорость обнаружения изменений и адекватность реакции на них, т.е. способность эффективно адаптироваться к внешней среде. Очевидно, что требование адаптивности должно распространяться на все подсистемы организации, в том числе и на корпоративную информационную систему.

Эволюционная модель динамики организации, включающая модель поиска новых принципов поведения и классификацию инновационных действий

В *главе 2* предложена эволюционная модель динамики организации. Современное представление о динамике организации сводится к следующему. Большую часть времени организация развивается эволюционно как некая устойчивая конфигурация ее составных частей и реагирует на изменения внешних условий изменением сложившихся принципов и особенностей своего поведения. Длительные периоды эволюционного развития прерываются революционными изменениями, когда организация радикально изменяет за короткий промежуток времени свою структуру и принципы поведения. Происходят трансформации – квантовые скачки в иную конфигурацию. Потребность в трансформации выявляется в процессе инкрементального самообучения организации

Основываясь на результатах эволюционной экономической теории и новой институциональной теории, в работе предлагается следующая качественная модель эволюции предприятий и отраслей (рис.1). Согласно положениям указанных теорий фирма рассматривается как эволюционирующая популяция правил и принципов поведения (рутин). Поиск нового шаблона поведения осуществляется в 3 фазы (показаны в нижней части рис.1). На первой фазе фирма может начать изменения за счет создания нового продукта, освоения новой технологии производства, внедрения новой организации производства, открытия новых рынков сбыта или открытия новых источников сырья (перечислены виды нововведений по Й. Шум-

петеру). Выбор типа изменения зависит от оценки потенциальных транзакционных издержек, которые включают, кроме всего прочего, формирование сети партнеров, поставщиков и т.д. На второй фазе осуществляется отбор приемлемых изменений и их адаптация к реальной ситуации. Отметим, что все действия (генерация, отбор и адаптация изменений) осуществляются в условиях неполной информации, т.е. поведение фирмы является ограниченно рациональным. На третьей фазе адаптированные поведенческие модели становятся шаблоном. В случае успеха фирма получает конкурентные преимущества, нарушая равновесие на рынке. Это является толчком к изменению конфигурации отрасли, которое также происходит в три фазы, показанные в верхней части рисунка 1. Например, фирма может увеличить свою рыночную долю за счет конкурентов (на рисунке диаметр окружности, означающий фирму, соответствует ее доле рынка). При этом обучаются и изменяются другие фирмы, поскольку фирма-новатор внедряет новое знание, которое постепенно принимается большинством и становится нормой. Эволюция промышленной структуры является, следовательно, эволюцией знаний и компетенций (возможностей). Создание новых поведенческих шаблонов приводит в итоге к появлению новых институциональных правил и норм, причем, этот процесс бесконечный в том смысле, что никогда нельзя сказать, что установилась наилучшая структура отрасли, что выбраны совершенные шаблоны и отобраны наиболее эффективные фирмы. Более того, в один и тот же момент могут сосуществовать различные отраслевые структуры, степень эффективности которых трудно соизмерить.

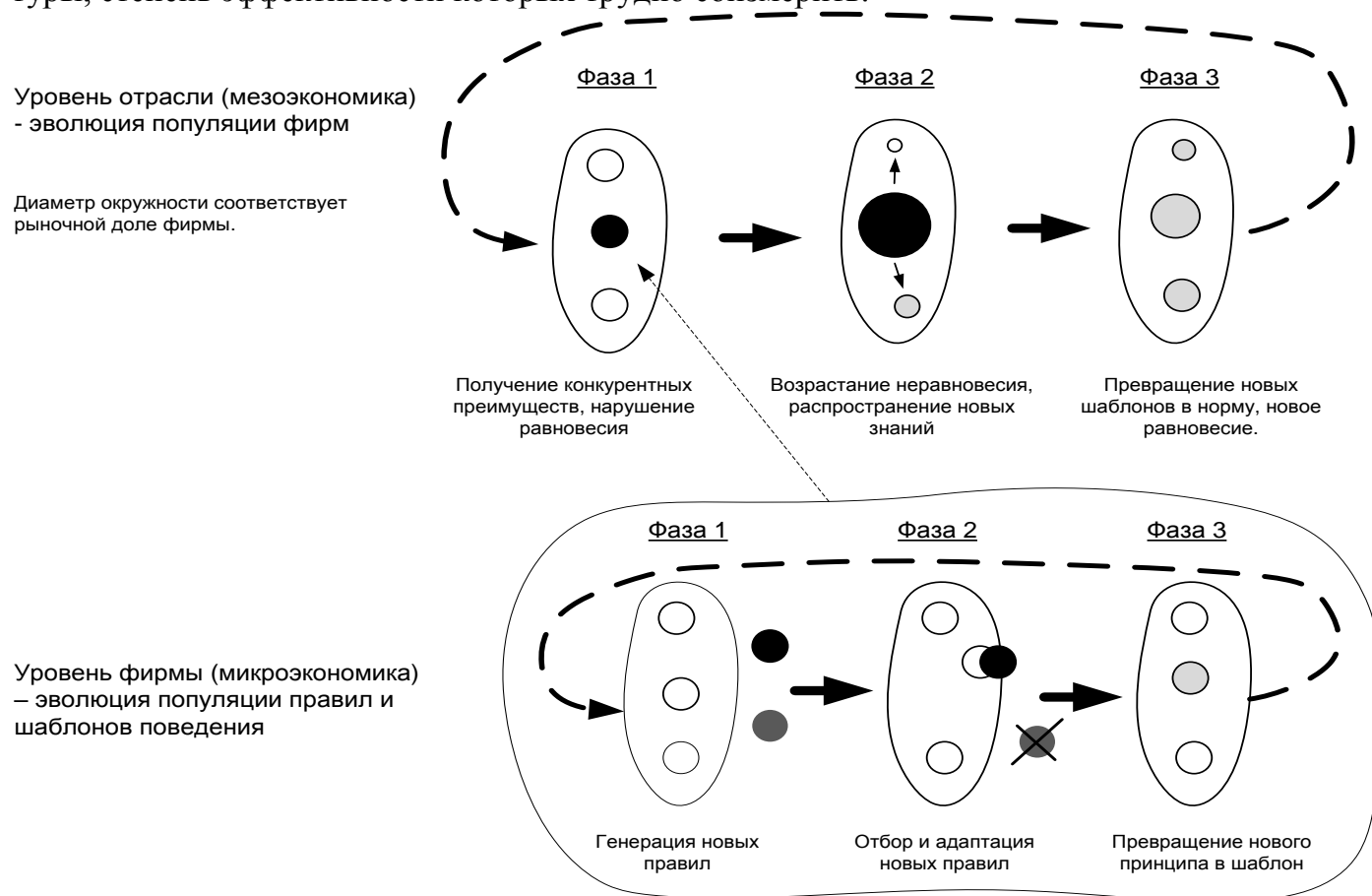


Рис. 1. Эволюция на микро- и мезо-экономических уровнях

Существенным для дальнейшего исследования является тот факт, что, несмотря на то, что рутинные или принципы поведения определяют регулярный и предсказуемый набор действий, результат выполнения этих действий полностью непредсказуем, поскольку он также зависит и от непредсказуемо изменяющихся внешних условий.

Согласно современным представлениям любая организация (в том числе промышленное предприятие или корпорация) может рассматриваться как открытая система, эволюционирующая вместе с внешней средой. Она является целенаправленной системой, входит как часть в одну или более целенаправленных систем верхнего уровня, ее части (люди) имеют собственные цели. При этом границы между корпорацией и внешней средой становятся все более условными. Сама корпорация имеет многомерную организационную структуру, в которой на каждом уровне находятся структурные единицы трех разных видов, определяемые:

- 1) их функцией (продукция этих единиц потребляется в основном внутри корпорации);
- 2) их продукцией (которая потребляется преимущественно на внешнем рынке);
- 3) их заказчиками (рынками, определяемыми типом или местоположением покупателей).

Таким образом ясно, что в большинстве случаев ИТ-служба является функциональным подразделением первого вида. Поэтому задачу формирования ИТ-стратегии можно рассматривать как частный случай разработки функциональной стратегии.

На основании указанного, можно предложить модель корпорации, представленную на рис.2. В ее структуре выделим стратегический управляющий центр M , подразделения, ответственные за производство продуктов и услуг, потребляемых на внешнем рынке $P_i, i \in [1, \dots, n]$, подразделения, ответственные за оказание услуг внутри корпорации $S_j, j \in [1, \dots, q]$ и подразделения, отвечающие за работу на рынках $C_k, k \in [1, \dots, l]$. Здесь n, q и l - количества соответствующих подразделений.

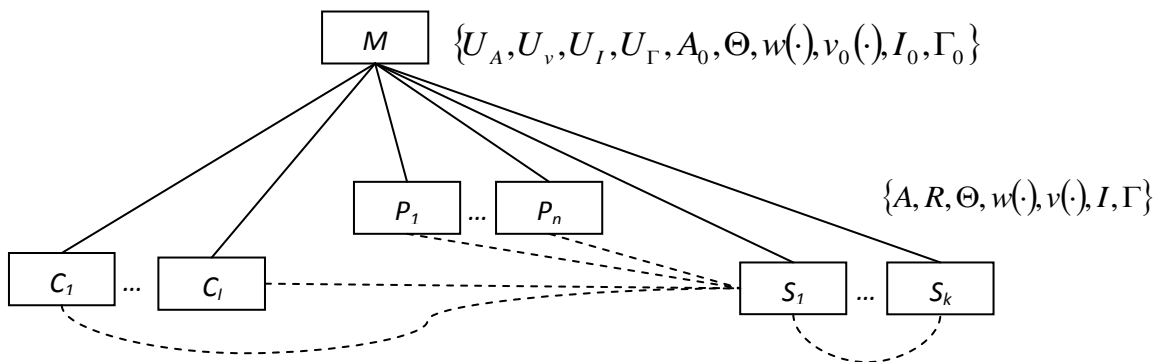


Рис. 2. Модель корпорации

Для того, что бы записать сформулированную выше проблему формирования ИТ-стратегии в математическом виде, введем понятие конфигурации корпорации. Согласно современным представлениям, корпорация может конкурировать на рынке за счет улучшения отношений с потребителями, изменения продуктового портфеля и повышения внутренней эффективности. Поэтому конфигурацию корпорации определим кортежем $\Sigma = \langle \Sigma_M, \Sigma_R, \Sigma_P, \Sigma_S, p(\Sigma_S, \Sigma_P), \Gamma \rangle$. Здесь Σ_M - система потребителей продуктов и услуг, Σ_R - продуктовый портфель и ресурсы, Σ_P - подмодель, определяющая поведение (бизнес-процессы) системы, Σ_S - подмодель, определяющая структуру системы, $p(\Sigma_S, \Sigma_P)$ - предикат целостности, определяющий семантику преобразования $\Sigma_P \rightarrow \Sigma_S$, Γ - вектор целей системы.

Введем в рассмотрение набор m показателей $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$, отражающих состояние системы или ее подразделения в любой момент времени t (для каждого подразделения значение m различно). Каждому состоянию системы соответствует точка в пространстве показателей, а совокупность таких точек при различных значениях t образует траекторию $\Phi(t) = \{F_t\}$. Задачу перевода системы из одного состояния в другое можно представить в виде кортежа $\gamma = \{\Sigma, |F_\gamma^0 - F_\gamma^*|, A_\gamma, t_\gamma\}$, где Σ – организационная система; F_γ - подмножество показателей состояния системы, изменяемых в рамках данной задачи, $F_\gamma \subseteq F; F_\gamma^0, F_\gamma^*$ – исходное и це-

левое состояние системы; A_γ - множество действий по достижению цели; t_γ - время, за которое задачу предполагается решить. Это означает необходимость сократить расстояние между векторами F_γ^0 и F_γ^* до нуля. Отметим, что такая постановка является общей как для тактических, так и для стратегических задач, которые различаются лишь расстоянием $|F_\gamma^0 - F_\gamma^*|$ и интервалом времени t_γ , за которое это расстояние предполагается сократить. При этом также не выделяется некий специальный момент времени для стратегического планирования, поскольку стратегические проблемы возникают также нерегулярно, как и тактические. Набор решаемых задач формирует вектор целей $\Gamma, \gamma \in \Gamma$. При этом возникают два вида ограничений - ресурсные и фазовые. Ограничения первого вида зависят от наличия необходимых для решения задачи ресурсов. Фазовые ограничения определяют те участки пространства показателей системы, попадание в которые нежелательно. В качестве примера такого участка применительно к ИТ можно привести временное ухудшение параметров соглашения об уровне сервиса, которое может произойти при запуске в эксплуатацию новой системы.

Подобные рассуждения можно повторить для любого элемента организационной системы, поэтому все записанные выражения для конфигурации и целей справедливы как для стратегического центра, так и для подразделений. В теории организации зафиксирован тот факт, что части сложной системы, каковой является корпорация, могут иметь собственные цели, не совпадающие с общекорпоративными. Необходимость учета несовпадения целей других подразделений является дополнительным осложняющим фактором при разработке ИТ-стратегии. Кроме того, формирование стратегии предполагает задание некоторых целевых измеряемых параметров, которые описывают достигаемую цель и позволяют оценивать степень приближения к ней.

Очевидно, что стратегический центр будет влиять на определение целей подразделений. Принятие решений стратегическим центром описывается кортежем $\Psi_0 = \{U_A, U_V, U_I, A_0, \Theta, w(\cdot), v_0(\cdot), I_0, \Gamma_0\}$, соответствующий кортеж подразделения (агента) имеет вид $\Psi = \{A, R, \Theta, w(\cdot), v(\cdot), I, \Gamma\}$. Здесь A - множество действий агента, R - множество результатов действий, Θ - множество возможных значений обстановки, I - информация, которой обладает агент на момент принятия решения. Под обстановкой понимается взаимодействие не только с внешней средой, но и со всеми другими элементами организационной системы. Предпочтения агента на множестве возможных результатов деятельности заданы его функцией полезности $v(\cdot)$, а результат деятельности зависит от действия и обстановки $w(\cdot): A \times \Theta \rightarrow R$. Соответствующие переменные с нижним индексом «0» описывают центр. Действием центра является формирование вектора управления $u = (u_A, u_V, u_I, u_\Gamma)$, включающего институциональное, мотивационное и информационное управления $u_A \in U_A$, $u_V \in U_V$, $u_I \in U_I$, задающего для агента соответственно допустимое множество действий, функцию полезности и доступную информацию; $u_\Gamma \in U_\Gamma$, - стратегическое управление (т.е. согласование целей подразделений корпорации, выработка единого взгляда на перспективу).

Кроме того, необходимо заметить, что на практике внутри корпорации существуют связи не только между подразделениями и стратегическим центром, но и между подразделениями тоже (на рисунке 2 часть из них показана пунктирными линиями). Сервисное подразделение получает запросы на реализацию тех или иных услуг не только от руководства корпорации, но и от подразделений P_i, S_j, C_k также в виде векторов управления, аналогичных по структуре $u = (u_A, u_V, u_I, u_\Gamma)$. Это означает, что допустимое множество действий A , функция полезности $v(\cdot)$, доступная информация I и стратегические цели Γ формируются не столько центром управления, сколько внутри самого сервисного подразделения на основании агрегирования всех векторов управления. Эта деятельность и является содержанием формирования стратегического поведения. Ключевыми вопросами при этом являются выбор способа агрегирования управляющих векторов, поступающих от всех подразделений корпорации, и за-

дание целевых состояний F^* и выбор соответствующего набора проектов $\gamma \in \Gamma$ по их достижению. На основании изложенных соображений также становится ясно, что режим сотрудничества между подразделениями потребителями внутренних ИТ–услуг возможен крайне редко (для этого должны выполняться условия согласования интересов всех подразделений и достаточности ресурсов ИТ–подразделения). Более часто наблюдается режим конкуренции.

Решение об изменении конфигурации фирмы может быть принято в результате двух возможных событий. Во-первых, это реакция на внешнее события, которое характеризуется информацией I об обстановке в окружающей среде Θ . Существенным является то, что информация является неполной, искаженной и т.д. Задача фирмы – на основании неполной информации обнаружить в своей «памяти» сведения о ранее встречавшейся аналогичной ситуации и действиях, приведших к ее разрешению. Очень часто ситуация «распознается» и «предсказывается» и соответственно фирма начинает действовать, еще до того, как будет получено достаточно сведений. В случае правильного «предсказания» фирму ждет успех, но также велика и цена ошибки. Именно способность определять проблемы на ранней стадии («предсказывать») отмечается многими исследователями как основная компетенция лидеров. Если фирма находит в своей «памяти» готовый шаблон $v(\cdot): I \times \Gamma \rightarrow A$, то она выбирает действие $a = v(I, \Gamma)$, $a \in A$, которое в зависимости от обстановки приводит, как уже было сказано, к результату $r = w(a, \theta)$, $r \in R$, $\theta \in \Theta$ и состоянию $F = \varphi(r, \theta)$. Если подходящий шаблон не обнаружен, фирма вынуждена искать новую функцию $v(\cdot)$, изменяя одну или несколько подсистем $\Sigma_M, \Sigma_R, \Sigma_P, \Sigma_S$ и генерируя соответствующие инновационные действия $\gamma = \{\Sigma, |F_\gamma^0 - F_\gamma^*|, A_\gamma, t_\gamma\}$. Второй причиной инновационного изменения шаблона поведения $v(\cdot)$ и конфигурации Σ может стать генерация идей по улучшениям внутри компании, например, на основе изучения конкурентов и лучших практик.

Для более точного определения роли ИТ в эволюции компании рассмотрим иерархию инновационных действий, в основании которой лежат операционные инновации. Операционное превосходство очень важно, но редко дает длительное преимущество. Во-первых, операции часто зависят от качества ИТ-инфраструктуры компании, которая легко может быть скопирована. Во-вторых, многие компании используют услуги аутсорсинга для операционной деятельности. Естественно, поставщикам услуг выгоднее стандартизовать сервис для всех клиентов. В-третьих, бизнес-консультанты транслируют лучшие практики передовых компаний в общую массу. Следующий уровень – продуктовые инновации. Новые продукты могут превратить компанию в лидера рынка, но при отсутствии полной патентной защиты это преимущество также не будет очень долгим. Относительным исключением является случай, когда при помощи ИТ обновляются ключевые компетенции по созданию продуктов. Под ключевыми компетенциями в данном случае понимается такое сочетание технологий, процессов и знаний, которые определяют отличительные особенности продукта компании и практически невозпроизводимы ее конкурентами.

Верхние уровни иерархии образуют стратегические инициативы по разработке новых бизнес-моделей и управленческие инновации. Примером новых бизнес-моделей служат дискаунтерные авиаперевозки (отказ от сервисов, без которых пассажир может обойтись, для радикального сокращения цены авиабилета), индийские аутсорсинговые компании по разработке ПО (перенос работ в страну с меньшей стоимостью рабочей силы, электронные коммуникации с заказчиком) и т.д. Новая бизнес-модель может принести значительный доход, но она гораздо проще может быть декодирована и воспроизведена, чем управленческая система. Управленческие инновации создают преимущества, которые воспроизвести наиболее сложно, поскольку они связаны, в частности, с культурными ограничениями. Примером являются управленческие практики японских компаний, которые исследованы и описаны, но не воспроизводятся с такой же степенью эффективности в других странах, поскольку в значитель-

ной степени ориентированы на особенности японской культуры («верность» служащих компании, предпочтение собственных правил и стандартов «лучшим» индустриальным практикам, инициатива снизу).

Для диссертационного исследования особенно важен вывод, что применение ИТ в большинстве случаев имеет целью прежде всего сокращение операционных или транзакционных затрат (для американских компаний из литературы известны точные данные – в 98% случаев). Кроме того, чем более высок уровень рассматриваемых инноваций, тем более долговременный эффект они дают, однако, тем меньшую роль в них играют ИТ.

Модель формирования стратегии развития ИТ, сочетающая подходы на основе перспективы и паттерна

Полученные выше результаты дают основания выдвинуть дополнительные требования к ИТ–стратегии. Информационные системы внедряются для поддержки различных групп бизнес-процессов и сокращения затрат на их выполнение. Тем самым, ИС/ИТ становятся частью существующих шаблонов поведения фирмы. С этим связано широкое распространение тиражируемых ИС с более-менее стандартной функциональностью, вместе с приобретением такой системы фирма также получает возможность приобрести и внедрить некие лучшие управленческие практики. С другой стороны, внедренные информационные системы часто препятствуют изменению этих практик, поскольку изменение самой ИС также требует значительных затрат. Поэтому возникает проблема выбора такого набора систем, которые одновременно обеспечивали бы и сокращение затрат на выполнение текущей модели бизнес-процессов и простой незатратный переход на новые модели.

Эволюционная теория фирмы неизбежно приводит к выводу, что архитектура предприятия также должна непрерывно изменяться, следуя изменениям внешней среды и самой компании. В качестве примера изменений можно привести ОАО НПО «Сатурн». За 10 лет (2000–2009 гг.) предприятие трансформировалось из завода с одним серийно изготавливаемым продуктом в компанию, одновременно ведущую разработку более десяти новых газотурбинных двигателей с циклом проектирования 5–8 лет и циклом изготовления 6 – 18 месяцев. За это время были приобретены несколько других компаний и одновременно выделены непрофильные бизнесы. Задача полного описания архитектуры предприятия в таких условиях даже с помощью специализированной информационной системы является очень сложной. Очевидно, что в такой ситуации жесткое следование тому или иному формальному подходу не приносит выгод, но в тоже время требует значительных затрат на сопровождение данных об архитектуре и их постоянную актуализацию. Неизбежно встают вопросы – каков должен быть объем минимально необходимых знаний об архитектуре предприятия, каким образом они должны быть зафиксированы? Аналогичные рассуждения касаются и модели управления ИТ. Если все вокруг непрерывно изменяется, ИТ–процессы также не могут оставаться стабильными.

Ответы на все эти вопросы должна давать ИТ–стратегия. Современная теория организационного развития утверждает, что выраженные вслух намерения (позиция и планы на ее основе) формируются на основе укоренившихся, формально не декларируемых перспективы и устойчивых характеристик поведения (паттернов). Два принципа (стратегия как план и как принцип поведения) совершенно равноправны: предприятия (организации) разрабатывают планы на будущее и выводят принципы поведения из своего прошлого. Таким образом, стратегический процесс включает не только разработку планов на будущее, но и формирование шаблонов стратегического поведения, которые постепенно изменяются вместе с новыми ситуациями.



Рис. 3. Методология стратегического управления развитием ИТ в организации

Поэтому в диссертационной работе предлагается методология формирования ИТ–стратегии на основе комбинации перспективы и паттерна, ее общая концептуальная схема представлена на рисунке 3. Это является расширением получившего в последнее время распространения подхода, предполагающего, что наиболее эффективным способом создания ИТ–стратегии является выработка общей точки зрения организации (т.е. перспективы $P = \langle \Sigma, \Gamma, p(\Gamma), C \rangle$) на инвестиции в ИС и ИТ, их развертывание, использование и управление ими. Другими словами, перспектива должна определять общепринятое представление о направлениях развития Γ , их приоритетах $p(\Gamma)$ и возможных ограничениях C . Недостатком концепции «ИТ–стратегия как перспектива» является ее ориентация на определение целей и задач «сверху–вниз». Из этого следует вывод, что ее необходимо дополнить механизмами определения стратегии «снизу–вверх», которые реализуются в виде формирования паттернов на всех уровнях управления.

Инвариантный набор шаблонов стратегического поведения, который был бы достаточно универсален с одной стороны и практически полезен с другой, должен включать в себя:

1. Модель и метод принятия решений (делаем / не делаем) $v(\cdot): I \times \Gamma \rightarrow A$ по поводу различных инициатив в области ИТ, которые могут появляться как внутри ИТ–департамента, так и вне его.

2. Метод принятия решений должен быть дополнен принципами поддержания адаптивности создаваемой информационной системы, которая должна, как минимум, не препятствовать, а помогать организации быстро обнаруживать изменения во внешней среде и оперативно реагировать на них.

3. Количественные метрики оценки эффекта от реализации выбранных инициатив. Очень важно понимать, приводят ли выбранные действия действительно к улучшению ситуации.

Указанные шаблоны должны быть чрезвычайно просты и понятны без дополнительных объяснений. Тогда они станут тем фундаментом, который позволит институционализировать методы принятия решений и правила оценки результатов в области корпоративных ИТ.

Паттерн стратегического поведения

Изложение теоретических основ стратегического управления развитием информационной системы производственной компании продолжено в *главе 3* диссертации, в которой предложены и исследованы выделенные выше компоненты минимально полезного инвариантного набора поведенческих принципов: модель принятия решений, принципы поддержания адаптивности информационных систем и количественное измерение эффекта от выбранных к реализации инициатив.

Модель принятия решений о реализации ИТ-инициатив, направленных на повышение операционной эффективности

Согласно современным исследованиям, инвестиции в ИТ основное влияние оказывают на снижение транзакционных расходов корпорации, к которым относятся административные, маркетинговые и коммерческие расходы, а также затраты на исследования и разработки. Выше также отмечалось, что основной причиной следования шаблонам поведения (рутинам) тоже является сокращение транзакционных расходов. Таким образом, можно полагать, что основной задачей ИТ-подразделения в общем случае является снижение не только трансформационных, но и внешних и внутренних транзакционных расходов за счет создания информационных систем в подразделениях корпорации. Согласно положениям новой институциональной теории общие затраты корпорации Z_{Σ} включают:

- затраты на трансформацию сырья и материалов в готовые продукты и услуги T_w ;
- транзакционные затраты на управление процессом трансформации T_m ;
- транзакционные затраты на согласование действий подразделений корпорации T_a^{int} ;
- транзакционные затраты на достижения согласия с внешними агентами T_a^{ext} .

Отсюда

$$Z_{\Sigma} = T_w + T_m + T_a^{int} + T_a^{ext}.$$

Отметим, что порядок перечисления затрат соответствует возрастанию сложности проектов по их снижению. Так для сокращения трансформационных затрат отдельно взятого офисного работника, бухгалтера или инженера достаточно предоставить им персональный компьютер с установленным соответствующим программным обеспечением (офисный или бухгалтерский пакет, система подготовки чертежей и т.п.). При этом работники сразу ощущают значительную личную выгоду от внедрения и, как правило, способствуют изменениям, если не возникает проблемы освоения новых инструментов. Проекты, связанные с сокращением транзакционных затрат реализуются обычно с большими трудностями, поскольку необходимо согласовывать интересы все большего количества людей (работников подразделения, организации в целом и даже внешних организаций).

Эти соображения позволяют построить «пирамиду сложности ИТ-инноваций», представленную в левой части рис. 4. Инновации перечислены снизу-вверх по мере возрастания сложности их внедрения. Сложность инновации определяется видом транзакционных или трансформационных затрат, которые потенциально могут быть снижены в результате реализации рассматриваемой инициативы. Следует учитывать, что все эти ИТ-инновации относятся только к типу операционных инноваций.

На рис. 4 представлена модель принятия стратегических решений, которая помимо оценки сложности ИТ-инноваций включает в рассмотрение архитектуру предприятия. Уро-

вень сложности реализации ИТ–инноваций накладывает ограничения на использование различных элементов архитектуры предприятия.

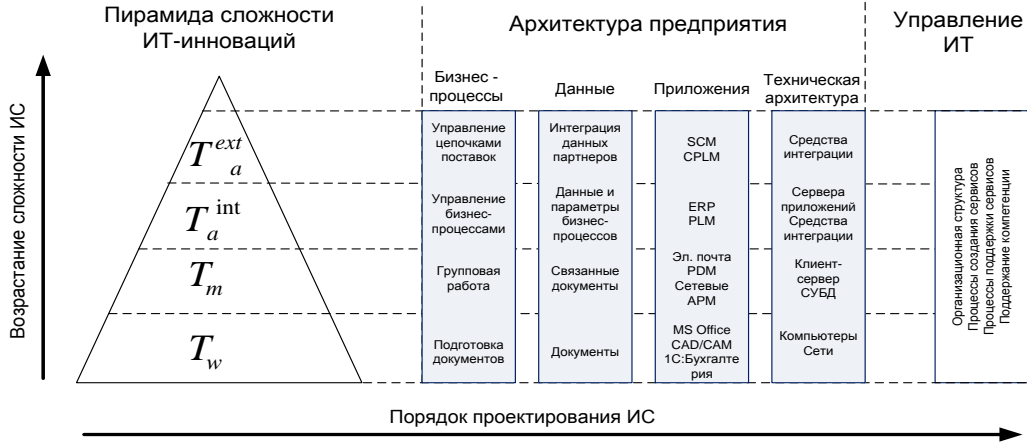


Рис. 4. Модель принятия стратегических решений.

На рис. 4 в качестве примера перечислены некоторые варианты организационных и технических решений, относящихся к различным доменам архитектуры предприятия (бизнес-процессы, данные, приложения и техническая архитектура) и соответствующих различным уровням зрелости. Аналогичные ограничения в зависимости от достигнутого и планируемого уровней зрелости накладываются и на использование тех или иных методов управления ИТ. В диссертации предложено расширенное понимание архитектуры предприятия, которое базируется на следующих положениях. Как было отмечено выше, задача полного описания архитектуры предприятия является очень сложной, особенно в условиях, когда внешняя среда и сама организация непрерывно изменяются. Архитектура предприятия является результатом выполнения проектов по реструктуризации, оптимизации бизнес-процессов, внедрению информационных систем. Поэтому в дополнение к традиционным аспектам рассмотрения ИТ–архитектуры (бизнес-процессы, данные, приложения, техническая архитектура) в модель принятия решений о реализации инициатив в области ИТ также включен домен методов управления ИТ, что позволяет синхронизировать внедрение различных практик управления с проектами по внедрению собственно ИС/ИТ.

На базе предложенной модели можно построить метод выбора решений $v(\cdot): I \times \Gamma \rightarrow A$ на уровне ИТ–подразделения. Он предполагает следующие шаги:

1. При возникновении очередной инициативы по созданию новых или изменению существующих ИТ–сервисов и ИС, необходимо определить тип транзакционных затрат, снижению которых будет способствовать реализация данной инициативы.
2. Построить модель системы управления до и после внедрения сервиса и провести качественную оценку необходимых и достаточных условий снижения транзакционных затрат.
3. Убедиться, что выполняются следующие условия:
 - все элементы архитектуры предприятия и управления ИТ «нижележащих» уровней уже реализованы;
 - на траектории развития системы управления отсутствуют фазовые ограничения (напомним, что фазовые ограничения это те конфигурации системы, попадание в которые нежелательно).
4. Если указанные условия соблюдаются, а также отсутствуют ресурсные ограничения, реализацию рассматриваемой инициативы можно принимать к исполнению и планировать с помощью одного из методов управления проектами. В результате будет сформирован план $P_1 = \langle \Sigma, \Phi(t) \rangle$, описывающий упорядоченное множество целевых состояний $\Phi(t) = \{F_\gamma^0, F_\gamma^1, \dots, F_\gamma^n\}$ системы Σ и множество действий по их достижению $\gamma = \{\Sigma, |F_\gamma^0 - F_\gamma^*|, A_\gamma, t_\gamma\}$.

В качестве примера использования предложенного метода принятия решений рассмотрим анализ целесообразности внедрения ERP для управления производством, выполненный в рамках диссертационного исследования в ОАО «НПО «Сатурн». Информационная система достаточно большого масштаба (ERP) обычно рассматривается как некая модель предприятия, которая позволяет повысить качество управления за счет выполнения двух функций: оценка текущего состояния F^0 организационной системы и вычисление неких параметров, позволяющих судить о нахождении на заданной траектории организационного развития $\Phi(t)$, а также моделирование поведения организации и помощь в принятии оперативных и стратегических управленческих решений $\gamma \in \Gamma$. Исходя из сказанного, при планировании внедрения ИС необходимо убедиться, что определение текущего состояния организационной системы будет достаточно точным для поддержки принятия решений. Дополнительным фактором внедрения ИС часто также является желание приобрести и реализовать «лучшие практики» управления. Таким образом, кажется, что внедрение информационной системы, какой является ERP, может обеспечить для отечественных предприятий значительный эффект при гораздо меньших затратах, чем техническое перевооружение. Поэтому практически на всех отечественных машиностроительных предприятиях рассматриваются инициативы по внедрению ERP для управления производством, но очень малая часть этих инициатив приводит к успеху.

Рассмотрим проблему внедрения ERP на основе предложенной модели принятия стратегических решений. Очевидно, что, если не предусматривается автоматизация отношений с поставщиками и потребителями, внедрение такой системы предполагает влияние на три вида затрат – трансформационные T_w (за счет повышения эффективности планирования производственных операций), и транзакционные T_m и T_a^{int} (за счет сокращения усилий на координацию и управление). Существует обширная практика успешных внедрений ERP систем в зарубежных компаниях, подтверждающих обоснованность этих предположений.

Таблица 1

Объем информации, необходимый для производственного планирования и учета

	Зарубежное предприятие	Российское предприятие
Номенклатура деталей для сборки	36 000	36 000
Количество деталей собственного производства	6 000	30 000
Число операций для изготовления детали собственного производства	20	80
Количество информационных объектов (операций), актуальность которых надо поддерживать	120 000	2 400 000
Количество работников, отвечающих за подготовку информации	100	400
Количество информационных объектов на одного работника	1 200	6 000

Тем не менее, анализ различий в организации производства на российских и зарубежных предприятиях показывает, что есть очевидные ограничения применимости ERP систем в отечественном машиностроении, в значительной степени связанные с несовершенством технической инфраструктуры производства. Прежде всего, это проблема подготовки и поддержания в актуальном состоянии данных для планирования и учета. Единицей планирования и учета является производственная операция, к которой привязаны оборудование, оснастка, нормы времени и расхода материалов и т.д. Чем точнее эти данные (наряду с данными о конфигурации изделия), тем точнее расчет производственного плана. Производственные мощности российских предприятий унаследованы от советского периода и еще не обновлены

радикально ни на одном из крупных предприятий, это означает, что в среднем, деталь изготавливается за большее количество операций, чем в зарубежной компании. Кроме того, зарубежные предприятия, производящие мелкосерийную высокотехнологичную продукцию, самостоятельно изготавливают только около 10...20% номенклатуры всех деталей, поступающих на сборку, все остальное приобретает у поставщиков второго уровня, которые вследствие специализации обеспечивают гораздо большую эффективность. Отечественные предприятия практически 100% деталей для сборки изготавливают сами. Сравнительный анализ объемов данных, необходимых для обеспечения производственного планирования и учета, которыми оперируют два предприятия авиадвигателестроительной отрасли (ОАО «НПО «Сатурн», Россия и Snesta, Франция) с примерно одинаковым объемом выпуска по номенклатуре, приведен в таблице 1.

Из сказанного следует, что объем необходимых данных для управления производством на российском предприятии примерно в 20 раз больше, чем на зарубежном, при сопоставимом разнообразии выпуска. Поэтому для получения ожидаемого эффекта сокращения затрат T_w , T_m и T_a^{int} необходимо увеличить численность работников, отвечающих за подготовку информации, в 5 раз, до 2000 человек. Дальнейшие расчеты показали, что никакого общего сокращения затрат в таком случае не произойдет.

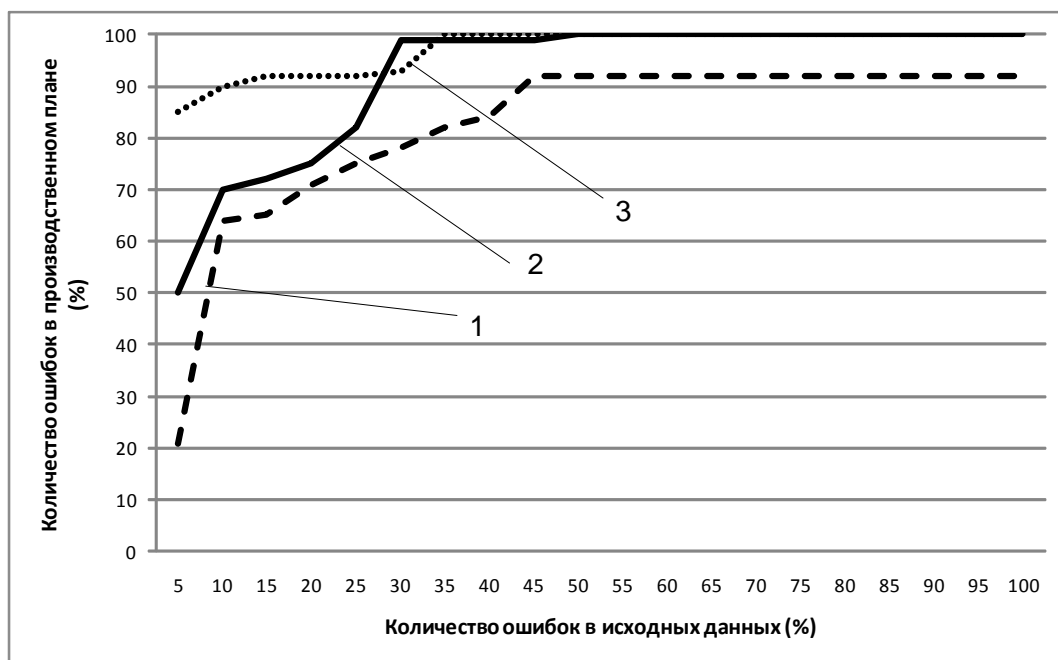


Рис. 5. Влияние ошибок в исходных данных на точность производственного планирования

Перегрузка специалистов, отвечающих за подготовку исходных данных, ведет к снижению их достоверности. В диссертации приведена оценка влияния достоверности исходных данных на качество производственного плана. Полученные результаты представлены на рисунке 5, где кривая 1 представляет влияние ошибок в определении времени выполнения операций, кривая 2 – ошибок в назначении рабочих центров, кривая 3 – ошибок в определении конфигурации. Из изложенного материала следует, что основным ограничением при создании эффективных систем управления производством, опирающихся на соответствующие информационные технологии, для предприятий отечественного высокотехнологичного машиностроения является несовершенство производственной и управленческой инфраструктуры. Несовершенство технологической инфраструктуры ведет к резкому увеличению объема производственных операций. Недостаточная зрелость бизнес-процессов, таких, как управление конфигурацией, приводит к недостоверности данных о составе продукта, что сказывается

на качестве планирования еще более плачевно. Элементарные расчеты показывают, что попытки решения указанных проблем за счет увеличения числа специалистов, ответственных за качество информации, сводят на нет предполагаемый эффект от внедрения системы.

Таким образом, внедрение ERP без модернизации системы управления и инфраструктуры производства не может привести к повышению операционной эффективности. В первую очередь, это сокращение объема информации о производственных операциях для обеспечения достоверности. Очевидно, что, прежде всего, это должно явиться результатом технического перевооружения – приобретение новых станков приведет к увеличению обработки за одну установку детали, сокращению количества потребной оснастки, сокращению времени на перенастройку оборудования и т.д. Но серьезное техническое перевооружение требует объема инвестиций, который отечественные предприятия часто не могут себе позволить. В таких условиях можно рассматривать другие возможные сценарии, например, передачу части производимой номенклатуры на аутсорсинг или объединение нескольких операций техпроцесса в более крупные единицы планирования и контроля. Еще одним обязательным действием является постановка процесса управления конфигурацией.

На основании проведенного анализа перспектив внедрения ERP в НПО «Сатурн» данный проект был заморожен, но инициированы другие проекты организационных изменений, в частности – реструктуризация системы управления производством, расширение аутсорсинга, концентрация на ключевых компетенциях.

Модель адаптивной ИС и способы поддержания адаптивности

Внедрение новых ИС, направленное на совершенствование операционных процессов, не должно препятствовать дальнейшему изменению этих процессов. Однако, на практике, с развитием системы повышается ее функциональность, сложность, ценность для бизнеса и снижается адаптивность. Поэтому очень важно иметь такие ИС, которые позволяют очень легко изменять процессы компании. В идеальном случае это должно происходить за счет переконфигурирования ИС, или, в крайнем случае, при помощи замены некоторых старых модулей на новые. Необходимо избегать ситуации, когда потребуется полная замена ИС из-за ее несовместимости с новыми принципами работы, поскольку это ведет к значительным затратам. Таким образом, надо обеспечивать такое развитие ИС, которое комбинирует непрерывное увеличение ее ценности для бизнеса с непрерывным увеличением адаптивности.

Характеристики любой системы можно разбить на структурные и операционные. Структурные свойства определяются архитектурой системы и используемыми технологиями, они закладываются на стадии проектирования, не зависят от внешних условий и их крайне сложно изменить. Примером таких свойств является число и объем цилиндров для автомобильного двигателя. Операционные характеристики (например, скорость автомобиля и расход топлива) зависят не только от внутренних параметров, но и от внешних условий, они могут быть изменены за короткое время. Для того чтобы выделить структурные параметры ИС необходимо исследовать процесс ее изменения. Согласно современным представлениям на базе социотехнической теории поведение ИС определяется сочетанием четырех взаимодействующих согласованных компонентов: задачи, акторы, технологии и структура. Поток внешних событий нарушает согласованность компонентов, система старается компенсировать эти нарушения инкрементальным изменением компонентов и их связей. Поскольку структурные свойства, определяющие адаптивные способности системы, закладываются на стадии проектирования, постоянный контроль не ухудшения адаптивных качеств должен быть частью поведенческого паттерна, определяющего реакцию на новые инициативы и запросы на изменения в области ИТ. С точки зрения сокращения затрат на изменения необходимо проектировать компоненты ИС и их связи так, что бы как можно большее количество

внешних событий компенсировалось инкрементальными изменениями. Варианты такого проектирования будут рассмотрены ниже.

К операционным параметрам адаптивной организации относятся: время и затраты на проведение изменений, объем изменений, устойчивость процесса проведения изменений. Исходя из сказанного, можно предложить модель адаптивной информационной системы, представленную на рисунке 6.

Рассмотрение принципов проектирования адаптивных систем необходимо начать с обсуждения возможности распространить методы гибкой (agile) разработки ПО на создание и развитие корпоративной ИС системы в целом, поскольку эти методы достигли уже значительной степени зрелости. Однако при этом возникает ряд ограничений, связанных с масштабом проектов. Фактически, команды разработчиков, следующие гибким методам, используют свою способность чрезвычайно быстро создавать программный код для выяснения и уточнения требований пользователей. Прототипы системы различного уровня зрелости регулярно демонстрируются заказчикам и уточняются в соответствии с их замечаниями. Отсюда вытекают особенности организации процесса разработки – небольшие команды, сосредоточенные в одном месте, интеграция заказчика в такую команду, отказ от утвержденных спецификаций до начала разработки и т.д. Все это позволяет разрабатывать относительно небольшие слабо интегрированные в корпоративную ИС приложения.

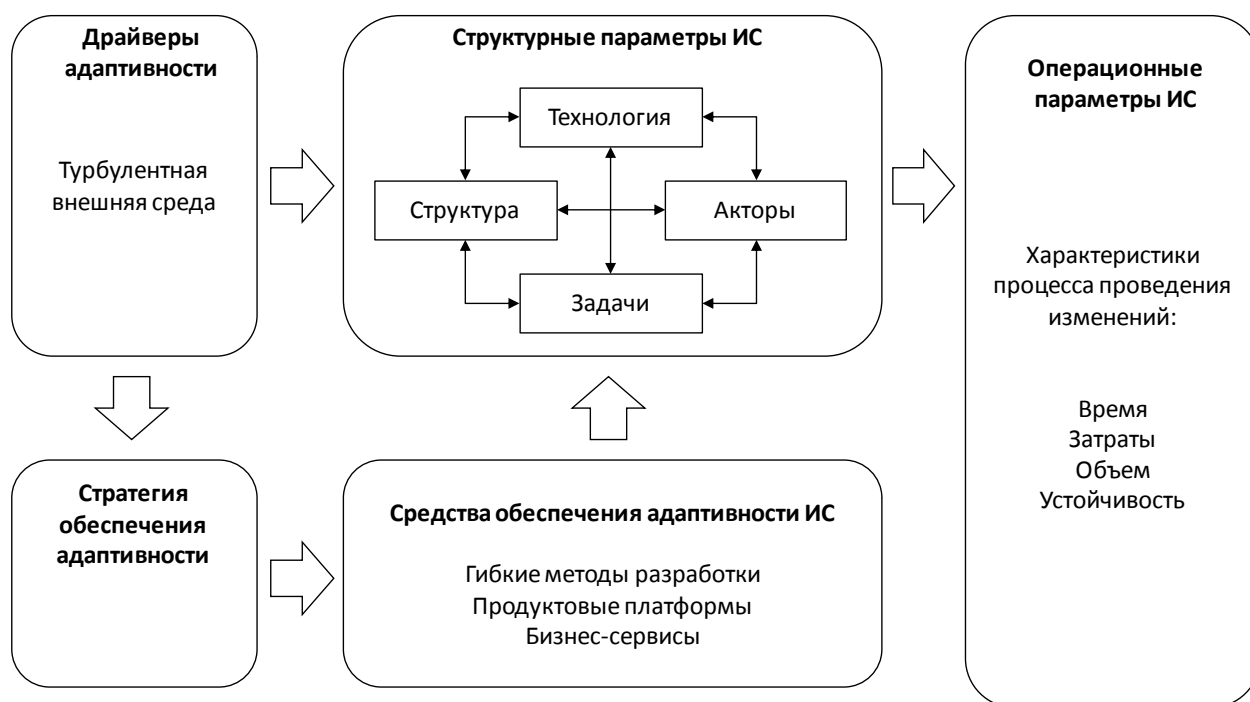


Рис. 6. Модель адаптивной информационной системы

При распространения гибких методов на корпоративную ИС в целом возникают вопросы координации отдельных распределенных команд, согласования релизов, предварительной разработки общей архитектуры системы и т.п. Решение всех этих вопросов в рамках исключительно модели гибкой разработки невозможно, появляется потребность в создании единого координирующего и планирующего органа. Вторым обязательным условием реализации гибких методов на корпоративном уровне является обеспечение независимости подсистем корпоративной ИС и, следовательно, относительной автономности команд разработчиков, отвечающих за реализацию различных бизнес-функций. В противном случае решения групп будут влиять друг на друга, что радикально усложнит их взаимодействие. Таким образом необходимо разрешить противоречие: с одной стороны, команды разработчиков должны быть

полностью независимы, с другой – их деятельность должна быть синхронизирована. Вариант организации ИТ службы, удовлетворяющие обоим этим условиям, будет рассмотрен ниже

Второй способ поддержания адаптивности ИС базируется на технологическом компоненте системы. Это концепция платформы, на базе которой создается семейство продуктов, причем и платформа, и продукты должны управляемо эволюционировать. Процессы разработки и поддержки платформы и приложений на ее базе должны быть разделены. Под платформой здесь понимается набор слабо связанных бизнес-объектов, средств интеграции и автоматизации бизнес-процессов, которые могут быть достаточно просто переконфигурированы в зависимости от текущих задач предприятия. Существующие индустриальные тренды (SOA, BPM и т.д.) позволяют создавать системы, которые могли бы в дальнейшем легко реконфигурироваться. На роль корпоративной платформы может претендовать также и ERP система. При этом, однако, надо оценивать степень простоты и быстроты внесения изменений в текущую конфигурацию. Большинство предлагаемых сейчас на рынке ERP систем имеют значительное количество перекрестных связей между модулями, внесение даже незначительных изменений связано с большими трудностями. Фактически эти системы жестко фиксируют существующую на момент их внедрения бизнес-практику, ее изменение сопряжено со значительными затратами, основная доля которых приходится на переконфигурирование самой ERP системы.

Самый простой путь к обеспечению адаптивности любой системы, это разделение ее на относительно слабо связанные модули, которые могут развиваться независимо. Поэтому проблема проектирования и управления модульными системами с адаптивным поведением является центральной в исследованиях по теории организации. Однако, при этом собственно вопросу оптимального выделения модулей уделяется мало внимания. Общего решения этой задачи для систем любого вида, видимо, не существует. Тем не менее, в некоторых областях человеческой деятельности достигнут определенный успех в формализации разделения системы на модули. В частности, в строительстве существует концепция скользящих слоев (shearing layers). Согласно этой концепции здание рассматривается как комбинация нескольких слоев, которые существуют в различных масштабах времени, и обмен энергией, веществом и информацией между ними сведен к минимуму. Поэтому развитие таких слоев происходит автономно, без взаимодействия друг с другом. В быстрых слоях осуществляется поиск новых возможностей, медленные обеспечивают непрерывность, они служат инфраструктурой. Здание может адаптироваться к изменяющимся условиям, если обеспечено свободное «скольжение» слоев друг относительно друга, т.е. изменение быстрых слоев не затормаживается влиянием более медленных, и быстрые слои не деформируют медленные. Именно это обеспечивает максимальную адаптивность.

Возможность применить аналогичную модель для описания адаптивных свойств информационной системы выглядит очень привлекательно, поскольку практика подсказывает, что элементы ИС также имеют различные жизненные циклы. Ключевая проблема при создании аналогичной модели для ИС – выделение слоев, изменяющихся в разном масштабе времени, и любой обмен между которыми минимален. Ответом на эту проблему является широкое распространение виртуализации. В основном, это отделение слоя программного обеспечения от технического. Это позволяет несколько упростить процессы развертывания и миграции приложений, но на упрощение изменения самих приложений никак не влияет. При разработке приложений также выделяются относительно независимые программные компоненты, имеющие собственный жизненный цикл (СУБД, сервера приложений, фреймворки и т.д.), однако эти вопросы решаются при проектировании архитектуры прикладных систем и не рассматриваются в контексте общего влияния на адаптивность корпоративной ИС.

В диссертации предложено разделение информационной системы на слои (таблица 2), которые могут эволюционировать независимо, сокращение связей между ними обеспечивает

высокую адаптивность системы. Таким образом, в корпоративной ИС выделяются слои, изменяющиеся с разной скоростью, причем эти слои могут объединять элементы, относящиеся к различным доменам традиционного рассмотрения архитектуры предприятия. Например, слой «Планировка» включает персональные устройства и средства навигации в приложениях, которые в архитектуре предприятия относятся к доменам «Техническая архитектура» и «Архитектура приложений» соответственно. Основная ценность предложенного подхода заключается в том, что он позволяет разделить требования, относящиеся к различным слоям подсистем. Соответственно, реализация этих требований также должна быть разделена, что в итоге обеспечит возможность независимого изменения слоев и, как результат, высокую степень адаптивности всей корпоративной ИС. Данные положения могут быть использованы при проектировании корпоративной технологической платформы.

Таблица 2

Скользящие слои информационной системы.

Слой	Компонент подсистемы ИС	Компоненты программной архитектуры	Уровень интеграции
Окружающая среда (site)	Организация	-	Согласование стратегических целей
Структура (structure)	Аппаратные и программные платформы	-	Физическая гетерогенность
Наружная поверхность (skin)	Интеграционные возможности, включая ПО промежуточного слоя	-	Интеграция приложений, совместное использование данных
Сервисы (services)	Корневые объекты, фреймворки, схемы данных	Паттерны	-
Планировка (space plan)	Персональные устройства, рабочие пространства, меню, гиперссылки, списки задач	Функциональные ограничения	Координация процессов
Оборудование (stuff)	Формы для манипулирования объектами, отчеты для консолидации и анализ данных.	Нефункциональные ограничения, бизнес-правила	Согласование операционных целей

Таблица 3

Характеристики процессов и сервисов.

	Процесс	Сервис
Результат	Выходные параметры процесса	Ценность для потребителя
Потребитель	Внутри или вне организации поставщика	Вне организации поставщика
Измерение	Не обязательно	Требуется
Стоимость	Не обязательно	Требуется
Учет	Внутренний, метрики поставщика	Внешний, метрики потребителя

Третий способ обеспечения адаптивности - это концентрация не на функциях ИС и поддержке бизнес-процессов, а на предоставлении сервисов. Сервис можно трактовать как бизнес-процесс с подписанным соглашением об уровне услуг, где указаны поставщик и потребитель, ключевые параметры оказания услуги, включая стоимость, время восстановления и т.д. Разница в подходах, ориентирующихся на процесс и на сервис, представлена в таблице

3. В этом случае ИС становится лишь одним из инструментов, обеспечивающих сервис. В данном случае речь идет о разделении при проектировании на независимые модули не только технического компонента ИС, но и ее социальной части – людей и организационных подразделений. В целом такой подход следует социотехнической теории, которая в качестве реакции на непредсказуемость внешней среды рекомендует не повышать внутреннюю сложность организации, а уменьшать внутренний контроль и координацию (так называемая стратегия простой организации и сложных задач). Следствием этого подхода является замена традиционной иерархии полуавтономными группами, которые полностью отвечают за все операции в рамках определенного сервиса. В соответствии со сказанным можно предложить модель оценки зрелости ИТ-сервисов (таблица 4) на основе их сопоставления с уровнями архитектуры.

Таблица 4

Уровни зрелости ИТ-сервисов.

Уровень зрелости	Описание уровня зрелости ИТ-сервиса	Потребители сервиса	Кто контролирует
0	Обеспечивается общее функционирование ИТ – инфраструктуры и информационных систем без формального соглашения об уровне сервиса	Явно не определены	Руководитель ИТ-подразделения
1	Предоставляются инфраструктурные сервисы (сервисы технической архитектуры - электронная почта, управление файлами и печатью и т.д.)	Сотрудники организации	Руководитель ИТ-подразделения
2	Предоставляются сервисы поддержки бизнес-приложений	Сотрудники организации	Владельцы приложений
3	Предоставляются сервисы поддержки бизнес-процессов для пользователей организации	Сотрудники организации	Владельцы процессов
4	Сервисы поддержки бизнес-процессов предоставляются не только внутри, но и вне организации, включаются партнеры, поставщики и клиенты	Сотрудники организации, ее партнеров, поставщиков, клиентов.	Владельцы процессов

Использование одного или нескольких из перечисленных способов поддержания адаптивности ИС (использование гибких методов разработки на корпоративном уровне, ориентация на технологическую платформу, использование сервисной модели) является стратегическим выбором и фактически определяет ИТ-стратегию как перспективу.

На основании таблицы 4 в корпоративной ИС могут быть выделены не только инфраструктурные сервисы, но и сервисы поддержки бизнес-приложений и бизнес-процессов, для каждого из них может быть определен достигнутый и требуемый уровни зрелости. Это позволяет сформировать план действий по повышению зрелости ИС, пример такого плана приведен на рисунке 7. Если выделенные сервисы независимы друг от друга, полученный план позволяет сформировать институциональную основу стратегического управления адаптивностью корпоративной ИС (рисунок 8). Создание такого плана должно находиться в ведении органа, ответственного за координацию и планирование развития ИС. Независимость сервисов позволяет поручить их развитие различным группам, использующим методологию гибкой разработки (agile методы), которые обеспечивают быстрое изменение сервисов в соответствии с меняющимися требованиями. Наличие единой технологической платформы обес-

печивает повторное использование объектов, созданных разными группами, а также их унифицированное представление в пользовательском интерфейсе прикладных систем, облегчает интеграцию данных различных приложений, процессов и бизнес-областей.

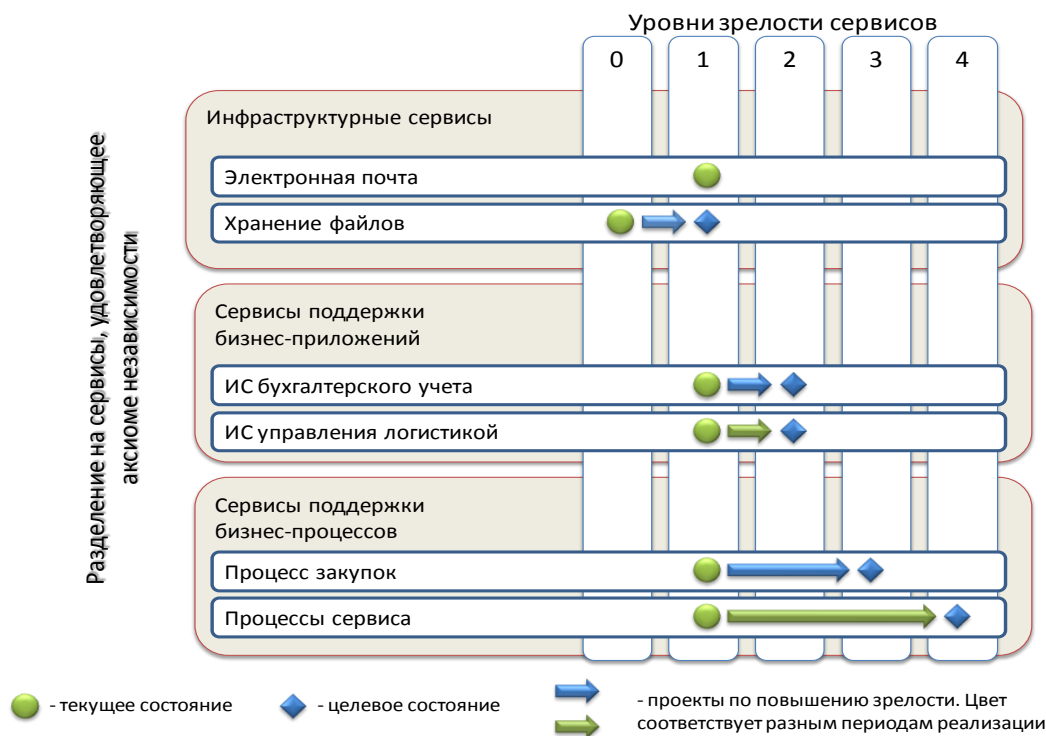


Рис. 7. Пример плана повышения зрелости ИТ-сервисов

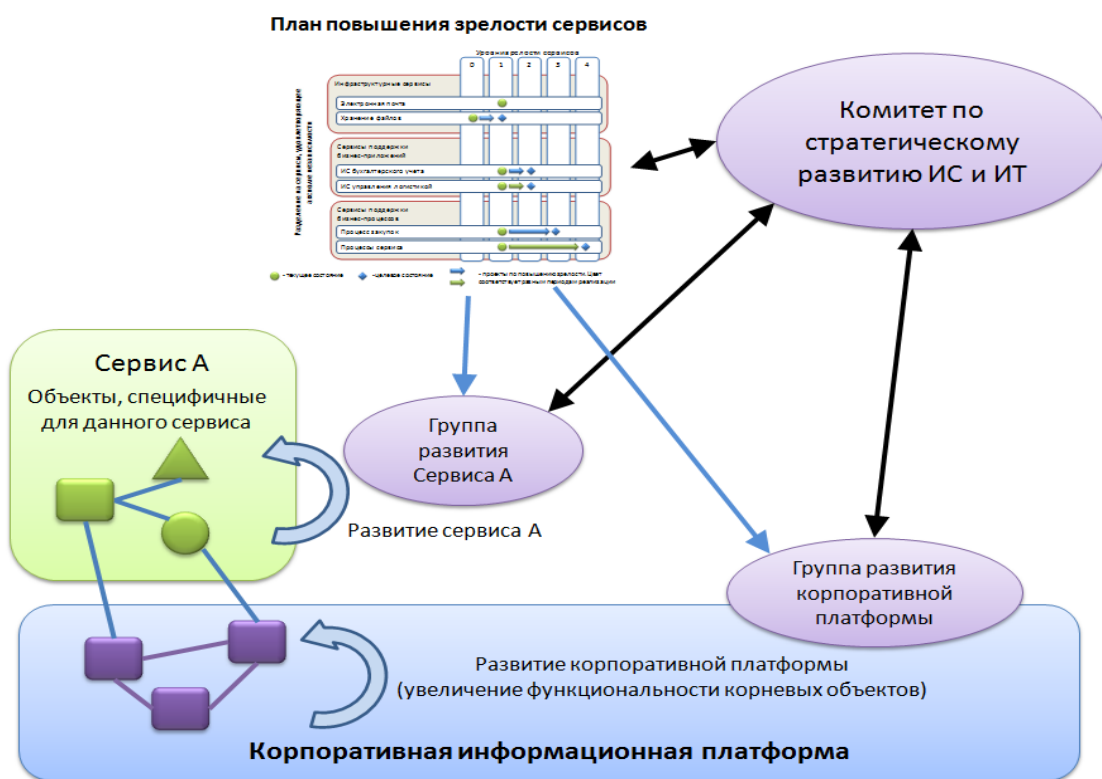


Рис. 8. Стратегия поддержания адаптивности корпоративной ИС

Отметим, однако, что модель, представленную на рис. 8, сложно полностью реализовать на практике, особенно в крупных организациях. Это связано с тем, что сегодня на рынке

отсутствуют программные продукты, которые могут претендовать на роль технологической информационной платформы, обеспечивающей простое создание сервисов, поддерживающих все виды деятельности многопрофильной корпорации. Поэтому, в ближайшей перспективе предложенная модель поддержания адаптивности, скорее всего, будет реализовываться в подразделениях, отвечающих за тот или иной относительно обособленный функциональный сегмент бизнеса.

Данная организационная модель управления ИТ реализована в ОАО «НПО «Сатурн», где выделены центры компетенции, ответственные за разработку бизнес-приложений и предоставление бизнес-сервисов, а также подразделения, отвечающие за поддержку инфраструктурных сервисов.

Метод измерения эффективности реализации ИТ-инициатив

Обычно основной мотивацией к внедрению ИС, поддерживающей операционные процессы, является сокращение затрат на их выполнение. С точки зрения новой институциональной теории взаимодействие агентов внутри фирмы эффективнее, чем взаимодействие на рынке, так как фирмы стремятся снизить неопределенность и, соответственно, транзакционные издержки. Поскольку корпоративная ИС является инструментом обеспечения такого внутрифирменного (а в современных условиях и межфирменного) взаимодействия, можно считать, что цель ее создания и развития - снижение неопределенности, которое, в свою очередь, ведет к снижению операционных затрат.

Ограничимся рассмотрением класса ИС, предназначенных для поддержки выполнения бизнес-процессов, поскольку регулярные и предсказуемые действия, сформированные на основе предыдущего опыта организации (паттерны или рутины), реализуются именно в виде бизнес-процессов. Такой подход позволяет в качестве оценки рассматриваемых ИС использовать эффективность бизнес-процессов.

Воспользуемся следующим определением: система (в данном случае организация) называется сложной, если в ней не хватает информационных ресурсов для эффективного описания ее текущего и прогнозирования будущего состояний. Это означает, что законы функционирования организации и управления ею неизвестны. Неопределенность состояния системы характеризуется информационной энтропией. Пусть система реагирует на некоторое воздействие событием x с n возможными состояниями, а $p(i)$ – вероятность исхода x_i , $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда информационная энтропия будет равна:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(i) \ln p(i)$$

Свойства энтропии:

- Неотрицательность $H(x) \geq 0$
- Ограниченность $H(x) \leq \ln n$
- Если x, y независимы, то $H(xy) = H(x) + H(y)$
- Если x, y зависимы, то $H(xy) = H(x) + H(y|x) = H(y) + H(x|y)$

Первое и второе из перечисленных свойств позволяют построить метод измерения эффективности ИС на основе энтропии случайной величины μ , равной значению характерного параметра, поддерживаемого данной системой процесса. Если за период времени t выполнено N процессов с n возможными исходами, каждому из которых соответствует определенное значение μ_i , предлагаемая характеристика будет иметь вид:

$$H(t) = - \frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p(\mu_i) \ln p(\mu_i) \quad (1)$$

Здесь $p(\mu_i)$ - доля процессов с исходом μ_i в общем числе процессов, выполненных за указанный период времени. Известно, что максимальным значением энтропии $H(x) = \ln n$ обладает равномерно распределенная случайная величина, а минимальным $H(x) = 0$ величина, которая всегда принимает одно и то же значение. Соответственно, состоянию наименьшей информированности о бизнес-процессе, когда все его возможные результаты равновероятны, соответствует значение $H(t) = 1$, состоянию полной определенности, когда возможен только один результат, - значение $H(t) = 0$. Тем самым, фиксируя изменение значения $H(t)$ до, во время и после внедрения ИС можно судить о степени ее эффективности.

Третье и четвертое свойство энтропии позволяют обобщить предложенный метод на случай, когда ИС поддерживает одновременно несколько независимых или зависимых бизнес-процессов.

В качестве примера использования предложенного метода рассмотрим измерение эффективности бизнес-процесса (и соответствующей ИС) оплаты поставщикам, реализованного на НПО «Сатурн». Данный бизнес-процесс является одним из группы асинхронных процессов планирования и осуществления финансовых операций. При создании заявки на оплату заинтересованная служба указывает желаемую дату платежа δ , поэтому в качестве характерного параметра процесса логично выбрать отклонение от этой даты $\mu = \varepsilon - \delta$, измеряемое в днях, где ε - фактическая дата выполнения платежа. Величина $H(t)$ по данному параметру μ вычислялась ежемесячно. Полученные результаты представлены кривой 1 на рисунке 9, где T - момент запуска системы, $T + i, i = 0, \dots, 19$ - период (месяц) с момента запуска системы. Как следует из графика, степень непредсказуемости процесса в результате внедрения информационной системы за 8 месяцев снизилась в 1,5 раза. После этого значение $H(t)$ совершает колебания с периодом равным кварталу. Дальнейший анализ показал, что минимальное значение всегда достигается во второй месяц квартала. Это связано с отсутствием в данном месяце регулярных платежей (налоги и т.п.), нарушение сроков выполнения которых приводит к обязательным штрафам.

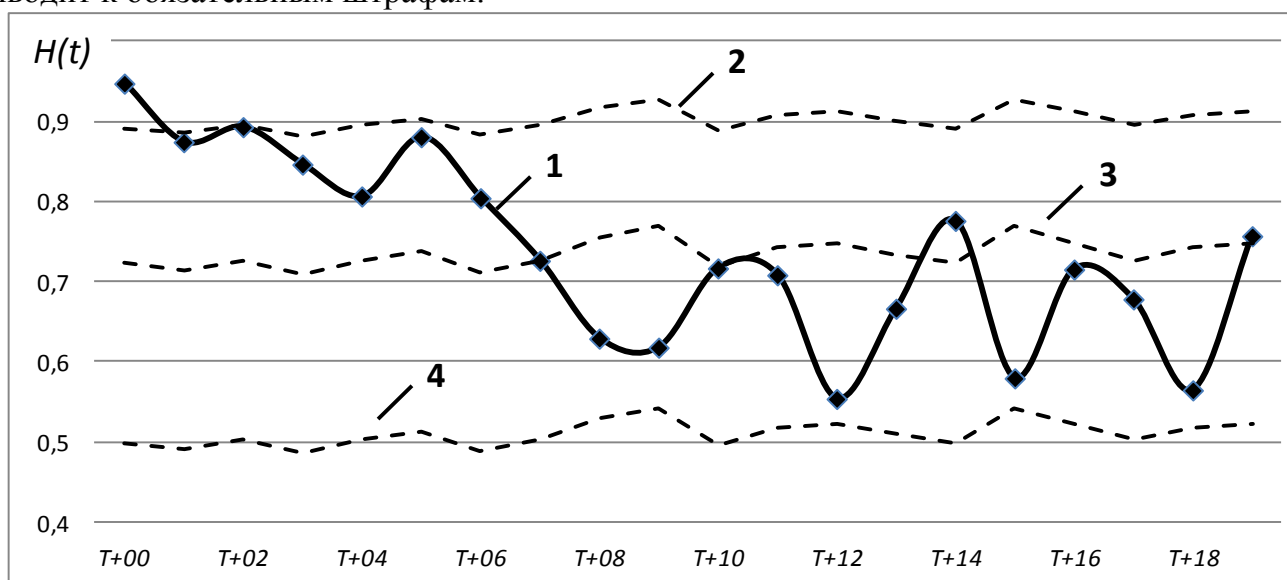


Рис. 9. Эффективность процесса оплаты

Очень часто на практике возникает задача организовать выполнение бизнес-процессов таким образом, что бы определенная их доля заканчивалась с одинаковым результатом. В диссертации определены значения $H(t)$, соответствующие заданной доле процессов m , выполняемых с одним и тем же результатом. Для этого использован подход, известным как «формализм Джейнса»: если нам ничего не известно о величине x , кроме того, что она лежит

в некотором ограниченном диапазоне, то разумнее всего принять, что вероятности $p(x_i)$ распределены таким образом, что они обеспечивают максимум энтропии $H(x)$, которая может рассматриваться как мера нашего незнания. Итоговые выражения записываются в виде:

$$H(t) = h(t) + (1 - m) \frac{\ln(n-1)}{\ln n} \quad (2)$$

$$h(t) = -\frac{1}{\ln n} [m \ln m + (1 - m) \ln (1 - m)] \quad (3)$$

Полученные результаты позволяют на основании значения $H(t)$ определить долю бизнес-процессов, заканчивающихся с одинаковым результатом. Для этого достаточно по формуле (2) вычислить $H(t)$ при различных значениях m и сопоставить их со значениями $H(t)$, вычисленными по формуле (1). В качестве примера на рисунке 9 представлены кривые 2, 3, 4, соответствующие значениям $m = 0,3$; $m = 0,5$ и $m = 0,7$. Из представленных результатов следует, что на момент внедрения ИС менее 30% процессов завершались с одним и тем же результатом. После внедрения системы количество этих процессов увеличилось до 70% во второй месяц квартала и 50% в первый и третий месяц квартала.

Полученные результаты позволяют ввести количественную меру адаптивности ИС. Для оценки устойчивости процесса изменения воспользуемся следующими соображениями. На этапе эволюционного развития ИС деятельность ИТ-департамента по обеспечению ее адаптивности включает два процесса – разработку инкрементальных изменений и действия по поддержке системы. Оценить эффективность этих процессов можно с помощью метрики (1).

Будем считать, что обнаружение потребности в изменении системы включает не только формирование заявки на изменение, но и согласование сроков ее выполнения. В случае запроса на поддержку эти сроки обычно регламентируются соглашением об уровне сервиса, в случае разработки новой функциональности – устанавливаются путем переговоров в зависимости от объема изменения, его важности, доступного бюджета и т.д. И в том и в другом случае назначенный срок является результатом соглашения между ИТ-департаментом и пользователями. Таким образом, в качестве измеряемого параметра μ_i процессов разработки и поддержки целесообразно определить отклонение фактического срока исполнения заявки от согласованного. Это дает возможность оценивать эффективность внесения изменений в ИС в целом.

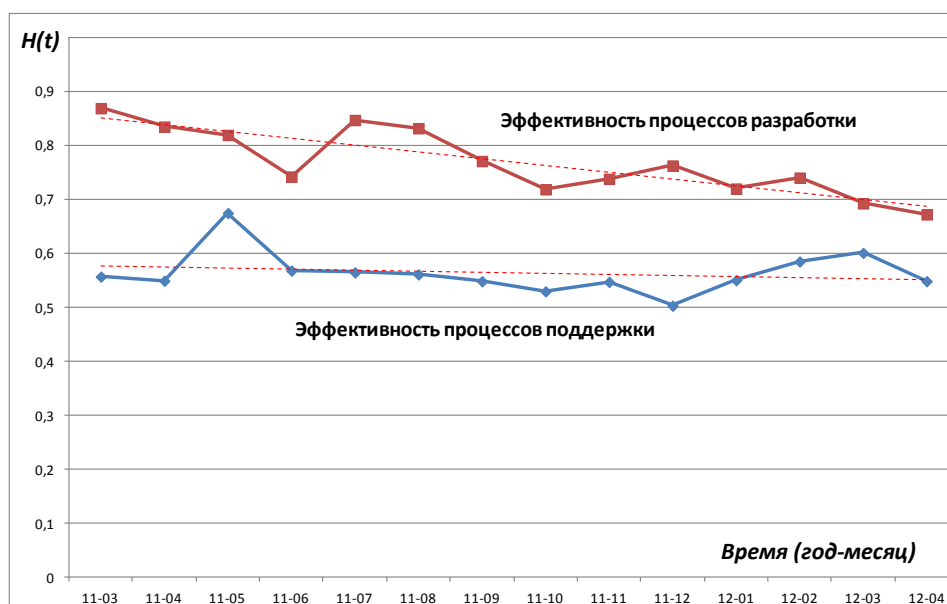


Рис. 10. Эффективность процессов разработки и поддержки корпоративной ИС.

Пример изменения эффективности процессов разработки и поддержки, реализуемых в дирекции по информационным технологиям ОАО «НПО «Сатурн», приведен на рисунке 10. Из рассмотрения данного графика можно сделать следующие выводы. В целом наблюдается положительная динамика по повышению качества, как разработки, так и поддержки, но процессы инкрементального создания новой функциональности выполняются несколько хуже.

Метод формирования стратегической перспективы касательно использования ИТ

В главе 4 рассмотрены вопросы формирования ИТ-стратегии как перспективы, т.е. разделяемой всеми членами организации точки зрения на роль ИТ в компании, направления развития, их приоритеты и существующие ограничения. Информационные технологии могут быть инструментом не только операционных, но и продуктовых, стратегических и управленческих инноваций. Поскольку инновации этих типов охватывают всю корпорацию в целом, чаще оформляются как общая точка зрения на будущее, и в меньшей степени как конкретные план действий, их можно положить в основу формирования перспективы, определяющей подход к ИТ-стратегии «сверху-вниз» и дополняющей подход на основе паттернов поведения, ориентированный на инициативу снизу.

Исследование влияния инноваций на направления развития корпоративных ИТ

В диссертации выделены следующие основные тенденции в организации процесса разработки новой продукции: открытые инновации (обмен идеями с внешней средой), параллельный инжиниринг в сети партнеров-созрабатчиков и разработка продуктовых семейств на базе платформ. Кроме того, при формировании требований к ИС необходимо учесть общие соображения, касающиеся современных условий ведения бизнеса - непредсказуемость внешней среды и, как следствие, требование адаптивности информационной системы. Создание инновационных альянсов, в свою очередь, предъявляет требования к способности управленческих и информационных систем компании интегрироваться с аналогичными системами партнеров. При этом предсказать состав альянса и, соответственно, обеспечить согласование всех технологий заранее невозможно. В качестве примера можно привести участие ОАО «НПО «Сатурн» в кооперации по созданию различных авиационных газотурбинных двигателей: SaM146 (НПО «Сатурн» и французская компания Snecma), ПД-14 (ОАО «Авиадвигатель», НПО «Сатурн» и др.), АЛ-55 (НПО «Сатурн» и индийская компания HAL) и т.д. Во всех перечисленных случаях созработчики используют разные системы САПР, процедуры управления требованиями, проектами, изменениями и т.д.

Особый интерес представляет вопрос влияния информационных технологий на развитие ключевых компетенций. Ключевые компетенции должны обеспечивать потенциальный доступ к различным рынкам, определять отличительные достоинства конечного продукта и быть практически не воспроизводимы конкурентами, поскольку они представляют собой сложное взаимодействие отдельных индивидуальных технологий и навыков. Фактически ключевые компетенции определяют способность предприятия к продуктовым инновациям, которые обеспечивают более серьезное и долговременное преимущество, чем операционные улучшения. Из определения ключевых компетенций также следует, что они зависят от рынка, на котором работает компания, поэтому их рассмотрение должно учитывать специфику производимых продуктов и услуг. Поэтому здесь рассматриваются перспективы использования ИТ для повышения ключевых компетенций в производстве газотурбинных двигателей (ГТД).

При создании ГТД ключевыми компетенциями являются проектирование и изготовление газогенератора (контур высокого давления, включающего компрессор высокого давле-

ния, камеру сгорания и турбину высокого давления), вентилятора и способность к интеграции изделия целиком (таблицы 5 и 6). Наличие данных компетенций определяется способностями разрабатывать и производить высоконагруженные лопаточные машины, охлаждаемые лопатки турбины, эффективные камеры сгорания с малым уровнем эмиссии вредных веществ и возможностями по интеграции изделия, включая управление сетью соработчиков.

В таблицах 5 и 6 представлены критические знания и технологии, владение которыми обеспечивает необходимый уровень компетенции. Условием овладения критическими технологиями является проведение прикладных и фундаментальных исследований в различных областях, которые перечислены в колонке «Средства достижения цели».

Таблица 5

Ключевые компетенции в проектировании ГТД

Компетенции	Критические знания	Средства достижения цели
Вентилятор	Акустика Аэроупругость	Механика сплошных сред Экспериментальные исследования физических процессов Численные методы Суперкомпьютерные вычисления
Компрессор высокого давления (КВД)	Аэродинамика	
Камера сгорания	Горение Многофазные течения	
Турбина высокого давления (ТВД)	Сопряженный теплообмен	

Таблица 6

Ключевые компетенции в производстве ГТД

Компетенции	Критические технологии	Средства достижения цели
Полая лопатка вентилятора	Новые материалы	Металлургия и металловедение Химия Экспериментальные исследования физических процессов Численные методы Суперкомпьютерные вычисления
Рабочие и направляющие лопатки КВД	Сварка трением	
Жаровая труба камеры сгорания	Сверхпластичное формование	
Рабочая лопатка ТВД	Электрохимическая обработка Направленное и монокристаллическое литье Газостатирование Теплозащитные покрытия Перфорация	

Из анализа этих таблиц следует, что информационные технологии, которые в данном случае могут оказать максимальное влияние на ключевые компетенции – это использование суперкомпьютерных вычислений, которые, во-первых, должны обеспечить нахождение оптимального варианта конструкции в процессе численного эксперимента, во-вторых, позволяют избежать длительной доводки конструкции на натуральных образцах. Поэтому, виртуальная инженерия, которая включает исследование и оптимизацию геометрических и физических свойств продукта, в вычислительной среде, является наиболее передовой современной тенденцией. Использование вычислительного эксперимента в виртуальной среде - обязательный компонент ключевой компетенции компании, работающей на рынке высокотехнологичной машиностроительной продукции, такой как газотурбинные двигатели.

В диссертации проведен анализ современного состояния и перспектив использования суперкомпьютерных вычислений при проектировании ГТД. Полученные оценки потребных

вычислительных мощностей приведены в таблице 7. При этом все задачи рассматриваются в стационарной ($t = const$) и нестационарной ($t \neq const$) постановке, t - время. Отметим также, что в каждом случае рассматривается расчет только одного сектора проточной части двигателя.

Таблица 7

Вычислительные мощности, необходимые при проектировании ГТД.

Задача	Размерность (млн. ячеек)		Необходимая память (Гб)		Количество процессорных ядер	
	стац	нестац	стац	нестац	стац	нестац
Аэродинамика неохлаждаемой ступени турбомашины (сектор 10-12°)	5	9	7	13	35	63
Аэродинамика охлаждаемой ступени турбомашины (сектор 10-12°)	30	54	42	75	210	380
Сопряженный тепломассообмен охлаждаемой решетки турбомашины (одна лопатка, сектор 10-12°)	50	90	70	125	350	630
Аэродинамика и горение в камере сгорания (одна форсунка, сектор 20°)	75	135	105	190	525	950

Важнейшей компетенцией при проектировании также является многокритериальная оптимизация, которая позволяет расчетным путем найти наиболее эффективное сочетание параметров изделия прежде, чем начинать изготовление опытных экземпляров. Задача многокритериальной оптимизации может быть записана в виде:

$$\begin{array}{ll} \text{Минимизировать} & \mathbf{f}(\mathbf{x}) \\ \text{при условии} & \mathbf{g}(\mathbf{x}) \geq 0, \mathbf{h}(\mathbf{x}) = 0 \end{array} \quad (4)$$

где $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_m)$ - вектор решений (независимых переменных), $\mathbf{f}(\mathbf{x})^T = [f_1(\mathbf{x}), \dots, f_n(\mathbf{x})]$ - цели, $\mathbf{g}(\mathbf{x})^T = [g_1(\mathbf{x}), \dots, g_p(\mathbf{x})]$ - ограничения в виде неравенств, $\mathbf{h}(\mathbf{x})^T = [h_1(\mathbf{x}), \dots, h_q(\mathbf{x})]$ - ограничения в виде равенств.

На сегодняшний день известен ряд методов многокритериальной оптимизации, однако все они предполагают многократное вычислений функций $\mathbf{f}(\mathbf{x})$, $\mathbf{g}(\mathbf{x})$ и $\mathbf{h}(\mathbf{x})$. Для сокращения затрат времени, необходимо предложить способ нахождения оптимального набора решений за минимальное количество вычислений точных моделей исследуемых зависимостей. При этом используются подходы, опирающиеся на использование вместо зависимостей (4) их приближенных моделей. Для решения этой задачи в диссертации разработан метод многокритериальной оптимизации на основе приближенных моделей исследуемого объекта, описание которого приведено в *Приложении 1*. Использование этого метода позволяет снизить потребное количество вычислений функций $\mathbf{f}(\mathbf{x})$, $\mathbf{g}(\mathbf{x})$ и $\mathbf{h}(\mathbf{x})$ на 2 порядка.

Кроме того, следует отметить, что в настоящее время все большее внимание уделяется задаче исследования устойчивости найденного оптимального решения. В реальном мире независимые переменные \mathbf{x} могут иметь стохастические отклонения от величин, для которых найдены оптимальные значения $\mathbf{f}(\mathbf{x})$. Это может быть, например, следствием отклонений в производственном процессе, что в свою очередь приводит к изменению геометрических параметров или химического состава деталей изделия. Поэтому очень важно оценить степень влияния случайных изменений \mathbf{x} с учетом их вероятностных характеристик на итоговое значение $\mathbf{f}(\mathbf{x})$, в частности, для этого может быть использован метод Монте-Карло. Соответст-

венно все расчеты должны быть выполнены $\prod_{i=1}^m n_i$ раз, где \mathbf{n} - вектор, содержащий количества вариаций компонентов вектора \mathbf{x} .

Метод интегральной оценки эффективности стратегического управления ИТ

В главе 3 была предложена методика оценки эффекта от реализации конкретной ИТ-инициативы, касающейся внедрения ИС. Для того, чтобы сформировать полный комплекс оценок эффективности стратегического управления ИТ рассмотренные методы необходимо дополнить механизмами интегральной оценка эффекта от инвестиций в ИТ.

Разделим все затраты на ИТ на инвестиции в накопленный компьютерный капитал (т.е. результат всех капитальных инвестиций в ИТ, включая программные продукты, коммуникационное и вычислительное оборудование) и затраты на труд ИТ - специалистов (включают не только оплату труда штатных специалистов компании, но и приобретение услуг во внешних организациях). При этом, как отмечалось выше, экономический эффект от ИТ формируется за счет сокращения транзакционных расходов корпорации. Все эти расходы связаны с видами деятельности, основным содержанием которых является получение, обработка и распространение информации. В зарубежной литературе существует специальный термин для обозначения работников, использующих в своей деятельности ИТ – «информационные сотрудники», фактически это пользователи корпоративной информационной системы.

Таким образом, для оценки общего эффекта от развития корпоративной информационной системы целесообразно рассматривать динамику затрат на ИТ-персонал и накопленного ИТ-капитала, приходящихся на одного пользователя корпоративной ИС. При этом вопрос оценки эффективности (производительности) собственно информационных сотрудников остается за рамками рассмотрения. Предлагаемый подход позволяет оценить лишь затраты на ИТ-поддержку информационных сотрудников в условиях, когда их эффективность относительно постоянна, нет, например, значительных разовых инвестиций в повышение производительности их труда за счет ИТ. Таким образом, предлагаемый подход может применяться только на фазе инкрементального развития корпоративных информационных систем, в общем случае при эффективном управлении ИТ затраты на одного информационного сотрудника при этом должны снижаться.

Воспользуемся следующими относительными показателями:

$$l_i = \frac{L_i^{IT}}{L_0^{IT}} \frac{1}{1 + \alpha_i/100} (\%), \quad c_i = \frac{C_i^{IT}}{C_0^{IT}} \frac{1}{1 + \alpha_i/100} (\%), \quad (5)$$

где L_i^{IT} - затраты на ИТ персонал и услуги внешних организаций в i -том году, L_0^{IT} - те же затраты в первом году рассматриваемого периода, C_i^{IT} - накопленный ИТ капитал в i -том году, C_0^{IT} - накопленный ИТ капитал на начало рассматриваемого периода. Поскольку российская экономика характеризуется достаточно большим уровнем инфляции, введен коэффициент увеличения цен к началу периода α_i . Накопленный ИТ капитал рассчитывается с учетом срока амортизации и выбытия активов, приобретенных в предшествующие рассматриваемому году:

$$C_i^{IT} = \sum_{k=0}^{n-1} \left(1 - \frac{1}{n} k \right) I_{i-k}^{IT} . \quad (6)$$

Здесь n – срок использования компьютерного и коммуникационного оборудования и списания нематериальных активов на себестоимость (лет), I_{i-k}^{IT} - инвестиции в компьютерный капитал в $i - k$ -ом году.

Практическая реализация предложенной методологии в ОАО «НПО «Сатурн»

В главе 5 рассматриваются практические результаты использования предложенной методологии. Результаты сделанного выше анализа современных тенденций к разработке новой продукции были использованы в ОАО «НПО «Сатурн» при формировании стратегической перспективы развития компании и соответствующей разделяемой точки зрения на роль ИТ в этом развитии. На рисунке 11 показаны основные элементы бизнес-стратегии ОАО «НПО «Сатурн» и соответствующие проекты по внедрению различных ИС, реализованные в 2000-2010 гг.

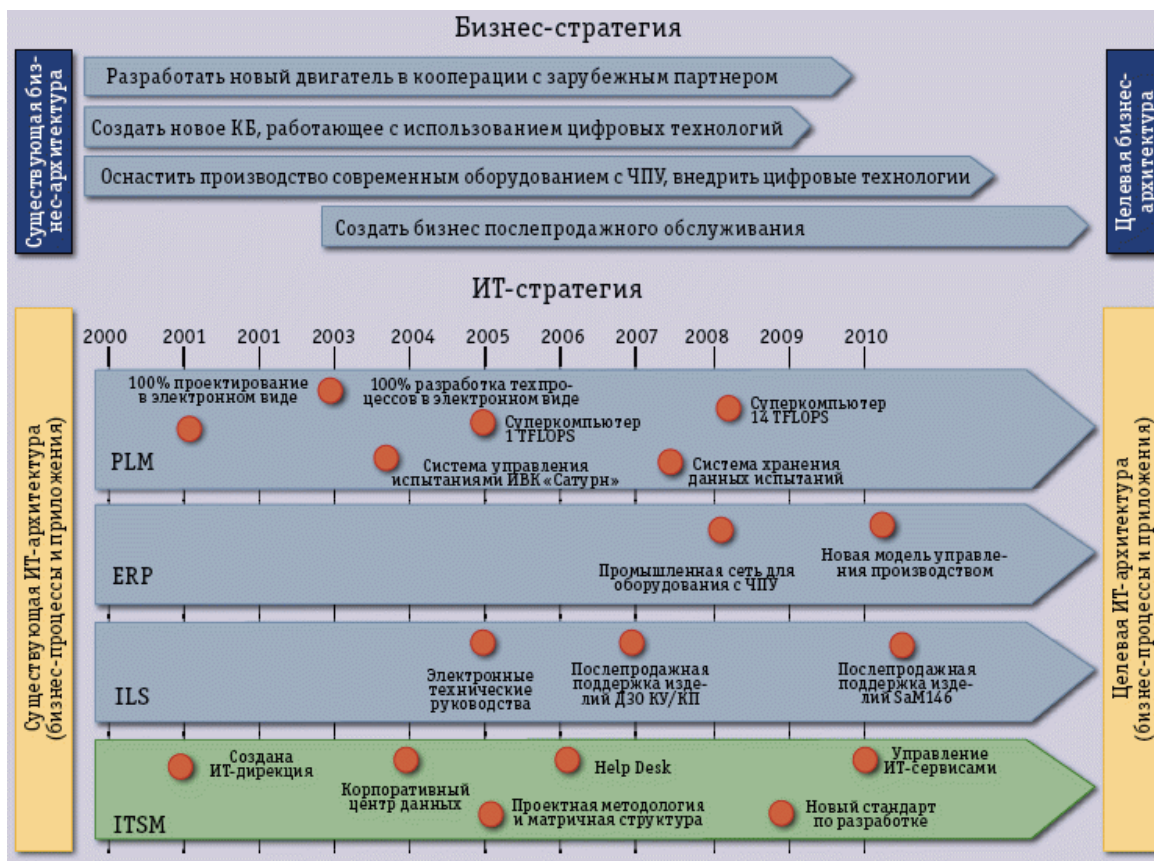


Рис. 11. Сопоставление бизнес- и ИТ-стратегий ОАО «НПО «Сатурн»

Бизнес-стратегия НПО «Сатурн», которую можно трактовать как перспективу по классификации Г. Минцберга, в начале 2000-х годов сводилась к следующему: стать крупнейшим разработчиком газотурбинных двигателей в России, выйти на зарубежный рынок, освоить новые виды бизнеса (послепродажное обслуживание). При этом необходимо было сократить сроки разработки новых продуктов и затраты на ее осуществление до уровня ведущих зарубежных компаний. Для этого надо было вступить в альянс с одной из ведущих западных компаний, чтобы получить доступ к современным практикам ведения бизнеса, а также максимально использовать возможности ИТ. Ключевым проектом по разработке нового продукта стала программа по созданию двигателя SaM146 для российского регионального самолета Сухой СуперДжет-100, выполненная совместно с компанией Snecma (Франция).

На основании данной бизнес-стратегии была сформирована перспектива (разделяемая точка зрения) на использование ИТ в компании. Основными направлениями развития ИТ-сервисов были признаны:

- PLM (Product Lifecycle Management, управление жизненным циклом продукта) - системы поддержки процессов разработки новой продукции,

- ERP (Enterprise Resource Planning, планирование корпоративных ресурсов) - системы управления производством и цепочками поставок,
- ILS (Integrated Logistic Support, интегрированная логистическая поддержка) - системы послепродажной поддержки и интегрированной логистики
- ITSM (IT Service Management, управление ИТ-сервисами) - управление ИТ-сервисами, как обеспечивающая функция.

Основным приоритетом при этом являлись системы поддержки проектирования. Далее перспективы использования ИТ были трансформированы в конкретные задачи.

Из приведенного выше материала следует, что одной из проблем построения эффективной компании, ориентирующейся на разработку высокотехнологичных продуктов, является создание виртуальной среды проектирования, которая должна служить инструментом интеграции и взаимодействия междисциплинарных рабочих групп, создаваемых не только внутри предприятия, но и за его пределами. Отметим, что предлагаемый здесь термин «виртуальная среда проектирования» (далее - ВСП) является более широким понятием, чем традиционно используемый в отечественной литературе термин САПР (система автоматизированного проектирования), которым определяются все информационные системы, имеющие отношение к разработке новой продукции. Можно сказать, что виртуальная среда проектирования является средством интеграции неоднородных САПР различных предприятий, участвующих в разработке нового продукта. При этом к ней также, как и к САПР, предъявляется требование сокращения затрат на разработку за счет исследования и оптимизации геометрических и физических свойств продукта в вычислительной среде, упрощения коммуникаций между междисциплинарными рабочими группами. Таким образом, основными характеристиками ВСП должны быть:

- Открытость – информационная система должна обеспечивать простую интеграцию процессов и данных с системами партнеров по разработке.
- Адаптивность – система должна обеспечивать простую перенастройку для поддержки новых процессов и данных.
- Поддержка разработки семейства продуктов на базе параметризованной платформы, использование средств инженерного анализа и многокритериальной оптимизации.
- Обеспечение сокращения затрат времени и ресурсов на разработку за счет перехода на параллельное проектирование, замены натуральных испытаний вычислительным экспериментом, увеличение объема собираемых данных в том случае, когда испытаний избежать нельзя, обеспечение унифицированного безопасного доступа ко всем данным проекта.

Отметим, что такой подход, продиктованный современными требованиями рынка, сдвигает акцент с автоматизации процесса проектирования на обеспечение его открытости и адаптивности.

Информационная система, отвечающая заданным требованиям, была создана в ОАО «НПО «Сатурн» в 2000-2010 гг. с использованием предложенных в данной диссертации методов и моделей под руководством и при активном участии автора. Она включает компоненты, обеспечивающие выполнение следующих задач:

- цифровое проектирование на основе 3-мерной мастер - модели, параллельная разработка конструкции деталей и методов их изготовления;
- аэродинамические, акустические, тепловые и прочностные инженерные расчеты на базе суперкомпьютеров, многокритериальная оптимизация;
- сбор максимального количества данных при испытаниях, их обработка, визуализация и стыковка с расчетными данными.

Создание системы шло последовательно, «снизу – вверх» в соответствии с моделью, представленной на рисунке 4. На первом этапе были реализованы системы, направленные на

снижение трансформационных затрат T_w (сети, ПК, локальные системы CAD/CAM/CAE). На втором – обеспечена групповая работа в подразделениях, ответственных за разработку продуктов и процессов их изготовления (интеграция CAD/CAM/CAE на базе мастер–моделей под управлением PDM-системы), что привело к сокращению затрат T_m . На третьем этапе – интегрированы все данные, связанные с разработкой продукта (модели, фактические данные производства, данные испытаний), что позволило сократить T_a^{int} . Общая архитектура созданной системы представлена на рисунке 12.

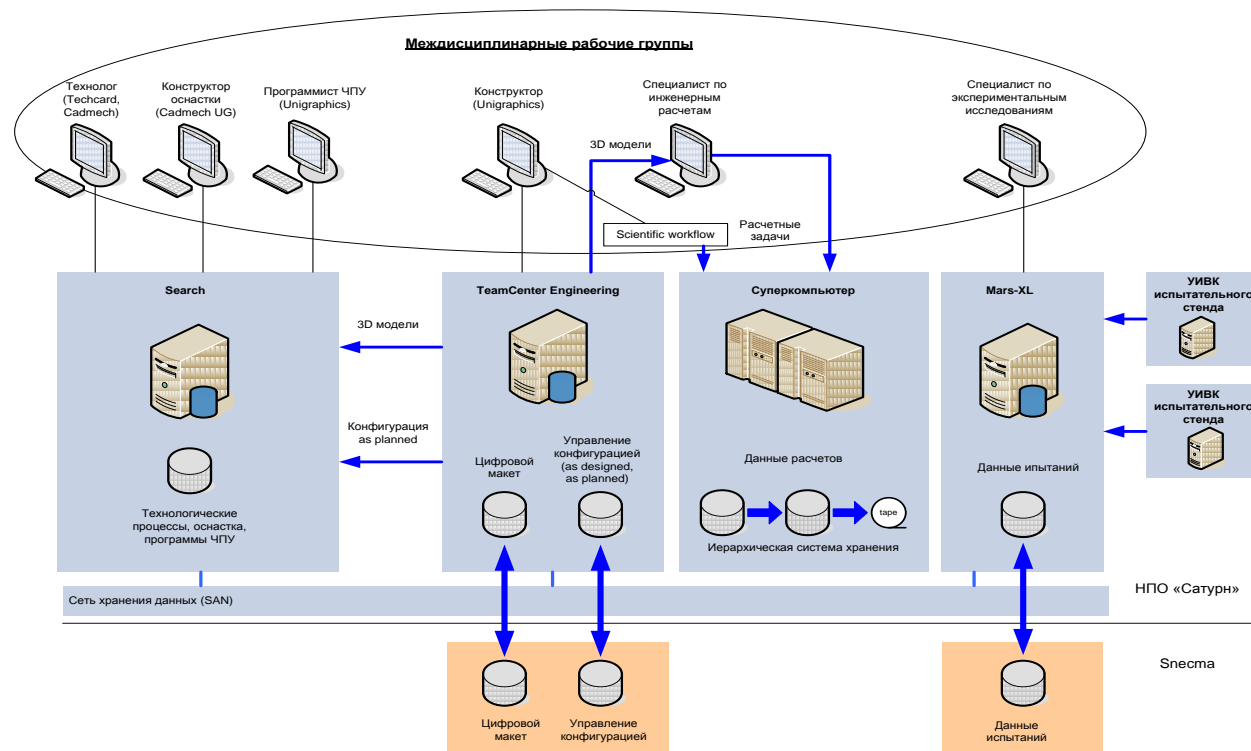


Рис. 12. Виртуальная среда проектирования ОАО «НПО «Сатурн»

Особо необходимо отметить, что на основе сделанной выше оценки влияния ИТ на ключевые компетенции, значительные инвестиции были направлены на создание суперкомпьютерных систем для инженерных расчетов. При этом, помимо собственно приобретения высокопроизводительных вычислительных систем, была разработана многопользовательская среда инженерных расчетов, автоматизирующая выполнение типовых расчетных задач и интегрированная с системой САПР, а также подготовлено более 80 высококвалифицированных специалистов в различных областях инженерного анализа (аэродинамика, прочность, динамические задачи, горение, сопряженные задачи).

Одним из важнейших вопросов при разработке системы был выбор сценария сокращения транзакционных затрат на взаимодействие с внешними контрагентами T_a^{ext} . Современная модель открытых инноваций предполагает создание альянсов различных организаций для разработки и продвижения новых продуктов. Для того чтобы предприятие было готово к вступлению в подобные инновационные альянсы, необходимо обеспечить простую возможность интеграции его информационной системы с системами соразработчиков.

Рассмотрим организационную систему, состоящую из нескольких центров и одного агента. Центры представляют собой головных разработчиков, которые выдают заказы на выполнение субподрядов по разработке агенту. Все работы выполняются с использованием информационных систем. Будем считать, что тип работ, выполняемых агентом, одинаков для

всех центров, при этом центры не используют одинаковые системы. В этом случае возникает задача выбора оптимальной стратегии развития ИС для агента. Возможны следующие варианты:

- Внедрение множества Θ различных ИС, соответствующих информационным системам центров. В этом случае, при появлении заказчика с системой $\theta_i \notin \Theta$, агент обязан внедрить систему θ_i .
- Использование единственной внутренней ИС и создание интерфейсов со всеми системами центров.
- Комбинация двух вышеперечисленных стратегий.

На основании анализа функций полезности центров и агента получено условие, при котором агенту выгодно внедрять множество ИС, соответствующих множеству ИС центров:

$$\frac{\sigma_0}{S} > \frac{1}{\alpha/(N-1)-1},$$

где σ_0 – затраты на создание интерфейса, S – затраты на выполнение работ при помощи ИС, $\alpha > 1$ – произвольное целое число, определяющее эффективность использования информационных систем $e = 1 - (1 - k)/\alpha$, k – количество используемых систем, N – количество центров. Анализ этого выражения показывает, что оно соблюдается только при числе центров $N = 2$ и $\alpha \geq 11$, такое значение α предполагает, что функциональность второй ИС будет освоена не менее чем на 90%, во всех прочих случаях условие не соблюдается. Очевидно, что такая ситуация крайне редко возникает на практике. Таким образом, с точки зрения агента эффективная стратегия развития ИС сводится к использованию единой внутренней системы и созданию универсальных интерфейсов с системами потенциальных заказчиков.

В результате такого анализа в виртуальную среду проектирования ОАО «НПО «Сатурн» были включены интерфейсы, обеспечивающие интеграцию данных о продукте, параметрах его производства и испытаний с другими разработчиками (см. рис. 12). Данная система использовалась при разработке авиационного газотурбинного двигателя SaM146, созданного в альянсе с французской компанией Snecma, для регионального самолета Сухой СуперДжет-100.

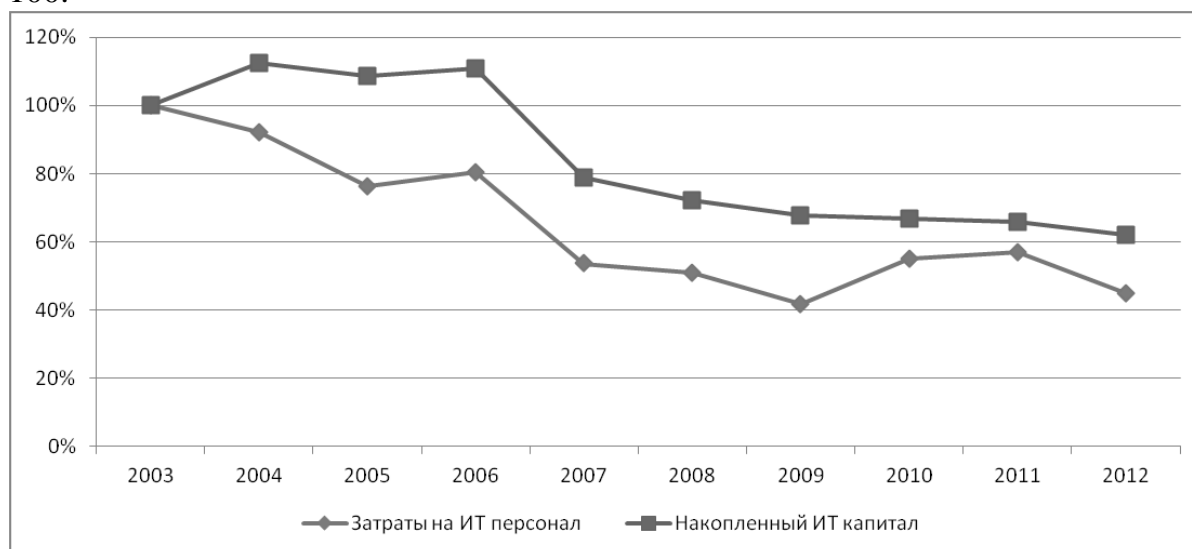


Рис. 13. Изменение накопленного ИТ капитала и затрат на ИТ персонал, приходящихся на одного пользователя КИС в 2003-2012 гг.

На рисунке 13 представлена динамика интегральных показателей эффективности стратегического управления ИТ в ОАО «НПО «Сатурн» l_i и c_i , вычисленных по формулам (5). При этом учтено, что для ОАО «НПО «Сатурн», как и для большинства российских предпри-

ятий, фактический срок использования компьютерных активов составляет 5 лет, несмотря на то, что правилами бухгалтерского учета установлен срок амортизации 3 года, потому для отражения объективной ситуации при расчете накопленного ИТ-капитала по формуле (6) принято $n = 5$. Приведенные данные свидетельствуют, что в результате использования описанной в диссертации методологии ОАО «НПО «Сатурн» за 10 лет удалось значительно сократить затраты на одного пользователя корпоративных ИС (на 40% затраты на ИТ капитал и на 55% затраты на ИТ персонал). При этом общее количество пользователей ИС увеличилось более чем в 1,6 раза, количество ИТ-персонала сократилось в 1,5 раза, средняя оплата труда одного штатного ИТ специалиста увеличилась в 3,5 раза. Следует также отметить, что при этом доля услуг по развитию и сопровождению КИС, закупаемых во внешних организациях, сократилась в общем объеме затрат на ИТ-персонал с 20% до 5%. Это связано с отсутствием вне столичного региона адекватных предложений по ИТ-услугам, а также со значительными требованиями НПО «Сатурн» к обеспечению информационной безопасности.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Представленные в диссертационной работе исследования образуют новый комплексный подход к решению важной научной проблемы формирования методологии стратегического управления развитием корпоративной информационной системы для крупного промышленного предприятия в современных условиях.

В рамках разработки указанной методологии и ее внедрения в практику в диссертации получены следующие основные выводы и результаты:

1. Создание и институционализация ИТ-стратегии является важнейшим инструментом построения эффективного предприятия. Существующие методы стратегического планирования развития ИТ предполагают следование в той или иной степени корпоративной стратегии более высокого уровня - бизнес-стратегии предприятия. Но при этом, в большинстве случаев, формализованная бизнес-стратегия, которой компания могла бы следовать, как правило, отсутствует. Это связано с высоким уровнем турбулентности внешней среды в частности с увеличением динамики требований потребителей, действиями конкурентов и партнеров, актами регуляторов рынка, дрейфом социальных факторов. Поэтому любая корпоративная стратегия имеет дело не с непредсказуемыми, а с неизвестными факторами. Все это выдвигает требования к адаптивности организации, которая понимается, как способность обнаруживать изменения во внешней среде и эффективно реагировать на эти изменения. Данное требование должно распространяться и на ИС организации, поскольку они фиксируют определенную практику ведения бизнеса, сложившуюся на момент их внедрения.

2. На основании положений эволюционной экономики и новой институциональной теории в диссертации предложена эволюционная модель фирмы, включающая модель поиска новых принципов поведения и классификацию инновационных действий. На основе анализа исследований роли ИТ в деятельности организаций, показано, что большая часть инновационных действий, реализуемых с помощью ИТ, направлена на повышение операционной эффективности организации.

3. На основании построенной эволюционной модели сформулирован подход к стратегическому развитию ИТ, сочетающий взгляды на нее как на перспективу, определяющую направления, приоритеты и ограничения инвестирования в ИТ, так и как на паттерн (принцип поведения относительно новых ИТ-инициатив). В диссертации разработан паттерн стратегического поведения, включающий модель оценки сложности реализации ИТ-инициатив, количественную метрику измерения эффекта от реализованных ИТ-инициатив и модель обеспечения адаптивности ИС.

4. Предложенная модель оценки сложности реализации ИТ-инициатив, направленных на повышение операционной эффективности, базируется на классификации трансформационных и транзакционных затрат, снижение которых предполагает рассматриваемая инициатива, что обеспечивает связь ИТ-стратегии и ИТ-архитектуры. При этом в дополнение к традиционным аспектам рассмотрения ИТ-архитектуры (бизнес-процессы, данные, приложения, техническая архитектура) в процесс планирования также включен домен методов управления ИТ, что позволяет синхронизировать внедрение различных практик управления с проектами по использованию собственно ИС/ИТ.

5. Предложенный метод измерения эффекта от реализации выбранных ИТ-инициатив базируется на информационной энтропии случайной величины, которой является результат выполнения бизнес-процесса, поддерживаемого ИС, и позволяет оценить уровень неопределенности управляемой системы.

6. Разработанная в диссертации модель адаптивной ИС включает структурные параметры, обеспечивающие адаптивность (рассматривается социотехническая модель ИС), и операционные (время, объем и стоимость проведения изменений, устойчивость процесса проведения изменений), которые позволяют количественно измерить достигнутый уровень адаптивности. Исследованы различные способы поддержания адаптивности ИС, при этом учтены как технологические, так и социальные компоненты системы. Предложена стратегическая модель поддержания адаптивности корпоративной ИС, которая опирается на следующие принципы:

- формируется план повышения зрелости сервисов корпоративной ИС, причем сервисы должны выделяться таким образом, чтобы их изменение и развитие не влияло на функционирование и развитие других сервисов;
- сервисы корпоративной ИС поддерживаются и развиваются независимыми группами разработчиков, использующими гибкие (agile) методы разработки;
- все сервисы реализуются на базе корпоративной технологической платформы, которая также планомерно развивается в соответствии с планом повышения зрелости сервисов.

7. Разработано организационно-методическое обеспечение предложенных методов стратегического развития ИТ, предложена модель организации ИТ-подразделения.

8. В диссертации показано, что ИТ-стратегия как перспектива должна формироваться на основе взглядов на потенциальные продуктовые инновации и новые бизнес-модели. Проведен анализ современных исследований в этой области, как основные выделены тенденции расширения использования открытых бизнес-моделей (создание новых продуктов в составе инновационных альянсов) и концентрации на ключевых компетенциях. Отображение этих тенденций на функции корпоративной ИС позволяет сделать вывод, что помимо традиционного требования сокращения затрат на автоматизируемые процессы, инвестиции в ИТ должны увеличивать открытость и адаптивность организации. На основе этих соображений в диссертации предложена концепция виртуальной среды проектирования, которая объединяет данные различных этапов разработки новой продукции (3D дизайн продукта и производственных процессов, компьютерное моделирование и оптимизация, натурный эксперимент) и позволяет просто интегрироваться с аналогичными системами партнеров по инновационному альянсу.

9. В качестве интегрального механизма оценки эффективности стратегического управления ИТ предложено использовать затраты на ИТ-работы и услуги и накопленный ИТ-капитал, приходящиеся на одного информационного сотрудника.

10. Основным практическим результатом диссертационной работы является внедрение всех описанных моделей и методов в ОАО «НПО «Сатурн», при этом достигнуты следующие показатели:

- в результате создания виртуальной системы проектирования общий цикл разработки нового ГТД был сокращен более чем в 2 раза, соответствующие затраты в 3-4 раза;
- полностью в новой цифровой среде были разработаны авиационные ГТД SaM146 для регионального самолета Сухой СуперДжет-100 и АЛ-55 для индийского учебно-боевого самолета НТ-36;
- реализация сформированных в диссертации научных положений и практических рекомендаций по поддержанию адаптивности корпоративной информационной системы позволили обеспечить простую и незатратную интеграцию ОАО «НПО «Сатурн» в альянсы по разработке новых продуктов: SaM146 (НПО «Сатурн» и компания Snesta, Франция), ПД-14 (ОАО «Авиадвигатель», НПО «Сатурн» и др.), АЛ-55 (НПО «Сатурн» и корпорация HAL, Индия);
- при этом, несмотря на увеличение в 3-4 раза по разным направлениям количества обслуживаемых объектов информационной инфраструктуры, персонал ИТ-службы был сокращен на 30%, количество пользователей корпоративных систем, приходящихся на одного сотрудника ИТ-службы, увеличилось более чем в 2 раза;
- за 10 лет накопленный ИТ-капитал, приходящийся на одного пользователя корпоративной информационной системы, сократился на 40%, и на 55% сократились затраты на ИТ персонал, приходящиеся на одного пользователя корпоративной ИС.

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих печатных изданиях:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Зеленков, Ю.А. ИТ-стратегия на практике / Ю.А. Зеленков // Открытые системы. – 2010. – № 9. – С. 42-45.
2. Шмотин, Ю.Н. Виртуальная среда проектирования / Ю.Н. Шмотин, П.В.Чупин, Ю.А.Зеленков // Открытые системы. – 2010. – № 7. – С. 42-45.
3. Зеленков, Ю.А. Формирование ИТ-стратегии предприятия: архитектура, проекты, организация / Ю.А. Зеленков // Вестник РГАТА имени П.А.Соловьева. – 2010. – № 3(18) . – С.190-198.
4. Зеленков, Ю.А. Метод многокритериальной оптимизации на основе приближенных моделей исследуемого объекта / Ю.А. Зеленков // Вычислительные методы и программирование. – 2010. – Т.11, № 2. – С. 92-102.
5. Зеленков, Ю.А. Многопользовательская среда инженерных расчетов / Ю.А. Зеленков // Вестник РГАТА имени П.А.Соловьева. – 2011. – № 1(19) . – С.123-129.
6. Зеленков, Ю.А. Комплексная автоматизация испытаний газотурбинных двигателей. Часть 1: управление стендом и сбор данных / Ю.А. Зеленков, В.Ю. Чувилин, В.Е. Журавлев // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15, № 2 (42) . – С. 119-125.
7. Зеленков, Ю.А. Комплексная автоматизация испытаний газотурбинных двигателей. Часть 2: хранение и обработка данных / Ю.А. Зеленков, В.Ю. Чувилин, В.Е. Журавлев // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15, № 2 (42) . – С. 126-131.
8. Зеленков, Ю.А. Оптимизация рабочего диска турбины высокого давления газотурбинного двигателя / Ю.А. Зеленков // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Математическое моделирование. Оптимальное управление. – 2011. – № 3(2) . – С.36-41.
9. Зеленков, Ю.А. Текущее состояние и перспективы суперкомпьютерных вычислений при проектировании газотурбинных двигателей / Ю.А.Зеленков, Ю.Н. Шмотин, П.В.Чупин // Вестник УГАТУ. – 2012. – Т.16, № 3 (48) . – С.91-98.

10. Зеленков, Ю.А. О стратегическом планировании развития информационных технологий в корпорации / Ю.А. Зеленков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика, выпуск 1.– 2012. – № 46(305). – С.73-87.
11. Зеленков, Ю.А. Адаптивность корпоративных информационных систем / Ю.А. Зеленков // Вестник РГАТУ имени П.А.Соловьева. – 2012. – № 2 (23). – С. 161-168.
12. Зеленков, Ю.А. Об измерении эффективности бизнес-процессов и поддерживающих их информационных систем / Ю.А. Зеленков // Управление большими системами / ИПУ РАН. – 2013. – Выпуск 41. – С.146-161.
13. Зеленков, Ю.А. Сервисно-ориентированная модель ИТ-службы крупной организации / Ю.А. Зеленков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2013. – Том 13, выпуск 3. – С.37-45.
14. Зеленков, Ю.А. Использование модели скользящих слоев для обеспечения адаптивности корпоративной информационной системы / Ю.А. Зеленков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2013. – Том 13, выпуск 3. – С.109-116.
15. Логиновский, О.В. О методологии стратегического управления развитием корпоративных информационных систем в условиях неопределенности / О.В. Логиновский, Ю.А. Зеленков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2013. – Том 13, выпуск 3. – С.83-91.

Монографии:

16. Зеленков, Ю.А. Искусство бега по граблям. Стратегическое управление ИТ в условиях неопределенности / Ю.А. Зеленков. – М.: Да!Медиа, 2013. – 136 с.

Статьи в журналах, сборниках научных трудов и прочие публикации:

17. Зеленков, Ю.А. Текущее состояние и перспективы использования суперкомпьютерных вычислений при проектировании газотурбинных двигателей / Ю.А.Зеленков, Ю.Н. Шмотин, П.В. Чупин // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: Труды Международной суперкомпьютерной конференции (19-24 сентября 2011 г., г. Новороссийск). – М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 399-406.
18. Зеленков, Ю.А. Современные требования к процессу проектирования новых изделий в машиностроении и их реализация в информационных системах / Ю.А. Зеленков // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2012). Труды 12-й международной конференции. / Под ред. Е.И. Артамонова. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – С. 169-173.
19. Зеленков, Ю.А., Генерация нейронных сетей на основе генетических алгоритмов для задачи классификации образов / Ю.А. Зеленков, П.Г. Серебряков, В.Г. Шаров // Моделирование и обработка информации в технических системах. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Рыбинск: РГАТА, 2004. – С.86-89.
20. Зеленков, Ю.А. Формирование ИТ – стратегии НПО «Сатурн» / Ю.А. Зеленков // Авиадвигатели XXI века. Москва, 6-9 декабря 2005 г. Сборник тезисов докладов, том 3. – М.: ЦИАМ, 2005. – С.170-171
21. Зеленков, Ю.А. Система хранения данных об изделии на протяжении его жизненного цикла / Ю.А. Зеленков // Авиадвигатели XXI века. Москва, 6-9 декабря 2005 г. Сборник тезисов докладов, том 3. – М.: ЦИАМ, 2005. – С.187-189

22. Зеленков, Ю.А. Решение задачи многокритериальной оптимизации с ограничениями на основе приближенных моделей исследуемых функций / Ю.А. Зеленков // Материалы XV Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС-2007), 25-31 мая 2007 г., Алушта. – М.: Вузовская книга, 2007. – С. 235-236.
23. Зеленков, Ю.А. Виртуальная среда проектирования ГТД / Ю.А. Зеленков // Авиадвигатели XXI века: материалы конференции. – М.: ЦИАМ, 2010. – С.1518 – 1520.
24. Zelenkov, Y. Evolutionary Approach for IS Strategy: Decision Making Framework and Efficiency Measurement [Электронный ресурс] / Y. Zelenkov // CONFENIS 2012 presentations (6th International Conference on Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems, 19-21 September 2012, Ghent, Belgium). – Режим доступа: <http://www.slideshare.net/Confenis2012/presentations>
25. Зеленков, Ю.А. Поддержание адаптивности информационных систем как основа стратегического управления корпоративными ИТ / Ю.А. Зеленков // Сборник трудов второй конференции «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса России». – М.: ООО «Коннект-ИКТ», 2013. – С.76 – 77.
26. Зеленков, Ю.А. Аппроксимация функций на основе радиальных нейронных сетей, генерируемых при помощи эволюционных алгоритмов / Ю.А. Зеленков // Вестник РГАТА им. П.А. Соловьева: Сборник научных трудов. – Рыбинск, 2004. – № 1–2 (4-6). – С. 87-93.
27. Зеленков, Ю.А. Ориентируясь на жизненный цикл / Ю.А. Зеленков // Intelligent Enterprise. – 2006. – Спецвыпуск 8. – С. 14-17
28. Пионтковский, А.С. ИТ стратегия «Сатурна» / А.С. Пионтковский, Ю.А. Зеленков // Авиапанорама. – 2006. – Май-июнь.
29. Зеленков, Ю.А. Использование суперкомпьютеров в машиностроении. Опыт НПО «Сатурн» / Ю.А. Зеленков // Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности. / Под ред. В.А. Садовниченко, И.Г. Савина, Вл.В. Воеводина. – М.: Изд-во Московского университета, 2009. – 232 с.
30. Зеленков, Ю.А. ИТ-департамент может предлагать прорывные технологии / Ю.А. Зеленков // Intelligent Enterprise. – 2010. – № 11(221) . – С.23-25
31. Зеленков, Ю.А. Проблемы создания информационной системы управления производством в отечественном машиностроении / Ю.А. Зеленков // Information Management. – 2012. – № 2.– С.68 – 76.
32. Зеленков, Ю.А. Стратегическое планирование развития ИТ. Часть 1. Обзор методов формирования ИТ-стратегии / Ю.А. Зеленков // Information Management. – 2012. – № 3. – С.24-38.
33. Зеленков, Ю.А. Стратегическое планирование развития ИТ. Часть 2. Модель принятия стратегических решений в условиях неопределенности / Ю.А. Зеленков // Information Management. – 2012. – № 4. – С.26-38.
34. Зеленков, Ю.А. Стратегическое планирование развития ИТ. Часть 3. Измерение эффективности информационных систем / Ю.А. Зеленков // Information Management. – 2012. – № 7. – С.42-42.
35. Зеленков, Ю.А. О согласовании ИТ и бизнеса. Часть 1 / Ю.А. Зеленков // ИТ Менеджер. – 2012. – № 9. – С. 16 – 20.
36. Зеленков, Ю.А. О согласовании ИТ и бизнеса. Часть 2 / Ю.А. Зеленков // ИТ Менеджер. – 2012. – № 10. – С. 32 – 34.
37. Зеленков, Ю.А. Стратегическое планирование развития ИТ. Часть 4. Измерение и поддержание адаптивности информационных систем / Ю.А. Зеленков // Information Management. – 2013. – № 1. – С. 25-33.

38. Зеленков, Ю.А. Искусство бега по граблям / Ю.А. Зеленков / IT Manager. – 2013. – № 1. – С. 2-9.
39. Зеленков, Ю.А. Методология управления развитием информационных систем промышленных предприятий / Ю.А. Зеленков, О.В. Логиновский // Известия высших учебных заведений. Уральский регион.– 2013. – № 3. – С.57-66.

Учебно-методические пособия:

40. Русаков А.И. Принципы организации современных широкополосных сетей интегрированных услуг / А.И. Русаков, Ю.А. Зеленков. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 135 с.
41. Зеленков Ю.А. Перспективные виды сервиса в высокоскоростных сетях / Ю.А. Зеленков, А.И. Русаков. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 92 с.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в Издательском центре ОАО «НПО Сатурн»
152903, Рыбинск, пр. Ленина, 163